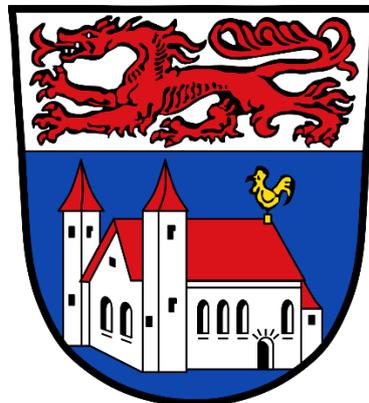




INSTITUT FÜR  
SYSTEMISCHE ENERGIEBERATUNG

**Integriertes Klimaschutzkonzept  
für die Kreis und Hochschulstadt  
Pfarrkirchen  
Endbericht**



Das Integrierte Klimaschutzkonzept für die Stadt Pfarrkirchen wurde in der Zeit von Mai 2022 bis April 2023 erstellt.

**Auftraggeber:**

Stadtverwaltung Pfarrkirchen  
Stadtplatz 2  
84347 Pfarrkirchen

**Auftragnehmer**

**Institut für Systemische Energieberatung GmbH  
an der Hochschule Landshut**

Prof. Dr. Petra Denk  
Am Lurzenhof 1  
84036 Landshut

**Hinweis:** Dieser Bericht ist nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden. Eine Garantie für die Richtigkeit der Angaben wird nicht übernommen. Eine Haftung jeglicher Art für Schäden und Folgeschäden, insbesondere entgangener Gewinn wegen Mängeln des Berichts, ist ausgeschlossen.

Gefördert durch:

EU-Innenstadt-Förderinitiative (REACT-EU)



# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Danksagung.....	IX
Zusammenfassung.....	X
Einleitung .....	1
1 Ausgangssituation in der Stadt Pfarrkirchen .....	5
1.1 Geographische Einordnung.....	5
1.2 Wirtschaftsstandort Pfarrkirchen .....	5
1.3 Flächenverteilung.....	5
1.4 Bevölkerungsentwicklung.....	6
1.5 Land- und Forstwirtschaft.....	7
1.6 Zielsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes .....	8
2 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz für die Stadt Pfarrkirchen.....	9
2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	10
2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik.....	10
2.1.2 Datengrundlage.....	11
2.1.3 Datenqualität .....	12
2.1.4 Definition der Verbraucherguppen.....	12
2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz.....	13
2.2.1 Endenergieverbrauch .....	13
2.2.2 Elektrischer Endenergieverbrauch.....	17

2.2.3	Stromerzeugung aus regenerativen Energien .....	19
2.2.4	Thermischer Endenergieverbrauch.....	20
2.2.5	Zusammenfassung .....	24
2.3	Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	26
2.3.1	Private Haushalte .....	27
2.3.2	Wirtschaft .....	27
2.3.3	Öffentliche Gebäude .....	29
2.3.4	Verkehr .....	30
2.3.5	Zusammenfassung .....	31
2.3.6	CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Verbrauchergruppen .....	31
3	Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude .....	34
3.1	Bestandsanlagen erneuerbarer Energien .....	34
3.2	Erdgasinfrastruktur .....	37
3.3	Siedlungsstruktur und Baualtersklassen.....	38
4	Ermittlung des Wärmebedarfs für die Stadt Pfarrkirchen.....	41
4.1	Wärmebedarfsermittlung .....	41
4.2	Potenzial Gebäudesanierung in der Stadt Pfarrkirchen .....	44
5	Potenzialanalyse.....	49
5.1	Potenzialbegriffe .....	49
5.2	Energieeinspar- und Effizienzpotenziale.....	50
5.2.1	Elektrische und thermische Energieeffizienz- und Einsparpotenziale nach Szenarien .....	52
5.2.2	Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale bis 2030 .....	55
5.3	Potenziale im Bereich des Verkehrs.....	57
5.3.1	Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“ nach Szenarien .....	58
5.3.2	Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“ bis 2030 ...	60

5.4	Potenziale erneuerbarer Energien in der Stadt Pfarrkirchen.....	62
5.4.1	Windenergiepotenzial.....	62
5.4.2	Wasserkraftpotenzial.....	64
5.4.3	Biomassepotenzial.....	64
5.4.4	Geothermiepotenzial.....	67
5.4.5	Solarpotenzial.....	73
5.5	Zusammenfassung der Potenziale für erneuerbare Energien.....	78
5.6	Auswirkungen auf die pro Kopf CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	80
6	Konzeptentwicklung Verkehr.....	82
6.1	IST-Bestandsanalyse.....	82
6.2	Grundsätzliche Maßnahmen Mobilität.....	85
6.3	Ladeinfrastrukturkonzept.....	87
7	Fazit.....	95
	Literaturverzeichnis.....	96
	Glossar.....	103
	Anhang.....	105

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung Kohlendioxidemissionen in Deutschland.....	2
Abbildung 2: Projektablaufplan Integriertes Klimaschutzkonzept.....	4
Abbildung 3: Entwicklung der Einwohnerzahl in der Stadt Pfarrkirchen von 1840 – 2020....	6
Abbildung 4: Verteilung der landwirtschaftlichen Bodennutzung in Pfarrkirchen im Jahr 2016 .....	7
Abbildung 5: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen 2020.....	14
Abbildung 6: Anteile der Verbrauchergruppen am Endenergieverbrauch 2020 .....	15
Abbildung 7: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieformen 2020.....	17
Abbildung 8: Aufteilung des elektrischen Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen 2020 .....	18
Abbildung 9: Anteil der erneuerbaren Energien (Einspeiseanlagen) am elektrischen Endenergieverbrauch 2020 sowie Zielsetzungen (Bayern, BRD).....	20
Abbildung 10: Anteile der Verbrauchergruppen am thermischen Endenergieverbrauch 2020 .....	21
Abbildung 11: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ 2020.....	22
Abbildung 12: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ 2020 .....	23
Abbildung 13: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ 2020 .....	24
Abbildung 14: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergieverbrauch 2020.....	25
Abbildung 15: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO <sub>2</sub> - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ in T t/ a 2020 .....	27
Abbildung 16: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO <sub>2</sub> - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ in T t/ a 2020 .....	28
Abbildung 17: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO <sub>2</sub> - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ in T t/ a 2020....	29

Abbildung 18: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrs in T t/ a 2020.....	30
Abbildung 19: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO <sub>2</sub> -Emissionen in T t/ a 2020 in Pfarrkirchen.....	31
Abbildung 20: Verteilung der jährlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen auf die einzelnen Verbrauchergruppen 2020 .....	32
Abbildung 21: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2020 in Pfarrkirchen.....	33
Abbildung 22: Photovoltaikanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021); aggregierte Darstellung der PV-Anlagen.....	35
Abbildung 23: Biogasanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021).....	36
Abbildung 24: Wasserkraftanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021) .....	37
Abbildung 25: Erdgasnetz der Stadt Pfarrkirchen, Quelle Stadtwerke Pfarrkirche .....	38
Abbildung 26: Großverbraucher und öffentliche Liegenschaften in Pfarrkirchen .....	39
Abbildung 27: Baualtersklassen gemäß Bebauungsplänen, Energieatlas Bayern und eigener Annahmen .....	40
Abbildung 28: Verteilung der Baualtersklassen in Pfarrkirchen und spezifischer Wärmebedarf nach Baujahren .....	43
Abbildung 29: Wärmebedarfsdichtekarte IST .....	44
Abbildung 30: Saniertere Baualtersklassen unter dem angenommenen Sanierungszyklus von 45 Jahren.....	45
Abbildung 31: Wärmebedarfsdichtekarte 2030.....	47
Abbildung 32: ausgewiesene Neubaugebiete in der Stadt Pfarrkirchen .....	48
Abbildung 33: Darstellung der verschiedenen Potenzialarten .....	50
Abbildung 34: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch Referenzszenario .....	53
Abbildung 35: Potentials Reduktion Endenergieverbrauch Klimaschutzprogramm .....	54
Abbildung 36: Reduktion des Endenergieverbrauchs nach Szenarien und	

Ansatzpunkten/ Verwendungszwecken.....	55
Abbildung 37: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch im Bereich "Verkehr" Referenzszenario.....	59
Abbildung 38: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch im Bereich "Verkehr" Klimaschutzprogramm .....	60
Abbildung 39: Potenzialflächen Windkraft in der Stadt Pfarrkirchen .....	63
Abbildung 40: Nutzung der Erdwärme im Vergleich .....	68
Abbildung 41: Tiefengeothermisches Potenzial in und um Pfarrkirchen .....	69
Abbildung 42: Übersichtskarte Erdwärmesonden in der Stadt Pfarrkirchen.....	71
Abbildung 43: Möglichkeiten der oberflächennahen Geothermie in Pfarrkirchen .....	72
Abbildung 44: Solarpotenzial Dachflächen Pfarrkirchen.....	75
Abbildung 45: Berücksichtigte PV-Freiflächen in der Potenzialermittlung nach Rücksprache mit der Stadt Pfarrkirchen.....	77
Abbildung 46: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Strom).....	78
Abbildung 47: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Wärme).....	79
Abbildung 48: Pro Kopf CO <sub>2</sub> -Emissionen (rot) in der Stadt Pfarrkirchen nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale der Verbrauchergruppen (hellgrau), des Verkehrs (gelb) sowie der Potenziale erneuerbarer Energien (dunkelgrau) .....	81
Abbildung 49: Streckenplan des Stadtbusses in Pfarrkirchen [vgl. (SWPAN, 2022) abgerufen am 09.12.2022].....	82
Abbildung 50: Entwicklung E-Fahrzeugbestand nach einer Prognose von Detlef Borscheid .....	88
Abbildung 51: Prognose der benötigten Ladepunkte auf Basis des T-Wertes der EU- Kommission .....	89
Abbildung 52: Systematische Identifizierung potenzieller Standorte für die Errichtung von Ladesäulen .....	90
Abbildung 53: Auswahl potenzieller Standorte für die Errichtung von Ladesäulen.....	90

Abbildung 54: Identifizierte best-of-Standorte möglicher Ladepunkte als Ergebnis der  
Nutzwertanalyse ..... 92

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenverteilung in Pfarrkirchen .....	5
Tabelle 2: Endenergieverbrauch in der Stadt Pfarrkirchen .....	13
Tabelle 3: Primärenergiefaktoren .....	16
Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh..	26
Tabelle 5: Reduktion Wärmebedarf bis 2030 in Abhängigkeit der Sanierungsquote.....	46
Tabelle 6: Einspar- und Effizienzpotenziale elektrische Energie nach Szenarien .....	56
Tabelle 7: Einspar- und Effizienzpotenziale thermischer Energie nach Szenarien.....	57
Tabelle 8: Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“.....	61
Tabelle 9: spezifische Erträge [kWh/ kWp] je nach Dachausrichtung und -neigung.....	74
Tabelle 10: Ausschlussbereiche Standortwahl .....	76
Tabelle 11: Auswirkungen der Potenziale an Erneuerbaren Energien auf die pro Kopf CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	80
Tabelle 12: Übersicht der T-Werte in der Stadt Pfarrkirchen .....	84
Tabelle 13: Gegenüberstellung der Varianten alternativer Kraftstoffe.....	87

## Danksagung

Für die erfolgreiche Ausarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pfarrkirchen war die Mitarbeit der lokalen Akteure sowie der städtischen Verwaltung entscheidend.

Das Institut für Systemische Energieberatung möchte sich deshalb herzlich bei der Stadt Pfarrkirchen, insbesondere beim ersten Bürgermeister Herrn Beißmann für die unkomplizierte und engagierte Zusammenarbeit bedanken.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Verwaltung für die stets zügige Zusammenstellung der notwendigen Daten und Unterlagen für die Ausarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes sowie die kooperative Zusammenarbeit. Im Besonderen gilt dieser Dank Herrn Frey und Herrn Lang.

Außerdem möchten wir uns herzlich bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern (Stadt und Stadtwerke) der Steuerungsrunde bedanken, deren Aufgabe die Begleitung der Erarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pfarrkirchen war. Die Steuerungsrunden waren stets produktiv und haben wertvolle Ideen hervorgebracht sowie den Prozess der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes positiv unterstützt.

Bedanken möchten wir uns auch bei Frau Seidinger-Brunn von den Stadtwerken Pfarrkirchen für die Bereitstellung der notwendigen Strom-/ und Erdgasdaten sowie verschiedenen Informationen zur Mobilität. Ebenso gilt dieser Dank Herrn Bloier von der Bayernwerk Netz GmbH für die Bereitstellung der Stromdaten des Bayernwerknetzgebiets. Ein weiterer Dank gilt den Bezirksschornsteinfegern Herrn Maier und Herrn Striebl für die zeitnahe Bereitstellung der entsprechenden Daten und Statistiken zu den Heizsystemen in der Stadt Pfarrkirchen.

In diesem Zusammenhang soll auch denjenigen gedankt werden, die sich an der Befragung mittels Fragebogen (z.B. Gewerbebetriebe) zur Erarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes beteiligt haben.

## Zusammenfassung

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept für die Stadt Pfarrkirchen ist zwischen Mai 2022 und April 2023 vom Institut für Systemische Energieberatung erstellt worden. Mittels des vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzeptes sowie dem zugehörigen Maßnahmenkatalog (separates Dokument) sollen basierend auf der erstellten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sowie einer Potenzialanalyse konkrete Maßnahmen (Maßnahmenkatalog) aufgezeigt werden, durch die zum einen Energie nachhaltiger bereitgestellt und zum anderen Energie bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden können. Es sollen aber auch sogenannte „grüne“ und „blaue“ Maßnahmen aufgezeigt werden, deren Schwerpunkt auf der Bepflanzung bzw. dem Wasser liegt. Ebenso ist es das Ziel, das Verkehrsaufkommen der Stadt zu untersuchen. Dabei sollen Möglichkeiten alternativer Kraftstoffe und Effizienzsteigerungen aufgezeigt, sowie ein Ladeinfrastrukturkonzept erstellt werden.

Das Konzept beinhaltet umfassende und detaillierte Analysen zum energetischen Ist-Zustand (Endenergie- und Primärenergieverbrauch, CO<sub>2</sub>-Ausstoß) in den einzelnen Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Wirtschaft“, „Öffentliche Gebäude“ und „Verkehr“. Weiterhin werden Energieeffizienz- und Einsparpotenziale in allen Verbrauchergruppen ermittelt, sowie eine Analyse der technischen Zubaupotenziale erneuerbarer Energien durchgeführt. In der Verbrauchergruppe „Verkehr“ liegt der Schwerpunkt auf der Erarbeitung eines Ladeinfrastrukturkonzeptes, um den weiteren Ausbau der E-Mobilität auch infrastrukturell gezielt in der Stadt Pfarrkirchen voranbringen zu können. Daran anknüpfend werden die resultierenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei vollständiger Realisierung der vorliegenden Potenziale ermittelt und konkrete Maßnahmenempfehlungen sowie mögliche Fördermittel aufgezeigt.

### Ergebnisse

Im Jahr 2020 ist in der Stadt Pfarrkirchen eine Endenergiemenge in Höhe von 401 GWh benötigt worden. Diese verteilt sich auf die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ (ca. 162 GWh, 40 %), die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ (ca. 78 GWh, 20 %) und die Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ (ca. 9 GWh). Der Anteil des Verkehrs beläuft sich absolut gesehen auf ca. 152 GWh (38 %). Die obige Endenergiemenge entspricht einem Primärenergieverbrauch in Höhe von ca. 400 GWh, der somit leicht unterhalb des Endenergieverbrauchs liegt. Der jährliche Endenergieverbrauch bedingt CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>1</sup> in Höhe von insgesamt ca. 100 T t. Im Durchschnitt ist somit jeder Bürger Pfarrkirchens für einen

---

<sup>1</sup> Genauer: CO<sub>2</sub>-Äquivalente

energiebedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoß von ca. 7,7 t im Jahr 2020 verantwortlich. Wird der Wert für den pro Kopf Ausstoß mit dem bundesdeutschen Durchschnittswert (7,7 t/ Kopf) [vgl. (Statista, 2022) abgerufen am 09.12.2022] verglichen, so stimmt dieser mit dem Wert Pfarrkirchen überein. Der elektrische pro Kopf Endenergieverbrauch ist im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt erwartungsgemäß in Pfarrkirchen aufgrund der wenigen Industriebetriebe unterdurchschnittlich (siehe Kapitel 2). Der thermische pro Kopf Endenergieverbrauch ist hingegen aufgrund der vorliegenden Baustruktur (siehe Kapitel 4) vergleichbar mit dem Bundesdurchschnitt.

Im Jahr 2020 werden in Pfarrkirchen ca. 32,6 GWh<sub>el</sub> elektrische Energie durch erneuerbare Energien bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil am jährlichen Gesamtstromverbrauch von 62 %. In Deutschland lag der Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung im Jahr 2020 im Vergleich dazu bereits bei ca. 47 % [vgl. (DESTATIS) abgerufen am 09.12.2022].

Thermische Energie wird in Pfarrkirchen durch erneuerbare Energien in Höhe von ca. 38,6 GWh<sub>th</sub> (2020) erzeugt. Dies entspricht einem Anteil von derzeit ca. 20 % des Wärmeverbrauchs, der durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Ein Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt zeigt, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland (Wärme) im Jahr 2020 mit etwa 17% unter dem Wert Pfarrkirchen liegt [vgl. (Umweltbundesamt, 2022) abgerufen am 09.12.2022].

Wächst die Stadt bis zum Jahr 2030 den derzeit ausgewiesenen Neubaugebieten (Wohnbaugebiete und Gewerbegebiete) entsprechend, lässt sich – je nach Anstrengung und finanziellem Aufwand – der Endenergieverbrauch um bis zu 4,9 GWh (Referenzszenario) bzw. um bis zu ca. 10,2 GWh (Klimaschutzprogramm) reduzieren. Die größten Einsparpotenziale im Bereich Strom liegen in der Reduktion der notwendigen mechanischen Energie (vgl. Kapitel 5.2) sowie im Bereich der Bürotechnik vor, im Bereich Wärme ist die Gebäudesanierung und -optimierung die wesentliche Maßnahme. Des Weiteren liegt im Bereich „Verkehr“ vor allem durch die Reduktion des Einsatzes von Verbrennungsmotoren ein Einsparpotenzial, welches im Referenzszenario bei 14,4 GWh und im Klimaschutzszenario bei 43,6 GWh liegt, vor. Durch die Hebung der oben genannten möglichen Einsparpotenziale kann die Stadt Pfarrkirchen je nach Szenario insgesamt ca. 5 % (Referenzszenario) bzw. 14 % (Klimaschutzprogramm) des emittierten CO<sub>2</sub> einsparen. Dadurch könnte der pro Kopf CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Pfarrkirchen um 0,4 bzw. 1,1 t CO<sub>2</sub> pro Kopf (in 2030) reduziert werden.

Um den Endenergieverbrauch noch weiter senken zu können, ist die Errichtung weiterer erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (bspw. Photovoltaik) notwendig. Bei Realisierung des gesamten ausgewiesenen technischen Zubaupotenzials sowie den Energieeinspar- und Effizienzpotenzialen könnten die pro Kopf Emissionen auf rechnerisch 4,0 t/ Kopf

(Referenzszenario), bzw. 3,3 t/ Kopf (Szenario Klimaschutzprogramm) verringert werden. Dadurch liegen die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf nach Hebung der gesamten Potenziale (Energieerzeugung, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien) deutlich unter dem avisierten Bundesdurchschnitt 2030.

Die hierfür notwendigen Maßnahmen sind im Maßnahmenkatalog zusammengefasst, bewertet und priorisiert worden. Die einzelnen vorgeschlagenen, insgesamt 41 Maßnahmen, sind jeweils in Projektsteckbriefen weiter detailliert worden (siehe Maßnahmenkatalog). Von den insgesamt 41 Maßnahmen im Maßnahmenkatalog sind neun mit einer hohen Priorisierung bewertet worden.

Wichtig für die Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist es, die Bürgerinnen und Bürger zu sensibilisieren und zu motivieren. Nur wenn diese die Energiewende in Pfarrkirchen positiv begleiten und bereit sind, viele (kleine und größere) Maßnahmen umzusetzen, wird die Energiewende erfolgreich in Pfarrkirchen realisiert werden können. Die Stadt sollte hierbei den Bürgerinnen und Bürgern motivierend zur Seite stehen, ihre Vorbildfunktion weiter wahrnehmen und aktiv große Projekte vorantreiben

## Einleitung

Im Rahmen der Weltklimakonferenz in Paris ist ein neues Klimaschutzabkommen ausgearbeitet worden, welches am 12.12.2015 durch die Bundesumweltministerin Dr. Babara Hendricks unterzeichnet worden ist. Die wesentlichen Inhalte dieses Abkommens sind:

- Die Erderwärmung soll deutlich unter 2° Celsius, möglichst auf unter 1,5° Celsius begrenzt werden.
- Entsprechend soll in der zweiten Jahrhunderthälfte eine globale Treibhausgasneutralität erreicht werden.
- Dazu sollen alle Teilnehmerländer alle fünf Jahre ihre Klimaschutzfahrpläne aktualisieren und anspruchsvoller gestalten.
- Um das globale Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen, sollen Entwicklungsländer beim Klimaschutz unterstützt werden [vgl. (BMZ) abgerufen am 09.12.2022].

Zur Zielerreichung (1,5° Celsius-Ziel) ist es in Deutschland notwendig, bis spätestens 2040 kein Kohlendioxid mehr durch die Nutzung fossiler Energieträger zu emittieren. Das heißt, dass ein vollständiges Ende der Verwendung der fossilen Energieträger wie Erdgas, Heizöl und Kohle bis dahin notwendig ist. Eine andere Lösung wäre nur die kostenintensive und auch umstrittene CCS-Technik (Carbon Capture and Storage) [vgl. (volker-quaschnig.de, 2016) abgerufen am 09.12.2022].

In diesem Zusammenhang sei auch das Bayerische Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) erwähnt, welches die Gesetzgebungskompetenz auf europäischer Ebene und Bundesebene ergänzen und unterstützen soll. Mit Kabinettsitzung vom 28. Juni 2022 erneuerte das Kabinett die Zielsetzungen Bayerns zum Klimaschutz. Die Anpassung der bayerischen Klimaschutzziele gemäß BayKlimaG sieht bereits im Jahr 2040 eine Klimaneutralität vor. Ferner sollen die Treibhausgas-Emissionen bis 2030 um 65 % reduziert werden [vgl. (Bayerische Staatsregierung) abgerufen am 09.12.2022].

Auch die Bundesregierung hat ihre Klimaschutzziele im Rahmen der Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes angepasst. So sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 bis 2030, um mindestens 65 % (zuvor 55 %) sinken. Dieses verbindliche Ziel sowie konkrete Emissionsziele für die einzelnen Sektoren sind im Bundesklimaschutzgesetz (KSG) festgelegt worden [vgl. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz) abgerufen am 09.12.2022].

Die derzeitigen Ziele der Bundesregierung sind zur Erreichung der im Pariser Klimaabkommen gesetzten Ziele nicht ausreichend, denn dazu ist eine noch deutlichere Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendig und damit eine „echte“ Energiewende in allen Bereichen, also Strom, Wärme und Verkehr anzustreben.

Mit der Verabschiedung des Oster- und Sommerpakets kündigt die Bundesregierung weitere energiepolitische Reformen an. Hierbei werden verschiedene Energiegesetze überarbeitet und ergänzt, um den Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Bis zum Jahr 2030 sollen so mindestens 80% des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien bezogen werden [vgl. (BMWK, 2022) abgerufen am 09.12.2022].

Auch im Bereich der Wärmeversorgung soll durch das Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung der Einsatz erneuerbarer Energien sowie eine energieeffiziente Wärmeversorgung zügig vorangebracht werden. Dies soll einerseits durch die Verpflichtung der Kommunen zur kommunalen Wärmeplanung geschehen und andererseits durch die Verzahnung der Gesetze (kommunale Wärmeplanung und GEG) sowie die Schaffung neuer Fördervoraussetzungen (Wärmeplanung als Grundlage) erfolgen [vgl. (Peiffer, 2022)].

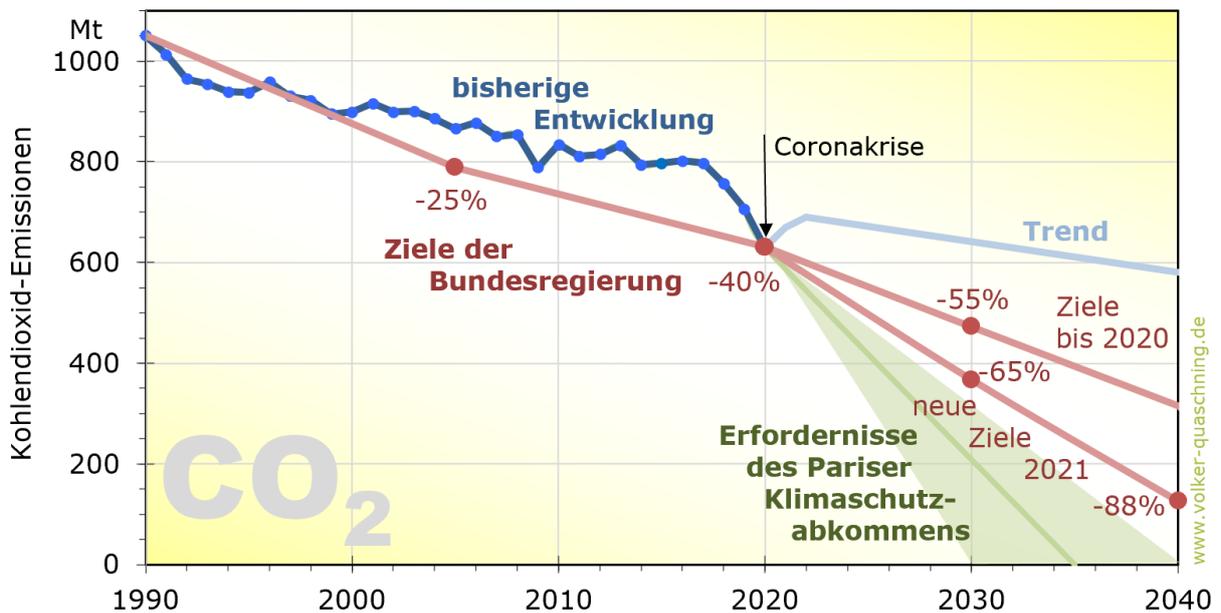


Abbildung 1: Entwicklung Kohlendioxidemissionen in Deutschland

Quelle: (volker-quaschnig.de, 2020)

Um den Ausbau der erneuerbaren Energien zu forcieren, ist in jeder einzelnen der ca. 2.000 Kommunen in Bayern eine systematische Vorgehensweise im Bereich der Energieversorgung notwendig, weshalb die Erstellung des vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pfarrkirchen im Rahmen des Programms REACT-EU mit der EU-Innenstadt-Förderinitiative unterstützt wird. Die Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes erfolgt dabei auf Basis einer detaillierten Erfassung des energetischen Ist-Zustandes (Aufnahme der Endenergieverbräuche sowie der bestehenden Energieinfrastruktur) der Stadt Pfarrkirchen. Darauf aufbauend werden Potenziale in Bezug auf Energieeinsparung/ Effizienzsteigerung sowie erneuerbare Energien ausgewiesen. Die in der Ausschreibung definierte Entwicklung eines Verkehrskonzeptes wird detailliert bewertet und analysiert und eine konkrete Empfehlung für die nächsten Schritte gegeben. Abschließend wird ein ausführlicher Maßnahmenkatalog für die Stadt Pfarrkirchen erarbeitet (vgl. Abbildung 2).

Ziel ist es, durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Energieversorgung sicherzustellen. Gleichzeitig soll die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringert, die Energiekosten dauerhaft gesenkt und die regionale Wertschöpfung erhöht werden.

Entsprechend ist bei der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pfarrkirchen wie folgt vorgegangen worden:

- Analyse der Ausgangssituation
- Erstellung einer IST-Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude
- Potenzialbetrachtung - Energieeinsparung, Energieeffizienz sowie erneuerbare Energien
- Verkehrskonzept
- Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung
- Maßnahmenkatalog - Vorschlag umzusetzender Maßnahmen



Abbildung 2: Projektablaufplan Integriertes Klimaschutzkonzept

Basierend auf dieser Vorgehensweise ist der Bericht wie folgt strukturiert. In Kapitel 1 wird zuerst die Ausgangssituation in der Stadt Pfarrkirchen beschrieben. Kapitel 2 stellt die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt dar. Die Bestandsanalyse der Gebäude- und Energieinfrastruktur (Kapitel 3) zeigt auf, welche Datenbasis für die in Kapitel 4 beschriebene Ermittlung des Wärmebedarfs zur Verfügung steht bzw. welche Daten zusätzlich im Rahmen der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes ermittelt worden sind. In Kapitel 5 folgt die umfassende Potenzialanalyse, bevor in Kapitel 6 das ausgearbeitete Verkehrskonzept beschrieben und detailliert wird. In Kapitel 7 wird schließlich ein Fazit zum erstellten Integrierten Klimaschutzkonzept für die Stadt Pfarrkirchen gezogen. Die Maßnahmen, die aus der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Pfarrkirchen abgeleitet worden sind, sind in einem separaten Dokument (Maßnahmenkatalog) ausgearbeitet und beschrieben worden.

Durch die Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist eine hochwertige Diskussionsgrundlage geschaffen worden, um einerseits in der Stadt Pfarrkirchen bereits in der Umsetzung befindliche Maßnahmen kontinuierlich weiterzuverfolgen und andererseits gemeinsam im Rahmen des Workshops neu definierte Maßnahmen zielgerichtet in die Umsetzung zu bringen.

# 1 Ausgangssituation in der Stadt Pfarrkirchen

## 1.1 Geographische Einordnung

Pfarrkirchen ist Hochschulstadt, die zweitgrößte Stadt sowie Kreisstadt im niederbayerischen Landkreis Rottal-Inn. Die Stadt wird durch den Fluss Rott in einen kleineren Südteil und einen größeren Nordteil getrennt. Die Lage entspricht dem bayerischen Voralpengebiet und ist geprägt von einer hügeligen Landschaft. Pfarrkirchen liegt an der B 388, die vom 50 km entfernten Passau in die 125 km entfernte Landeshauptstadt München führt [vgl. (Wikipedia) abgerufen am 09.12.2022].

## 1.2 Wirtschaftsstandort Pfarrkirchen

In Pfarrkirchen sind zahlreiche klein- und mittelständische Betriebe angesiedelt. Daneben gibt es eine Vielzahl von Groß- und Einzelhandelsbetrieben sowie leistungsfähigen Handwerksfirmen mit teilweise hochspezialisierten Berufsbildern oder überregionaler Bedeutung.

## 1.3 Flächenverteilung

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Stadtfläche auf die unterschiedlichen Nutzungsarten

Tabelle 1: Flächenverteilung in Pfarrkirchen

Flächenverteilung in der Kommune in Hektar	2019	%	2020	%
Siedlung	629 ha	12,0%	632 ha	12,1%
dar.: Wohnbaufläche	274 ha	5,2%	276 ha	5,3%
dar.: Industrie- und Gebäudefläche	127 ha	2,4%	128 ha	2,4%
Verkehr	284 ha	5,4%	285 ha	5,4%
Vegetation	4.268 ha	81,5%	4.265 ha	81,5%
dar.: Landwirtschaft	2.786 ha	53,2%	2.782 ha	53,1%
dar.: Wald	1.358 ha	25,9%	1.357 ha	25,9%
Gewässer	53 ha	1,0%	53 ha	1,0%
Summe	5.235 ha	100,0%	5.235 ha	100,0%

Quelle: Eigener Entwurf nach, (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 13

Dementsprechend bestehen die 5.235 ha der Stadt Pfarrkirchen im Jahr 2020 zum überwiegenden Teil aus Wald- und Landwirtschaftsflächen (25,9 % bzw. 53,1 %). Weiter entfallen 12,1 % der Stadtfläche auf Siedlungsflächen. Die restliche Fläche bilden Verkehrs- und Wasserflächen (5,4 % bzw. 1,0 %).

### 1.4 Bevölkerungsentwicklung

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen der Stadt Pfarrkirchen zeigt, dass ein Bevölkerungswachstum vor allem von 1939 bis 1950 stattgefunden hat [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 6]. Die 13.005 Einwohner (2020) Pfarrkirchens leben 2020 in 3.621 Wohnungen auf einer Wohnfläche von 651.503 m<sup>2</sup> [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 12]. Dies entspricht einer pro Kopf Wohnfläche in Pfarrkirchen von ca. 50,1 m<sup>2</sup> (2020) und liegt somit 4 % über dem bayerischen Durchschnitt (48 m<sup>2</sup>).

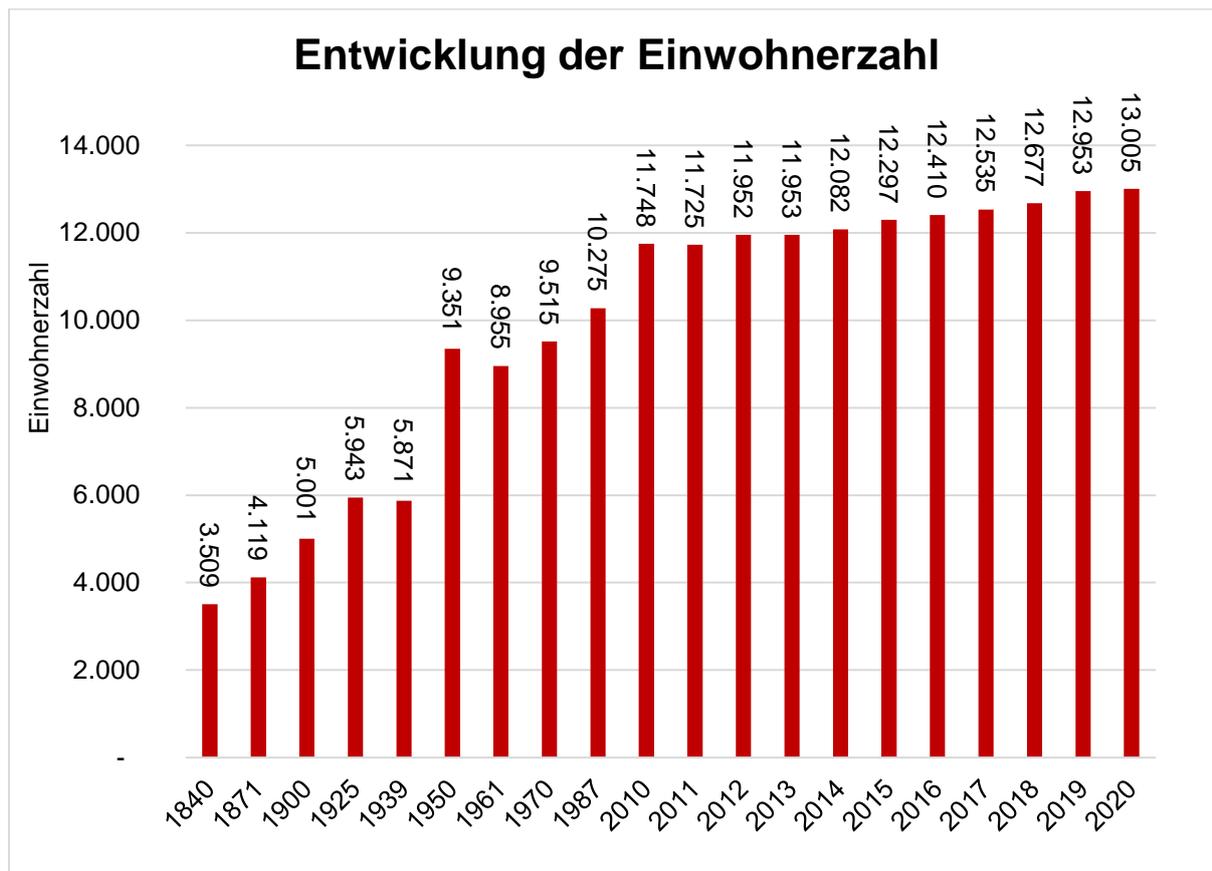


Abbildung 3: Entwicklung der Einwohnerzahl in der Stadt Pfarrkirchen von 1840 – 2020

Quelle: Eigener Entwurf nach (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 6

## 1.5 Land- und Forstwirtschaft

### Landwirtschaft

Im Jahr 2020 gibt es in Pfarrkirchen 83 landwirtschaftliche Betriebe [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 14]. Damit hat sich die Zahl der Betriebe seit 2005 (134 Betriebe) um ca. 38% verringert. Von den rund 2.664 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche im Jahr 2016 werden ca. 32 % als Dauergrünland und ebenfalls ca. 32 % als Ackerland genutzt (vgl. Abbildung 4) [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 13].

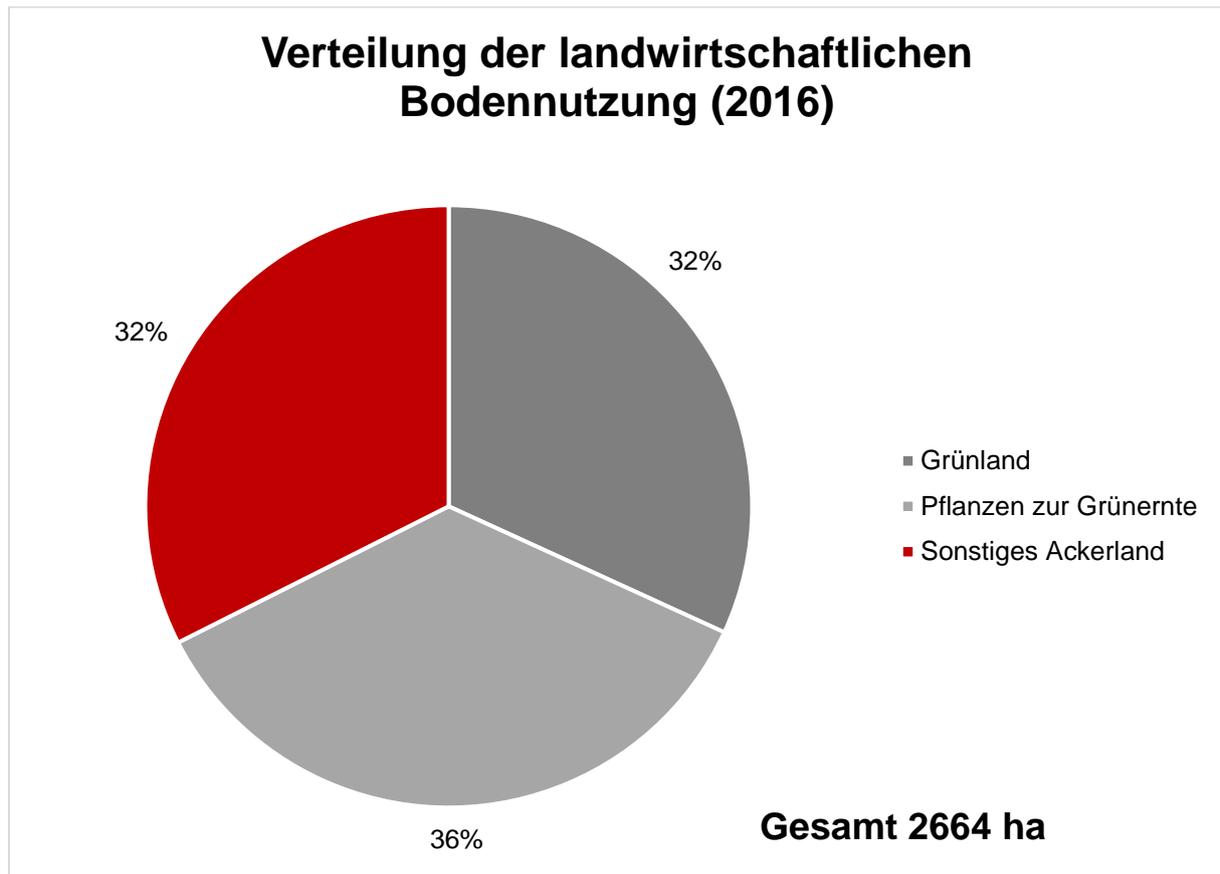


Abbildung 4: Verteilung der landwirtschaftlichen Bodennutzung in Pfarrkirchen im Jahr 2016

Quelle: Eigener Entwurf, nach (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 13

Die Viehbestände in Pfarrkirchen im Jahr 2016 bestehen aus 5.468 Rindern, 66 Pferden und 636 Schweinen [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 14]. Für die Berechnung der erneuerbaren Energiepotenziale in Kapitel 5 wird auf diese Zahlen zurückgegriffen.

## **Forstwirtschaft**

Die Waldfläche Pfarrkirchens beträgt 1.357 ha [vgl. (Statistik, Statistik kommunal 2021, 2022) S. 13]. Es wird von einer gleichmäßigen Verteilung von Nadel- und Laubbäumen ausgegangen.

### **1.6 Zielsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes**

Für die Stadt Pfarrkirchen soll ein Integriertes Klimaschutzkonzept mit insbesondere folgenden Zielsetzungen erstellt werden:

- Detaillierte und umfassende Analyse des aktuellen energetischen IST-Zustandes (Energie- und Primärenergiebilanz) sowie der daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen des Betrachtungsgebiets (Ermittlung der Strom- und Wärmebedarfe) nach den Verbrauchergruppen Private Haushalte, Wirtschaft, Öffentliche Gebäude, sowie dem Verkehr
- Erarbeitung einer Potenzialanalyse zur Energieeffizienzsteigerung und Energieeinsparung sowie zu den erneuerbaren Energien
- Analyse der vorhandenen Energieinfrastruktur (vorhandene Wärme -und Stromerzeugungsanlagen im Betrachtungsgebiet)
- Versendung eines Fragebogens an einzelne Großverbraucher
- Untersuchung des Verkehrs: mit den Schwerpunkten Möglichkeiten alternativer Kraftstoffe, sowie Entwicklung eines Ladeinfrastrukturkonzepts
- Darstellung der resultierenden CO<sub>2</sub>-Einsparung
- Aktive Einbindung der relevanten Akteure durch partizipative Erarbeitung des Konzepts
- Erstellung eines priorisierten Maßnahmenkatalogs

Die Basis eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist eine detaillierte Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das zu betrachtende Gebiet. Diese ist Inhalt des Kapitels 2.

## 2 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Stadt Pfarrkirchen

Eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz<sup>2</sup> bilanziert die Energie (Primär- und/ oder Endenergie) und die mit der Energieversorgung verbundenen Treibhausgasemissionen (bei Energie vor allem Kohlendioxid - CO<sub>2</sub>) spezifisch für ein Gebiet, wie z.B. der Stadt Pfarrkirchen.

Im Folgenden wird der gesamte Endenergieverbrauch der Stadt erfasst und in verschiedenen Gruppierungen dargestellt:

- Endenergieverbrauch entsprechend der Nutzung Strom, Wärme und Verkehr
- Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen (Private Haushalte, Wirtschaft<sup>3</sup>, Öffentliche Gebäude, Verkehr)
- Struktur der Primärenergieträger, die zur Erzeugung der Endenergie eingesetzt werden

Durch Verwendung entsprechender Emissionsfaktoren kann die Endenergiebilanz in eine CO<sub>2</sub>-Bilanz umgerechnet werden. Die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger reflektieren, dass jeder Energieträger einen spezifischen CO<sub>2</sub>-Betrag pro erzeugte Kilowattstunde emittiert. Beispielweise werden bei der Verbrennung von Erdgas pro kWh<sub>Endenergie</sub> etwa 240 g CO<sub>2</sub> frei [vgl. (GEG - Einzelnorm vom 01.11.2020)].

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend in Kapitel 2.1.1 – 2.1.4 die Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erläutert, um dann in Kapitel 2.2 die Ergebnisse der Energiebilanz bzw. in Kapitel 2.3 die Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Bilanz darzustellen.

---

<sup>2</sup> Genauer handelt es sich um CO<sub>2</sub>-Äquivalente, in welchen auch andere Treibhausgase wie Methan, Lachgas u.a. berücksichtigt sind, jeweils einschließlich sämtlicher Vorketten wie Förderung, Aufbereitung, Transport etc.. CO<sub>2</sub>-Äquivalente geben entsprechend der freigesetzten Menge aller Treibhausgase (auch Methan, Lachgas, etc.) bezogen auf das Treibhausgas CO<sub>2</sub> je verbrauchter kWh beim Endverbraucher an.

<sup>3</sup> In dieser Verbrauchergruppe ist auch die Landwirtschaft enthalten.

## 2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

### 2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik

Da die Bilanzierung ein Werkzeug darstellt, um bestimmte Aussagen zu bekommen, hängt die Art der Bilanzierung auch von dem Ziel („Was soll dargestellt werden?“) ab. Für die Erstellung einer kommunalen CO<sub>2</sub>-Bilanz stehen derzeit drei grundlegende Prinzipien (Akteursprinzip, Verursacherprinzip, Territorialprinzip) in mehreren Variationen zur Verfügung. Die Verwendung des endenergiebasierten Territorialprinzips hat sich für kommunale Konzepte als praktikabel erwiesen und findet auch in der BSKO-Methodik Anwendung [vgl. (Urbanistik, 2018)]. Diese Methodik wird auch für die Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Pfarrkirchen angewendet.

Dieses Prinzip berücksichtigt alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die z.B. am Hauszähler gemessen wird) und ordnet diese den verschiedenen Verbrauchergruppen zu. Graue Energie (die z.B. in Produkten steckt) und Energie, die außerhalb der Stadtgrenzen benötigt wird (z.B. bei einem Hotelaufenthalt), werden nicht bilanziert. Die Witterungsreinigung wurde im Rahmen der Bilanzierung beachtet, um sowohl reale Verbraucherdaten als auch über das LoD-Modell hochgerechnete Werte in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigen zu können.

Für die spezifischen Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden für Pfarrkirchen die Werte des Gebäudeenergiegesetzes [vgl. (GEG - Einzelnorm vom 01.11.2020)] herangezogen; die der erneuerbaren Energieträger aus der Studie des Umweltbundesamts [vgl. (Dr. Thomas Lauf, 2021)] entnommen.

In der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Pfarrkirchen werden die Vorketten der Energiebereitstellung (Gewinnung, Umwandlung und Transport) berücksichtigt. Folglich verursachen auch erneuerbare Energieträger, wie bspw. die Biomasse, CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in der Bilanz berücksichtigt werden.

Entsprechend des Praxisleitfadens des Deutschen Institutes für Urbanistik (Difu) wird bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von der Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Landwirtschaft abgesehen, da sie nur einen kleinen Teil der Gesamtemissionen darstellen.

### 2.1.2 Datengrundlage

Folgende Daten sind von den unten genannten Unternehmen und von der Stadt/den Stadtwerken dankenswerterweise zur Verfügung gestellt worden:

- **Stromverbräuche** (differenziert nach Kundengruppen 2020):  
Stadtwerke Pfarrkirchen & Bayernwerk Netz GmbH
- **Einspeiserdaten** (aufgeschlüsselt nach Energieträgern und jährlicher Erzeugung 2020):  
Stadtwerke Pfarrkirchen und Bayernwerk Netz GmbH
- **Erdgasverbräuche** (differenziert nach Kundengruppen 2020):  
Stadtwerke Pfarrkirchen
- **Strom- und/ oder Wärmeverbräuche detailliert für kommunale Liegenschaften:**  
Die Stadt sowie die Stadtwerke haben die Strom- und Wärmeverbräuche für ihre Liegenschaften bereitgestellt.
- **Schornsteinfegerdaten** (Feuerstättenzählung: Anzahl, Leistung in kW, Energieträger, Einzel- oder Zentralfeuerstätte, Stand: Ende 2022):  
Kaminkehrermeister Herr Maier & Bezirksschornsteinfeger Herr Striebel
- **Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen:**  
Datenabfrage Energieatlas Bayern, Biomasseatlas, Wärmepumpenatlas, Solarthermieatlas
- **Fragebogen zum Energieverbrauch der Gewerbebetriebe/ öffentlichen Liegenschaften der Stadt Pfarrkirchen:**  
Es sind insgesamt rund 300 Fragebögen von der Stadt Pfarrkirchen versendet worden.  
Die Rücklaufquote lag bei 19 %.
- **Karten und Pläne Stadt Pfarrkirchen:**
  - LoD2-Daten (3D Gebäudemodell)
  - Bebauungspläne

Als Bilanzjahr wurde das Jahr 2020 festgelegt. Somit stellt die im Kapitel 2.3 dargestellte CO<sub>2</sub>-Bilanz ebenfalls das Jahr 2020 dar.

### 2.1.3 Datenqualität

Die Genauigkeit der Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz hängt entscheidend von der Datenqualität der Inputdaten ab.

Beim Strom- und Gasabsatz sowie bei den erfassten Einspeisemengen erneuerbarer Energieträger liegt eine hohe Datenqualität – im Sinne von Detailtiefe und Datenmenge – vor.

Hingegen müssen bei der Ermittlung der Verbräuche der einzelnen Energieträger zur Wärmebereitstellung Annahmen getroffen und Mittelungen vorgenommen werden. Die Ergebnisse werden entsprechend von den jeweils getroffenen Annahmen beeinflusst. Daher ist es wichtig, die jeweiligen Annahmen, die in den einzelnen Kapiteln im Detail erläutert werden, bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

### 2.1.4 Definition der Verbrauchergruppen

Wie einleitend erwähnt, erfolgt die Darstellung des Strom- und Wärmeverbrauchs der Stadt Pfarrkirchen mittels dreier Verbrauchergruppen, die folgendermaßen gebildet werden:

- **Private Haushalte:** Diese Verbrauchergruppe umfasst aus Gründen der Datenlage ebenso Anteile des Kleinstgewerbes. Liegen Mischnutzungen in Gebäuden vor, ist eine Trennung kaum möglich.
- **Öffentliche Gebäude:** Diese Verbrauchergruppe umfasst alle Liegenschaften der Kommune, öffentlichen Einrichtungen, den Eigenverbrauch der Stadtwerke, die Kläranlage und alle mittels Fragebogen erfassten öffentlichen Liegenschaften (z.B. Landkreisliegenschaften) sowie die Straßenbeleuchtung.
- **Wirtschaft:** Diese Verbrauchergruppe bildet die Energieverbräuche aller Verbraucher ab, die nicht durch die Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ und „Öffentliche Gebäude“ eindeutig abgebildet werden können. Dies sind z. B. Industrie- und Gewerbebetriebe sowie der Handel und die Dienstleistung oder die Landwirtschaft. Es werden somit anteilig die Sonderkunden „Gas“ und „Strom“ (gemäß Angaben Stadtwerke) sowie die Fragebögen aus der Wirtschaft berücksichtigt.

Daneben wird in Pfarrkirchen der Bereich „Verkehr“ in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz abgebildet. Dies erfolgt anhand der Daten des Kraftfahrtbundesamtes. Dabei wird primär der Fahrzeugbestand herangezogen. In Abhängigkeit durchschnittlicher Fahrleistungen sowie der Antriebsform und des spezifischen Brennstoffverbrauches wird der Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppe ermittelt.

## 2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Endenergiebilanz der Stadt Pfarrkirchen, differenziert nach den Bereichen elektrisch („Strom“), thermisch („Wärme“) und Mobilität („Verkehr“) sowie unterteilt nach den Verbrauchergruppen Private Haushalte, Wirtschaft, öffentliche Gebäude und Straßenbeleuchtung dargestellt.

### 2.2.1 Endenergieverbrauch

In Tabelle 2 wird summarisch der gesamte Endenergieverbrauch differenziert nach Energieformen sowie Verbrauchergruppen dargestellt. Dabei wird die Straßenbeleuchtung beim elektrischen Energieverbrauch extra ausgewiesen.

Tabelle 2: Endenergieverbrauch in der Stadt Pfarrkirchen

<b>Ergebnisse Endenergieverbrauch 2020</b>		
<b>IST - Elektrischer Endenergieverbrauch in MWh</b>		<b>52.678</b>
		<b>absolut</b>
Private Haushalte		16.641
Wirtschaft		32.621
Öffentliche Gebäude		2.708
Straßenbeleuchtung		708
<b>IST- Thermischer Endenergieverbrauch in MWh</b>		<b>196.159</b>
		<b>absolut</b>
Private Haushalte		144.956
Wirtschaft		45.355
Öffentliche Gebäude		5.849
<b>Endenergie Gesamt in MWh</b>		<b>400.922</b>
		<b>absolut</b>
Strom		52.678
Wärme		196.159
Verkehr		152.085

Abbildung 5 stellt entsprechend obenstehender Tabelle den Endenergieverbrauch der Stadt Pfarrkirchen nach den Energieformen Strom und Wärme prozentual dar. Darüber hinaus wird der Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch gezeigt. Bei der Analyse des Endenergieverbrauchs (ca. 401 GWh) nach den Energieformen fällt auf, dass die Energieform Wärme mit 49 % den größten Endenergieverbrauch, gefolgt vom Bereich „Verkehr“ (38 %), vorweist.

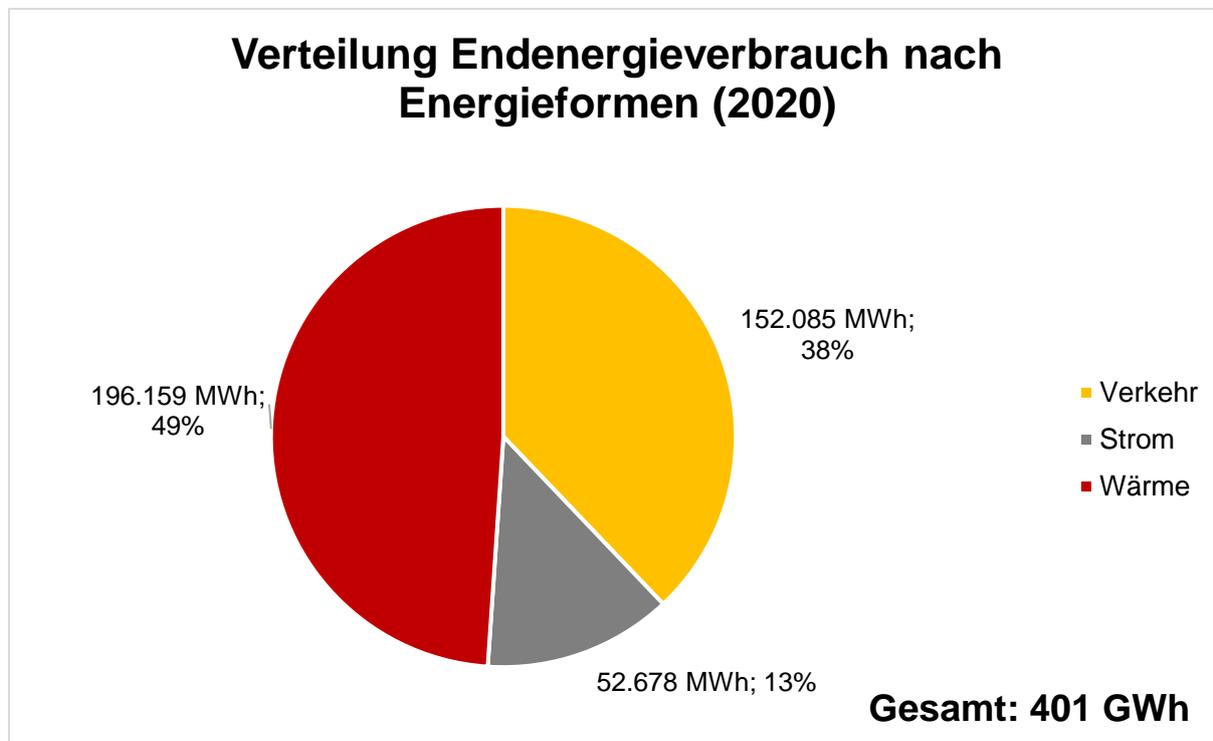


Abbildung 5: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen 2020

Zum Vergleich hat in Deutschland im Jahr 2020 die Endenergieform Wärme einen Anteil von 52 % am gesamten Endenergieverbrauch Deutschlands. Es folgen der Bereich Verkehr mit einem Anteil von 27 % und der Bereich Strom mit 21 %<sup>4</sup>. [vgl. (Agentur für Erneuerbare Energien, 2022) abgerufen am 09.12.2022]. Somit ist die Verteilung der Energieformen in Pfarrkirchen im Bereich „Wärme“ mit der in Deutschland vergleichbar. Werden die Bereiche „Strom“ und „Verkehr“ betrachtet, zeigt sich allerdings, dass in Pfarrkirchen der „Verkehr“ – sicherlich aufgrund der geographischen Lage der Stadt – eine erheblich größere Rolle am gesamten Endenergieverbrauch spielt als in der Bundesrepublik.

<sup>4</sup> Ein Vergleich mit Bayern ist an dieser Stelle nicht möglich, da die entsprechenden Daten für Bayern nicht vorliegen.

Bei der Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen zeigt sich, dass der größte Endenergieverbrauch durch die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ (65 %) verursacht wird. Es folgen die Verbrauchergruppen „Wirtschaft“ (31 %) und „Öffentliche Gebäude“ (4 %) (vgl. Abbildung 6).

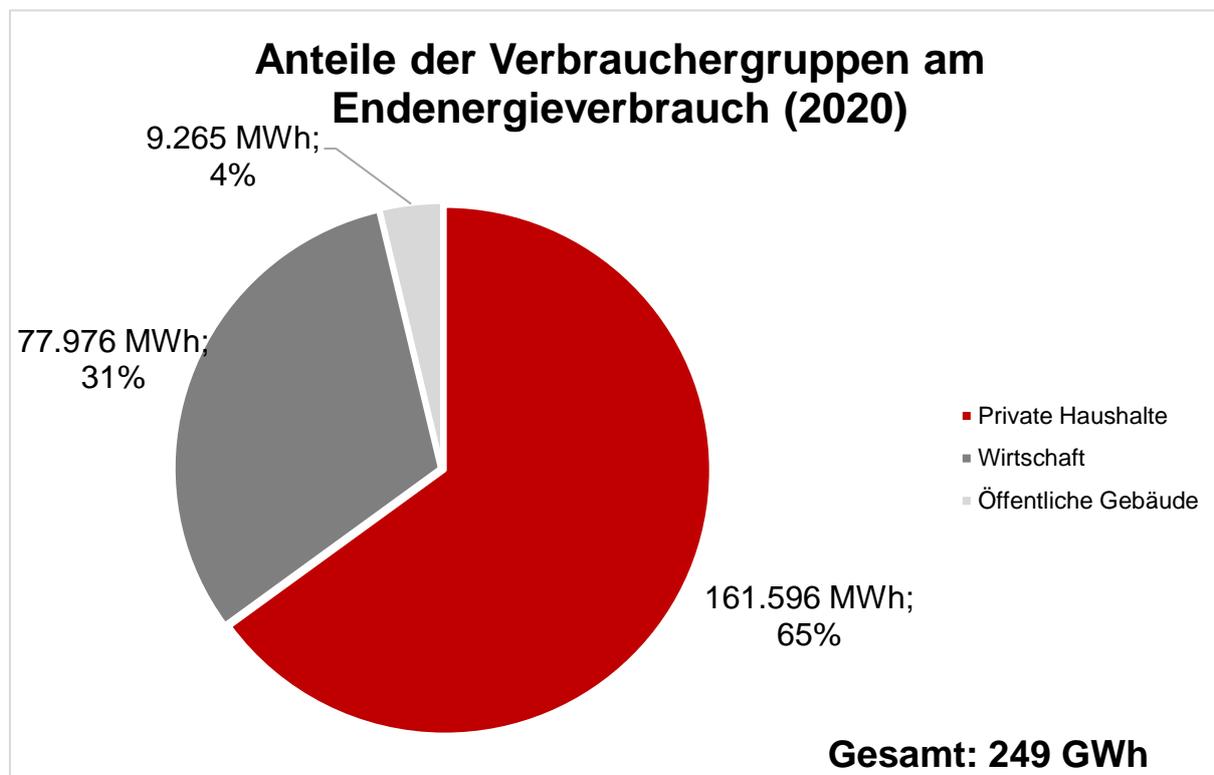


Abbildung 6: Anteile der Verbrauchergruppen am Endenergieverbrauch 2020

Während mittels des Endenergieverbrauchs diejenige Menge an Energie dargestellt wird, die beim Endverbraucher ankommt, bspw. elektrische Energie, beschreibt der Primärenergieverbrauch den nutzbaren Energieinhalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers. Mit anderen Worten: Diejenige Energie, die direkt in den Energiequellen vorhanden ist. Da die Umwandlung von Primärenergie in Endenergie zum einen je nach Energieträger mit unterschiedlichem Aufwand verbunden ist (notwendiger Energieeinsatz für Förderung, Aufbereitung etc.) und zum anderen mit verschiedenen Wirkungsgraden erfolgt, ist der Primärenergieverbrauch in der Regel deutlich größer als der Endenergieverbrauch. In Kommunen mit einem hohen Anteil an Erneuerbaren kann der Primärenergieverbrauch jedoch niedriger als der Endenergieverbrauch sein, da beim Primärenergieverbrauch nur der nicht erneuerbare Anteil angesetzt wird.

<sup>5</sup> Hierin enthalten ist auch der elektrische Endenergieverbrauch für die Straßenbeleuchtung.

Mittels Primärenergiefaktoren<sup>6</sup> (vgl. Tabelle 3) wird aus dem oben beschriebenen Endenergieverbrauch der Stadt Pfarrkirchen der Primärenergieverbrauch ermittelt. Der Primärenergieverbrauch im Jahr 2020 für Wärme liegt bei 179 GWh, der für Strom bei 47 GWh und der des Verkehrs bei 173 GWh.

Tabelle 3: Primärenergiefaktoren

Energieträger/Technologie	Primärenergiefaktor* gemäß DIN 18599-1
Heizöl	1,1
Erdgas	1,1
Scheitholz	0,2
Pellets	0,2
Hackschnitzel	0,2
Bundesstrommix 2020	1,8
Photovoltaik	0,0
Klärgas	1,0
Flüssiggas	1,1

Wird die prozentuale Verteilung der Energieformen (Strom, Wärme) sowie dem Verkehr (vgl. Abbildung 5) am Endenergieverbrauch mit den Anteilen am Primärenergieverbrauch (vgl. Abbildung 7) verglichen, so wird ersichtlich, dass sich die Verhältnisse leicht verschieben. Die Anteile des Primärenergieverbrauchs im Vergleich zum Endenergieverbrauch in den Bereichen Wärme (-4 %) und Strom (-1 %) sinken nur marginal, während der Anteil des Verkehrs (insgesamt 5 %) leicht steigt.

Des Weiteren ist zu erkennen, dass der Primärenergieverbrauch mit insgesamt 400 GWh leicht geringer als der Endenergieverbrauch mit 401 GWh ist. Dies ist auf die bereits vorhandene erneuerbare Energieerzeugung sowohl im Bereich der thermischen als auch der elektrischen Energie in der Stadt Pfarrkirchen zurückzuführen.

<sup>6</sup> Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viele Kilowattstunden Primärenergie (Anteil nicht erneuerbarer Energie) eingesetzt werden müssen, um eine Kilowattstunde Endenergie zu erzeugen.

\* nicht erneuerbarer Anteil

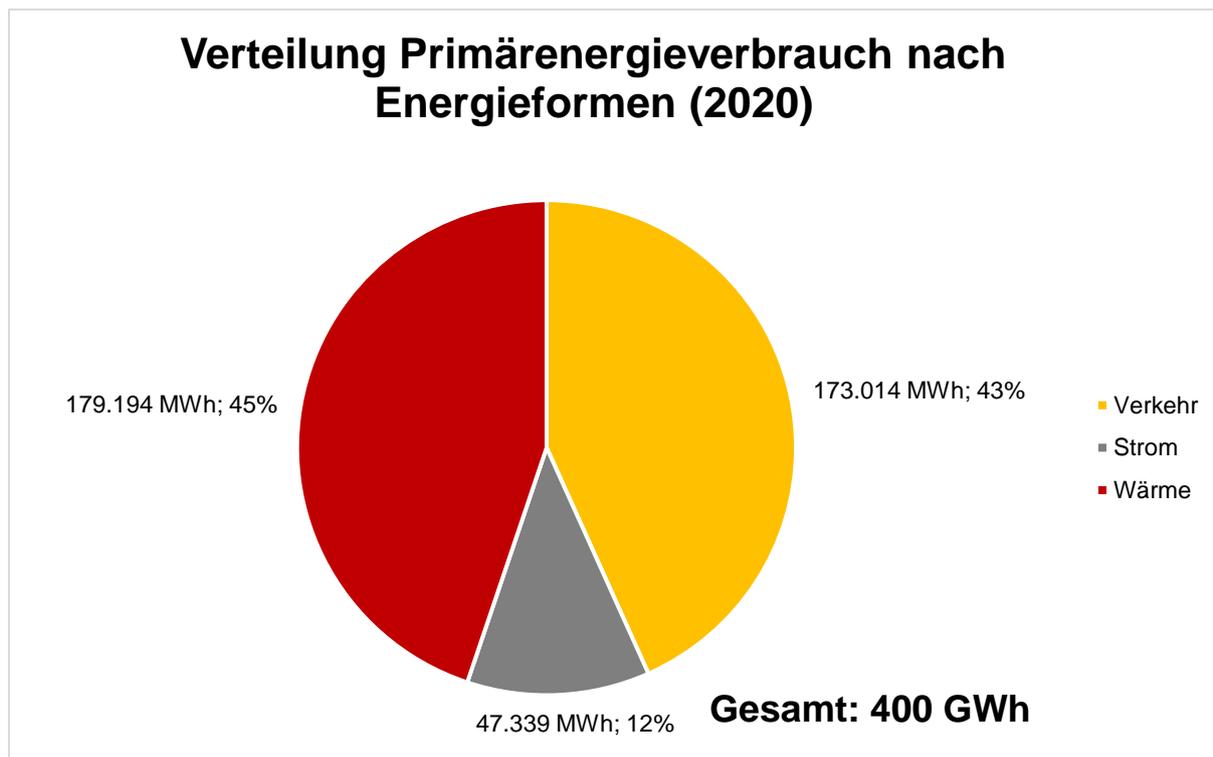


Abbildung 7: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieformen 2020

### 2.2.2 Elektrischer Endenergieverbrauch

Die Stromversorgung in der Stadt Pfarrkirchen erfolgt größtenteils durch die Stadtwerke Pfarrkirchen. Kleinere Gebiete außerhalb des Stadtkerns werden über das Netz der Bayernwerk Netz GmbH versorgt. Die Stromverbräuche der einzelnen Verbrauchergruppen können auf Basis, der von den Energieversorgern zur Verfügung gestellten Daten, errechnet<sup>7</sup> werden.

Insgesamt hat die Stadt Pfarrkirchen im Jahr 2020 einen elektrischen Endenergieverbrauch in Höhe von ca. 53 GWh<sub>el</sub>. Wie Abbildung 8 zeigt, benötigt die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ mit 62 % am meisten elektrische Energie. Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ folgt mit einem Anteil von 32 %. Die Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ und die Straßenbeleuchtung tragen nur einen geringen Anteil von ca. 5 % bzw. ca. 1,3 % zum gesamten Stromverbrauch bei.

<sup>7</sup> Für die Verbrauchergruppe „öffentliche Gebäude“ wird bei der Berechnung der Stromverbräuche nach Verbrauchergruppen auf die durch die Stadt und die Stadtwerke Pfarrkirchen ermittelten Ist-Werte der einzelnen kommunalen Liegenschaften zurückgegriffen.

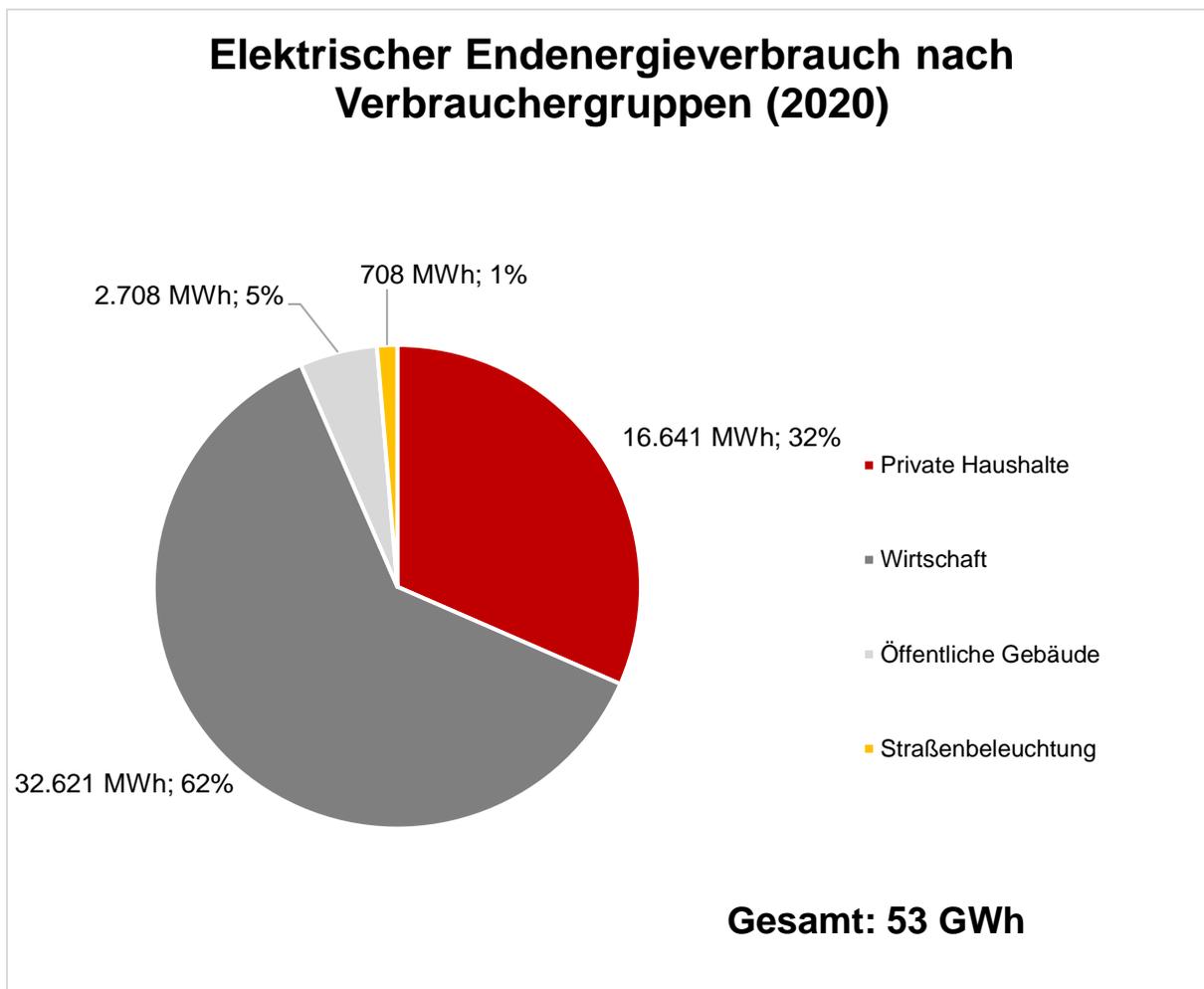


Abbildung 8: Aufteilung des elektrischen Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen 2020

Die in der Stadt Pfarrkirchen installierten Wärmepumpen und Stromheizungen<sup>8</sup> werden in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz vollständig dem thermischen Endenergieverbrauch zugerechnet, da diese thermische Energie erzeugen. Dementsprechend ist in obig aufgeführter Berechnung der Stromverbrauch der Wärmepumpen und Stromheizungen nicht enthalten.

Der Stromverbrauch der Stadt Pfarrkirchen liegt im Jahr 2020 damit bei 4.051 kWh<sub>el</sub> pro Kopf und wird zum größten Teil durch die „Wirtschaft“ und „Private Haushalte“ beeinflusst. Der Bundesdurchschnitt liegt im Jahr 2020 bei 6.573 kWh<sub>el</sub> und ist somit 62 % höher als in der Stadt Pfarrkirchen [vgl. (Statista, 2022) abgerufen am 09.12.2022].

<sup>8</sup> Gemäß Datenerfassung der Bayernwerk Netz GmbH.

### 2.2.3 Stromerzeugung aus regenerativen Energien

In Pfarrkirchen existieren 2020 (gemäß Datenabfrage Stadtwerke und Bayernwerk Netz GmbH, siehe Kapitel 2.1) erneuerbare Energieerzeugungsanlagen mit einer jährlichen Einspeisung elektrischer Energie in Höhe von 32,6 GWh<sub>el</sub>. Der größte Anteil geht dabei auf Photovoltaikanlagen mit einer Einspeisung von 20,9 GWh<sub>el</sub> (64 %) zurück. An zweiter Stelle folgen Biomasseanlagen mit einer Einspeisung von 10,2 GWh<sub>el</sub> (31 %). Die Erzeugung von erneuerbarem Strom aus Wasserkraft (1,1 GWh<sub>el</sub>, 4 %) und sonstigen Anlagen (0,4 GWh<sub>el</sub>, 1 %) nehmen im Vergleich nur einen geringen Anteil ein. Insgesamt stellt die Stadt Pfarrkirchen somit im Jahr 2020 ca. 62 % (32,6 GWh<sub>el</sub>) ihres Gesamtstromverbrauchs (53 GWh<sub>el</sub>) durch erneuerbare Energieerzeugungsanlagen bereit.

In Bayern liegt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung im Jahr 2020 bei etwa 52 %, wobei hier die Wasserkraft sowie die Photovoltaik mit 17 %, bzw. 15 % dominierend sind. Es folgt die Biomasse (13 %) und die Windenergie mit einem Beitrag von 7 % [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022) abgerufen am 09.12.2022]. Auch in Deutschland werden bereits 41 % des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt. Hier dominieren die Windenergie sowie die Biomasse [vgl. (DESTATIS, 2022) abgerufen am 09.12.2022].

Werden das Ziel Bayerns, den Anteil der Erneuerbaren auf 70 % bis 2025 zu erhöhen<sup>9</sup> bzw. das Ziel der Bundesrepublik, den Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 auf 80 %<sup>10</sup> zu erhöhen, auch als Zielsetzung für die Stadt Pfarrkirchen verwendet, ist die Stadt durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien auf einem guten Weg beide Zielvorgaben erreichen zu können (siehe Abbildung 9).

---

<sup>9</sup> Gemäß dem Bayerischen Energieprogramm (vgl. (Bayerisches Landsamt für Umwelt, 2022) abgerufen am 09.12.2022)

<sup>10</sup> Gemäß Energiekonzept der Bundesregierung (vgl. (Bundesregierung, 2022) abgerufen am 09.12.2022)

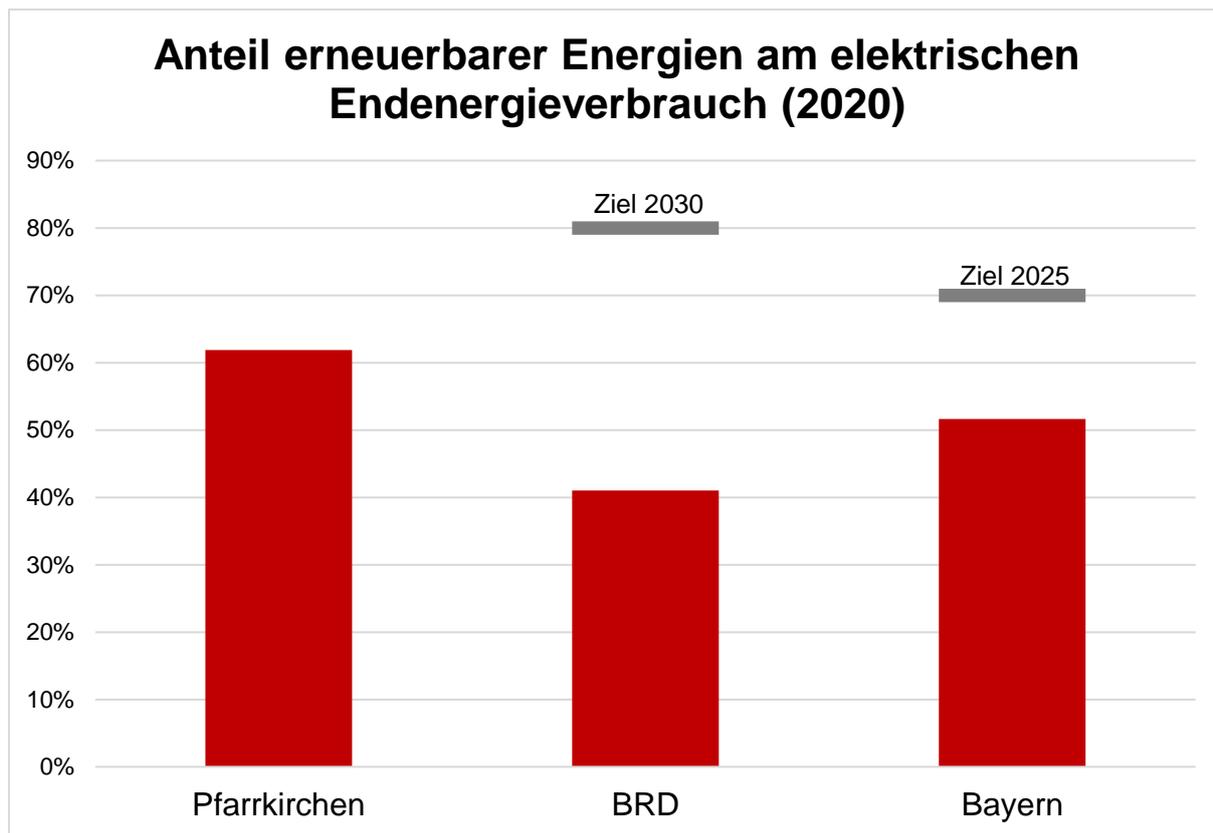


Abbildung 9: Anteil der erneuerbaren Energien (Einspeiseanlagen) am elektrischen Endenergieverbrauch 2020 sowie Zielsetzungen (Bayern, BRD)

### 2.2.4 Thermischer Endenergieverbrauch

Der gesamte thermische Endenergieverbrauch der Stadt Pfarrkirchen wird einerseits über vorhandene reale Verbrauchsdaten (Fragebögen Wirtschaft, Datenerfassung kommunale Liegenschaften Stadt/Stadtwerke, Stadtwerke Pfarrkirchen (Erdgasabsatz) und der Bayernwerk Netz GmbH zum Stromverbrauch für Stromheizungen und Wärmepumpen) ermittelt. Zusätzlich werden anhand der ermittelten Baualtersklassen (vgl. Abbildung 27) die Wärmeverbräuche für die Hauptgebäude, denen kein realer Wärmeverbrauch gemäß der Datenerfassung zugeordnet werden kann, errechnet. Die exakte Vorgehensweise wird in Kapitel 4.1 detailliert beschrieben. Die Verteilung der ermittelten Wärmeverbräuche auf die verschiedenen Energieträger erfolgt anhand der nach dem Leistungsanteil ermittelten prozentualen Verteilung aus der vorliegenden Feuerstättenzählung der für die Stadt Pfarrkirchen zuständigen Kaminkehrer. Die Umrechnung der Wärmebedarfe in Wärmeverbräuche wird wiederum durch entsprechend der Baualtersklassen und den Energieträgern zugeordneten Wärmeerzeugernutzungsgraden sowie unter Berücksichtigung der Witterung vorgenommen.

Der Gesamtwärmeverbrauch in Höhe von 196 GWh<sub>th</sub> teilt sich auf die Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ (74 %), „Wirtschaft“ (23 %) sowie „Öffentliche Gebäude“ (3 %) auf (vgl. Abbildung 10).

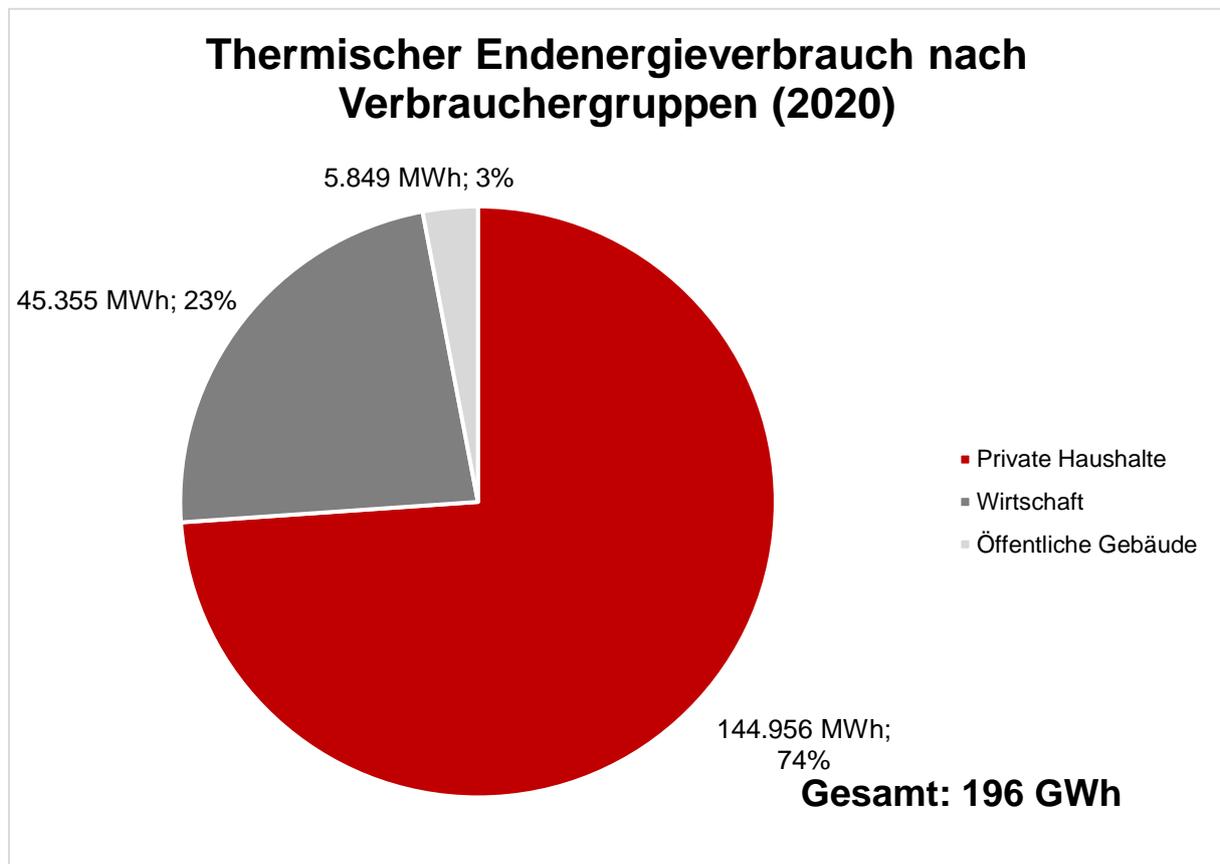


Abbildung 10: Anteile der Verbrauchergruppen am thermischen Endenergieverbrauch 2020

### Private Haushalte

Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ benötigt im Jahr 2020 144.956 MWh<sub>th</sub> und hat somit den größten Anteil am thermischen Endenergieverbrauch (74 %). Der größte Teil wird dabei durch den Energieträger Heizöl ca. 44 % (63.690 MWh<sub>th</sub>) gefolgt von Erdgasheizungen mit ca. 28 % (39.893 MWh<sub>th</sub>) gedeckt. Es folgen Scheitholz- und Hackschnitzelanlagen mit einem Anteil von 10 % (14.783 MWh<sub>th</sub>) bzw. 9 % (13.109 MWh<sub>th</sub>) sowie Flüssiggasheizungen mit ca. 5 % (6.937 MWh<sub>th</sub>). Pelletheizungen haben einen Anteil von ca. 4 % (6.115 MWh<sub>th</sub>). Wärmepumpen, Solarthermie, Braunkohle, Steinkohle und Stromheizungen besitzen einen Anteil von kleiner 1 % an der Wärmebereitstellung der Verbrauchergruppe.

Erneuerbare Energien leisten insgesamt einen Beitrag von ca. 23 % zur Wärmebereitstellung in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ (vgl. Abbildung 11).

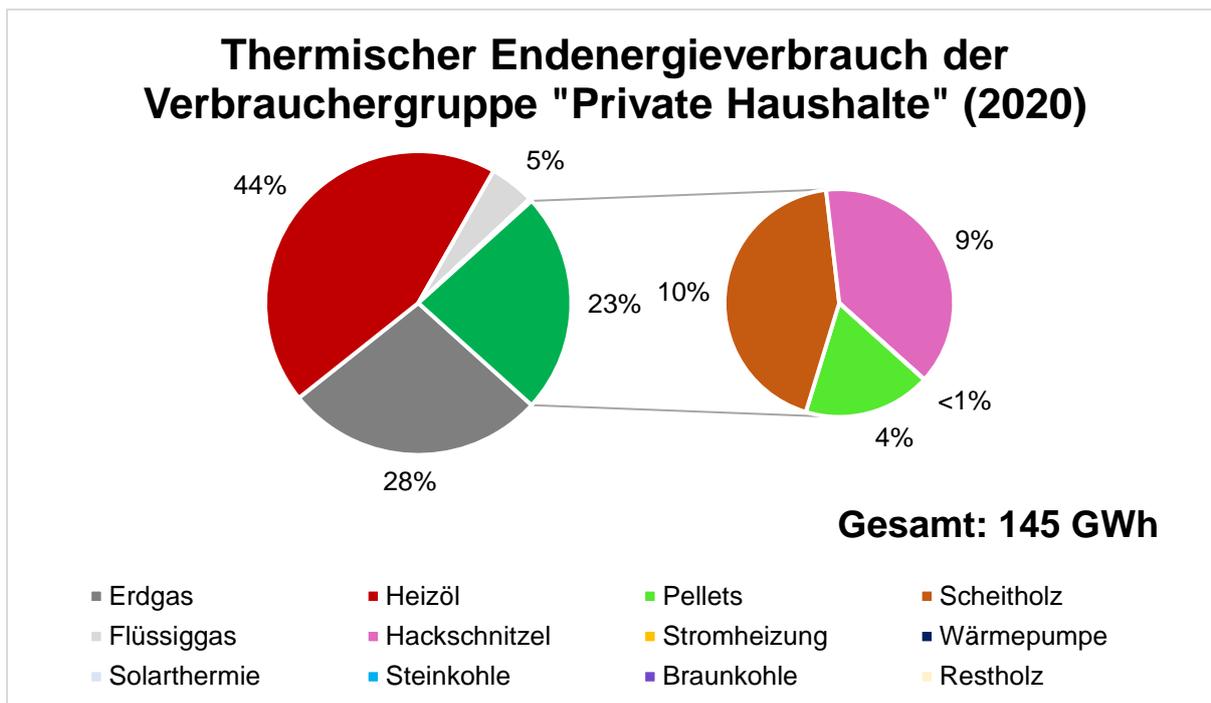


Abbildung 11: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ 2020

### Wirtschaft

Die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“<sup>11</sup> verursacht mit einem Wärmeverbrauch von 45.355 MWh<sub>th</sub> 23 % des Gesamtwärmeverbrauchs. In dieser Verbrauchergruppe wird der größte Teil der Wärme (88 %) (vgl. Abbildung 12) durch Erdgasheizungen (40.048 MWh<sub>th</sub>) bereitgestellt. Es folgen Restholzheizungen (4.193 MWh) mit einem Anteil von 9 %, Heizölheizungen (727 MWh<sub>th</sub>) mit einem Anteil von 2 % sowie Hackschnitzelheizungen (351 MWh<sub>th</sub>) mit einem Anteil von 1 %. Pellet-/ und Stromheizungen gehen mit einem Anteil von kleiner 1 % ein.

In Summe ergibt sich ein Anteil der erneuerbaren Energien am thermischen Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ in Höhe von 10 % (vgl. Abbildung 12).

<sup>11</sup> Der Gesamtwärmeverbrauch der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ beinhaltet, falls vorhanden, neben dem reinen Heizwärme- und Warmwasserwärmeverbrauch auch Prozesswärmeverbräuche.

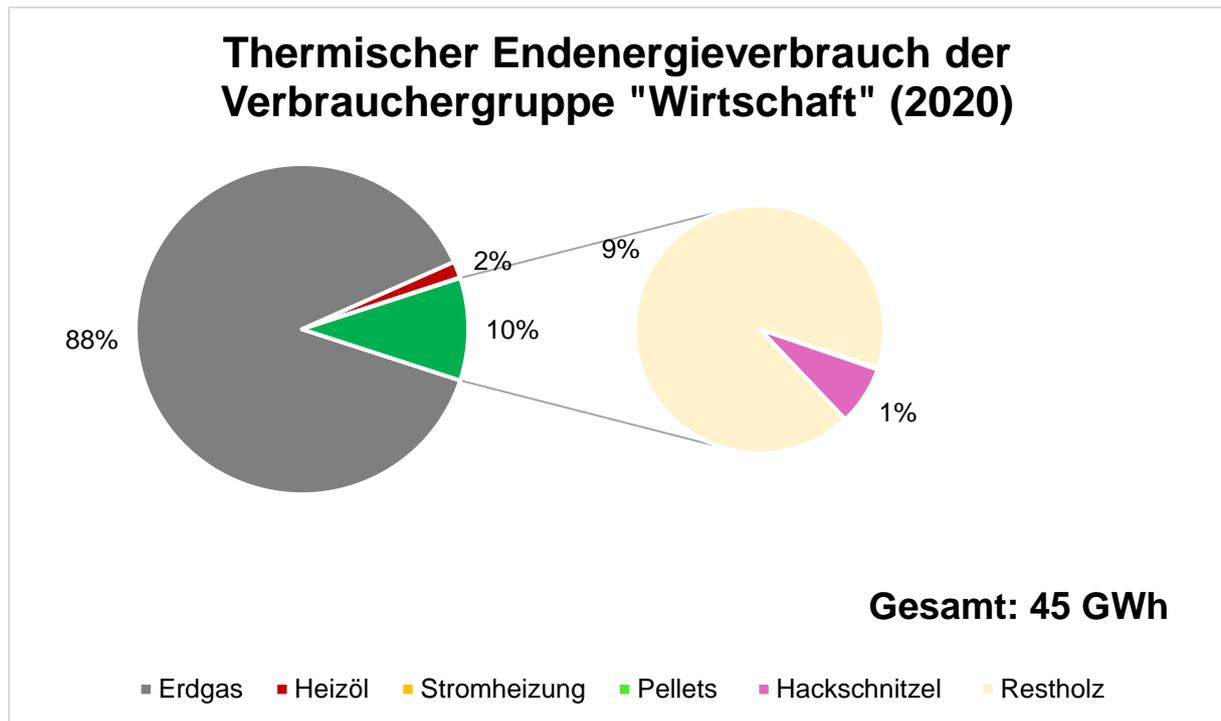


Abbildung 12: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ 2020

## Öffentliche Gebäude

Mit einem Anteil von 3 % (5.849 MWh<sub>th</sub>) am Gesamtwärmeverbrauch im Jahr 2020 verursachen die öffentlichen Gebäude den niedrigsten thermischen Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppen. Dabei wird der Wärmeverbrauch mit einem Anteil von 100 % vollständig durch den fossilen Energieträger Erdgas gedeckt (vgl. Abbildung 13).



Abbildung 13: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ 2020

### 2.2.5 Zusammenfassung

Wird zusammenfassend der gesamte thermische Endenergieverbrauch betrachtet (vgl. Abbildung 14), zeigt sich, dass der überwiegende Teil (80 %) dieses thermischen Endenergieverbrauchs durch fossile Energieträger gedeckt wird, während bereits 20 % durch erneuerbare Energieträger (Scheitholz, Restholz, Pellets, Hackschnitzel und Solarthermie) bereitgestellt werden. Die Wärmepumpen sowie die Stromheizungen werden in diesem Zusammenhang vollständig dem nicht erneuerbaren Anteil der Wärmebereitstellung hinzugerechnet, da Daten zu eigenverbrauchten Strommengen aus der PV-Erzeugung zum Betrieb von Wärmepumpen und Stromheizungen nicht vorliegen. Es wird daher davon ausgegangen, dass die benötigte Hilfsenergie aus dem bundesdeutschen Strommix bereitgestellt wird.

Ziel der Bundesregierung im Bereich der Wärmebereitstellung war bzw. ist es, den Anteil der erneuerbaren Energieträger bis zum Jahr 2030 auf ca. 19 % zu erhöhen<sup>12</sup>. Die Stadt Pfarrkirchen hat dieses Ziel im Jahr 2020 mit einem Anteil an Erneuerbaren von 20 % bereits erreicht.

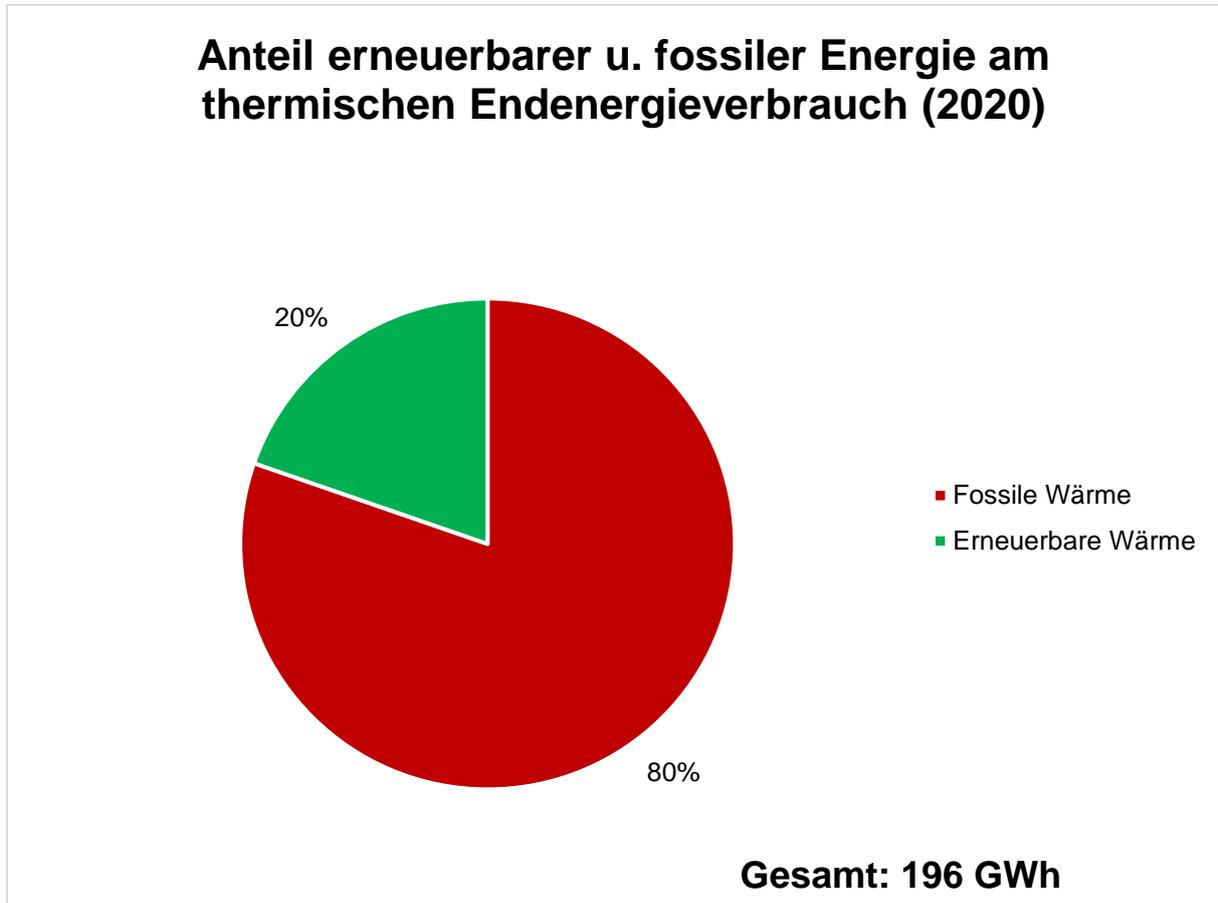


Abbildung 14: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergieverbrauch 2020

<sup>12</sup> Auf bayerischer Ebene ist hierzu kein klares Ziel formuliert worden, es gibt jedoch zahlreiche Maßnahmvorschläge (wie z.B. Schaffung steuerlicher Anreize für Gebäudesanierung oder die Korrektur der Fernwärmebesteuerung) die im Bayerischen Energiekonzept angeführt werden und teilweise auch bereits umgesetzt worden sind (wie z.B. das 10.000 Häuser-Programm).

### 2.3 Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Bilanz

Im Folgenden werden auf Basis der ermittelten Endenergieverbräuche die berechneten CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen der Stadt Pfarrkirchen dargestellt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch Multiplikation der entsprechenden Endenergieverbräuche mit den spezifischen Emissionsfaktoren des jeweiligen Energieträgers ermittelt (vgl. Tabelle 4). Die Emissionsfaktoren werden aus den Werten des Gebäudeenergiegesetzes [vgl. (GEG - Einzelnorm vom 01.11.2020)] sowie aus Berechnungen des Umweltbundesamtes übernommen [vgl. (Dr. Thomas Lauf, 2021)].

Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh

Energieträger/ Technologie	Emissionsfaktoren (g/ kWh <sub>Endenergie</sub> ) in Form von CO <sub>2</sub> -Äquivalenten	Quelle
Heizöl	310	GEG - 2020
Erdgas	240	GEG - 2020
Flüssiggas	270	GEG - 2020
Scheitholz	20	GEG - 2020
Pellets	20	GEG - 2020
Hackschnitzel	20	GEG - 2020
Bundesstrommix 2020	438	Umweltbundesamt
Photovoltaik	56	Umweltbundesamt
Solarthermie	19	Umweltbundesamt
Gewichteter thermischer Emissionsfaktor in Pfarrkirchen IST-Zustand	220	Ist-Bilanz IKSK

Nachfolgend werden die Endenergie- und Primärenergieverbräuche der einzelnen Verbrauchergruppen sowie die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Verbrauchergruppe dargestellt. Zusammenfassend wird zudem die Verteilung der Gesamtemissionen auf die verschiedenen Verbrauchergruppen inkl. Verkehr und der ermittelte pro Kopf CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Stadt Pfarrkirchen aufgezeigt.

### 2.3.1 Private Haushalte

In der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ werden gemäß der Endenergiebilanz im Jahr 2020 ca. 16,6 GWh<sub>el</sub> sowie ca. 145 GWh<sub>th</sub> verbraucht. Daraus ergeben sich, unter Anwendung der Primärenergiefaktoren sowie der obigen Emissionsfaktoren, ein jährlicher Primärenergieverbrauch in dieser Verbrauchergruppe in Höhe von ca. 143,9 GWh und ein entsprechender jährlicher CO<sub>2</sub>-Austoß in Höhe von ca. 35,3 T t (vgl. Abbildung 15). Der größte Teil der Emissionen wird durch die Wärmeerzeugung mittels Heizöl und Erdgas verursacht.

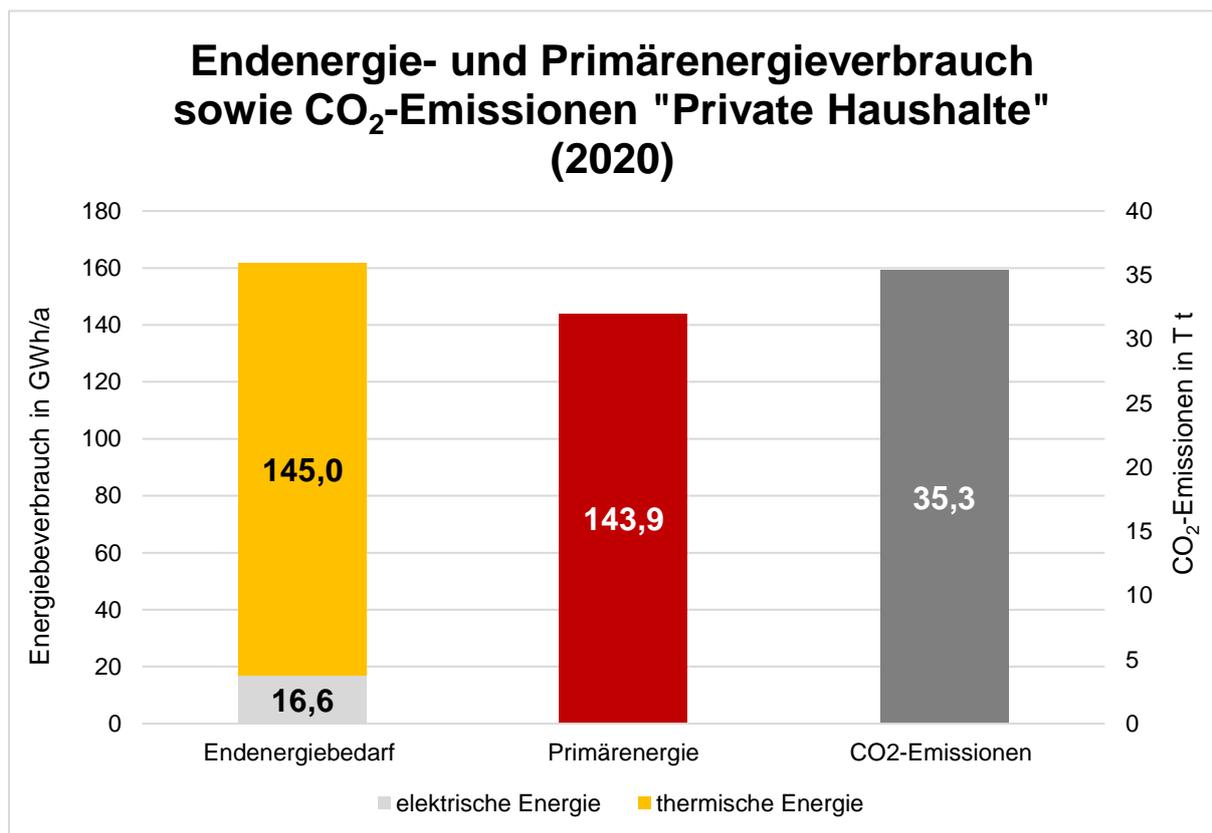


Abbildung 15: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ in T t/ a 2020

### 2.3.2 Wirtschaft

Die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ verbraucht pro Jahr ca. 32,6 GWh<sub>el</sub> und ca. 45,4 GWh<sub>th</sub> Endenergie. Dies entspricht einem jährlichen Primärenergieverbrauch in dieser Verbrauchergruppe von ca. 74,5 GWh. Daraus ergeben sich wiederum jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von ca. 16,5 T t (vgl. Abbildung 16). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in dieser Verbrauchergruppe v.a. durch den Einsatz von Erdgas verursacht.

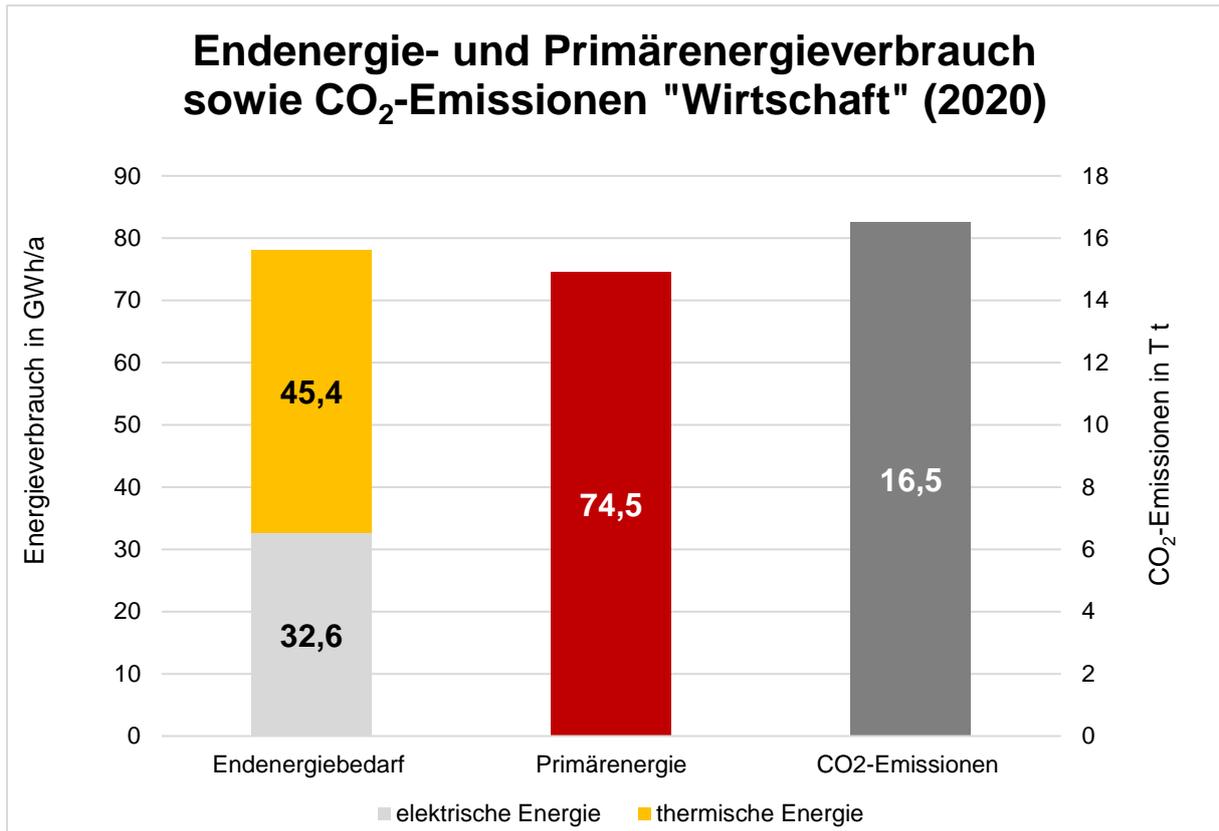


Abbildung 16: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ in T t/ a 2020

### 2.3.3 Öffentliche Gebäude

In der Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ liegt der jährliche Endenergieverbrauch bei ca. 2,7 GWh<sub>el</sub><sup>13</sup> und bei ca. 5,8 GWh<sub>th</sub>, woraus sich ein jährlicher Primärenergieverbrauch in Höhe von ca. 8,1 GWh ergibt (vgl. Abbildung 17). Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen können somit mit 1,8 T t beziffert werden und sind im Vergleich zu den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ und „Wirtschaft“ erwartungsgemäß gering.

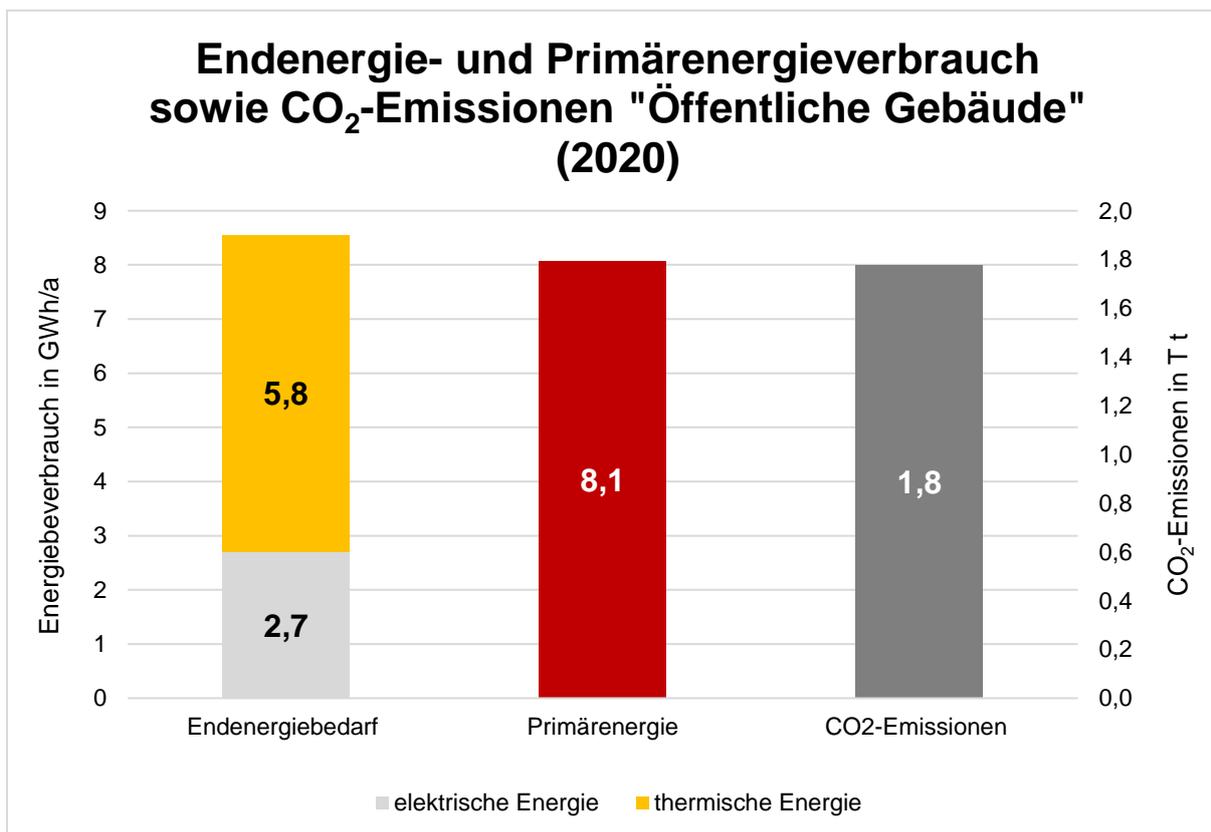


Abbildung 17: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Öffentliche Gebäude“ in T t/ a 2020

<sup>13</sup> Im Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude ist an dieser Stelle auch der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung enthalten.

### 2.3.4 Verkehr

Der jährliche Endenergieverbrauch des Verkehrs beläuft sich auf 152,1 GWh, woraus ein Primärenergieverbrauch von 173,0 GWh resultiert (vgl. Abbildung 18). Der sich dadurch ergebende CO<sub>2</sub>-Ausstoß für das Jahr 2020 beträgt 46,5 T t und ist folglich höher als der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der einzelnen Verbrauchergruppen.

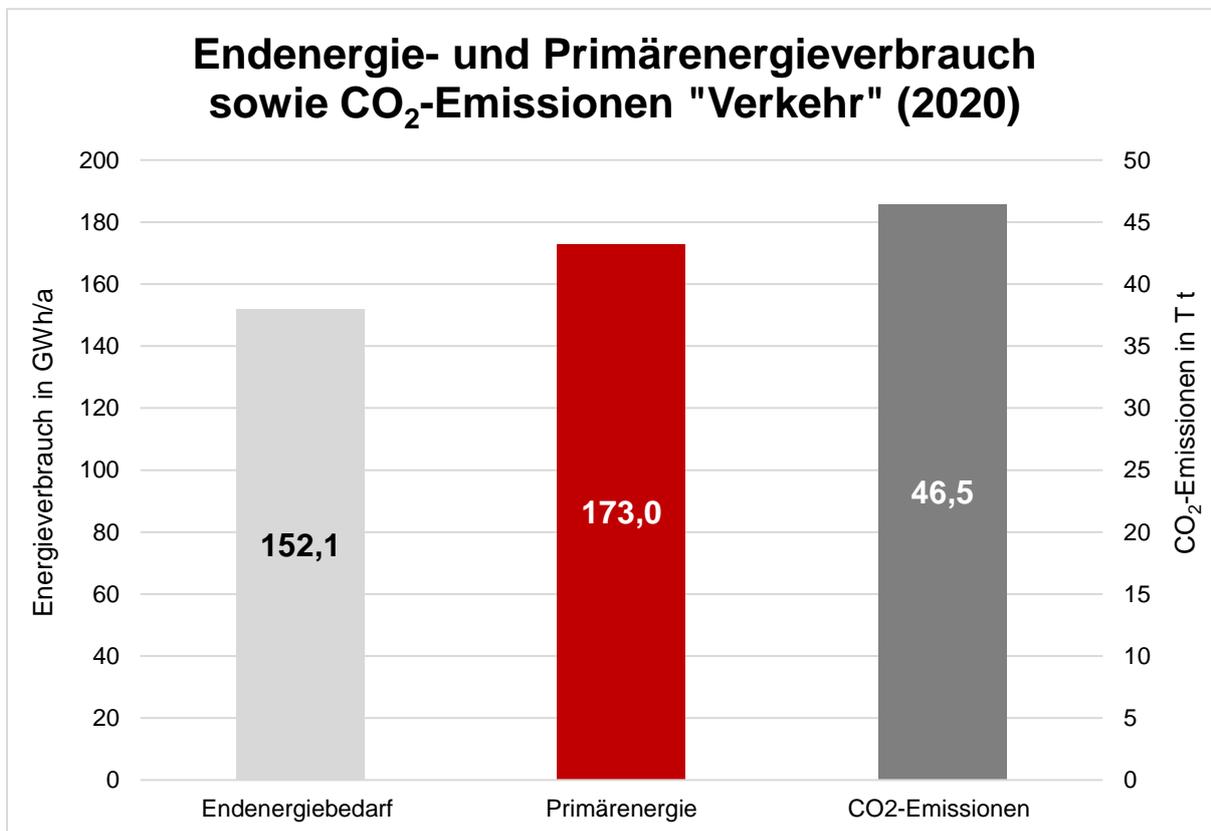


Abbildung 18: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs in T t/ a 2020

### 2.3.5 Zusammenfassung

Insgesamt wird somit in Pfarrkirchen im Jahr 2020 ein Endenergieverbrauch in Höhe von 400,9 GWh verursacht. Dies wiederum entspricht einem Primärenergieverbrauch von 399,5 GWh und gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 100,1 T t (vgl. Abbildung 19).

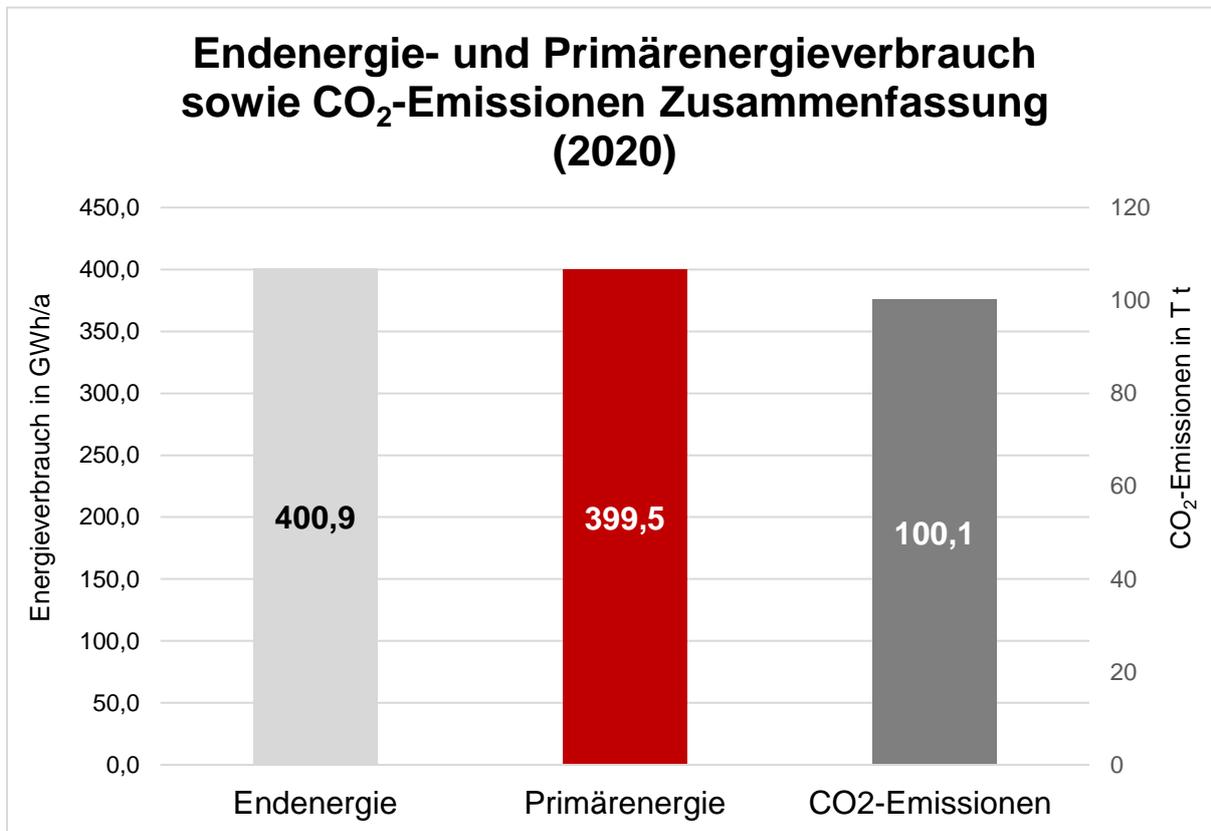


Abbildung 19: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh/ a sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in T t/ a 2020 in Pfarrkirchen

### 2.3.6 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verbrauchergruppen

Entsprechend obigen Ausführungen zu den jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Verbrauchergruppen, können die gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen Pfarrkirchens mit ca. 100 T t quantifiziert werden. Wie aus untenstehender Abbildung 20 ersichtlich wird, hat der Verkehr mit knapp 46 % den größten Anteil an den jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Danach folgt die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ mit 35 %. Die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ liegt mit einem Anteil von ca. 17 % dahinter, gefolgt von der Verbrauchergruppe „Öffentliche

Gebäude“, die mit einem Anteil von 2 % eine untergeordnete Rolle an den Gesamtemissionen Pfarrkirchens spielt.

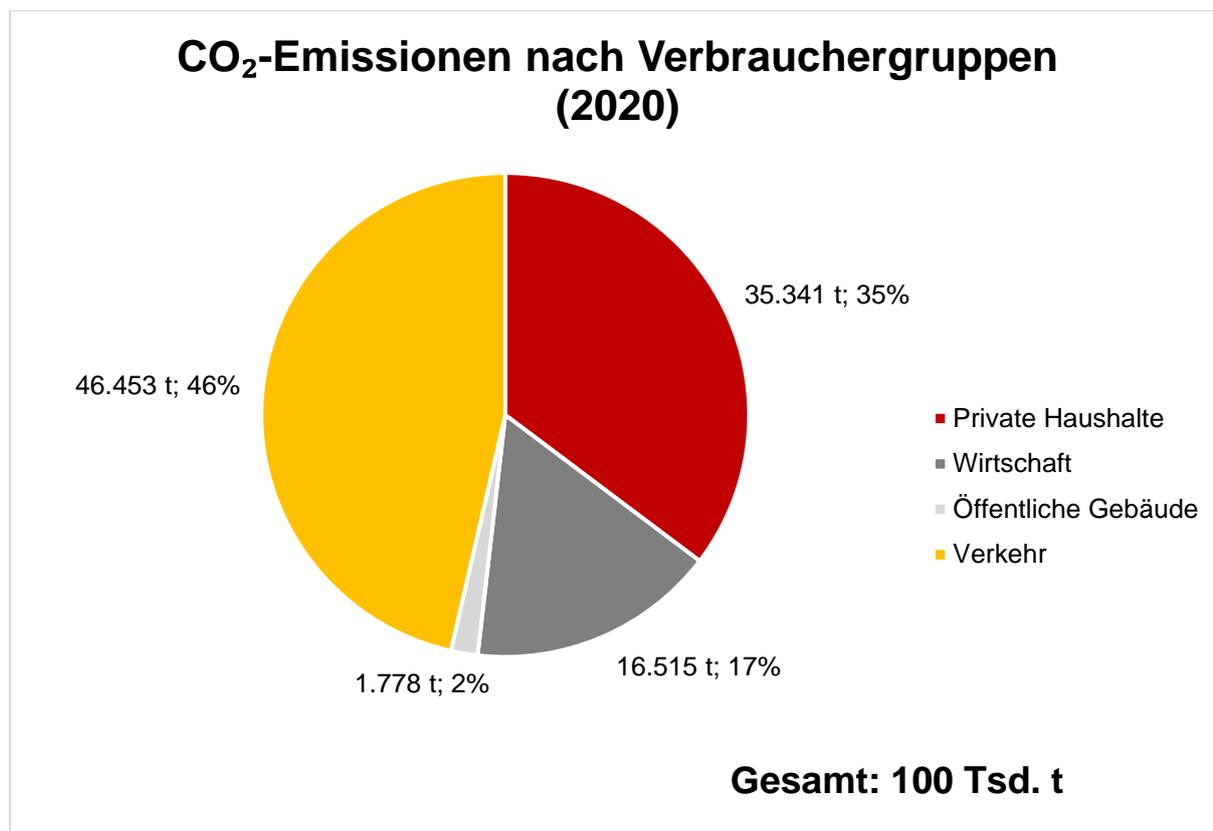


Abbildung 20: Verteilung der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchergruppen 2020

Gemäß der Einwohnerzahl aus dem Jahr 2020 für Pfarrkirchen (13.005) liegt der pro Kopf CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Jahr somit bei ca. 7,7 t.

Abbildung 21 zeigt den Anteil der einzelnen Energieträger an den gesamten pro Kopf CO<sub>2</sub>-Emissionen in Pfarrkirchen. Auch hier wird ersichtlich, dass große Anteile auf die fossilen Brennstoffe Diesel (27,8 %) und Benzin (13,8 %) und somit den Verkehr zurückgehen. Durch die beiden fossilen Energieträger werden rund 3,2 t pro Jahr und pro Kopf emittiert. Darauf folgen die Emissionen für die Verbrennung von Erdgas mit 1,6 t (20,3 %) und Heizöl mit 1,5 t (20,0 %). Weitere größere Anteile gehen auf den Bezug von konventionellem Strom mit 0,7 t (8,8 %) sowie die Verbrennung von Flüssiggas mit 0,5 t (6,8 %) zurück. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß von knapp 0,2 t (2,5 %) ist mit den sonstigen Energieträgern gemäß Abbildung 21 zu begründen.

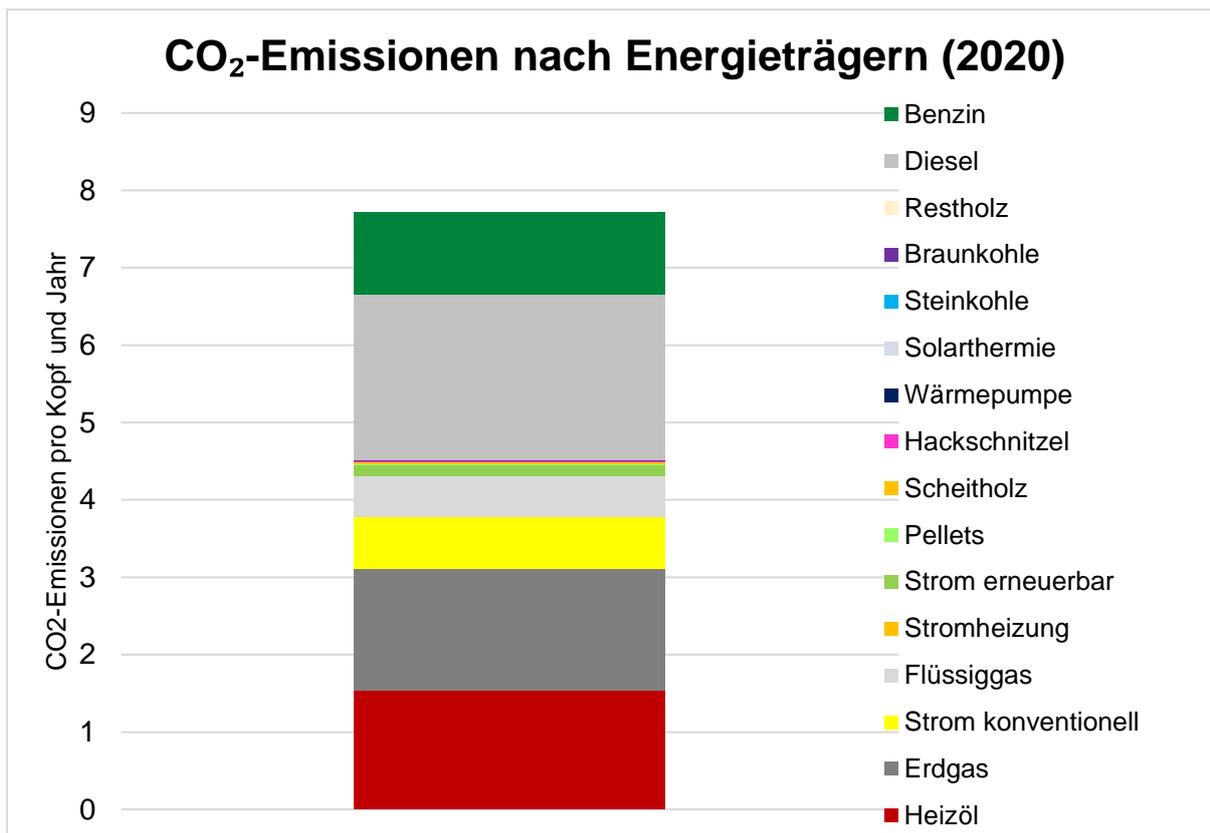


Abbildung 21: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2020 in Pfarrkirchen

Zum Vergleich: Der bundesdeutsche Durchschnitt der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen liegt ebenfalls bei ca. 7,7 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent/ Kopf und Einwohner [vgl. (Statista, 2022) abgerufen am 09.12.2022]. Die Gründe für den im Vergleich zum Bundesdurchschnitt gleich hohen pro Kopf CO<sub>2</sub>-Ausstoß in der Stadt Pfarrkirchen sind folgende:

- Hoher Erdgas-Verbrauch aufgrund der vor Ort ansässigen Wirtschaft
- Hoher Heizöl-Verbrauch in den privaten Haushalten
- Hohes Mobilitätsaufkommen in der Stadt Pfarrkirchen

## 3 Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude

Im folgenden Kapitel werden zunächst die vorhandenen Bestandsanlagen erneuerbarer Energien sowie das bestehende Erdgasnetz in Pfarrkirchen aufgezeigt, um die aktuelle Versorgungssituation bewerten zu können. Zum anderen wird eine Bestandsanalyse der Gebäude hinsichtlich der vorliegenden Siedlungsstrukturen sowie der Baualtersklassen vorgenommen. Dies ist die Basis für die sich in Kapitel 4 anschließende Ermittlung des Wärmebedarfs in Pfarrkirchen.

### 3.1 Bestandsanlagen erneuerbarer Energien

Wie bereits beschrieben, handelt es sich bei den regenerativen Erzeugungsanlagen Pfarrkirchen um Photovoltaik/-, Biomasse/- sowie Wasserkraftanlagen, die mittels der Datensätze des bayerischen Energieatlas verortet worden sind. Dabei können die Photovoltaikanlagen aus Gründen des Datenschutzes nur aggregiert dargestellt werden. Die Daten des Energieatlas (Datenbasis 31.12.2021 – einmal jährliche Aktualisierung der EEG-Meldungen<sup>14</sup>) dienen dabei ausschließlich der Verortung. In die Bilanz fließen nur die tatsächlichen Daten der Stadtwerke Pfarrkirchen und der Bayernwerk Netz GmbH ein.

Nachfolgende Abbildung 22 stellt die in Pfarrkirchen vorhandenen Photovoltaikanlagen geografisch verortet dar.

---

<sup>14</sup> Datenquellen des Energieatlas: Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber. EEG-Jahresabrechnung der Übertragungsnetzbetreiber. Webadresse: [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de). Bundesnetzagentur (BNetzA): Marktstammdatenregister (MaStR) für den deutschen Strom- und Gasmarkt. Webadresse: [www.marktstammdatenregister.de](http://www.marktstammdatenregister.de).

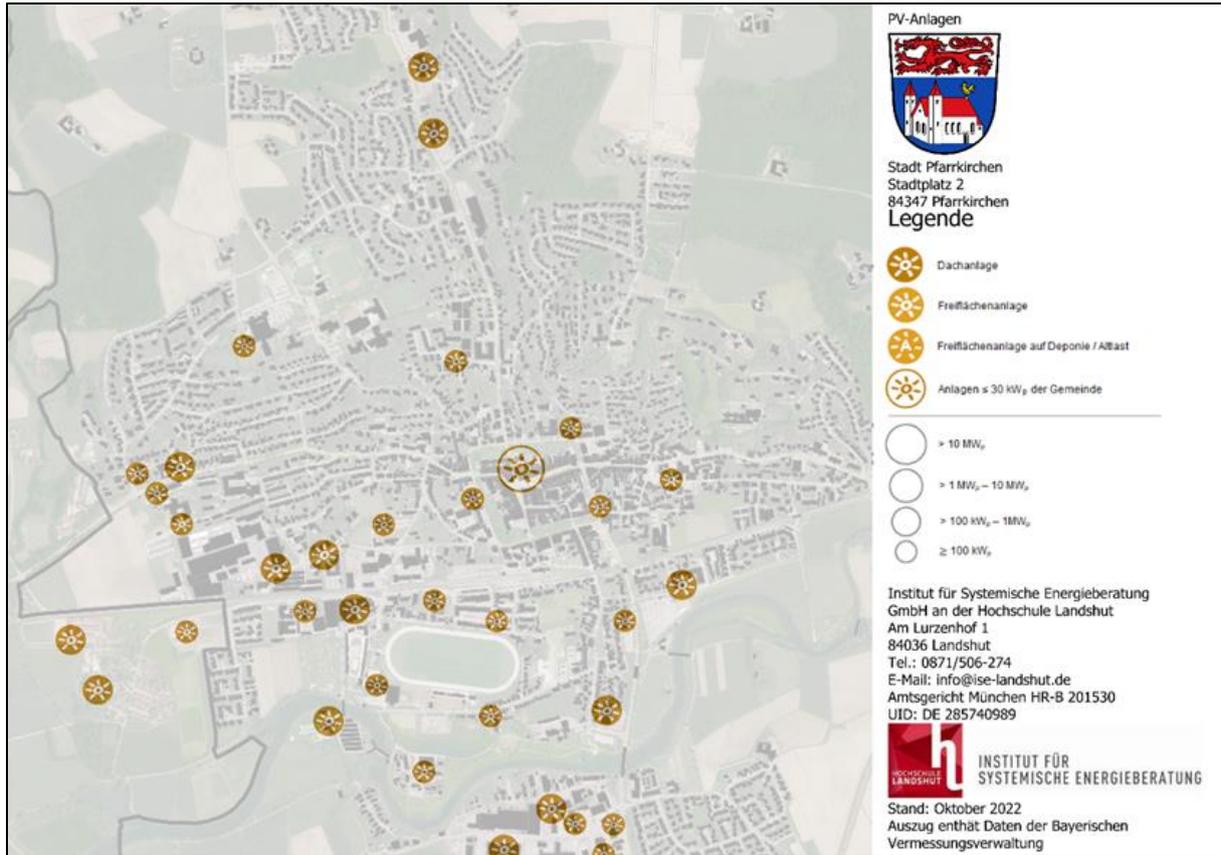


Abbildung 22: Photovoltaikanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021); aggregierte Darstellung der PV-Anlagen

In Abbildung 23 sind die in Pfarrkirchen vorhandenen Biomasseanlagen eingezeichnet. Deren Gesamtleistung beläuft sich gemäß Energieatlas Bayern auf 1.724 kW<sub>eI</sub>.

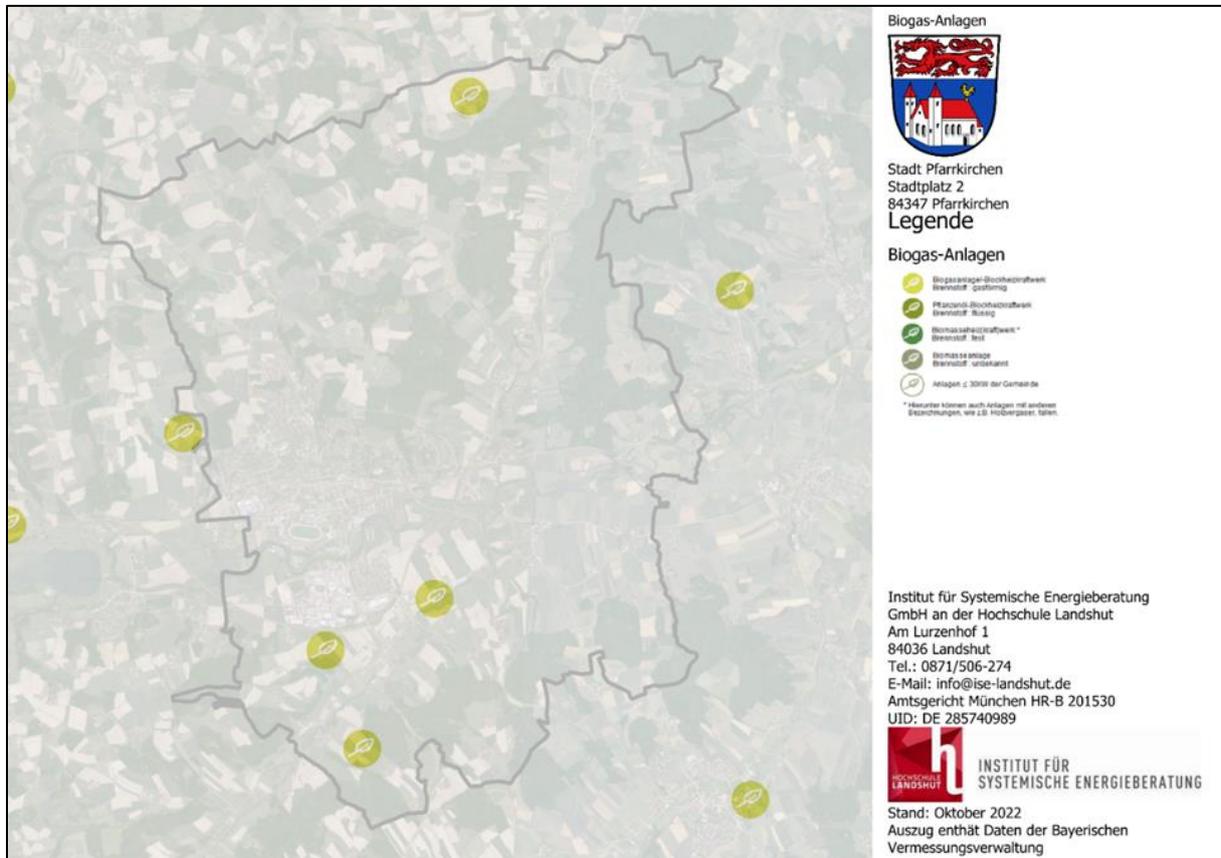


Abbildung 23: Biogasanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021)

Ferner existieren in Pfarrkirchen sieben Wasserkraftanlagen (siehe Abbildung 24). Deren Leistung wird mit jeweils bis zu 499 kW angegeben.

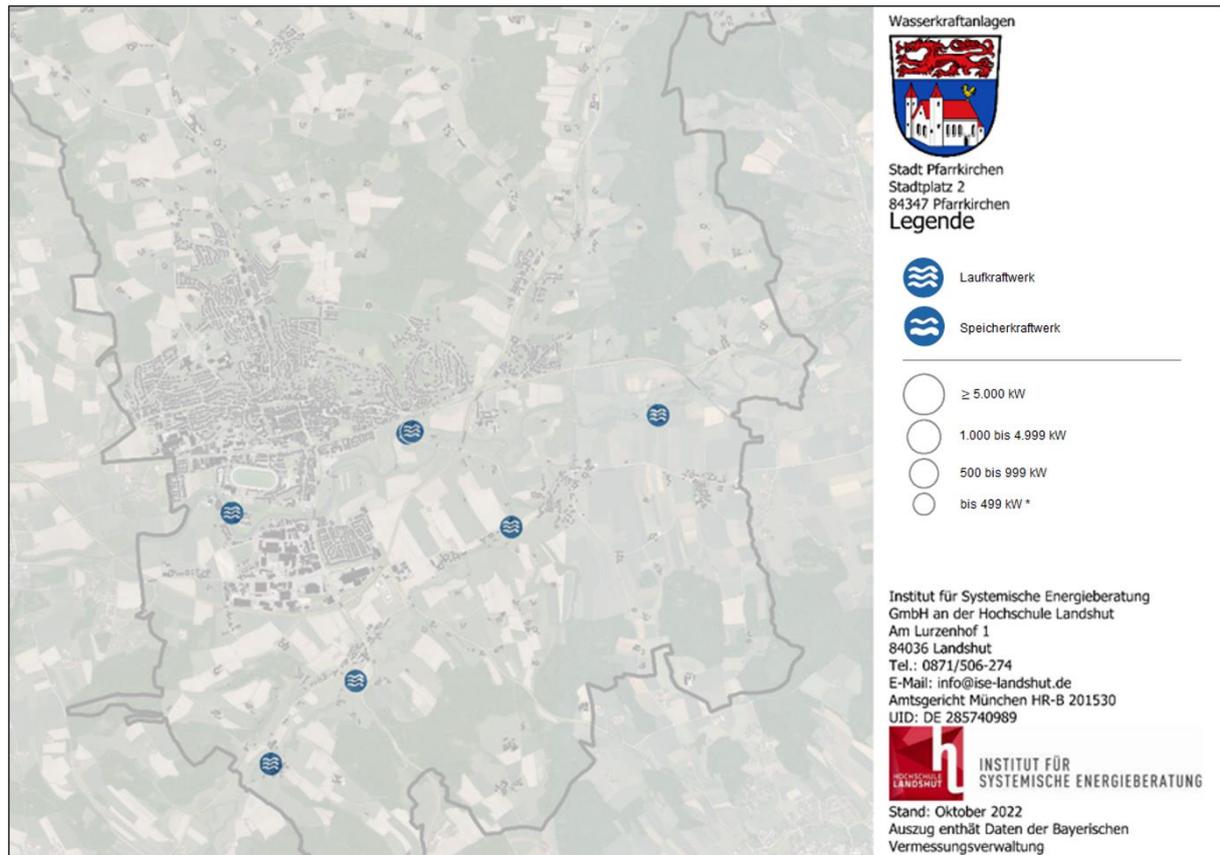


Abbildung 24: Wasserkraftanlagen in Pfarrkirchen, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2021)

### 3.2 Erdgasinfrastruktur

In der Stadt Pfarrkirchen liegt ein nahezu flächendeckendes Erdgasnetz vor (siehe Abbildung 25), welches durch die Stadtwerke Pfarrkirchen betrieben wird. Auffällig ist in diesem Zusammenhang der noch immer hohe Anteil von Heizölheizungen vor allem in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ (siehe Kapitel 2.2.4).

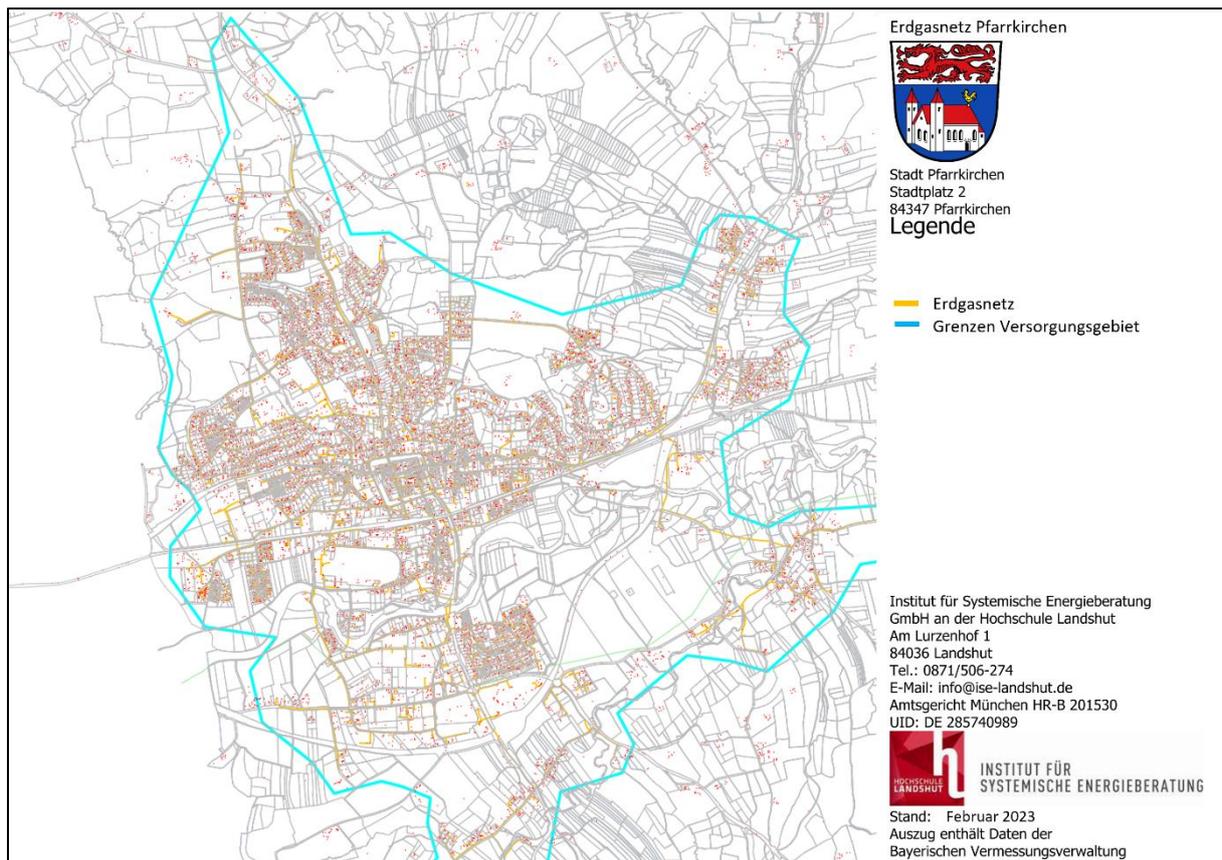


Abbildung 25: Erdgasnetz der Stadt Pfarrkirchen, Quelle Stadtwerke Pfarrkirche

### 3.3 Siedlungsstruktur und Baualtersklassen

Nachfolgende Abbildung 26 zeigt einerseits die Rückmeldungen aus der Verbraucherguppe „Wirtschaft“ auf die versendeten Fragebögen und andererseits die öffentlichen Liegenschaften, die in Pfarrkirchen angesiedelt sind; bei diesen Gebäuden liegen IST-Verbrauchsdaten vor.

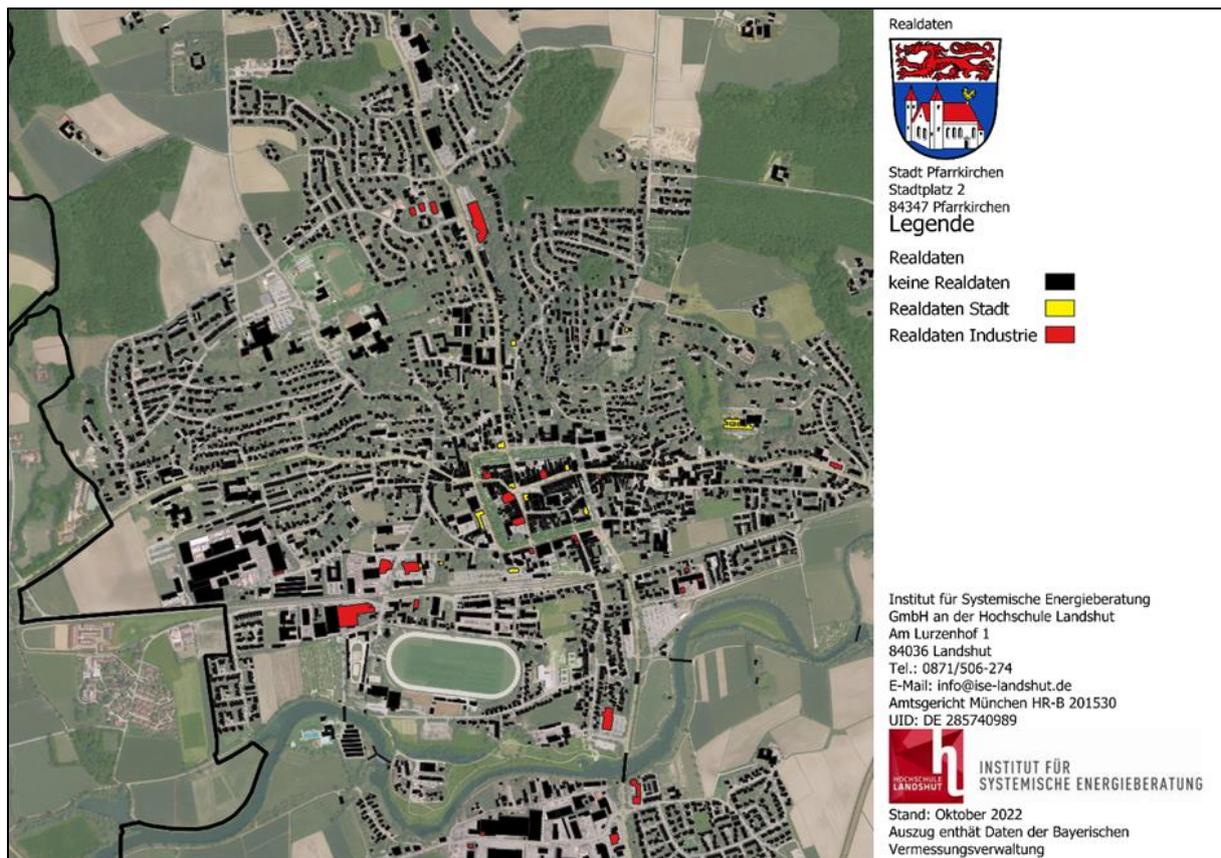


Abbildung 26: Großverbraucher und öffentliche Liegenschaften in Pfarrkirchen

Die Altersstruktur der Gebäude (Wohngebäude) wird einerseits anhand der von der Stadt Pfarrkirchen dankenswerterweise zur Verfügung gestellten Bebauungspläne ermittelt. Andererseits wird auf die Informationen des Energieatlas Bayern in Bezug auf denkmalgeschützte Gebäude zurückgegriffen. Anhand der Gebäudetypologie des IWU (Baualtersklassen A – L) wird gebietsweise eine dominierende Baualtersklasse bestimmt und schließlich jedem Gebäude im Geoinformationssystem diese Baualtersklasse zugewiesen. Für Gebiete, für die keine Bebauungspläne vorlagen, wurde die Verteilung der Baualtersklasse auf die Gebäude innerhalb eines bestimmten Gebiets nach dem Zufallsprinzip vorgenommen. Dabei gilt es zwischen dem Stadtkern, der als innerhalb der Ringstraße definiert wurde und dem allgemeinen Stadtgebiet zu unterscheiden. So wird für den Stadtkern angenommen, dass die Gebäude, für die keine Bebauungspläne vorliegen, im Zeitraum von 1919 – 1968 errichtet wurden. Entsprechend werden die Baualtersklassen C, D und E zufällig verteilt. Für die Gebäude außerhalb des Stadtkerns wird die Zuordnung der Baualtersklassen anhand der bekannten Verteilung (Gebiete mit B-Plänen) vorgenommen und den Gebäuden somit Baualtersklassen von C (1919 – 1948) bis L (ab 2016) zugeordnet. Die Verteilung der Baualtersklassen auf die einzelnen Gebäude des Stadtgebiets ist Abbildung 27 zu entnehmen.

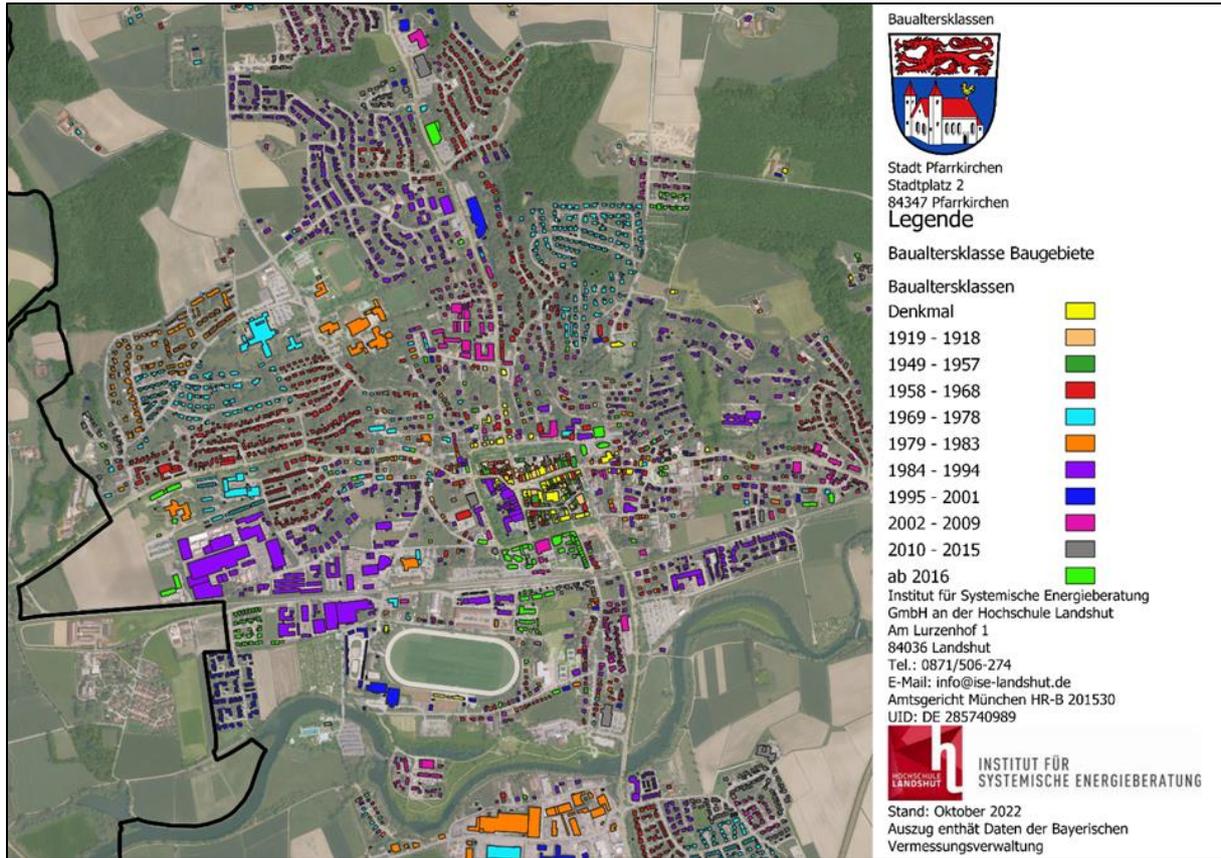


Abbildung 27: Baualtersklassen gemäß Bebauungsplänen, Energieatlas Bayern und eigener Annahmen

## 4 Ermittlung des Wärmebedarfs für die Stadt Pfarrkirchen

Inhalt des Kapitels ist es, die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung des Wärmebedarfs in der Stadt Pfarrkirchen darzulegen. Die Wärmebedarfe werden dabei gebäudescharf für die Jahre 2020, 2030 und 2040 ermittelt.

### 4.1 Wärmebedarfsermittlung

Zuerst werden die auf der Grundlage der in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Datenbasis vorhandenen tatsächlichen Wärmeverbräuche, d.h. bspw. die Verbräuche<sup>15</sup> der kommunalen Liegenschaften, über die angegebenen Adressen den Gebäuden im Geoinformationssystem zugewiesen und in entsprechende Wärmebedarfe umgerechnet.

Für die restlichen (Haupt-)Gebäude werden die Wärmebedarfe nach dem LoD-Modell<sup>16</sup> ermittelt. Bei dieser Methode wird der Gesamtwärmebedarf der Gebäude gemäß der nachfolgenden Formel berechnet [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2011, 20) abgerufen am 09.12.2022].

$$Q_{\text{GWB}} = (q_{\text{HWB}} + q_{\text{BWB}} - q_{\text{SA}}) \cdot \text{EB}$$

mit

- $Q_{\text{GWB}}$ : Gesamtwärmebedarf pro Gebäude ( $\text{kWh}_{\text{th}}/\text{a}$ )
- $q_{\text{HWB}}$ : spezifischer Heizwärmebedarf ( $\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ )
- $q_{\text{BWB}}$ : spezifischer Brauchwasserbedarf ( $\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ )
- $q_{\text{SA}}$ : spezifischer Abschlag für Sanierung ( $\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ )
- EB: Energiebezugsfläche in  $\text{m}^2$

Die spezifischen Wärmebedarfe sind abhängig von nachfolgenden Kriterien:

- Art und Weise der Bebauung (Gebäudetyp, z.B. Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus, Reihenhaus, usw.)
- Baualtersklasse der einzelnen Gebäude (Ermittlung anhand der vorhandenen Bebauungspläne, den Informationen des Energieatlas Bayern (denkmalgeschützte Gebäude) sowie eigener Annahmen, siehe Kapitel 3.3)

<sup>15</sup> Diese sind zuvor witterungskorrigiert worden.

<sup>16</sup> LoD 2 = Level of Detail 2. 3D-Gebäudemodell, bei dem Gebäude als Blockmodelle zur Verfügung stehen. Mittlere Gebäudehöhen errechnen sich aus Laserscanning-Daten, die Gebäudegrundrisse aus der digitalen Flurkarte.

- Höhe der Gebäude<sup>17</sup> zur Ermittlung der jeweiligen Energiebezugsfläche
- Spezifische Heizwärmebedarfswerte in ( $\text{kWh}_{\text{th}} / (\text{m}^2 \times \text{a})$ ) sowie spezifische Brauchwasserbedarfswerte in ( $\text{kWh}_{\text{th}} / (\text{m}^2 \times \text{a})$ ) nach den Baualtersklassen (A-L) und Sanierungsabschläge nach Baualtersklassen in ( $\text{kWh}_{\text{th}} / (\text{m}^2 \times \text{a})$ ) zur Sanierung auf EnEV-Standard [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2011) abgerufen am 09.12.2022].

Nachfolgende Abbildung zeigt einerseits die Verteilung der Baualtersklassen in Pfarrkirchen und andererseits den spezifischen Wärmebedarf nach Baujahren. Es zeigt sich, dass in der Stadt Pfarrkirchen die Baualtersklasse E und F und damit die Baujahre 1958-1968 sowie 1969-1978 dominieren (22 %, bzw. 15 %). Ein nahezu gleich großer Anteil geht auf die Baualtersklasse H (1984-1994) zurück. Deren Anteil beläuft sich auf 19 %.

Zum Vergleich dazu sind 75 % des Gebäudebestands in Deutschland den Baualtersklassen E (1958-1968) und F (1969-1978) zuzuordnen.

---

<sup>17</sup> Annahme: 3,5 m pro Geschoß

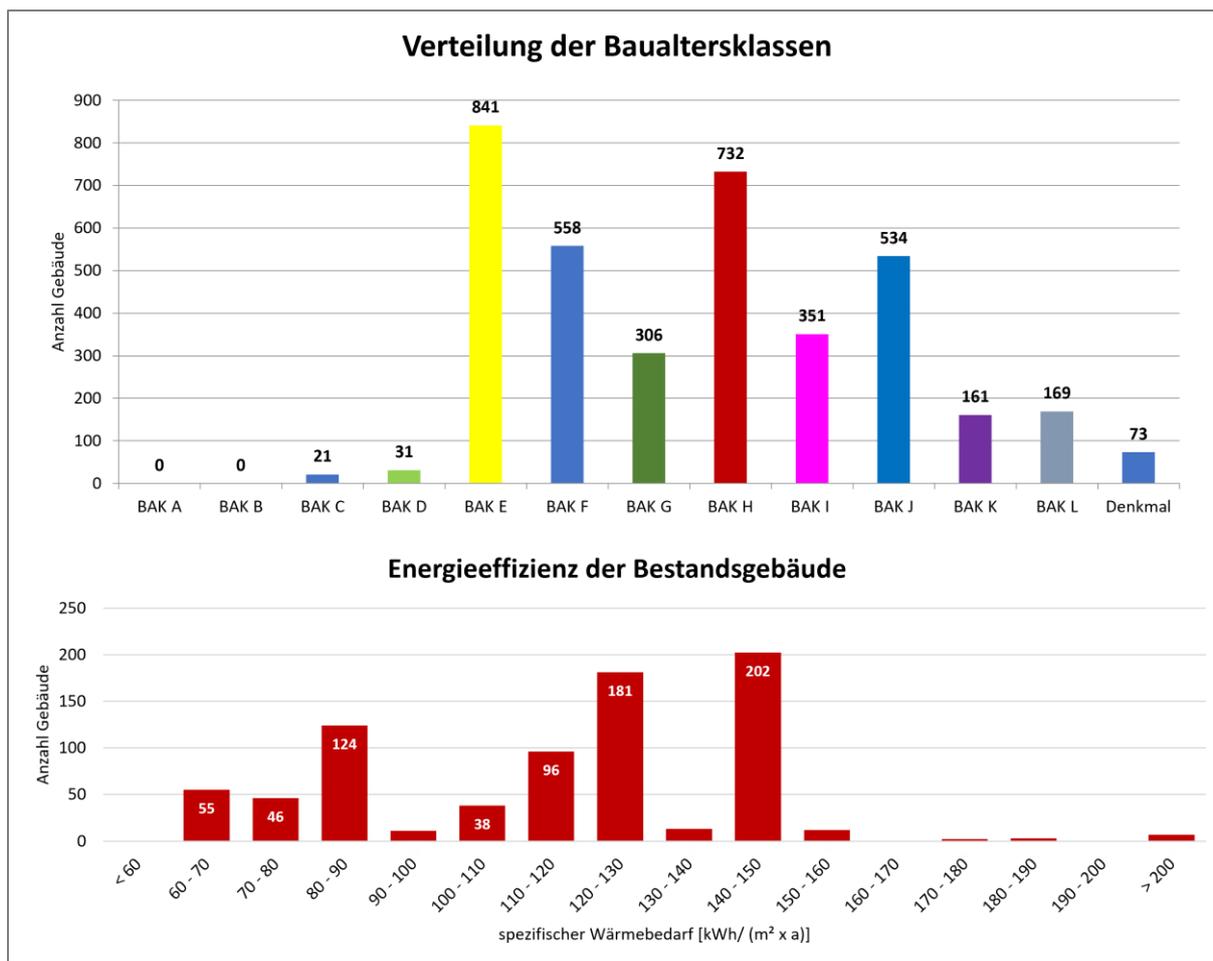


Abbildung 28: Verteilung der Baualtersklassen in Pfarrkirchen und spezifischer Wärmebedarf nach Baujahren

Abbildung 29 zeigt die Wärmebedarfsdichtekarte der Stadt Pfarrkirchen im IST-Zustand. Diese gibt erste Hinweise für die Möglichkeiten zentraler Wärmenetze im Stadtgebiet und wird an dieser Stelle als zusätzliche Information beigefügt.

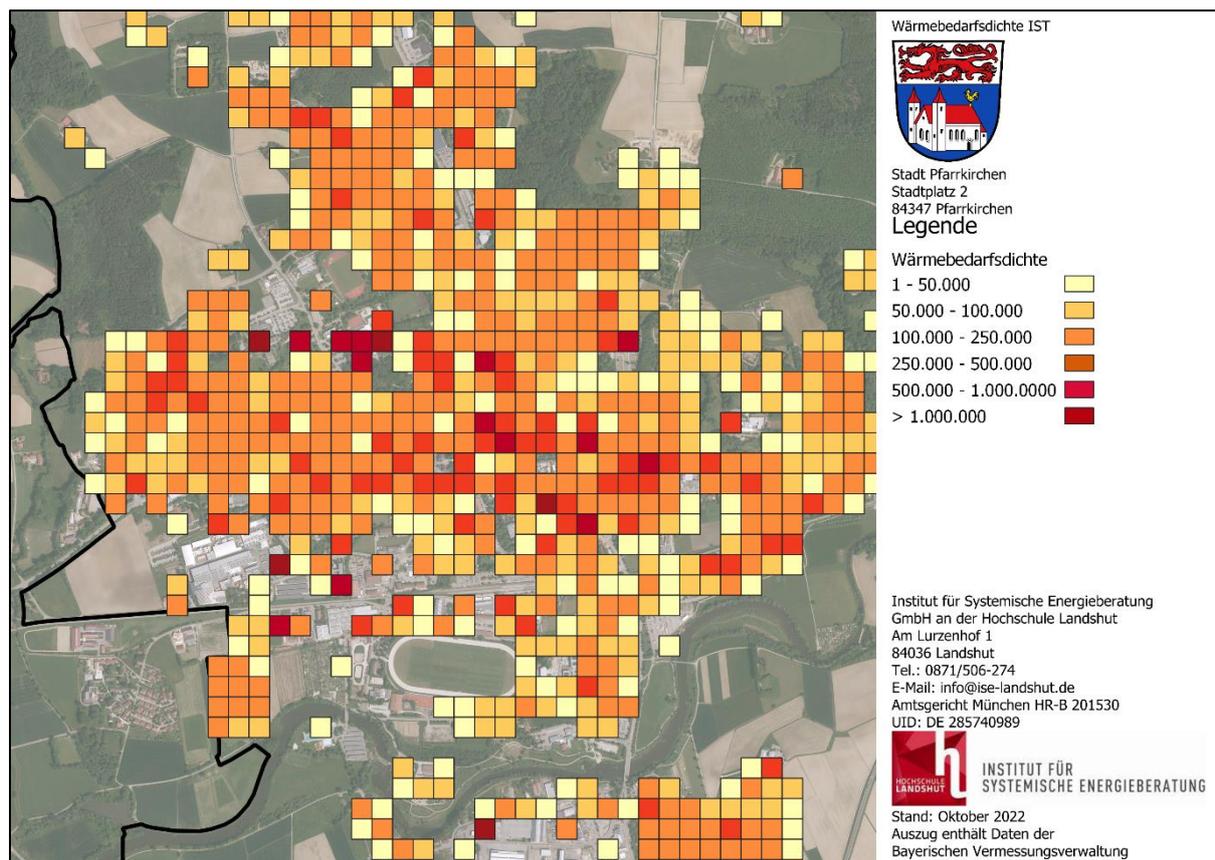


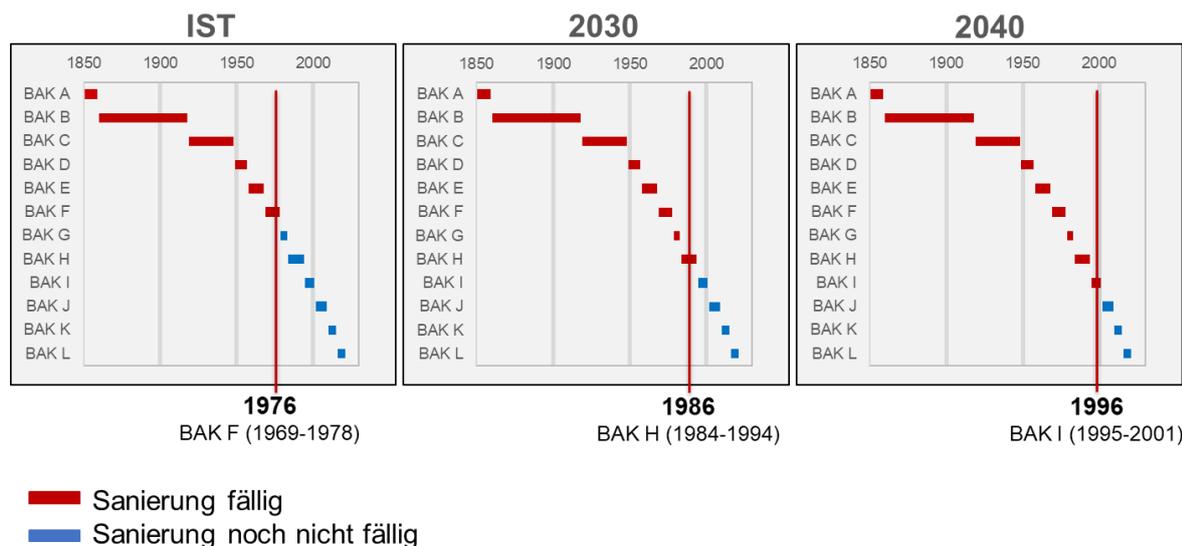
Abbildung 29: Wärmebedarfsdichtekarte IST

#### 4.2 Potenzial Gebäudesanierung in der Stadt Pfarrkirchen

Um abschätzen zu können, inwieweit der Wärmebedarf aufgrund Gebäudesanierungen zukünftig abnimmt, werden Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf den zukünftigen Wärmebedarf analysiert. Dies geschieht mit Hilfe eines Zukunftsszenarios, in dem Sanierungsraten berücksichtigt werden. Für die Wärmeverbrauchsermittlung bis 2030 wird ein Sanierungszyklus von 45 Jahren angenommen. Der Sanierungsabschlag reflektiert das durch eine Vollsanierung des Gebäudes durchschnittlich mögliche Einsparpotenzial thermischer Energie.

Die Sanierungsabschläge werden über den angenommenen Sanierungszyklus für jedes Gebäude einzeln berechnet. Hierzu wird über die zugeordnete Baualtersklasse und einen Sanierungszyklus von 45 Jahren bestimmt, ob das Gebäude im betrachteten Jahr 2030 in den Sanierungszyklus fällt. Ist ein Gebäude in einem der Zeiträume sanierungsbedürftig, wird mit Hilfe von spezifischen Abschlagswerten der jeweilige Wärmebedarf nach Sanierung ermittelt. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass nicht alle Gebäude einer Baualtersklasse saniert werden, wird eine jährliche Sanierungsquote berücksichtigt. Diese wird je nach Szenario

(Referenzszenario oder Klimaschutzprogramm) mit 1 % bzw. 2 %<sup>18</sup> ab dem Jahr 2020 unterstellt. Das Szenario „Klimaschutzprogramm“ entspricht dem geforderten Mindestwert sowohl der Bundes- als auch der Bayerischen Staatsregierung hinsichtlich der Zielerreichung der bundesdeutschen und bayerischen Klimaschutzziele. Nachfolgende Abbildung 30 zeigt je Baualtersklasse (BAK), ob zum jeweiligen Bezugsjahr (IST/ 2030/ 2040) die „Sanierung fällig“ bzw. die „Sanierung noch nicht fällig“ ist. Denkmalgeschützte Gebäude werden bei der Berechnung des Sanierungspotenzials außen vorgelassen.



\* Es wird berücksichtigt, dass im Jahr 2014 bereits 28 % aller Gebäude mit Baualter vor 1978 saniert worden sind (Quelle: vbw 2012).

Abbildung 30: Sanierte Baualtersklassen unter dem angenommenen Sanierungszyklus von 45 Jahren

Die erforderlichen Daten zur Berechnung des künftigen Wärmebedarfs (2030) sind entsprechend:

- der Gebäudetyp,
- die Baualtersklasse der Gebäude,
- die Energiebezugsfläche,
- die spezifischen Werte für den Heizwärme- und den Brauchwasserbedarf nach Baualtersklassen und Gebäudetyp,
- sowie die spezifischen Sanierungsabschläge nach Baualtersklassen und Gebäudetyp.

<sup>18</sup> Es wird berücksichtigt, dass im Jahr 2014 bereits 28 % aller Gebäude mit Baualter vor 1978 saniert worden sind.

Je nach unterstellter Sanierungsquote pro Jahr können unterschiedliche Effizienzpotenziale im Wärmebereich gehoben werden. Für die Darstellung der Effizienzpotenziale (siehe Kapitel 5) wird im Referenzszenario mit einer Sanierungsquote von 1,0% gerechnet, im ambitionierteren Szenario „Klimaschutzprogramm“ mit einer Sanierungsquote von 2,0%.

Tabelle 5 zeigt das Potenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs in Abhängigkeit unterschiedlicher Sanierungsquoten.

Tabelle 5: Reduktion Wärmebedarf bis 2030 in Abhängigkeit der Sanierungsquote

Szenarien					
angesetzte Sanierungsquote pro Jahr	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %
prozentuale Reduktion Wärmebedarf bis 2030	1,5 %	2,5 %	3,4 %	4,4 %	5,3 %

Abbildung 31 zeigt die Wärmebedarfsdichtekarte der Stadt Pfarrkirchen im Jahr 2030 unter Berücksichtigung einer Sanierungsquote in Höhe von 2 %.

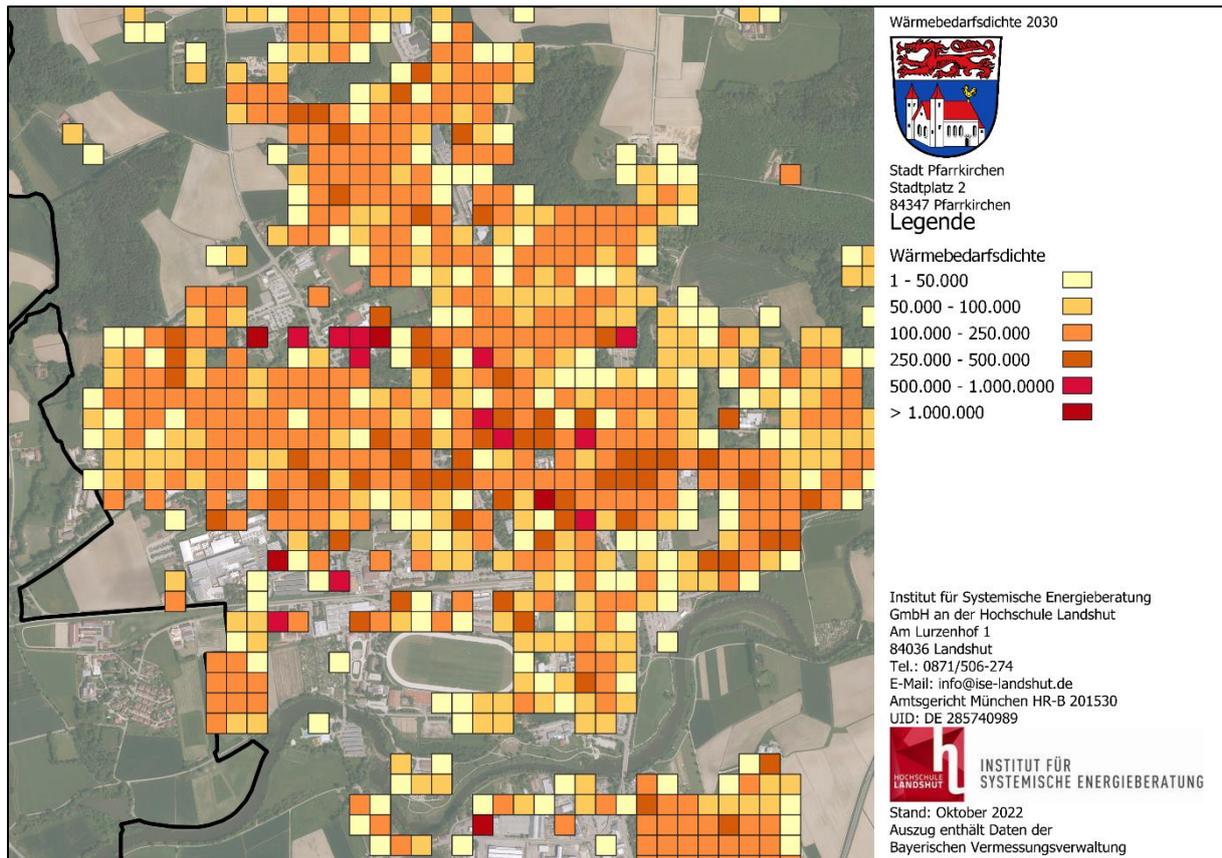


Abbildung 31: Wärmebedarfsdichtekarte 2030

Ferner sind derzeit in Pfarrkirchen sechs Neubaugebiete ausgewiesen, sodass auch dieser zusätzliche Wärmebedarf im Rahmen der nachfolgenden Potenzialanalyse berücksichtigt werden muss (siehe Abbildung 32).

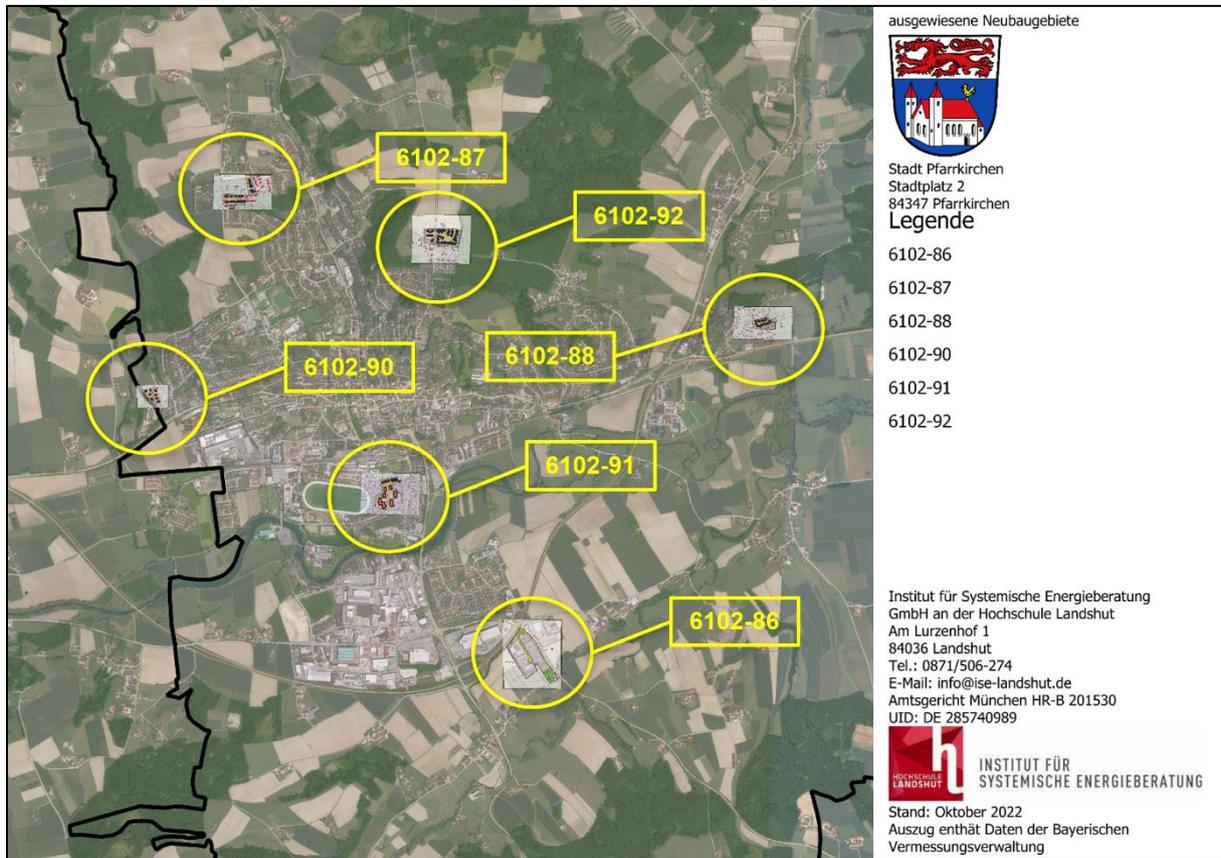


Abbildung 32: ausgewiesene Neubaugebiete in der Stadt Pfarrkirchen

Dies erfolgt sowohl für Wärme als auch für Strom mittels spezifischer Kennwerte und den jeweiligen Flächenangaben aus den bereits vorhandenen Bebauungsplänen der Stadt. So wird bei einer Wohnbebauung die ausgewiesene Geschossfläche herangezogen, wohingegen bei Gewerbeflächen die Parzellengröße mit einem Abschlag von 25 % angesetzt wird.

## 5 Potenzialanalyse

Im folgenden Kapitel werden ausgehend von einer Definition der Begrifflichkeiten die Energieeinspar- und Effizienzpotenziale sowie die Potenziale erneuerbarer Energien dargestellt. Die Potenziale erneuerbarer Energien werden nach Windenergie, Biomasse, Geothermie, Solarenergie (Photovoltaik) sowie Wasserkraft differenziert.

### 5.1 Potenzialbegriffe

Bei der nachfolgenden Potenzialanalyse wird zwischen folgenden verschiedenen Potenzialbegriffen (vgl. Abbildung 33) unterschieden:

- **Theoretisches Potenzial:** Das theoretische Potenzial beschreibt das „gesamte physikalisch nutzbare Energieangebot eines Energieträgers oder einer Energietechnik innerhalb des Untersuchungsgebietes zu einem bestimmten Zeitpunkt“ [vgl. (Kalltschmitt et al. 2013, 25)]. Es wird allein durch die physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Grenze des theoretisch realisierbaren Beitrags zur Energiebereitstellung. Zum Beispiel ist das theoretische Potenzial der Sonnenenergie naturgemäß enorm, da die eingestrahlte Sonnenenergie die Menge des gegenwärtigen Energiebedarfs der Menschheit um ein tausendfaches übertrifft. Aufgrund verschiedener Faktoren und Restriktionen (verfügbare Fläche, Systemwirkungsgrad, Verschattung etc.) ist das tatsächlich realisierbare Potenzial um ein Vielfaches geringer. Das theoretische Potenzial macht wenig Aussage darüber, was mit der jeweiligen Technologie tatsächlich realisiert werden kann und wird daher im Folgenden nicht weiter ausgewiesen.
- **Technisches Zubaupotenzial:** Das technische Zubaupotenzial beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen nutzbar ist. Zusätzlich werden u.a. strukturelle Restriktionen sowie ggf. gesetzliche Vorgaben berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden hingegen Akzeptanzprobleme (z.B. in der Bevölkerung), da diese keine technischen Einschränkungen darstellen [vgl. (Kalltschmitt et al. 2013, 26)]. Die Differenz aus Gesamtpotenzial und Bestand an erneuerbaren Energien bildet das technische Zubaupotenzial, das zum Ausschöpfen der erneuerbaren Energiequellen in der Stadt Pfarrkirchen noch zur Verfügung steht.

- **Wirtschaftliches Potenzial:** Unter dem wirtschaftlichen Potenzial wird der Teil des theoretischen Potenzials verstanden, der unter den angenommenen bzw. gegebenen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlich erschlossen werden könnte. Das wirtschaftliche Potenzial ist daher zum einen vom Zeitpunkt und zum anderen selbstredend auch von der Sichtweise der Wirtschaftlichkeit abhängig (geforderte Höhe bspw. der Eigenkapitalverzinsung) [vgl. (Kalltschmitt et al. 2013, 26 ff.)].

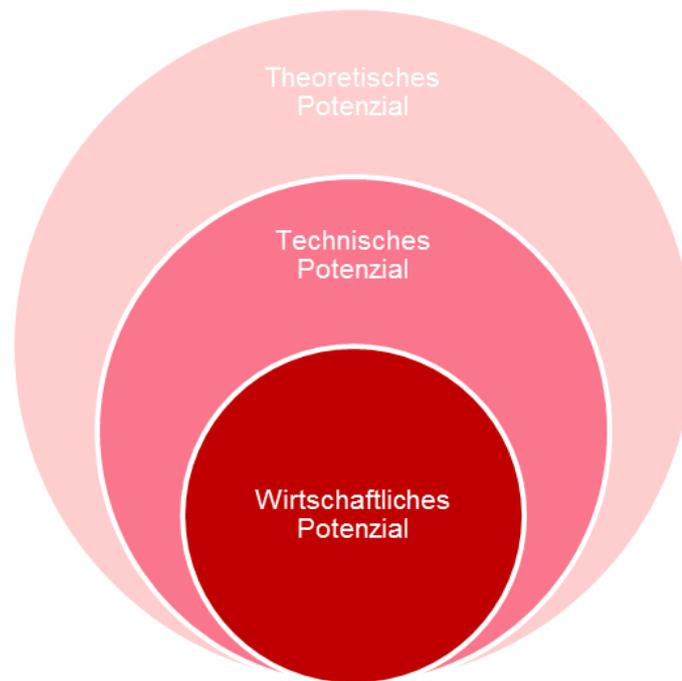


Abbildung 33: Darstellung der verschiedenen Potenzialarten

Nachfolgend werden Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie vorhandene Potenziale erneuerbarer Energien in Pfarrkirchen ausgewiesen. Hierbei wird in der Betrachtung der erneuerbaren Energien stets auf das technische **Zubaupotenzial** eingegangen.

## 5.2 Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

Ziel dieses Kapitels ist es, mögliche technische Energieeinspar- und Effizienzpotenziale bis 2030 in den Bereichen Strom und Wärme, differenziert nach den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Wirtschaft“, sowie „Öffentliche Gebäude“ überschlägig zu quantifizieren. Gemäß dem energiewirtschaftlichen Dreisprung: Einsparung, Effizienz, Erneuerbare – sollte erst der IST-Verbrauch durch Einsparung- / Effizienzmaßnahmen reduziert werden. Im Anschluss daran sollte ermittelt werden, in welchem Maße sich der (reduzierte) IST-Verbrauch durch Erzeugung aus erneuerbaren Energien decken lässt.

Zur Ermittlung der Energieeinspar- und Effizienzpotenziale wird folgende Herangehensweise gewählt bzw. werden folgende Annahmen getroffen:

- Grundlage für die Ermittlung der Energieeinspar- und Effizienzpotenziale bildet die Prognosstudie „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“
  - Dementsprechend werden grundsätzlich neben dem IST-Zustand zwei Szenarien zur Quantifizierung der elektrischen und der thermischen Energieeinsparpotenziale definiert:
    - **IST-Zustand:** Stellt den gesamten aktuellen thermischen und elektrischen Endenergieverbrauch dar.
    - **Referenzszenario:** Das Referenzszenario stellt eine Entwicklung der „weiter wie bisher“ Mentalität dar. Berücksichtigt werden implementierte und beschlossene politische Maßnahmen, ordnungsrechtliche Instrumente wie die aktuelle Energieeinsparverordnung (EnEV) und Mindesteffizienzstandards für Geräte und Anlagen (Öko-Design).
    - **Szenario Klimaschutzprogramm:** Baut auf dem Referenzszenario auf, aber es wird angenommen, dass weitere Maßnahmen, wie bspw. eine erhöhte Sanierungsquote umgesetzt werden, die letztendlich dazu führen sollen, im gleichen Zeitraum höhere Effizienzpotenziale zu realisieren.

(vgl. (GWS, IINAS, Fraunhofer ISI, prognos 2021a, 2 ff.))

- Der Bevölkerungsanstieg bis 2030 wird bei der Analyse der elektrischen und thermischen Einsparpotenziale berücksichtigt, indem der zu erwartende energetische Mehrverbrauch durch Berücksichtigung der in Abbildung 32 dargestellten Neubaugebiete, abgeschätzt wird.

Nachfolgend werden die thermischen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale unter Berücksichtigung der zukünftigen Erweiterung (ausgewiesene Neubaugebiete) Pfarrkirchens betrachtet.

### 5.2.1 Elektrische und thermische Energieeffizienz- und Einsparpotenziale nach Szenarien

Bevor die ermittelten elektrischen und thermischen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale ausgewiesen werden, werden zunächst kurz die einzelnen Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz- und Einsparpotenziale aufgezeigt.

Im Bereich elektrischer Energie ergeben sich Ansatzpunkte zur Energieeffizienzsteigerung und Energieeinsparung:

- **Straßenbeleuchtung:** Rund ein Drittel der Straßenbeleuchtung in Pfarrkirchen wurde bereits auf LED-Technik umgerüstet. Somit besteht bei rund 67 % der Straßenbeleuchtung noch das Potenzial den Energieverbrauch durch Umrüstung der Altanlagen deutlich zu senken.
- **Mechanische Energie (Antrieb):** Darunter wird eine Vielzahl von Anwendungen und Geräten subsumiert, z.B. Elektrogeräte für Waschen, Trocknen und Kühlen.
- **Bürotechnik:** Hierunter fallen TV-, Video-, DVD/ Bluray-, Radio- und Phonogeräte sowie Computer inkl. Computer-Peripherie (Drucker, Monitore), Mobiltelefone und Telefone.
- **Kühlen, Lüften, Haustechnik:** Hierunter wird beispielweise die notwendige Hilfsenergie zum Betrieb der Heiz- und Warmwasseranlagen (z.B. Umwälzpumpen) oder auch Lüftungsanlagen sowie raumluftechnische Anlagen verstanden.
- **Beleuchtung:** Unter diesem Punkt werden die Potenziale berücksichtigt, die für die Erhellung von Räumen (Innenbeleuchtung) sowie von Plätzen (Außenbeleuchtung) aufgewendet werden.
- **Prozesskälte:** Diese umfasst den Energieverbrauch für industrielle und gewerbliche Kälte und ermittelt auf dieser Grundlage die Potenziale.

Im Bereich der thermischen Energie ergeben sich folgende Ansatzpunkte zur Energieeffizienzsteigerung und Energieeinsparung:

- **Prozesswärme:** Dieses Potenzial beinhaltet neben dem Wärmeverbrauch für industrielle und gewerbliche Arbeitsprozesse auch den Verbrauch für das Kochen (im Wesentlichen Kochherde).
- **Raumwärme:** Unter diesem Verwendungszweck wird sowohl der Energieverbrauch für die Heizungsanlagen als auch der Verbrauch mobiler Kleinanlagen verstanden. In diesem Bereich werden die Ergebnisse des gebäudescharfen Wärmekatasters (vgl. Kapitel 4 bei der Ermittlung der Energieeinspar- und Effizienzpotenziale berücksichtigt.

Dabei wird im Referenzszenario eine Sanierungsquote von 1 % unterstellt, während im Klimaschutzprogramm eine Sanierungsquote in Höhe von 2 % berücksichtigt wird.

- **Warmwasser:** Da der Warmwasserbedarf unabhängig von der Qualität der Gebäudehülle ist, wird das Einspar-/ Effizienzpotenzial separat ausgewiesen.

(vgl. (GWS, IINAS, Fraunhofer ISI, prognos 2021b, 10 ff.))

Die in der Prognosstudie ermittelten Energieeffizienz- und Einsparpotenziale nach Verbrauchergruppen werden nachfolgend unter Berücksichtigung oben beschriebener Annahmen auf die Wärme- und Stromverbräuche der Stadt Pfarrkirchen bezogen und die entsprechenden Potenziale nach den beschriebenen Ansatzpunkten / Verwendungszwecken für die Stadt ermittelt.

Das Ergebnis dieser Vorgehensweise ist den beiden nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen. So zeigt Abbildung 34, dass im Referenzszenario bis zum Jahr 2030 2 % des derzeitigen (2020) Endenergieverbrauchs reduziert werden können. Dies würde implizieren, dass die Stadt Pfarrkirchen in diesem Zeitraum auch max. 2 % der im Jahr 2020 verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen könnte.

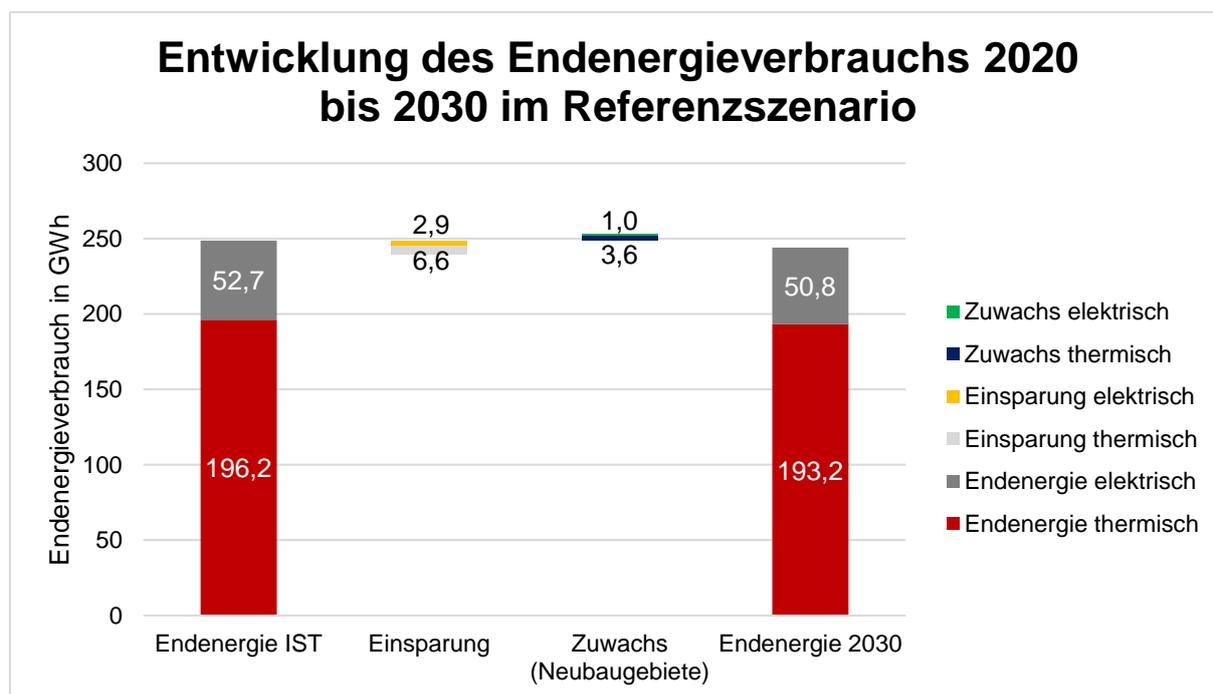


Abbildung 34: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch Referenzszenario

Abbildung 35 zeigt auf, dass im Vergleich zum Referenzszenario im Szenario Klimaschutzprogramm eine weitere Reduktion des Endenergieverbrauchs in der Stadt Pfarrkirchen um insgesamt 4 % bis zum Jahr 2030 theoretisch möglich wäre. Dies würde wiederum bedeuten, dass

die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Pfarrkirchen um maximal 3 % bis zum Jahr 2030 verringert werden könnten.

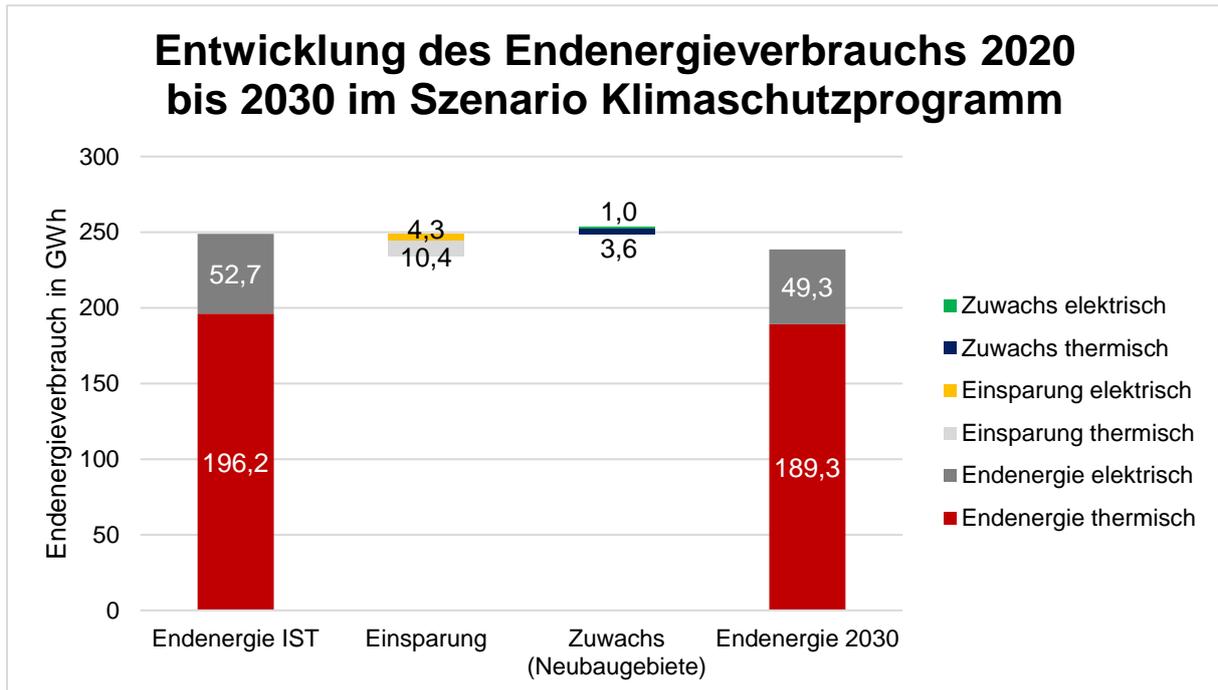


Abbildung 35: Potentials Reduktion Endenergieverbrauch Klimaschutzprogramm

Welchen Einfluss auf die gesamten Energieeffizienz- und Einsparpotenziale die Hebung obig skizzierter Potenziale hat, zeigt Abbildung 36. Es wird deutlich, dass der Ansatzpunkt Raumwärme das größte Potenzial zur Reduktion des Endenergieverbrauchs birgt.

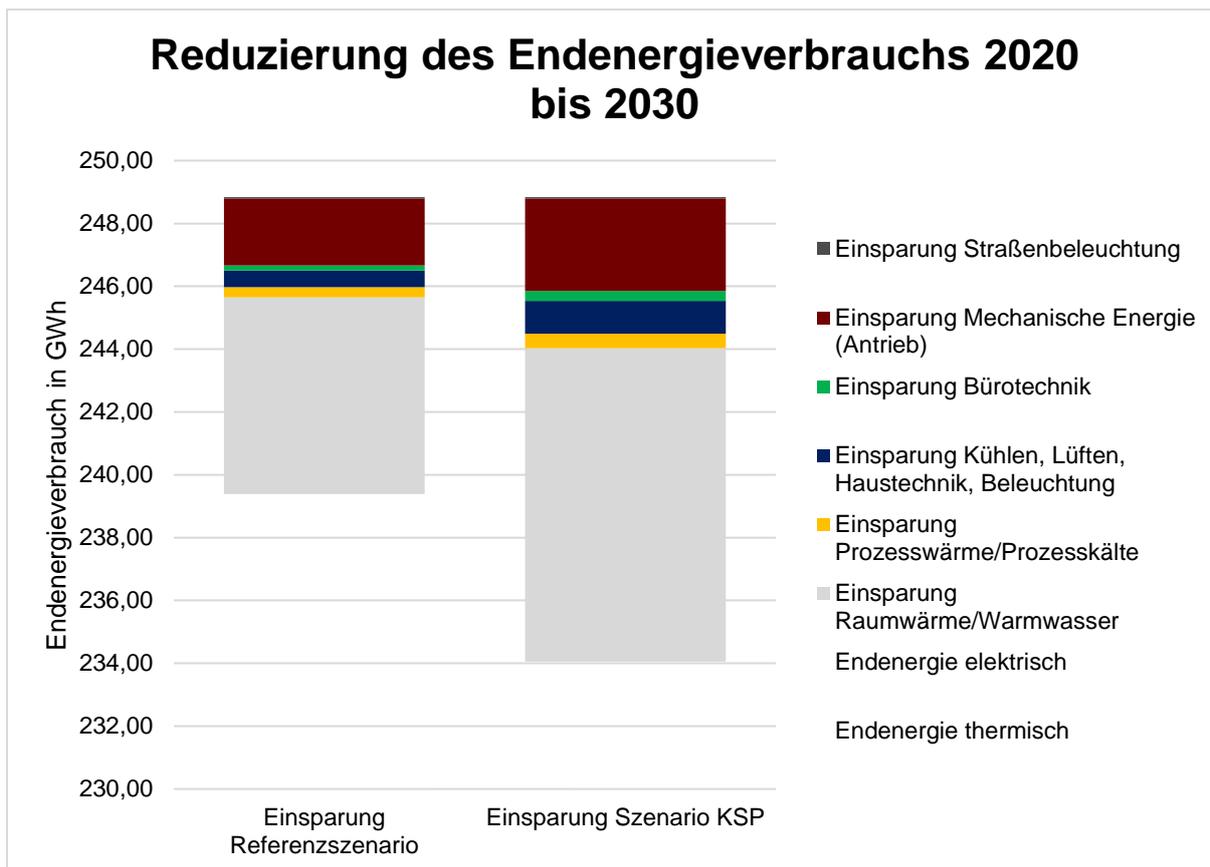


Abbildung 36: Reduktion des Endenergieverbrauchs nach Szenarien und Ansatzpunkten/ Verwendungszwecken

### 5.2.2 Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale bis 2030

Nachfolgend werden die in Kapitel 5.2.1 dargestellten Energieeffizienz- und Einsparpotenziale nochmals separat für die elektrische Energie sowie die thermische Energie nach Ansatzpunkten/Verwendungszwecken dargestellt. Ein Bevölkerungswachstum aufgrund der in Pfarrkirchen ausgewiesenen Neubaugebiete liegt zu Grunde.

## Elektrische Energie

Tabelle 6 zeigt – absolut – alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich elektrische Energie, differenziert nach den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Wirtschaft“ sowie „Öffentliche Gebäude“.

Tabelle 6: Einspar- und Effizienzpotenziale elektrische Energie nach Szenarien

IST - Elektrischer Energieverbrauch 2020 in GWh							
Szenarien	IST	Referenz szenario	Szenario KSP 2030	Einsparung Referenzsz.	Einsparung KSP 2030	Zuwachs (Referenzsz.)	Zuwachs (KSP 2030)
<b>Private Haushalte</b>	abs.	abs.	abs.				
Beleuchtung	1,7	1,4	1,1	0,3	0,6	0,0	0,0
Kühlen, Lüften, Haustechnik	1,5	1,8	1,8	-0,3	-0,3	0,0	0,0
Bürotechnik	4,5	4,3	4,1	0,2	0,3	0,0	0,0
Mechanische Energie (Antrieb)	9,0	8,0	7,6	0,9	1,4	0,1	0,1
<b>Summe</b>	<b>16,6</b>	<b>15,6</b>	<b>14,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Wirtschaft</b>	abs.	abs.	abs.				
Beleuchtung	11,2	10,1	10,0	1,1	1,2	0,2	0,2
Kühlen, Lüften, Haustechnik	1,0	1,5	1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0
Bürotechnik	5,3	5,4	5,4	0,0	-0,1	0,1	0,1
Mechanische Energie (Antrieb)	15,1	14,0	13,7	1,0	1,3	0,3	0,3
<b>Summe</b>	<b>32,6</b>	<b>31,0</b>	<b>30,6</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
<b>öffentliche Gebäude</b>	abs.	abs.	abs.				
Beleuchtung	0,3	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0
Kühlen, Lüften, Haustechnik	0,2	0,3	0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,0
Bürotechnik	0,7	0,7	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1
Mechanische Energie (Antrieb)	1,5	1,3	1,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Straßenbeleuchtung	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0		
<b>Summe</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
<b>Gesamt</b>	<b>52,7</b>	<b>50,8</b>	<b>49,3</b>	<b>2,9</b>	<b>4,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>

Es wird deutlich, dass die größten Einspar- und Effizienzpotenziale bei der mechanischen Energie sowie der Beleuchtung liegen. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können – ohne Berücksichtigung der ausgewiesenen Neubaugebiete – je nach Szenario ca. 286 MWh<sub>el</sub> (Referenzszenario) bzw. 435 MWh<sub>el</sub> (Klimaschutzprogramm) des derzeitigen Stromverbrauchs reduziert werden. Unter Berücksichtigung des Zuwachses belaufen sich die Einsparungen auf 185 MWh<sub>el</sub> (Referenzszenario), bzw. 335 MWh<sub>el</sub> (Klimaschutzprogramm). Des Weiteren zeigt sich, dass beispielweise im Bereich „Kühlen, Lüften, Haustechnik“ in Zukunft mit einem gesteigerten Energieverbrauch, bspw. durch Zubau von Kühlgeräten zu rechnen ist und damit keine Einsparung prognostiziert wird und der Energieverbrauch ansteigt.

## Thermische Energie

Tabelle 7 zeigt – absolut – alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich thermische Energie differenziert nach den Verbrauchergruppen.

Tabelle 7: Einspar- und Effizienzpotenziale thermischer Energie nach Szenarien

IST - Thermischer Energieverbrauch 2020 in GWh							
Szenarien	IST	Referenz szenario	Szenario KSP	Einsparung Referenzsz.	Einsparung KSP 2030	Zuwachs (Referenzsz.)	Zuwachs (KSP 2030)
<b>Private Haushalte</b>							
	abs.	abs.	abs.				
Raumwärme	120,2	116,1	113,7	4,0	6,5	1,1	1,1
Warmwasser	21,0	20,3	20,0	0,7	1,0	0,2	0,2
Prozesswärme	3,8	3,7	3,6	0,1	0,2	0,0	0,0
<b>Summe</b>	<b>145,0</b>	<b>140,1</b>	<b>137,3</b>	<b>4,9</b>	<b>7,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>
<b>Wirtschaft</b>							
	abs.	abs.	abs.				
Raumwärme	34,9	34,1	33,3	0,9	1,6	1,3	1,3
Warmwasser	3,1	3,0	3,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Prozesswärme	4,8	4,7	4,7	0,1	0,2	0,2	0,2
Prozesskälte	2,5	2,4	2,4	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Summe</b>	<b>45,4</b>	<b>44,2</b>	<b>43,4</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>
<b>öffentliche Gebäude</b>							
	abs.	abs.	abs.				
Raumwärme	4,8	4,3	4,1	0,6	0,8	0,5	0,5
Warmwasser	0,8	0,8	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1
Prozesswärme	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Summe</b>	<b>5,8</b>	<b>5,2</b>	<b>5,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
<b>Gesamt</b>	<b>196,2</b>	<b>193,2</b>	<b>189,3</b>	<b>6,6</b>	<b>10,4</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>

Es wird deutlich, dass das größte Einspar- und Effizienzpotenzial in der Raumwärme und damit in der energetischen Sanierung sowie in der Optimierung der Heizungssysteme liegt. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können – ohne Berücksichtigung der ausgewiesenen Neubaugebiete – je nach Szenario bis 2030 maximal ca. 658 MWh<sub>th</sub> bzw. 1.044 MWh<sub>th</sub> (Referenzszenario bzw. Klimaschutzprogramm) des derzeitigen Wärmeverbrauchs reduziert werden. Unter Berücksichtigung des Zuwachses belaufen sich die Einsparungen auf 300 MWh<sub>th</sub> (Referenzszenario), bzw. 688 MWh<sub>th</sub> (Klimaschutzprogramm).

### 5.3 Potenziale im Bereich des Verkehrs

Neben den Energie- und Effizienzeinsparungen der einzelnen Verbrauchergruppen (Private Haushalte, Wirtschaft und öffentliche Gebäude) bestehen auch im Bereich „Verkehr“ Einsparpotenziale.

Die Energienachfrage sowie die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch mehrere Größen bestimmt. So wirken sich insbesondere die Nachfrage im Personen- und Güterverkehr, die Kraftstoffeffizienz, der Antriebsmix der Fahrzeuge sowie die Beimischung von alternativen

Kraftstoffen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Ziel dieses Kapitels ist es daher, mögliche Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“ überschlägig zu quantifizieren. Dabei wird wie auch bei der Ermittlung der Einspar- und Effizienzpotenziale der definierten Verbrauchergruppen (siehe Kapitel 5.2) auf die Prognosstudie „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/ 2050“ zurückgegriffen. Diese stellt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehr unter Berücksichtigung mehrerer Einflussfaktoren dar. Auch beim „Verkehr“ werden neben dem IST-Zustand zwei Szenarien zur Quantifizierung der Einsparpotenziale definiert. Folgende Annahmen werden der Prognos-Studie zu Grunde gelegt:

- **IST-Zustand:** Stellt den gesamten aktuellen Endenergieverbrauch des Verkehrs auf Basis der Daten des Kraftfahrtbundesamtes für das Referenzjahres (2020) dar.
- **Referenzszenario:** Es wird ein Anstieg des landgebundenen Personenverkehrs bis 2030 von 2,8 % unterstellt. Ferner steigt der PKW-Bestand insgesamt um 4,2 % bis zum Jahr 2030 an. Alternative Antriebe gewinnen einen substantziellen Anteil, sodass rund 5 % des gesamtem Fahrzeugbestandes mit Elektroantrieb zugelassen sein werden. Der schwere Straßengüterverkehr wird langfristig vom Dieselantrieb dominiert werden.
- **Szenario Klimaschutzprogramm:** Auch im Bereich „Verkehr“ baut das Szenario Klimaschutzprogramm grundsätzlich auf dem Referenzszenario auf. Jedoch werden auch hier ambitioniertere Ziele verfolgt, sodass mehr Endenergie eingespart werden kann. Aufgrund der im Klimaschutzprogramm unterstellten Maßnahmen steigt die landgebundene Verkehrsleistung gegenüber dem Referenzszenario weniger stark an. Zudem bewirken die Maßnahmen eine Verlagerung des motorisierten Verkehrs auf die Schienen. Die größten Einsparungen des Endenergieverbrauchs bewirkt jedoch die Elektrifizierung der Fahrzeugflotte. So haben elektrisch betriebene Fahrzeuge im Jahr 2030 einen Anteil von 9 % (+ 4 % gegenüber dem Referenzszenario).

(vgl. (GWS, IINAS, Fraunhofer ISI, prognos 2021a, 33 ff. & 247 ff.))

### 5.3.1 Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“ nach Szenarien

Die in der Prognosstudie ermittelten Potenziale im Bereich „Verkehr“ werden nachfolgend in Abhängigkeit der Antriebsart auf den Endenergieverbrauch der Stadt Pfarrkirchen im Bereich „Verkehr“ bezogen. Dabei werden die vorangegangenen Annahmen berücksichtigt.

Das hieraus resultierende Ergebnis ist Abbildung 37 sowie Abbildung 38 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass im Referenzszenario bis zum Jahr 2030 rund 9 % des momentanen Endenergieverbrauchs reduziert, werden können. Entsprechend könnten in der Stadt Pfarrkirchen

innerhalb dieses Zeitraumes die im Referenzjahr (2020) verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich „Verkehr“ um max. 8 % verringert werden.

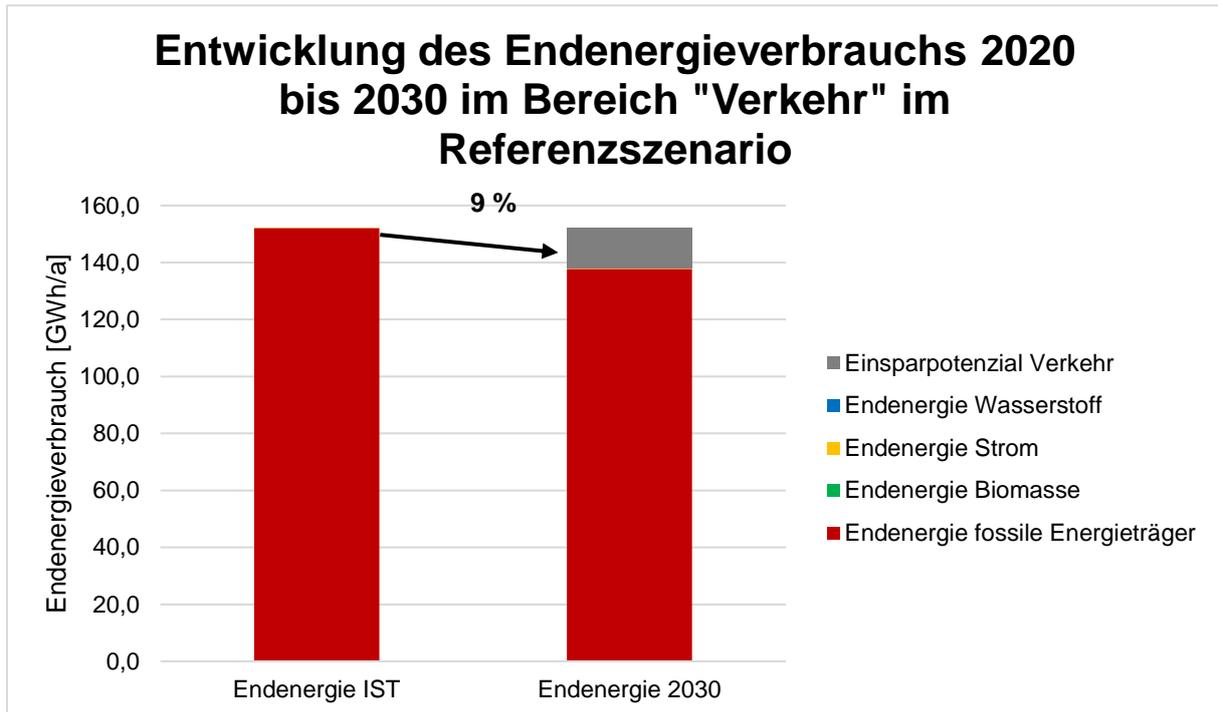


Abbildung 37: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch im Bereich "Verkehr" Referenzszenario

Im Vergleich zum Referenzszenario ist im ambitionierteren Szenario Klimaschutzprogramm eine Reduktion des Endenergieverbrauches um insgesamt 29 % theoretisch möglich. Dies würde implizieren, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen innerhalb des Zeitraumes 2020-2030 um maximal 25 % verringert werden können.

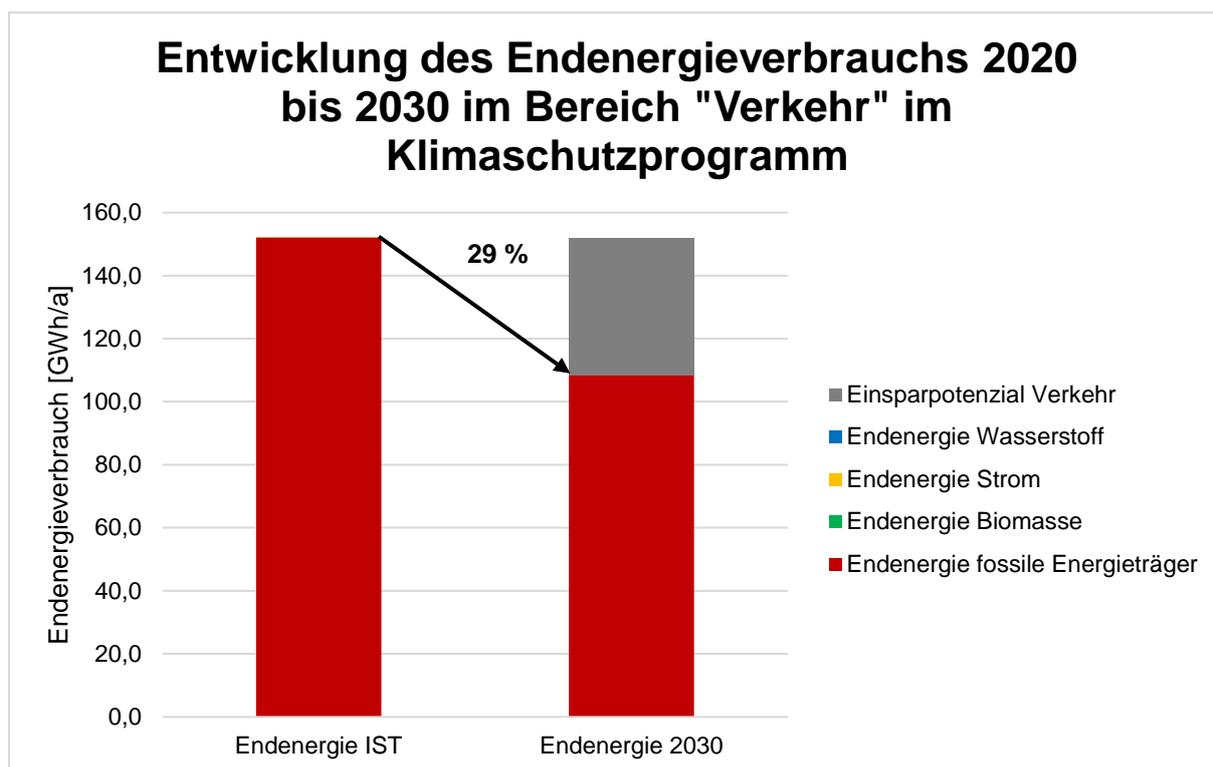


Abbildung 38: Potenzial Reduktion Endenergieverbrauch im Bereich "Verkehr" Klimaschutzprogramm

### 5.3.2 Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“ bis 2030

Die im vorherigen Kapitel dargelegten Einsparpotenziale werden nachfolgend noch einmal separat in Abhängigkeit der Kraftstoffart für den Bereich „Verkehr“ dargestellt.

So zeigt Tabelle 8 – absolut – alle ermittelten Einsparpotenziale bzw. Zuwächse nach Szenarien, differenziert nach den Antriebsarten „fossile Energieträger“, „Biomasse“, „Strom“ und „Wasserstoff“.

Tabelle 8: Einsparpotenziale im Bereich „Verkehr“

<b>IST - Energieverbrauch Verkehr 2020 in GWh</b>			<b>152,1</b>		
<b>Szenarien</b>	<b>IST</b>	<b>Referen zzenari</b>	<b>Szenario KSP 2030</b>	<b>Einsparung Referenzsz.</b>	<b>Einsparun g KSP 2030</b>
	<b>abs.</b>	<b>abs.</b>	<b>abs.</b>		
fossile Energieträger	152,1	137,7	108,4	14,4	43,7
Biomasse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strom	0,0	0,0	0,1	-0,03	-0,06
Wasserstoff	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,007
<b>Gesamt</b>	<b>152,1</b>	<b>137,7</b>	<b>108,5</b>	<b>14,4</b>	<b>43,6</b>

Es wird deutlich, dass die größten Einsparpotenziale im Bereich der Einsparung fossiler Energieträger (Diesel und Benzin) liegen. Demgegenüber nimmt der Endenergieverbrauch der Antriebsarten „Strom“ und „Wasserstoff“ aufgrund des zu erwartenden Wachstums der alternativen Kraftstoffe zu.

Je nach Szenario könnte bei Realisierung der identifizierten Einsparpotenziale der derzeitige Endenergieverbrauch im Bereich „Verkehr“ in Pfarrkirchen um ca. 14,4 GWh (Referenzszenario), bzw. 43,6 GWh (Klimaschutzprogramm) reduziert werden.

## 5.4 Potenziale erneuerbarer Energien in der Stadt Pfarrkirchen

Im Folgenden sollen die Potenziale zur Energiebereitstellung durch regenerative Energieträger in der Stadt Pfarrkirchen analysiert werden. Die Analysen sind i.d.R. als überschlägige Abschätzung zu verstehen und ersetzen keine detaillierte Machbarkeitsstudie. Ausdrücklich sei auch noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich um die Ausweisung **technischer Potenziale** handelt; über die Wirtschaftlichkeit wird in diesem Kapitel keine Aussage getroffen.

### 5.4.1 Windenergiepotenzial

Zur Identifikation etwaiger Windenergiepotenziale wird auf den Regionalplan/Teilbereich Wind zurückgegriffen und dieser als Basis für die Potenzialermittlung verwendet. Im Stadtgebiet Pfarrkirchen liegen gemäß Planungsverband zwei Flächen außerhalb des Ausschlussgebiets und sind damit grundsätzlich für eine Windenergienutzung denkbar (siehe Abbildung 39). Die beiden in Abbildung 39 eingezeichneten Potenzialflächen „Windkraft“ sind gemäß Regionalplan weder als Vorrang- noch als Ausschlussgebiet definiert. Es handelt sich um unbeplante Flächen, zu denen im Regionalplan keine Aussagen getroffen werden. Bei solchen Flächen (Bereiche mit geringer Windhöffigkeit, aber ohne Ausschlusskriterien) werden mögliche Restriktionskriterien erst bei einem konkreten Vorhaben entschieden, sodass diese grundsätzlich für die Errichtung von Windkraftanlagen in Frage kommen.

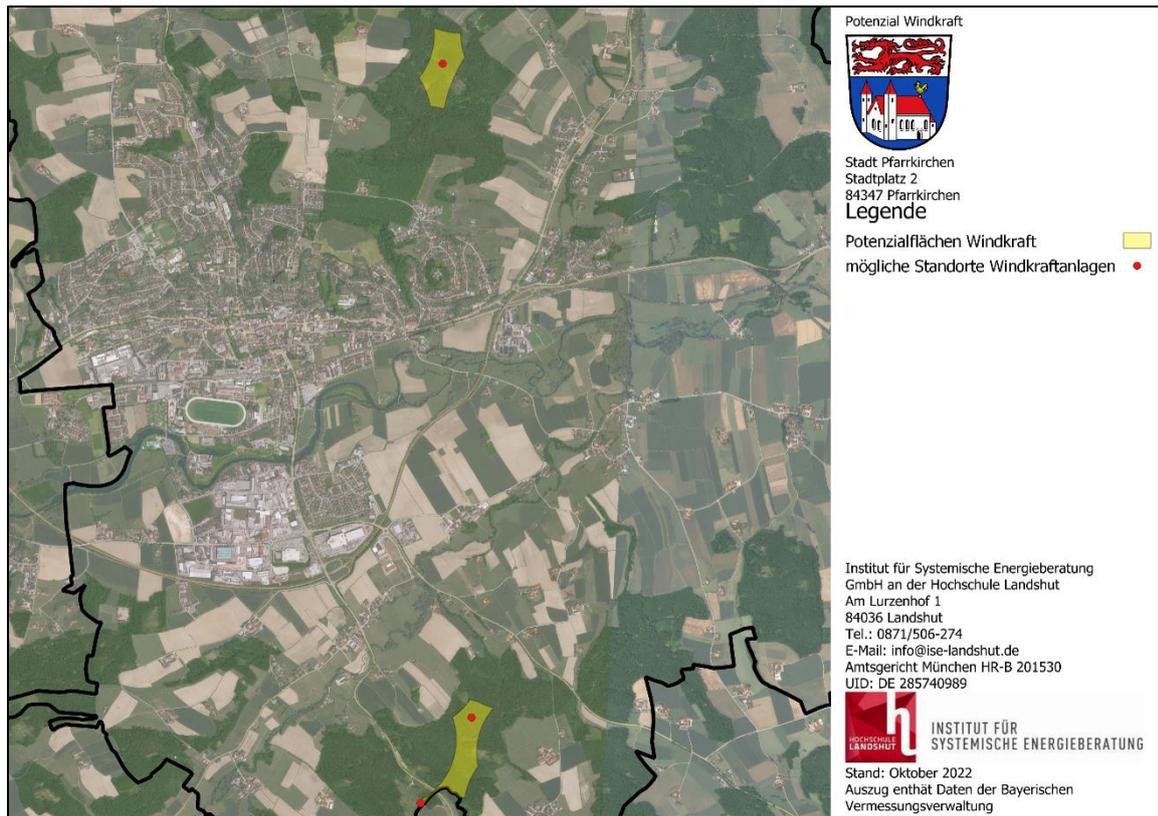


Abbildung 39: Potenzialflächen Windkraft in der Stadt Pfarrkirchen

Unter Berücksichtigung des notwendigen Abstandes der Windkraftanlagen zueinander (4-mal dem Durchmesser des Rotors [vgl. (Hottmann, Anordnung von Windenergieanlagen in Onshore-Windparks, 2022) abgerufen am 09.12.2022]), um eine negative Beeinflussung der Anlagen untereinander zu vermeiden, können auf den Flächen je eine, bzw. zwei Windkraftanlagen errichtet werden.

Mit Blick auf die Abstandsregelungen gelten Windkraftanlagen, die in einem geringeren Abstand als 1.000 m (Auflockerung 10-H) zu einer Wohnbebauung errichtet werden, nach Art. 82 BayBO nicht mehr als privilegierte Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB. Stattdessen handelt es sich um sonstige Vorhaben nach § 35 Abs. 2 BauGB. Sie können daher nur zugelassen werden, wenn Ihre Ausführung oder Benutzung öffentliche Belange nicht beeinträchtigt und die Erschließung gesichert ist. Für die Errichtung von solchen – nicht privilegierter Anlagen – ist eine Bauleitplanung erforderlich. So auch bei den in Abbildung 39 eingezeichneten Windkraftanlagen. Bei diesen liegt innerhalb eines Radius von 1.000 m um die Windkraftanlagen herum eine Wohnbebauung vor.

Es steht eine weitere Potenzialfläche nach Angaben der Stadt Pfarrkirchen zur Verfügung – die angesetzten Kriterien sind nicht bekannt. Der Standort ist daher in der Potenzialanalyse nicht berücksichtigt worden.

Bei einer Windgeschwindigkeit in Pfarrkirchen, die gemäß Energieatlas in einer Höhe von 160 m bei rund 5,9 m/s liegt, könnten durch Errichtung von Schwachwindanlagen rund **28,6 GWh<sub>el</sub>** pro Jahr erzeugt werden.

#### 5.4.2 Wasserkraftpotenzial

Im bayerischen Energieatlas werden all jene Querbauten nach §35 (3) WHG, die nicht rückgebaut werden sollen, auf ihre theoretische Eignung zur Wasserkraftnutzung überprüft und ausgewiesen. Entsprechend den Angaben des bayerischen Energieatlas besteht in der Stadt Pfarrkirchen **kein Potenzial** für den Ausbau der bereits vorhandenen Wasserkraftanlagen (siehe Abbildung 24). Dies deckt sich auch mit den Aussagen der Stadtwerke Pfarrkirchen.

#### 5.4.3 Biomassepotenzial

Biomasse (Holz, Gras, Mais etc.) kann in verschiedenen Formen, als feste Biomasse (Hackenschnitzel, Pellets, Scheitholz) oder als Biogas, genutzt werden. Dabei wird die feste Biomasse verbrannt bzw. vergärt, um Wärme oder Biogas zu erzeugen. Da dieser Energieträger der Einzige der erneuerbaren Energieträger ist, der grundlastfähig ist, hat die Biomasse bei der Potenzialanalyse einen besonderen Stellenwert. Im folgenden Abschnitt werden diese zwei Formen (Biogas/ feste Biomasse) getrennt voneinander betrachtet und deren Potenzial erhoben. Die Ermittlung des Biogaspotenzials erfolgt unter Berücksichtigung des theoretisch notwendigen Flächenbedarfs für die Nahrungsmittelproduktion zur Versorgung der Einwohner Pfarrkirchens.

#### Landwirtschaftliches Potenzial

Biogas ist ein Gemisch, das in der Regel aus ca. 50 – 75 % Methan, aus ca. 25 – 50 % Kohlenstoffdioxid sowie Wasserdampf, Sauerstoff, Ammoniak, Stickstoff, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff besteht [vgl. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V 2022)]. Das Gas wird unter Luftabschluss in einem Behälter – Fermenter genannt – durch einen natürlichen bakteriellen Prozess erzeugt und kann so aufgefangen und energetisch genutzt werden. Der Heizwert liegt zwischen 5 – 7,5 kWh/ m<sup>3</sup>, abhängig vom Methangehalt des eingesetzten Substratmix [vgl. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2012, 2013, 2014) abgerufen am 09.12.2022]. Für den Betrieb der Biogasanlage werden verschiedenen Substrate verwendet, in Deutschland sind dies Mais- und Grassilage sowie Gülle und Bioabfälle. Für Bioabfälle ergibt sich gemäß den statistischen Auswertungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in der

Stadt Pfarrkirchen ein pro Kopf Aufkommen in Höhe von 52,6 kg. Die verwertbare Grüngutmenge pro Kopf beträgt 94,5 kg [vgl. (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2021) abgerufen am 09.12.2022].

Inwieweit landwirtschaftliche Erzeugnisse für die Erzeugung von Energie genutzt werden können, hängt vor allem vom Weltagrarmarkt und den ortsansässigen Landwirten ab. Nachfolgend soll auf das energetisch vorhandene Potenzial in Pfarrkirchen eingegangen werden; unberücksichtigt bleibt, ob der einzelne Landwirt final entscheidet, die Ernte zur Energieerzeugung zur Verfügung zu stellen.

Für die Bestimmung dieses Potenzials sind zum einen die zur Verfügung stehenden Acker- und Grünlandflächen und zum anderen die Viehzahlen relevant.

Die Ackerlandfläche in Pfarrkirchen wird mit ca. 1.809 ha und die Grünlandfläche mit ca. 849 ha beziffert.

- **Maissilage**

Aufgrund der Tatsache, dass für die Nahrungsmittelproduktion in Pfarrkirchen theoretisch eine geringere Ackerlandfläche als notwendig vorhanden ist, wird angenommen, dass in Pfarrkirchen keine Energiepflanzen für die Nutzung in einer Biogasanlage produziert werden können.

- **Grassilage**

Es wird davon ausgegangen, dass die beiden ersten Schnitte vollständig zur Futtermittelproduktion benötigt werden und 10 % (= ca. 85 ha) des dritten Schnitts zur Energieerzeugung genutzt werden können. Der Biogasertrag pro ha Grünschnitt wird mit ca. 4.300 m<sup>3</sup> angenommen [vgl. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2012, 2013, 2014) abgerufen am 22.06.2022]. Somit ergibt sich eine mögliche jährliche Biogasproduktion von ca. 365 T m<sup>3</sup>.

- **Gülle**

Laut Statistik kommunal befindet sich im Stadtgebiet Pfarrkirchens ein Viehbestand von 5.468 Rindern, 294 Schweinen und 66 Pferden. Dies entspricht etwa 5.828 Großvieheinheiten (GVE). Aus der Gülle und dem Mist einer GVE lassen sich etwa 3.190 T m<sup>3</sup> Biogas/a erzeugen. Es wird unterstellt, dass nur ca. 50 % genutzt werden kann. Entsprechend wird eine durch Gülle und Mist produzierte Biogas-Menge in Höhe von 1.595 T m<sup>3</sup> angesetzt.

In Summe ergibt sich somit ein jährliches Gesamtpotenzial zur Biogasproduktion in Höhe von 1.961 T m<sup>3</sup>.

Das Potenzial, zusammengesetzt aus Grassilage sowie Gülle/ Mist sowie Bioabfall und Grün- gut summiert sich somit auf ca. 12,5 GWh/ a welches um ca. 30 % aufgrund von angenom- menen Verlusten innerhalb der Bereitstellungskette reduziert wird. Das technische Potenzial be- läuft sich somit auf ca. **8,7 GWh/ a**.

Für die Aufteilung des Potenzials in thermisches und elektrisches Potenzial wird von einem Blockheizkraftwerk mit einem Wirkungsgrad von  $\eta_{el} = 35 \%$  und  $\eta_{th} = 53 \%$  ausgegangen [vgl. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2012, 2013, 2014) abgerufen am 09.12.2022]. Ferner wird ein Eigenstrombedarf der Biogasanlage in Höhe von 9 % und ein Eigenwärmebe- darf in Höhe von 15 % angenommen [vgl. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2012, 2013, 2014) abgerufen am 09.12.2022]. Das technische Potenzial auf Basis der beschriebe- nen Annahmen liegt somit bei **2,8 GWh<sub>el</sub>** bzw. **3,9 GWh<sub>th</sub>**.

In der Stadt Pfarrkirchen sind gemäß Energieatlas Bayern bereits vier Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.724 kW<sub>el</sub> installiert (siehe Abbildung 23). Die jährliche Erzeugung liegt bei ca. 10,2 GWh<sub>el</sub> bzw. 15,4 GWh<sub>th</sub>. Das bereits in Pfarrkirchen genutzte Potenzial übersteigt damit das ermittelte Angebotspotenzial deutlich, sodass keine weiteren Potenziale ausgewie- sen werden können.

### **Feste Biomasse**

Unter dem Begriff der Biomasse werden grundsätzlich biogene Rohstoffe und biogene Rest- stoffe verstanden. Biogene Rohstoffe sind dabei Energiepflanzen oder Waldholz, welches ge- zielt zur Nutzung angebaut wird. Biogene Reststoffe dagegen sind Stoffe, die verwertet werden können, aber als Abfallprodukte eines anderen Prozesses anfallen (z.B. Ernterückstände) [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bay- erisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2011) abgerufen am 09.12.2022]. Nachfolgend wird auf das forstwirtschaftliche Potenzial sowie das Reststoffpotenzial einge- gangen.

#### **• Forstwirtschaftliches Potenzial**

Gemäß Statistik kommunal steht in Pfarrkirchen eine Waldfläche von ca. 1.353 ha zur Verfö- gung. In Absprache mit dem Forstrevier Pfarrkirchen wird von einem jährlichen Zuwachs von rund 10 Fm/ (ha\*a) ausgegangen. Ein Großteil dessen wird für die Produktion von Spanplatten und Industrieholz genutzt, sodass der hiervon energetisch nutzbare Anteil rund 25 % beträgt (2,5 Fm/ (ha\*a)).

Bei einem unterstellten Wirkungsgrad von  $\eta_{th} = 90 \%$ , ergibt sich somit ein technisches Potenzial von ca. **7,3 GWh<sub>th</sub>/a** in Form von Wärme. Nach Abzug des bereits genutzten Biomassepotenzials (anhand der Kaminkehrerdaten) durch die vorhandenen Holzheizungen (ca. 34,4 GWh<sub>th</sub>/a), kann kein weiteres technisches Zubaupotenzial ausgewiesen werden.

#### 5.4.4 Geothermiepotenzial

Der Begriff „Geothermie“ oder „Erdwärme“ beschreibt die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2007) abgerufen am 09.12.2022]. Prinzipiell muss bei der geothermischen Energiegewinnung zwischen zwei verschiedenen Arten, nämlich der oberflächennahen Geothermie und der Tiefengeothermie unterschieden werden. Die oberflächennahe Geothermie umfasst dabei einen Bereich bis ca. 400 m Tiefe, während für die Tiefengeothermie die technische Grenze derzeit bei etwa 7.000 m liegt [vgl. (Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2022) abgerufen am 09.12.2022].

Die Tiefengeothermie hat deutschlandweit einen Anteil von 0,8 % an der Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien. Der Anteil der oberflächennahen Geothermie liegt hingegen bereits bei 8,8 % im Jahr 2020 [vgl. (Umweltbundesamt 2022a) abgerufen am 09.12.2022].

#### Tiefengeothermie

Bei der Tiefengeothermie werden grundsätzlich zwei Arten, die hydrothermale und petrothermale, Energiegewinnung unterschieden. Bei ersterer werden Heißwasser-Vorkommen, mit Temperaturen von ca. 40 bis über 100 Grad Celsius genutzt, während die petrothermale Energiegewinnung, die in den Gesteinen gespeicherte Energie (Hot-Dry-Rock) nutzt. In der Regel kommt die hydrothermale Geothermie zum Einsatz. Mittels zweier Bohrungen (Bohrungsdublette) wird hierbei zum einen das heiße Wasser gefördert und zum anderen das erkaltete Wasser wieder in den Aquifer reinjeziert. Das Wasser ist dabei lediglich der Wärmeüberträger der im Gestein im tiefen Untergrund gespeicherten Wärme. Die zur Verfügung stehende Wärmeenergie kann einerseits direkt an einen Heizkreislauf über Wärmetauscher weitergegeben werden, andererseits kann sie aber auch bei ausreichend hohen Temperaturen (über 100 Grad Celsius) zur Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden [vgl. (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2016, 2 ff.) abgerufen am 09.12.2022]. Abbildung 40 stellt die Nutzung der Erdwärme im Vergleich dar.

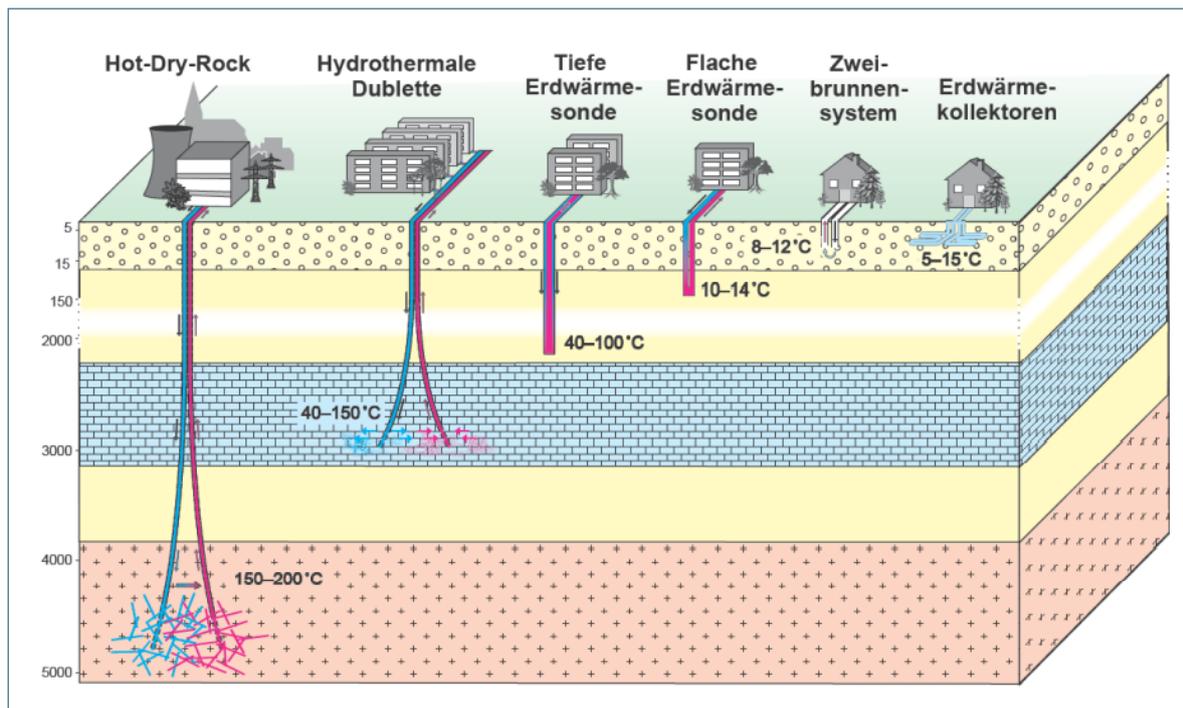


Abbildung 40: Nutzung der Erdwärme im Vergleich

[vgl. (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2016, 2 ff.) abgerufen am 09.12.2022]

Wie anhand Abbildung 41 ersichtlich stehen für weite Teile Pfarrkirchens Temperaturen von 40 °C bis 60 °C zur Verfügung, sodass ein Potenzial zur Nutzung der Tiefengeothermie nicht ausgewiesen werden kann. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen einer bereits durchgeführten Studie aus dem Jahr 2012, in der das geothermische Potenzial bis zu einer Tiefe von 1.000 m untersucht wurde. Auch hier konnte kein wirtschaftlich nutzbares Potenzial für die Stadt Pfarrkirchen identifiziert werden. Das tiefengeothermische Potenzial der Stadt Pfarrkirchen wird daher mit **0 GWh<sub>th</sub>/a** beziffert.

Gemäß Angaben der Stadtwerke Pfarrkirchen weist ein ca. 30 km südlich von Pfarrkirchen gelegenes Tiefengeothermie-Werk weitere Ausbaupotenziale auf. Aufgrund der Entfernung erscheint allerdings auch hier eine Nutzung technisch und wirtschaftlich herausfordernd.

Ob eine erneute Untersuchung zum Potenzial der Tiefengeothermie in Pfarrkirchen sinnvoll ist, hängt von zukünftigen Fördermaßnahmen durch den Staat und / oder Bund ab sowie von Ergebnissen (Fündigkeit) umliegender Kommunen ab.

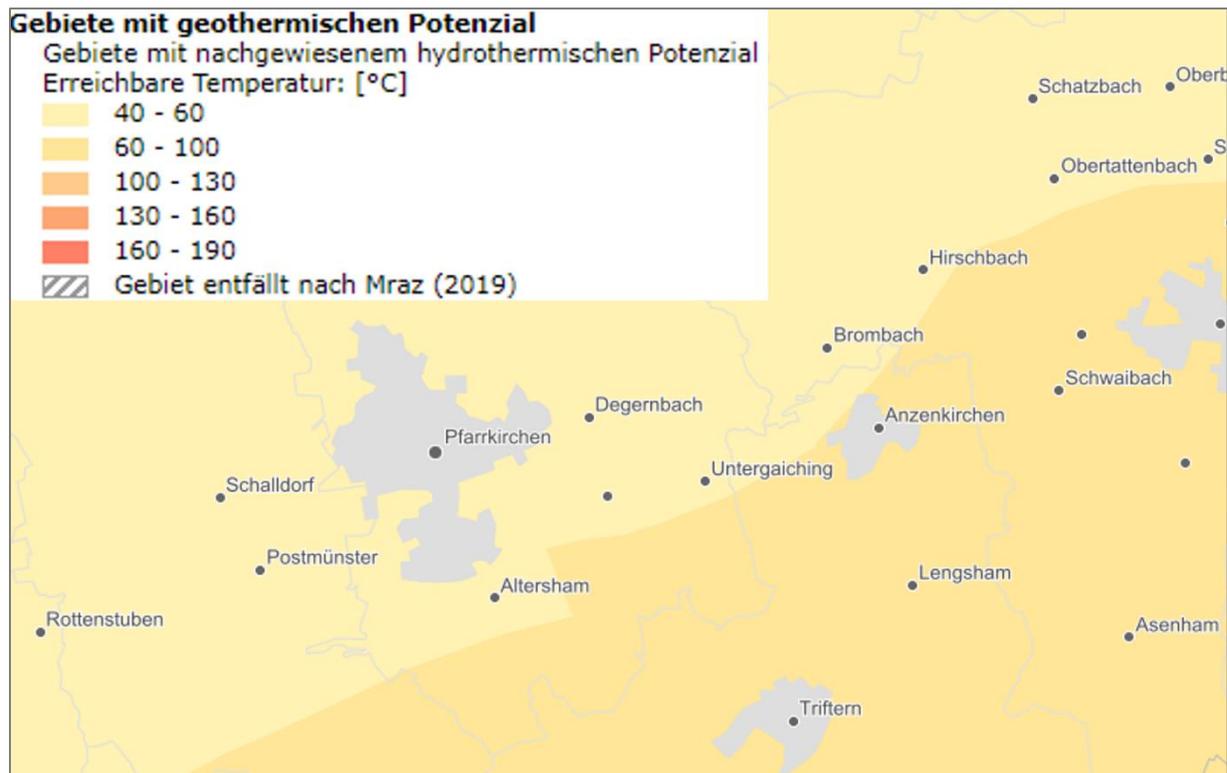


Abbildung 41: Tiefengeothermisches Potenzial in und um Pfarrkirchen  
[vgl. (Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik 2022)]

### Oberflächennahe Geothermie

Die Erdwärme in Bodennähe ist zum einen gespeicherte Sonnenenergie und zum anderen Energie aus dem Erdinneren. Die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche liegt bei ca. 7 - 12° Celsius, damit ist das Temperaturniveau in niedrigen Tiefen für die direkte Nutzung zu Heizzwecken zu gering. Deshalb kann diese oberflächennahe Erdwärme nur mittels einer Wärmepumpe genutzt werden.

Die wichtigsten Arten von Wärmepumpen sind in diesem Zusammenhang:

- Erdwärmesonde
- Erdwärmekollektor
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Luft-Wärmepumpe

Eine Wärmepumpen-Heisanlage besteht dabei aus folgenden Komponenten:

- Wärmquellenanlage (z.B. Grundwasser)
- Wärmepumpe
- und Wärmenutzungsanlage (z.B. Fußbodenheizung)

Große Bedeutung bei einer Wärmepumpe kommt dem Arbeitsmittel zu, welches bei niedrigen Temperaturen seinen Aggregatzustand (flüssig/ gasförmig) ändern kann. Nachdem das Arbeitsmittel durch Energieaufnahme aus der Wärmequelle verdampft wurde, wird es im Kompressor verdichtet (Verbrauch elektrischer Energie) und damit erhitzt. Im Kondensator gibt das Heißgas seine Wärmeenergie an das Heizsystem ab und kondensiert dabei. Im Expansionsventil wird das Arbeitsmittel schließlich entspannt, wodurch dessen Temperatur abnimmt. Daran anschließend beginnt im Verdampfer der Kreisprozess von vorne [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2007, 4 ff.) abgerufen am 09.12.2022].

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass sich die Nutzung der oberflächennahen Geothermie vor allem für die Wärmeversorgung auf niedrigem Temperaturniveau eignet, da die Wärmepumpe umso effizienter arbeitet, je geringer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und dem Wärmeverbraucher ist. In der Regel eignen sich daher vor allen Neubauten sowie vollsanierte Gebäude, deren Heizsysteme niedrige Vorlauftemperaturen benötigen. Das bedeutet, dass großflächige Heizkörper (Plattenheizkörper, Fußboden-, Wandheizung) vorhanden sein müssen, um die Wohnfläche trotzdem gleichmäßig zu beheizen [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2022, 42)].

Neben den geologischen Voraussetzungen können rechtliche Einschränkungen die Nutzung oberflächennaher Geothermie erschweren oder verhindern. Bohrungen für die thermische Grundwassernutzung sind grundsätzlich genehmigungs- und in jedem Fall anzeigepflichtig. So werden Anlagen in Heilquellen- oder Trinkwasserschutzgebieten sowie in durch Altlasten belasteten Standorten nur in Ausnahmefällen genehmigt. Anlagen unter speziellen hydrogeologischen Bedingungen, z.B. Karstgrundwasserleiter mit lokal sehr hohen Durchlässigkeiten oder Kluftgrundwasserleiter, werden von den Fachämtern einer fachspezifischen Prüfung unterzogen. [vgl. (Viessmann) abgerufen am 09.12.2022].

Wie Abbildung 42 zeigt, gibt es in der Stadt Pfarrkirchen im Jahr 2020 drei so genannte Erdwärmesonden [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2021) abgerufen am 09.12.2022 ].



Abbildung 42: Übersichtskarte Erdwärmesonden in der Stadt Pfarrkirchen

[vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2021) abgerufen am 09.12.2022]

Laut Energieatlas Bayern ist im Großteil des Stadtgebietes Pfarrkirchen der Bau einer solchen Wärmepumpe möglich, bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde.

Neben Erdwärmesonden, die sich vor allem durch ihren geringen Platzbedarf auszeichnen, können auch Erdwärmekollektoren eingesetzt werden. Diese benötigen eine nicht überbaubare Freifläche, somit ist davon auszugehen, dass diese vor allem bei Neubauten eingesetzt werden.

Bei einer Grundwasserwärmepumpe muss das Grundwasser über einen Förderbrunnen erschlossen werden, wodurch ein Brunnenbau (meist zwei Brunnen) notwendig ist. Zudem muss

das Grundwasser die geforderte Beschaffenheit aufweisen, die zuvor überprüft werden muss, wodurch auch diese Form der Wärmepumpe nur mit Einschränkungen genutzt werden kann [vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2022, 5 ff.)].

Die Luft-Wärmepumpe nutzt als Wärmequelle die „Luft“ und kann somit beinahe überall erschlossen werden. Da bei dieser Art der Wärmepumpe keine Erdarbeiten notwendig sind, wird die Luft-Wärmepumpe gerne bei der Altbausanierung eingesetzt, jedoch arbeiten diese v.a. im Winter weniger effizient, da die Temperaturen der Wärmequelle vor allem im Winter - also zu Zeiten des höchsten Heizwärmebedarfs – sehr niedrig sind. Dementsprechend hat die Luft-Wärmepumpe einen erhöhten Strombedarf im Vergleich zu den anderen Formen der Wärmepumpe [vgl. (Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V. 2013) abgerufen am 09.12.2022].

Wie in nachfolgender Abbildung verdeutlicht, existieren auch in Pfarrkirchen unterschiedliche Möglichkeiten einer oberflächennahen Geothermienutzung. Dabei bedarf es bei Erdwärmesonden grundsätzlich einer Einzelfallprüfung, wohingegen diese bei Grundwasserpumpen nur teilweise erforderlich ist und Erdwärmekollektoren in Bebauungsgebieten durchgängig möglich sind.



Abbildung 43: Möglichkeiten der oberflächennahen Geothermie in Pfarrkirchen

Für die in Pfarrkirchen ausgewiesenen Neubaugebiete wird der oberflächennahen Geothermie ein nutzbares Potenzial von **3,0 GWh<sub>th</sub>/a** zugeschrieben. Dabei wird angenommen, dass der gesamte thermische Energiebedarf der momentan in Pfarrkirchen ausgewiesenen Neubaugebiete mittels Wärmepumpen gedeckt werden kann.

### 5.4.5 Solarpotenzial

Grundsätzlich kann Sonnenenergie einerseits zur Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung (Solarthermie) genutzt werden, andererseits kann über photovoltaische Systeme Strom erzeugt werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich die Untersuchung des Solarpotenzials auf die regenerative Stromerzeugung beschränkt. Dabei werden sowohl die Dachflächen als auch Freiflächen berücksichtigt. Das Solarthermiepotenzial wird hingegen nicht betrachtet.

#### PV-Dachflächen

Das Stadtgebiet von Pfarrkirchen kann bereits eine Vielzahl von Dachanlagen im Bestand vorweisen (siehe Abbildung 22).

Die Dächer mit bereits bestehenden Photovoltaikanlagen werden bei der Ermittlung des Solarpotenzials nicht berücksichtigt. Daher wird vom ermittelten elektrischen Gesamtpotenzial die derzeit jährliche elektrische Erzeugung der Bestandsanlagen abgezogen. Das Ergebnis der Potenzialanalyse ist somit das Zubaupotenzial der PV-Anlagen.

Zur Ermittlung des Solarpotenzials der Dachflächen wird einerseits auf die Geodaten des Bayerischen Vermessungsamtes zurückgegriffen. Andererseits werden Prämissen angesetzt.

In einem ersten Schritt wird die Eignung der Dachflächen je nach Dachausrichtung definiert. Als „sehr gut geeignet“ gelten dabei Dachflächen mit einer Südausrichtung und Flachdächer mit 30° Aufständigung nach Süden. Zu den „gut geeigneten“ Dachflächen zählen alle, die eine Südost- oder Südwestausrichtung aufweisen. Unter „bedingt geeigneten“ Dachflächen sind alle zu verstehen, die nach Westen, bzw. Osten ausgerichtet sind. Dachflächen mit einer Nordausrichtung gelten als „nicht geeignet“.

Im zweiten Schritt werden je nach Dachausrichtung und -neigung spezifische Kennwerte in kWh/ kWp nach der Software PV Sol zugewiesen (siehe Tabelle 9). Die Leistung wird vorher durch das Multiplizieren der Dachflächen mit 0,21 kWp/ m<sup>2</sup> [vgl. (Valentin Software GmbH)] ermittelt. Für Flachdächer wird ein dem Reihenabstand entsprechender Abminderungsfaktor veranschlagt.

Tabelle 9: spezifische Erträge [kWh/ kWp] je nach Dachausrichtung und -neigung

Neigung [°]	Ost [kWh/kWp]	Süd-Ost [kWh/kWp]	Süd [kWh/kWp]	Süd-West [kWh/kWp]	West [kWh/kWp]
80	710	889	931	859	688
70	783	968	1.021	941	751
60	849	1.040	1.095	1.014	812
50	907	1.086	1.148	1.067	870
40	947	1.125	1.179	1.102	920
30	986	1.129	1.181	1.119	964
20	1.022	1.128	1.161	1.118	1.001
10	1.040	1.102	1.116	1.095	1.032

Im dritten und letzten Schritt erfolgt die Ermittlung des PV-Potenzials unter Berücksichtigung aller Dachflächen. Dies geschieht anhand der Berechnung des Photovoltaikpotenzials pro Dachfläche unter Berücksichtigung etwaiger Abschläge.

Als Prämissen wird unter anderem eine Mindestfläche von 20 m<sup>2</sup> für PV-Anlagen angenommen. Diese werden über die LoD2-Daten ermittelt. Ferner wird ein Abschlag von 50 % für beispielsweise Verschattung, Dachgauben, Statik oder Kamine angesetzt. Zudem wird bei Flachdächern ein Abminderungsfaktor von 0,4 angenommen. Dies ist auf die Verhinderung gegenseitiger Verschattung zurückzuführen.

Abbildung 44 verdeutlicht grafisch das Solarpotenzial auf den Dachflächen der Stadt Pfarrkirchen.

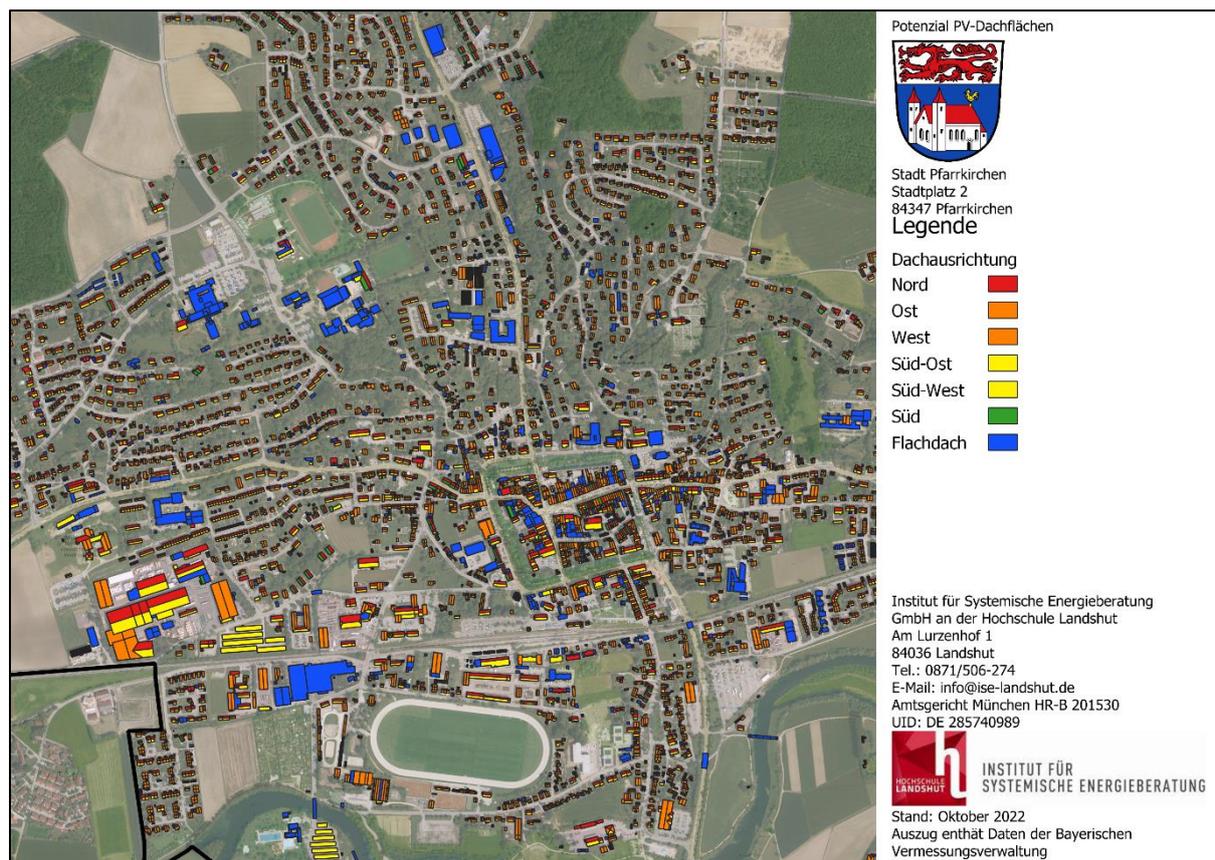


Abbildung 44: Solarpotenzial Dachflächen Pfarrkirchen

Unter Berücksichtigung von Ost- und Westdächern ergibt sich insgesamt eine maximal zu installierende Leistung von 83,7 MW<sub>p</sub>. Hieraus würde eine maximale Stromerzeugung von 89,8 GWh<sub>el</sub>/a resultieren. Bei einem Bestandsertrag von 20,9 GWh<sub>el</sub>/a ergibt sich somit ein derzeit ungenutztes technisches Zubaupotenzial von **68,8 GWh<sub>el</sub>/a**.

### PV-Freiflächen

Gemäß dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) sind Photovoltaik (PV)-Freiflächen zum einen auf Flächen, die sich längs von Autobahnen und Schienen in einer Entfernung von 200 m vom Rand der Befestigung befinden, privilegiert. Zum anderen dürfen sie auf bereits versiegelten Flächen oder Konversionsflächen errichtet werden [vgl. (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2017) abgerufen am 09.12.2022].

Durch das Stadtgebiet Pfarrkirchens verläuft eine Eisenbahnstrecke. Für die Ermittlung der Potenzialflächen sind, die in nachfolgender Tabelle dargestellten Restriktionen neben den Anforderungen des EEGs berücksichtigt worden. Außerdem sind die sich hieraus ergebenden Flächen im Rahmen der Steuerungsrunde besprochen worden. Darüber hinaus wurden nach Rücksprache mit der Stadt und den Stadtwerken zwei weitere Flächen im Norden Pfarrkirchens in der Potenzialermittlung berücksichtigt. Für diese existieren – teilweise schon konkrete

– Pläne, Freiflächen-PV-Anlagen zu errichten. Weitere Anlagen wären theoretisch in Pfarrkirchen über die Änderung der Flächennutzung denkbar. Hierfür gibt es einen Kriterienkatalog – in das Potenzial werden diese nicht aufgenommen.

Tabelle 10: Ausschlussbereiche Standortwahl

<b>Ausschlussgebiete</b>	<b>berücksichtigt</b>
<b>Umwelt</b>	
Naturschutzgebiete	X
Biosphärenreservat	X
Nationalpark	X
Naturparke	X
Nationale Naturmonumente	X
Vogelschutzgebiete	X
Landschaftsschutzgebiete	X
Fauna-Flora-Habitat Gebiete	X
Biotope	X
Heilquellenschutzgebiete	X
Trinkwasserschutzgebiete	X
Einzugsgebiete Wasserversorgung	X
Überschwemmungsgebiete	X
Hochwassergefahrenggebiete	X
<b>Natürliche Faktoren</b>	
Wald	X
Siedlung	X
Straßenverkehr	X
Sport Freizeit und Erholungsflächen	X
Flächen besonderer funktionaler Prägung	X
Fließgewässer	X
Stehende Gewässer	X
Sumpf	X
Moore	X
Gehölz	X

Das Ergebnis dieser Ausschlussbereiche spiegelt Abbildung 45 wider, in der die potenziellen, mitunter EEG-privilegierten, Freiflächen für eine Nutzung von Photovoltaik ausgewiesen sind.

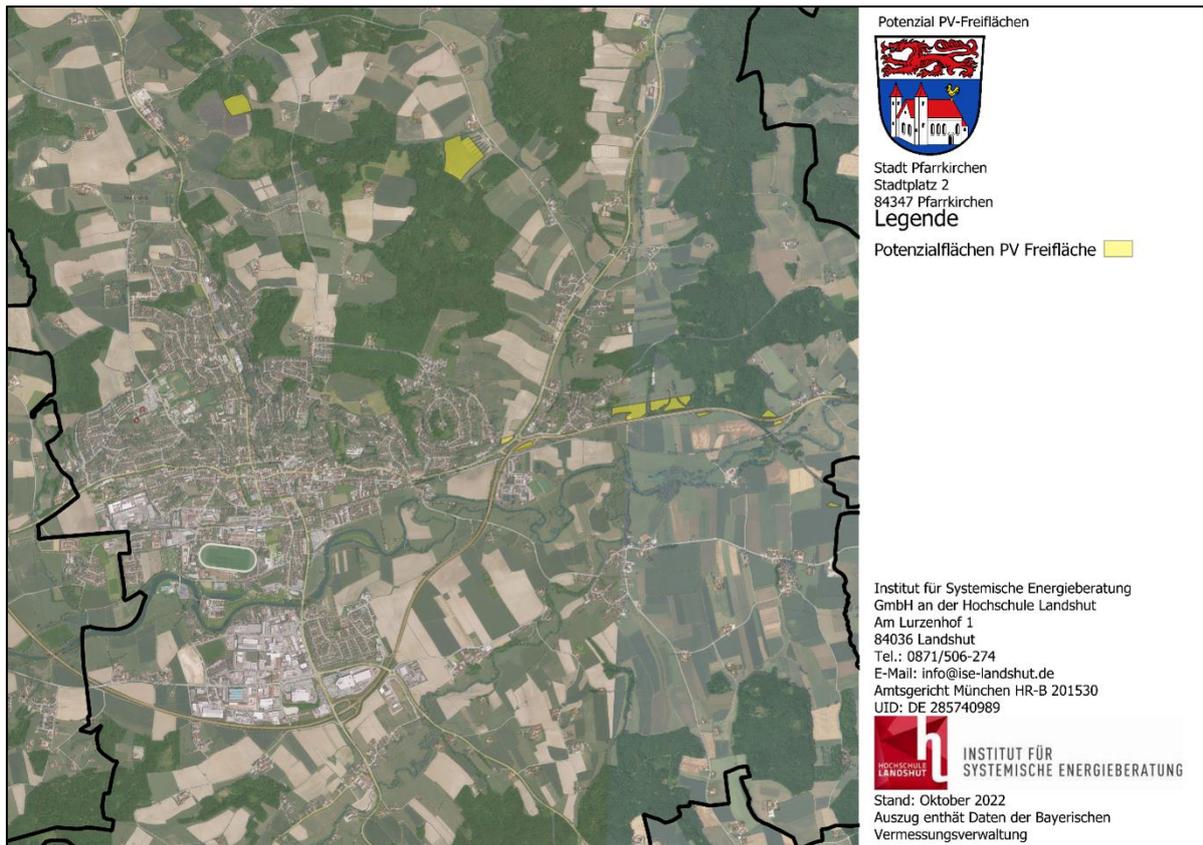


Abbildung 45: Berücksichtigte PV-Freiflächen in der Potenzialermittlung nach Rücksprache mit der Stadt Pfarrkirchen

Würde die komplette ausgewiesene Potenzialfläche von 5,9 ha belegt, ergäbe sich unter zusätzlicher Berücksichtigung der beiden nördlichen Flächen eine Gesamtleistung von ca. 9 MW<sub>p</sub>. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von **9,8 GWh<sub>el</sub>**.

## 5.5 Zusammenfassung der Potenziale für erneuerbare Energien

Durch Umsetzung der ermittelten Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien könnten zusätzlich jährlich rund **107 GWh elektrische Energie** und rund **3 GWh thermische Energie** bereitgestellt werden.

In den beiden nachfolgenden Abbildungen werden zusammenfassend sowohl die aktuelle Erzeugung durch Erneuerbare, das ermittelte Gesamtpotenzial sowie das ungenutzte Potenzial und die Übernutzung in den Bereichen Strom und Wärme grafisch dargestellt (vgl. Abbildung 46, Abbildung 47).

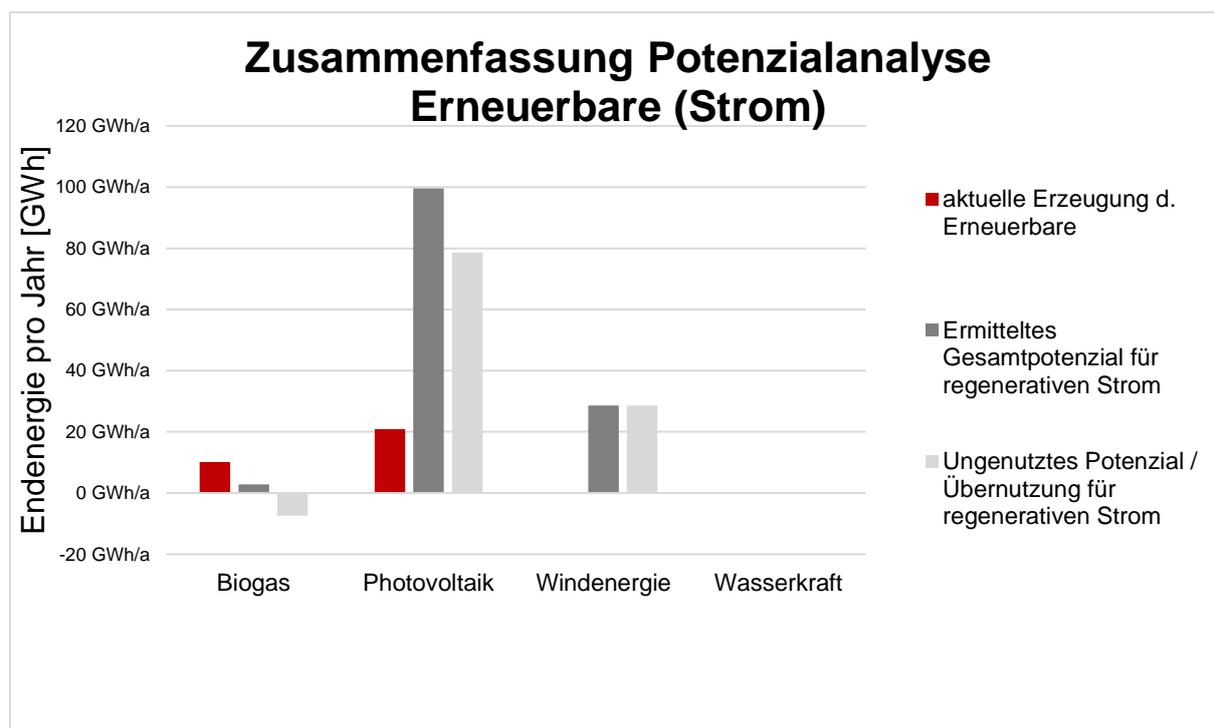


Abbildung 46: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Strom)

Es zeigt sich, dass der Stromverbrauch der Stadt Pfarrkirchen zu über 100 % durch regenerativen Strom, gedeckt werden könnte.

Im Bereich der thermischen Energie besteht insgesamt nur ein geringes Potenzial. Durch den bereits hohen Anteil an Holzheizungen in der Stadt Pfarrkirchen wird bereits ein Großteil des im Stadtgebiet vorhandenen Biomassepotenzials genutzt, sodass das bereits genutzte Potenzial das ermittelte Gesamtpotenzial übersteigt. Gleiches gilt für das Potenzial an Biogas. Weiterhin kann durch die vorherrschende Geologie um Pfarrkirchen ein Potenzial an Tiefengeothermie nicht sinnvoll genutzt werden. Wie in Kapitel 5.4.4 beschrieben, sollten die unterschiedlichen Möglichkeiten der oberflächennahen Geothermie weiterverfolgt werden.

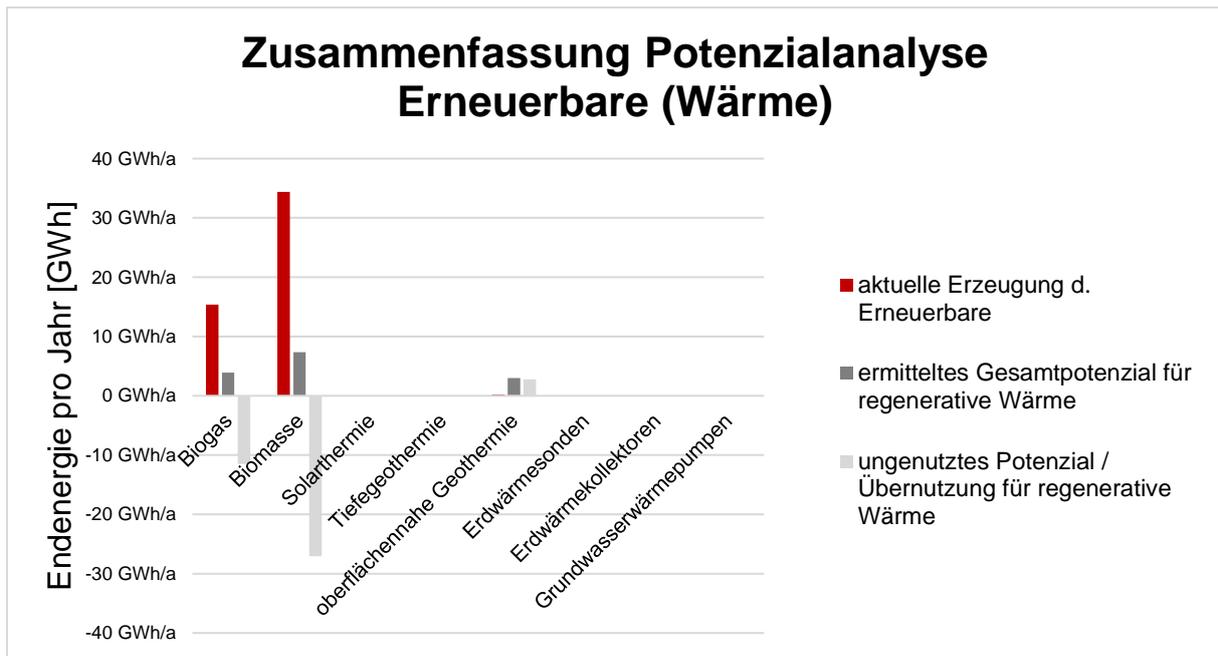


Abbildung 47: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Wärme)

Die hier aufgeführten Zubaupotenziale spiegeln lediglich die technischen Potenziale wider; eine detaillierte wirtschaftliche Bewertung im Nachgang ist notwendig. Ebenso bleiben Aspekte der Versorgungssicherheit, die Notwendigkeit des Netzausbaus oder Speicherung bei dieser Darstellung unberücksichtigt.

## 5.6 Auswirkungen auf die pro Kopf CO<sub>2</sub>-Emissionen

Durch die Umsetzung der Potenziale regenerativer Energien (Strom/ Wärme) kann, wie Tabelle 11 entnommen werden kann, ein Großteil der derzeitigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Pfarrkirchen vermieden werden.

Tabelle 11: Auswirkungen der Potenziale an Erneuerbaren Energien auf die pro Kopf CO<sub>2</sub>-Emissionen

Erneuerbare Energie	Technisches Potenzial in GWh/a		CO <sub>2</sub> -Einsparung (t/a)		Einsparung CO <sub>2</sub> -Emissionen (%)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Wind	28,6 GWh/a		12.020 t/a		12%	
Photovoltaik	78,7 GWh/a		30.045 t/a		30%	
Solarthermie		0,0 GWh/a		0 t/a		0%
oberflächennahe Geothermie		3,0 GWh/a		656 t/a		1%
<b>Summe</b>	<b>107,3 GWh/a</b>	<b>3,0 GWh/a</b>	<b>42.065 t/a</b>	<b>656 t/a</b>	<b>42%</b>	<b>1%</b>

Nachfolgende Abbildung 48 zeigt den pro Kopf CO<sub>2</sub>-Ausstoß in der Stadt Pfarrkirchen nach Umsetzung aller möglicher thermischer und elektrischer Einspar- und Effizienzmaßnahmen nach Szenarien (Referenzszenario/ Szenario KSP), unter Berücksichtigung des steigenden Energiebedarfs durch die Neubaugebiete Pfarrkirchens, der Potenziale im Bereich „Verkehr“ (Referenzszenario/ Szenario KSP) sowie nach Realisierung der erneuerbaren Energiepotenziale.

Damit ist es möglich, die pro Kopf Emissionen bei Umsetzung des Maximalpotenzials sowohl bei der Energieeinsparung als auch der erneuerbaren Energien auf rechnerisch 4,0 t (Referenzszenario) bzw. 3,3 t Tonnen (Klimaschutzprogramm) pro Kopf zu reduzieren.

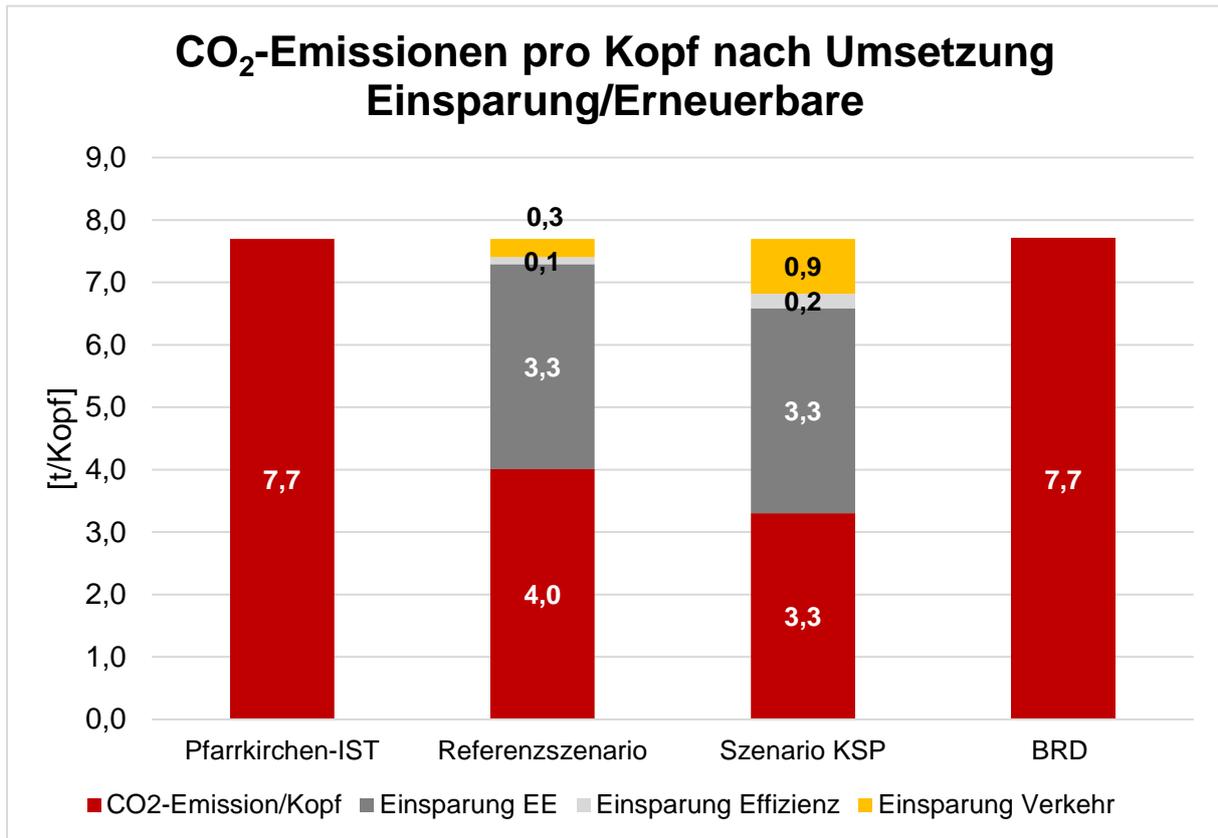


Abbildung 48: Pro Kopf CO<sub>2</sub>-Emissionen (rot) in der Stadt Pfarrkirchen nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale der Verbrauchergruppen (hellgrau), des Verkehrs (gelb) sowie der Potenziale erneuerbarer Energien (dunkelgrau)

## 6 Konzeptentwicklung Verkehr

Die Ergebnisse zum Schwerpunkt „Mobilität“ werden nachfolgend ausführlich beschrieben und dargestellt. In diesem Zusammenhang wird gemäß der Ausschreibung zunächst, dass Verkehrsaufkommen in Pfarrkirchen untersucht. Dabei sollen mögliche Veränderungspotenziale in den Bereichen Verkehrsvermeidung, Effizienzsteigerung, Nutzung nachhaltiger Kraftstoffe sowie die Verlagerung auf nachhaltige Verkehrsmittel geprüft werden. Die Entwicklung eines konkreten Ladeinfrastrukturkonzeptes für den innerstädtischen Bereich ist dabei Schwerpunkt der nachfolgenden Untersuchungen.

### 6.1 IST-Bestandsanalyse

#### Stadtbusse

Im Rahmen der IST-Bestandsanalyse soll zunächst das derzeitige Verkehrsaufkommen Pfarrkirchen analysiert werden. Wie anhand Abbildung 49 zu erkennen ist, gibt es in der Stadt Pfarrkirchen zwei Buslinien, die alle 30 min, bzw. alle 60 min an den Haltestellen halten. Linienebetreiber sind die Stadtwerke Pfarrkirchen gemeinsam mit dem Busunternehmen Mückenhäuser GmbH.

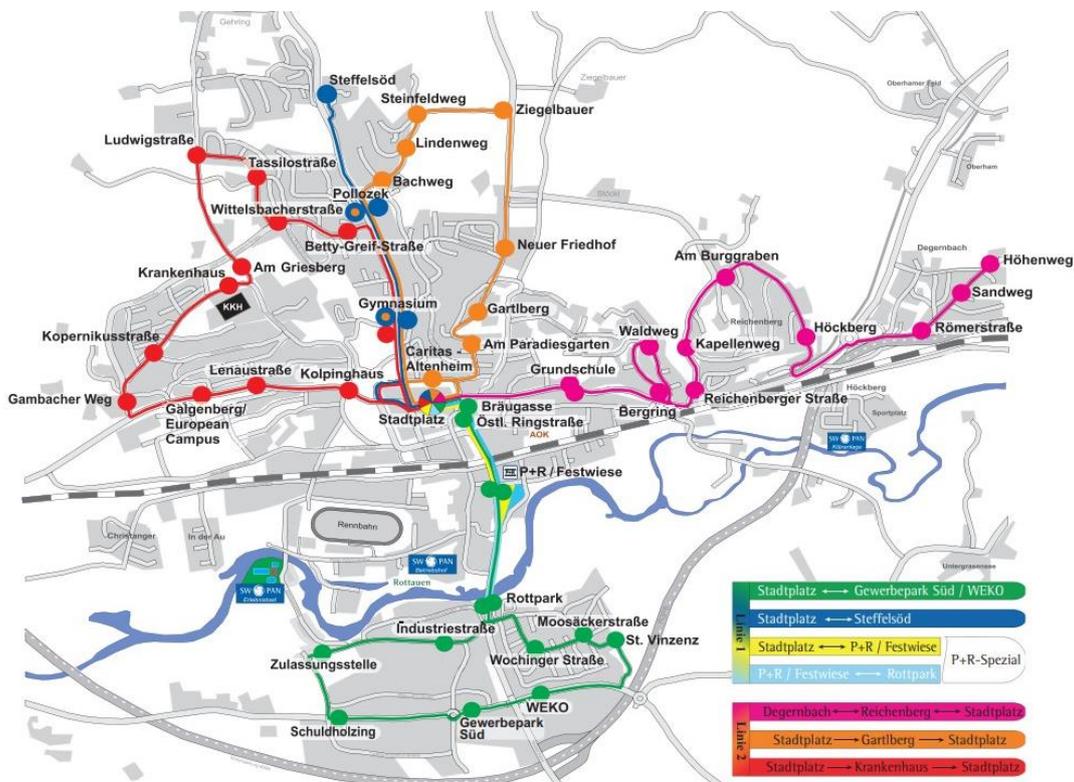


Abbildung 49: Streckenplan des Stadtbusse in Pfarrkirchen [vgl. (SWPAN, 2022) abgerufen am 09.12.2022]

Die Streckenlänge der Linie 1 beträgt 9,5 km und wird 25-mal am Tag gefahren. Linie 2 wird 12-mal täglich gefahren; die einfache Strecke beläuft sich auf 17,9 km. Insgesamt betragen die gefahrenen Strecken damit 238 km/Tag (Linie 1), bzw. 215 km/Tag (Linie 2). Dabei werden 51 Haltestellen angefahren und jährlich 230.061 Personen (Jahr 2019) befördert.

Seitens der Stadt/ den Stadtwerken wird/ werden bereits eine Vielzahl an Anreizen geschaffen, um die Attraktivität der Stadtbusse zu erhöhen. So kostet eine Zweier-Fahrkarte (Hin- und Rückfahrt) unabhängig von der Fahrstrecke nur 1,20 €. Ferner gibt es gesonderte Tarife für Erwachsene, Studenten, Kinder, Geh- und Schwerbehinderte. Ebenso gewährleisten die Busse einen barrierefreien Transport und es werden große P+R-Anlagen für Pendler angeboten. Ein fairer und preiswerter Transport für die Bürgerinnen und Bürger ist durch das bereits vorhandene Angebot somit gesichert.

Seitens der Stadt/ den Stadtwerken wird über eine dritte Stadtbuslinie nachgedacht, die zwischen dem Bahnhof und dem Campus verkehren soll. Allerdings gestaltet sich die Umsetzung schwer, da die Förderung des Stadtbusses im Jahre 2023 ausläuft und für den Erhalt des Förderprogramms eine EU-weite Ausschreibung notwendig ist. Um diesen Prozess zu umgehen, wird das Förderprogramm der Regierung abgewartet.

### **E-Mobilität**

Der gesamte PKW-Bestand in der Stadt Pfarrkirchen beläuft sich gemäß Kraftfahrtbundesamt (Stand: 10/2021) auf 8.183 Fahrzeuge. Davon sind – mit einem Anteil von rund 2,5 % – 205 Stück E-Fahrzeuge. Diese können an derzeit 13 öffentlichen Ladepunkten geladen werden. Diese befinden sich an folgenden Standorten:

- Carport Erlebnisbad (4 Ladepunkte)
- Park an der Sparkasse (2 Ladepunkte)
- Tiefgarage am Marienplatz (2 Ladepunkte)
- Großparkplatz am Bahnhof (2 Ladepunkte)
- Bahnhofstraße (2 Ladepunkte)
- Pflögstraße (1 Ladepunkt)

Weiterhin existieren zum derzeitigen Standpunkt weitere 21 von privaten Anbietern betriebene – sogenannte halböffentliche Ladepunkte – in Pfarrkirchen. Deren Standorte sind:

- ALDI-Süd (2 Ladepunkte)
- Rottal-Inn Kliniken (2 Ladepunkte)
- OMV-Tankstelle (2 Ladepunkte)
- Neuss-Autocenter (1 Ladepunkt)

- WEKO (8 Ladepunkte)
- Autohaus Schreiner & Wöllenstein (6 Ladepunkte)

Um auf Basis der derzeitigen Ladeinfrastruktur den aktuellen Ausbaustand weiter bewerten zu können ist der aktuelle T-Wert in Pfarrkirchen einmal mit und einmal ohne halböffentliche Ladepunkte und einmal mit und einmal ohne Hybridfahrzeuge ermittelt worden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Übersicht der T-Werte in der Stadt Pfarrkirchen

Ohne halböffentliche Ladepunkte	Inkl. halböffentliche Ladepunkte
<b>T-Wert (<u>ohne</u> Hybridfahrzeuge)</b> (102 E-Fahrzeuge / 13 Ladepunkte) = 7,8	<b>T-Wert (<u>ohne</u> Hybridfahrzeuge)</b> (102 Fahrzeuge / 21 Ladepunkte) = 4,9
<b>T-Wert (<u>inkl.</u> Hybridfahrzeuge)</b> (205 E-Fahrzeuge / 13 Ladepunkte) = 15,8	<b>T-Wert (<u>inkl.</u> Hybridfahrzeuge)</b> (205 E-Fahrzeuge / 21 Ladepunkte) = 9,8
Die EU-Richtlinie peilt einen T-Wert von 10 an.	

Der T-Wert zeigt dabei an, wie viele E-PKW (Angaben KFZ-Zulassungsstelle) sich einen öffentlich zugänglichen Ladepunkt teilen müssen. Die private Ladesäuleninfrastruktur wird hierbei nicht erfasst. Ziel der Europäischen Union ist ein T-Wert von 10. Es zeigt sich, dass der T-Wert der Stadt Pfarrkirchen ohne halböffentliche Ladesäulen, aber inkl. Hybridfahrzeuge, bei 15,8 und damit über dem von der EU angestrebten T-Wert liegt. Ohne Berücksichtigung der Hybridfahrzeuge liegt der T-Wert bei 7,8, sodass der Zielwert unter diesem Blickwinkel bereits erreicht ist.

### Radinfrastruktur

Erste Maßnahmen, um die Bürgerinnen und Bürger zur Nutzung des Fahrrads zu motivieren haben bereits stattgefunden. So wurde im Jahr 2022 – über einen Zeitraum von drei Wochen – erstmalig ein sogenanntes Stadtradeln durchgeführt. Insgesamt 75 aktive Fahrradfahrer haben sich daran beteiligt.

Weiterhin können seitens der Bevölkerung Verbesserungsvorschläge bezüglich der Radinfrastruktur angebracht werden. Dies erfolgt über die App „RADar!“. Der Stadt wird es so ermöglicht, etwaige Schwachstellen zu identifizieren, entsprechende Maßnahmen zu prüfen und diese auch umzusetzen.

Im Zuge der Errichtung einer weiteren Ladesäule für Elektrofahrzeuge in der Bahnhofstraße, sollen dort auch für E-Bikes entsprechende Lademöglichkeiten geschaffen werden.

## 6.2 Grundsätzliche Maßnahmen Mobilität

### Varianten alternativer Kraftstoffe für die Stadtbusflotte

Eine Möglichkeit, die Treibhausgasemissionen in der Stadt Pfarrkirchen zu reduzieren ist die Umstellung der Stadtbusse auf einen elektrischen Antrieb. Dadurch könnten neben den Schadstoffemissionen auch die Lärmemissionen reduziert werden. Die Möglichkeit, die bisherigen Buslinien trotz des bergigen Profils Pfarrkirchens mit einem E-Bus zu befahren wurde seitens der Stadt/ den Stadtwerken bereits geprüft und als umsetzbar bewertet. Allerdings würde die Umstellung der Busflotte bedeuten, Lademöglichkeiten der Fahrzeuge bereitstellen zu müssen. Diese könnten wie folgt aussehen:

- Stationäre Ladesäulen
- Induktivladestationen
- weitere innovative Lademöglichkeiten

Die Reichweite eines elektrischen Stadtbusses beläuft sich auf rund 350 km, sodass theoretisch keine zusätzlichen Schnellladestationen auf den derzeitigen Buslinien notwendig wären.

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen würde den Bezug von erneuerbarem Strom erfordern. Dieser könnte innerhalb der Stadt eigenständig erzeugt werden (siehe Kapitel 5.4). Ein wesentlicher Vorteil der E-Busse besteht in geringen Betriebs- und Wartungskosten im Vergleich zur dieselbetriebenen Alternative, sowie der Energierückgewinnung beim Bremsen.

Das Modell Lion's City 10E des Herstellers MAN könnte als Alternative der bisherigen Fahrzeuge angeschafft werden. Ein solcher Bus wäre mit Anschaffungskosten von etwa 530.000 € – 600.000 € verbunden. Eine stationäre Ladesäule mit weiteren ca. 25.000 €. Ein Vergleich der verbrauchsgebundenen Kosten zeigt, dass ein E-Bus unter den angesetzten Prämissen deutliche Vorteile gegenüber einer dieselbetriebenen Referenzvariante bietet.

- E-Bus:
  - Linie 1:  $1,6 \text{ kWh/km} \times 238 \text{ km} \times 0,3 \text{ €/kWh} = 114 \text{ €/Tag}$
  - Linie 2:  $1,6 \text{ kWh/km} \times 215 \text{ km} \times 0,3 \text{ €/kWh} = 103 \text{ €/Tag}$
  - Gesamt = 217 €/Tag**
- Diesel-Bus:
  - Linie 1:  $0,4324 \text{ l/km} \times 238 \text{ km} \times 2,1 \text{ €/l} = 216 \text{ €/Tag}$
  - Linie 2:  $0,4324 \text{ l/km} \times 215 \text{ km} \times 2,1 \text{ €/l} = 195 \text{ €/Tag}$
  - Gesamt = 411 €/Tag**

Die Umrüstung der Busflotte wird seitens des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert. So werden die Investitionsmehrausgaben in einen E-Bus gegenüber einem fossilbetriebenen Bus mit einer Förderquote von maximal 80 % bezuschusst. Darüber hinaus ist auch die Errichtung von Ladsäulen förderbar. Seitens bayern-innovativ werden je Ladepunkt max. 1.500 € zur Verfügung gestellt. Ferner werden die förderfähigen Ausgaben der Lade-, Betankungs- und Wartungsinfrastruktur mit einer Quote von 40 % bezuschusst. Für kleine und mittlere Unternehmen ist eine Erhöhung um 10 % – 20 % durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr möglich. Bei Ladestationen ist eine Doppelförderung mit weiteren Mitteln – beispielsweise durch die KfW Bankengruppe – realisierbar.

Als Alternative zur Elektrifizierung der Busflotte bietet sich die Nutzung von Wasserstoff als Treibstoff an. Die Busse eignen sich besonders für längere Strecken (Überland), da sie im Vergleich zu E-Bussen weniger oft getankt werden müssen. Ferner werden während der Fahrt keine schädlichen Emissionen ausgestoßen. Auch hier sollte der Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien gewonnen werden. Beispielsweise könnte durch PV-Module und eine Elektrolyseanlage eigens sogenannter grüner Wasserstoff produziert und damit die Busse betankt werden. Alternativ ist auf Wasserstofftankstellen zurückzugreifen. Allerdings kann zum momentanen Zeitpunkt noch auf keine flächendeckende Infrastruktur zurückgegriffen werden. So ist die – von Pfarrkirchen ausgehend – nächste Wasserstofftankstelle in Landshut verortet. Die Investitionskosten eines Wasserstoffbusses belaufen sich auf etwa 700.000 €. Auch hier können die Investitionsmehrkosten gegenüber einer fossilen Referenzvariante über das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur bezuschusst werden. Entsprechend werden maximal 80 % der förderfähigen Mehrausgaben gefördert.

Als dritte Möglichkeit könnte Biogas genutzt werden. Mittels Bezugs aus den vor Ort in Pfarrkirchen vorhandenen Biogas-Anlagen (siehe Kapitel 5.4.3) könnte das regenerativ und regional nachhaltig hergestellte Biogas nach Aufbereitung zu Biomethan im Motor verbrannt werden (sehr gute Ökobilanz). Dies erscheint jedoch aufgrund der Lage (Abstände zueinander) der einzelnen Biogasanlagen in Pfarrkirchen sowie der teilweisen geringen Leistungsgröße der einzelnen Anlagen schwierig realisierbar (zentrale vs. dezentrale Aufbereitungsanlagen). Allerdings wäre es auch hier von Vorteil eine eigene Infrastruktur zur Betankung der Busse zu errichten (die nächste Biogastankstelle ist in Straubing verortet). Die Anschaffungskosten sind gegenüber einem herkömmlichen Diesel-Bus nur leicht erhöht. So kostet ein Bus in etwa 250.000 €. Auch hier ist die verantwortliche Förderstelle das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Allerdings beläuft sich die maximale Förderquote in diesem Fall auf 40 % der förderfähigen Mehrausgaben gegenüber einer fossilen Referenzvariante. Jedoch nur, wenn die Busse bilanziell zu 100 % mit aus Biogas erzeugtem Methan betrieben werden.

In Tabelle 13 sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten eines alternativen Kraftstoffes noch einmal gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass ein rein elektrisch betriebener Stadtbus am einfachsten umzusetzen ist. Seitens der Stadt/ den Stadtwerken ist die Umrüstung der Busflotte bereits in Planung. Die Ausschreibung des ÖPNV ist bereits auf die Nutzung von E-Bussen angepasst. Eine Vergabe soll 2023 erfolgen.

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Varianten alternativer Kraftstoffe

Elektrisch	Wasserstoff	Biogas
aufgrund des kurzen Streckennetzes in Pfarrkirchen von Vorteil	kurze Ladedauer	Zusammenarbeit mit Landwirten aus der Umgebung möglich
billiger als Wasserstoff	grüner Wasserstoff kann nachhaltig hergestellt werden	große positive Umweltvorteile
Strom kann aus erneuerbaren Energien gewonnen werden		geringe Mehrkosten bei den Anschaffungskosten
hohe Anschaffungskosten	keine Landemöglichkeit im Umkreis	Biogastankstelle notwendig
lange Ladezeiten	hohe Anschaffungskosten	große Mengen müssen lokal bezogen werden können
	schlechter Gesamtwirkungsgrad	hoher logistischer Aufwand
		Umrüstung der Biogasanlagen notwendig (Biomethanherzeugung)

### 6.3 Ladeinfrastrukturkonzept

Auf Grundlage definierter Bewertungskriterien sollen mögliche Standorte für den Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur in Pfarrkirchen identifiziert werden.

Wie im vorherigen Kapitel bereits dargelegt, gibt es in Pfarrkirchen derzeit 13 öffentliche sowie 21 halböffentliche Ladepunkte. Um die Entwicklung der Elektromobilität in Pfarrkirchen besser abschätzen zu können und damit den zusätzlichen Bedarf einer flächendeckenden Ladesäuleninfrastruktur, wird die Prognose des Experten Detlef Borscheid (Stand 2020) für die Entwicklung des E-PKW-Bestandes in Deutschland als Grundlage für weitere Berechnungen gewählt [vgl. (Borscheid) abgerufen am 12.06.2021]. So zeigt Abbildung 50, dass sich der E-Fahrzeugbestand in den nächsten Jahren deutlich erhöhen wird.

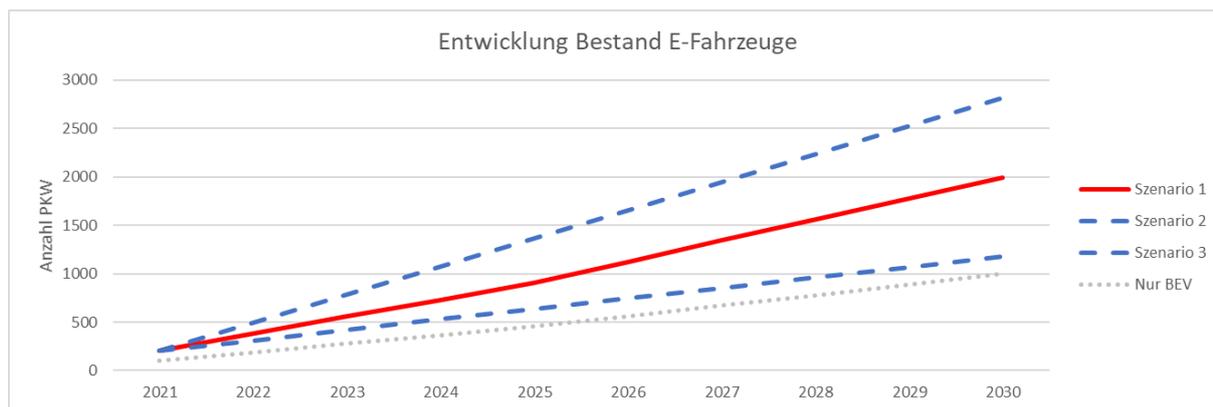


Abbildung 50: Entwicklung E-Fahrzeugbestand nach einer Prognose von Detlef Borscheid

Dabei wird angenommen, dass der Bestand an E-PKW im Jahr 2025 rund 11,1 % und im Jahr 2030 knapp 24,4 % betragen wird, sodass rund ein Viertel des PKW-Bestandes in Deutschland auf elektrobetriebene Kraftfahrzeuge zurückgehen wird. Insgesamt wird zwischen 3 Szenarien unterschieden. Szenario 1 bildet dabei das Kernszenario, in welchem unterstellt wird, dass bis 2025 900 E-Fahrzeuge (rein elektrische und Plug-in-Hybride) und bis 2030 2.000 E-Fahrzeuge angemeldet sein werden. Szenario 2 und 3 sind als prozentuale Korridore zu Szenario 1 zu verstehen. So wird angenommen, dass in Szenario 2 mehr E-angetriebene Fahrzeuge zugelassen sein werden als in Szenario 1 und in Szenario 3 entsprechend weniger. Ferner wird unterstellt, dass bis 2030 1.000 rein elektrische Fahrzeuge zugelassen sein werden. Aufgrund der Tatsache, dass es äußerst schwierig ist, sämtliche privat installierte Wallboxen in der Stadt Pfarrkirchen zu erfassen, sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass diese nicht in die Betrachtung eingehen. So sind den Stadtwerken Pfarrkirchen 66 privat installierte Wallboxen bekannt; die Dunkelziffer sollte nach Aussagen der Stadtwerke jedoch deutlich höher liegen.

Auf Basis der Szenarien soll der notwendige Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur in der Stadt Pfarrkirchen definiert werden. Abbildung 51 prognostiziert die in Pfarrkirchen notwendigen Ladepunkte unter Berücksichtigung des T-Werts der EU-Kommission (siehe oben) und des Zuwachs an E-Fahrzeugen.

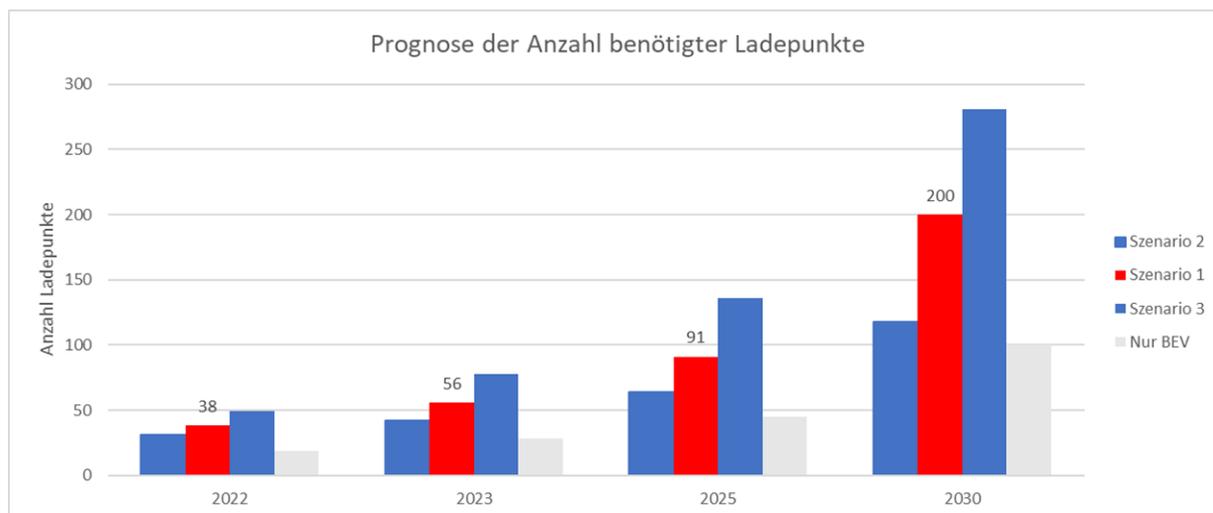


Abbildung 51: Prognose der benötigten Ladepunkte auf Basis des T-Wertes der EU-Kommission

Es zeigt sich, dass unter Berücksichtigung des T-Wertes der EU-Kommission – welcher eine öffentliche Ladesäule auf zehn Elektrofahrzeuge empfiehlt – bereits im Jahr 2022 38 Ladepunkte benötigt werden. Somit würden zum momentanen Zeitpunkt bereits 25 Ladepunkte fehlen (ohne Berücksichtigung der halböffentlichen Ladepunkte), um eine flächendeckende Ladesäuleninfrastruktur gewährleisten zu können. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der halböffentlichen Ladepunkte stehen aktuell insgesamt 34 Ladepunkte zur Verfügung. Damit liegt die Stadt Pfarrkirchen leicht unterhalb der theoretisch benötigten 38 Ladepunkte.

In den nächsten Jahren ist davon auszugehen, dass der Bedarf weiter rasant ansteigen wird, sodass der Ausbau nachhaltig forciert werden muss. Dies wird auch in Anbetracht der Prognose der bayerischen Landesregierung deutlich. So werden gemäß dieser bis zum Jahr 2030 bayernweit 70.000 Ladepunkte benötigt. Gemessen an der Einwohnerzahl Pfarrkirchens, würde dies einer Nachfrage nach 70 Ladepunkten entsprechen. Nach Abzug der vorhandenen (öffentlichen) Ladepunkte ergibt sich ein benötigter Zubau von 57 Ladepunkten bis 2030, woraus bei linearer Verteilung des Bedarfs jährlich sechs öffentliche Ladepunkte zu installieren wären.

Nach Klärung des Bedarfs gilt es weiterhin die Frage zu stellen, wo die zusätzlich benötigten Ladepunkte erreicht werden sollen. Für die Standortwahl bietet sich ein systematisches Vorgehen im Geoinformationssystem (GIS) an. Dadurch können in einem ersten Schritt verschiedene relevante Einrichtungen dargestellt und potenzielle Ladebereiche mit entsprechenden Kreisen (Radius = 150 m) markiert werden (siehe Abbildung 52).

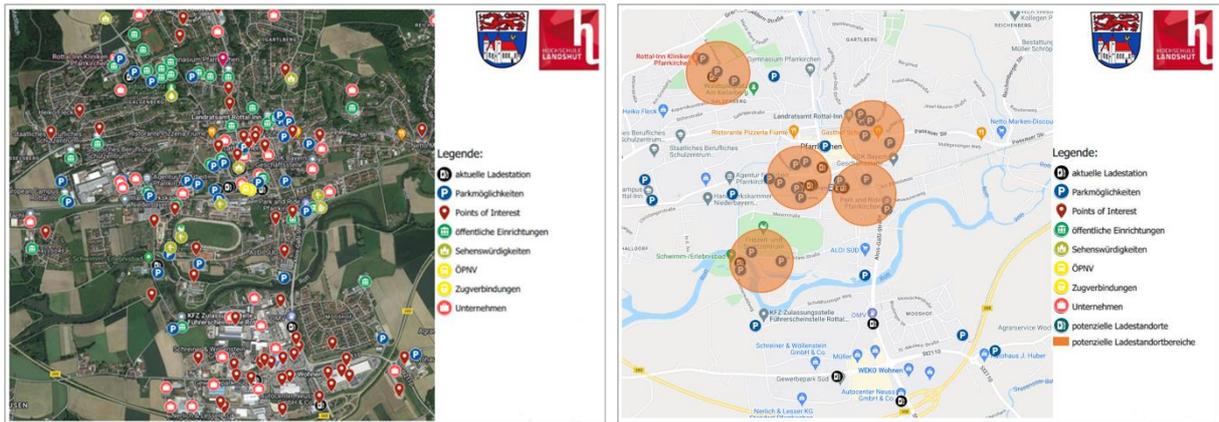


Abbildung 52: Systematische Identifizierung potenzieller Standorte für die Errichtung von Ladesäulen

Hieraus resultiert eine erste Auswahl potenzieller Standorte (siehe Abbildung 53).



Abbildung 53: Auswahl potenzieller Standorte für die Errichtung von Ladesäulen

Diese werden anschließend genauer analysiert und weiter priorisiert. Dabei werden neben Eignungskriterien auch Ausschlusskriterien berücksichtigt, die als absolutes K.O.-Kriterium zu verstehen sind. Diese sind:

- Verfügbarkeit der Fläche
- Berufliche oder technische Belange der Fläche
- Städtebauliche Eignung
- Status der Fläche
- Spezielle Schutznormen

Werden keine Ausschlusskriterien erfüllt, wird der Standort als Möglichkeit zur Errichtung von Ladepunkten definiert. Die anschließende Bewertung der Eignungskriterien erfolgt dann anhand einer Nutzwertanalyse, sowohl aus Anbieter-/ als auch aus Nutzerperspektive mit folgenden Kriterien und unterschiedlicher Gewichtung:

Anbieterperspektive:

- Wirtschaftlichkeit
- Erweiterbarkeit
- Netzabdeckung
- Doppelung

Nutzerperspektive

- Attraktivität
- Komplexität
- ÖPNV
- Sicherheit
- Parkdruck

Die Eignungskriterien dienen als Multiplikator und werden mit einem Bewertungsschlüssel (1 bis 5) multipliziert. Nachfolgende Abbildung 54 zeigt die Ergebnisse der Nutzwertanalyse und die somit definierten und priorisierten Standorte für die Installation von Ladepunkten.



Abbildung 54: Identifizierte best-of-Standorte möglicher Ladepunkte als Ergebnis der Nutzwertanalyse

Diese einzelnen Standorte werden nachfolgend aufgezeigt und – neben der bereits erfolgten quantitativen Bewertung – zusätzlich qualitativ bewertet.

- **Tiefgarage**

Auch an diesem Standort sind bereits zwei Ladepunkte installiert. Die Problematik am Marienplatz besteht darin, dass die Stellplätze durch vermietete Stellplätze und Dauerparker stark eingeschränkt sind. Sollten weitere E-Plätze vergeben werden, ist von einem weiteren Platzmangel auszugehen. Die grundsätzliche Infrastruktur wäre jedoch vorhanden, sodass es zu empfehlen ist, die Installation weiterer Ladepunkte zu prüfen.

- **Innenstadt 1**

In der Innenstadt sind Anfang 2023 drei weitere Ladepunkte installiert worden. Diese verteilen sich auf die Pflögstraße (1 Ladepunkt in Form einer Schnellladesäule) und die Bahnhofstraße (2 Ladepunkte).

- **Landratsamt**

Nach Rücksprache mit Herrn Hofbauer und Herrn Leitl ist an diesem Standort bereits eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten (Doppellader) vorhanden. Die Möglichkeit des weiteren Ausbaus wird als hoch eingeschätzt, jedoch ist die Nachfrage zum momentanen Zeitpunkt zu gering. Eine Handhabe/ Einflussnahme bezüglich der Installation von Ladesäulen ist auch an diesem Standort seitens der Stadt nicht gegeben. Aufgrund

des zu erwartenden Anstiegs der Nachfrage, wird das Potenzial dennoch als hoch bewertet.

- **Park and Ride (P+R)**

Die P+R-Fläche erweist sich als äußerst vielversprechend, weitere Ladepunkte zu installieren. Der Standort ist netzseitig gut angebunden und die zu erwartende Nachfrage wird als hoch eingeschätzt.

- **Bahnhof 1**

Die am Bahnhof bereits vorhandenen Ladepunkte sind derzeit nicht stark ausgelastet, sodass eine Erweiterung um weitere Ladepunkte zum momentanen Zeitpunkt als nicht vielversprechend bewertet wird. Allerdings könnte der Standort in Zukunft vor allem für Pendler an Bedeutung gewinnen. Entsprechend ist dieser in zukünftigen Planungen weiter einzubeziehen.

- **Stadthalle 1**

Die Stadthalle befindet sich im Eigentum der Stadt, sodass die Installation neuer Ladepunkte grundsätzlich einfach umzusetzen ist. Entsprechend ist auch dieser Standort in den weiteren Planungen zu berücksichtigen.

Ergänzende Informationen zu halböffentlichen Ladepunkten:

- **VR-Bank**

Bereits angedacht ist es, E-Ladesäulen zu installieren. Allerdings sollen diese nur von den Angestellten der VR-Bank genutzt werden können und entsprechend nicht öffentlich zugänglich sein.

- **Sparkasse**

Auch bei der Sparkasse sollen halböffentliche Ladesäulen errichtet werden.

Seitens der Shell-Tankstelle in Pfarrkirchen wurde der Netzausbau im Hinblick auf die Errichtung von vier halböffentlichen Schnellladesäulen in der Arnstdorfer Straße angefragt. Das Ergebnis dieser Anfrage ist noch offen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass

- derzeit in Pfarrkirchen insgesamt 34 Ladepunkte (13 öffentliche und 21 halböffentliche) installiert sind.
- weitere Ladepunkte bereits beschlossen, bzw. in Planung sind (VR-Bank, Sparkasse)
- aufgrund der allgemeinen Entwicklung auch in Pfarrkirchen mit einem massiven Anstieg an E-Autos zu rechnen ist,

- dies die Notwendigkeit eines deutlichen weiteren Ausbaus der Ladeinfrastruktur bedingt,
- entsprechende finanzielle und personelle Ressourcen hierfür zeitnah bereitgestellt sowie die Verantwortungen geklärt werden sollten,
- vorhandene Fördermöglichkeiten für den Ausbau der Ladeinfrastruktur genutzt werden sollten.

## 7 Fazit

Der Anteil regenerativer Energien am Stromverbrauch liegt bei 62 % und der Anteil der Erneuerbaren bei der Wärme liegt bei 20 %.

Mittels der durchgeführten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2020 konnte der Endenergieverbrauch (2020: 401 GWh) sowie die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf (2020: 7,7 t/ Kopf) der Stadt Pfarrkirchen ermittelt werden.

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 in der Stadt Pfarrkirchen deutlich zu senken, müssen sowohl elektrische als auch thermische Einsparpotenziale in den Verbrauchergruppen gehoben als auch der Ausbau der erneuerbaren Energien vorangetrieben werden. Werden zusätzlich die Einsparpotenziale des Verkehrs realisiert, könnten die pro Kopf CO<sub>2</sub>-Emissionen auf rechnerisch max. 4,0 t (Referenzszenario) bzw. 3,3 t (Klimaschutzprogramm) reduziert werden.

Die Einspar- und Effizienzpotenziale sowie die Nutzung des technisch möglichen Zubaupotenzials erneuerbarer Energien sollten daher bestmöglich erschlossen werden.

Um den erwarteten Zuwachs der Elektromobilität decken zu können, sollte perspektivisch weiter die Ladeinfrastruktur ausgebaut werden. Dazu sollten bis zum Jahr 2030 ca. 200 Ladepunkte (Ziel-EU-Kommission) bzw. 70 Ladepunkte (Ziel Bayern) zu Verfügung stehen, um einen flächendeckenden Ausbau der Ladeinfrastruktur gewährleisten zu können.

Ferner sollte die Möglichkeit der Umrüstung der Busflotte auf alternative Kraftstoffe weiterverfolgt werden. Als zielführendste Lösung wird dabei die Elektrifizierung der Busflotte erachtet.

Die im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Maßnahmen, insbesondere die, die priorisiert worden sind, sollten ferner im Fokus der Umsetzung stehen.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird die erfolgreiche Einbeziehung der Verbraucher „Private Haushalte“ sein. Hierzu müssen die Bürgerinnen und Bürger von der Notwendigkeit der Veränderungen im Energiebereich überzeugt und für die Dringlichkeit der Energiewende sensibilisiert werden.

Es ist daher zielführend weiter aktiv auf Bürger und Bürgerinnen sowie Unternehmen zuzugehen und diese kontinuierlich zu informieren.

## Literaturverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien (2020). Endenergieverbrauch nach Strom Wärme und Verkehr. Online verfügbar unter <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr> (abgerufen am 22.06.2022).
- Agentur für Erneuerbare Energien (Hrsg.) (2021). ANTEILE ERNEUERBARER ENERGIEN AN STROM, WÄRME UND VERKEHR IN DEUTSCHLAND 1990-2020. Online verfügbar unter <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/anteile-der-erneuerbaren-energien-in-den-sektoren> (abgerufen am 20.06.2022).
- Anlage 9 GEG - Einzelnorm vom 01.11.2020.
- Bayerische Staatskanzlei (2021). BayKlimaG: Art. 2 Minderungsziele - Bürgerservice. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKlimaG-2> (abgerufen am 20.06.2022).
- Bayerische Staatsregierung für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2022). Wärmebelegungsdichte. Online verfügbar unter <https://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas/lexikon/w-z/waermebelegungsdichte.html> (abgerufen am 22.06.2022).
- Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2022). Tiefe Geothermie. Online verfügbar unter [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_geothermie/tiefe.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_geothermie/tiefe.html) (abgerufen am 22.06.2022).
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2021a). Demographie-Spiegel für Bayern Stadt Pfarrkirchen Berechnungen bis 2033. Online verfügbar unter [https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet\\_bevoelkerung/demographischer\\_wandel/demographische\\_profile/09190132.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09190132.pdf) (abgerufen am 21.06.2022).
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2021b). Statistik kommunal 2020 Bayern 09 Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten. Online verfügbar unter [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik\\_kommunal/2020/09.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2020/09.pdf) (abgerufen am 21.06.2022).
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2022). Statistik kommunal 2021 Stadt Pfarrkirchen 09 190 132 Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten. Online verfügbar unter [https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik\\_kommunal/2021/09190132.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2021/09190132.pdf) (abgerufen am 21.06.2022).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2016). Erdwärme - die Energiequelle aus der Tiefe. Online verfügbar unter [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_20\\_erdwaerme.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_20_erdwaerme.pdf) (abgerufen am 22.06.2022).

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021). Behandlung von Bioabfällen und Grüngut in Bayern. Online verfügbar unter [https://www.lfu.bayern.de/abfall/bioabfall\\_gruengut/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/abfall/bioabfall_gruengut/index.htm) (abgerufen am 22.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium des Inneren, für Sport und Integration (2021). Kommunale Gliederung. Online verfügbar unter <https://www.stmi.bayern.de/kub/kommunalegliederung/index.php> (abgerufen am 20.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz/Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2007). Oberflächennahe Geothermie Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund Ein Überblick für Bauherren, Planer und Fachhandwerker in Bayern. Online verfügbar unter [https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwi/Energie/Rohstoffe/2021-10-20\\_Geothermie.pdf](https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Energie/Rohstoffe/2021-10-20_Geothermie.pdf) (abgerufen am 22.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2022). UmweltWissen-Klima und Energie oberflächennahe Geothermie Bayerisches Landesamt für Umwelt. Online verfügbar unter [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_107\\_oberflaechennahe\\_geothermie.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_107_oberflaechennahe_geothermie.pdf) (abgerufen am 30.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (2011). Leitfaden Energienutzungsplan. Online verfügbar unter [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000008?SID=1211489049&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:1325,AARTxNR:stmug\\_klima\\_00003,AARTxNODENR:17783,USERxBO-DYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000008?SID=1211489049&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:1325,AARTxNR:stmug_klima_00003,AARTxNODENR:17783,USERxBO-DYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X) (abgerufen am 22.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie (2015). Bayerisches Energieprogramm für eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung. Online verfügbar unter [https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwi/publikationen/pdf/2018-06-20\\_Bayerisches\\_Energieprogramm\\_2018.pdf](https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/publikationen/pdf/2018-06-20_Bayerisches_Energieprogramm_2018.pdf) (abgerufen am 21.06.2022).
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2020). Energie-Atlas Bayern. Online verfügbar unter [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_energie/daten/strom.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/strom.html) (abgerufen am 21.06.2022).

- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2021). Energieatlas Bayern. Online verfügbar unter <https://www.energieatlas.bayern.de/> (abgerufen am 22.06.2022).
- BMUV (2016). Bundesumweltministerin Barbara Hendricks unterzeichnet das Pariser Klimaabkommen - BMUV-Pressemitteilung. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesumweltministerin-barbara-hendricks-unterzeichnet-das-pariser-klimaabkommen/> (abgerufen am 20.06.2022).
- BMWK (2020). Entwicklung der Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019 (in Tonnen). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153528/umfrage/co2-ausstoss-je-einwohner-in-deutschland-seit-1990/> (abgerufen am 22.06.2022).
- BMWK (2020). Entwicklung der Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019 (in Tonnen). Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153528/umfrage/co2-ausstoss-je-einwohner-in-deutschland-seit-1990/> (abgerufen am 20.06.2022).
- BMWK (2022). Habeck: „Das Osterpaket ist der Beschleuniger für die erneuerbaren Energien“. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/04/20220406-habeck-das-osterpaket-ist-der-beschleuniger-fur-die-erneuerbaren-energien.html> (abgerufen am 22.06.2022).
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2022). BEG Einzelmaßnahmen. Online verfügbar unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html;jsessionid=A497849DF81962D7B451C1DAF50BB1DB.2\\_cid381](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html;jsessionid=A497849DF81962D7B451C1DAF50BB1DB.2_cid381) (abgerufen am 11.07.2022).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende Die Energie der Zukunft Berichtsjahr 2017 - Kurzfassung. Online verfügbar unter [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-monitoring-energiewende-kurzfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-monitoring-energiewende-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (abgerufen am 21.06.2022).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2017). Das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Online verfügbar unter [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=401818](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=401818) (abgerufen am 30.06.2022).
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (2022). La-de-säu-len-kar-te. Online verfügbar unter

- <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html> (abgerufen am 22.06.2022).
- Bundesregierung (2021). MEHR FORTSCHRITT WAGEN BÜNDNIS FÜR FREIHEIT, GERECHTIGKEIT UND NACHHALTIGKEIT KOALITIONSVERTRAG ZWISCHEN SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN UND FDP. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1> (abgerufen am 22.06.2022).
- Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V. (2013). Wie funktioniert die Wärmepumpe? Online verfügbar unter <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/> (abgerufen am 30.06.2022).
- Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. (2022). Heizungsmodernisierung – ein Kostenvergleich. Online verfügbar unter <https://www.carmen-ev.de/2022/03/20/heizungsmodernisierung-im-einfamilienhaus-ein-kostenvergleich/> (abgerufen am 11.07.2022).
- Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH. In:
- Die Bundesregierung (2020). CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008> (abgerufen am 11.07.2022).
- Die Bundesregierung (2022). Das Energiekonzept 2050. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/997532/778196/8c6acc2c59597103d1ff9a437acf27bd/infografik-energie-textversion-data.pdf?download=1> (abgerufen am 30.06.2022).
- Diekelmann, Patrick (Hg.) (2018). Klimaschutz in Stadtn. Praxisleitfaden. 3. Aufl. Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik.
- Dr. Thomas Lauf, Michael Memmler, Sven Schneider (2021). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2020. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-12-13\\_climate-change\\_71-2021\\_emissionsbilanz\\_erneuerbarer\\_energien\\_2020\\_bf\\_korr-01-2022.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-12-13_climate-change_71-2021_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2020_bf_korr-01-2022.pdf) (abgerufen am 21.06.2021).
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2012, 2013, 2014). Faustzahlen. Online verfügbar unter <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen/> (abgerufen am 22.06.2022).

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V (2022). Biogas. Online verfügbar unter <https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biogas?titelsuche=&cHash=8d86455c5661dd588ea1d572242455e4> (abgerufen am 22.06.2022).
- GWS, IINAS, Fraunhofer ISI, prognos (2021a). Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050.
- GWS, IINAS, Fraunhofer ISI, prognos (2021b). Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050.
- ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2017). Wärmenetzsysteme 4.0 - Endbericht: Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahmen "Modellvorhaben erneuerbare Energien in hocheffizienten Niedertemperaturnetzen".
- Institut für Wohnen und Umwelt (2011,2013). Gebäudetypologie und Daten zum Gebäudebestand. Online verfügbar unter <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebuedetypologie/> (abgerufen am 22.06.2022).
- Kalltschmitt, Martin/Wiese, Andreas/Streicher, Wolfgang (2013). Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag.
- KfW (2022). Erneuerbare Energien - Premium. Online verfügbar unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Wohnwirtschaft/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Wohnwirtschaft/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/) (abgerufen am 11.07.2022).
- Klaus Schreiber (2013). Energieholzpotential des Privat- und Kommunalwaldes im Gebiet der WBV Weilheim. Bachelorarbeit. Triesdorf, HOCHSCHULE WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF. (abgerufen am 21.06.2022).
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (2015). Kundeninformation LoD2.
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (2022). 3D-Gebäudemodell Grundlage für vielfältige Anwendungen. Online verfügbar unter <https://ldbv.bayern.de/produkte/3dprodukte/3d.html> (abgerufen am 22.06.2022).
- Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (2022). Geothermisches Informationssystem. Online verfügbar unter <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php> (abgerufen am 22.06.2022).
- Quaschnig, Volkler (2013). Sektorkopplung durch die Energiewende. Berlin, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin.

- Quaschnig, Volkler (2021). Microsoft PowerPoint - LMU\_Quaschnig-2021\_16x9\_Handout2.pptx. Online verfügbar unter [https://www.volker-quaschnig.de/publis/vortraege/2021-05-03\\_LMU\\_Quaschnig.pdf](https://www.volker-quaschnig.de/publis/vortraege/2021-05-03_LMU_Quaschnig.pdf) (abgerufen am 20.06.2022).
- Rösler, Cornelia (Hg.) (2011). Klimaschutz in Stadtn. Praxisleitfaden. Berlin, Difu.
- Statistisches Bundesamt (2022). Bevölkerung - Einwohnerzahl von Deutschland von 1990 bis 2021 (in Millionen). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2861/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-deutschlands/> (abgerufen am 22.06.2022).
- Statistisches Bundesamt. Zensus 2011.
- Umweltbundesamt (2018). Hohe Kosten durch unterlassenen Umweltschutz. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/hohe-kosten-durch-unterlassenen-umweltschutz>.
- Umweltbundesamt (2021). Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren des Klimaschutzgesetzes in den Jahren 1990 bis 2020 und Prognose für 2030 (in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1241046/umfrage/treibhausgasemissionen-in-deutschland-nach-sektor/> (abgerufen am 22.06.2022).
- Umweltbundesamt (2021). Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland | Statista. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1241046/umfrage/treibhausgasemissionen-in-deutschland-nach-sektor/> (abgerufen am 15.06.2022).
- Umweltbundesamt (2022a). Erneuerbare Energien in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#ueberblick> (abgerufen am 22.06.2022).
- Umweltbundesamt (2022). Erneuerbare Energien in Zahlen. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick> (abgerufen am 15.06.2022).
- Umweltbundesamt (2022b). Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen#Strommix> (abgerufen am 22.06.2022).
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2022). Treibhausgasminderungsziele Deutschlands. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgasminderungsziele-deutschlands> (abgerufen am 20.06.2022).

Valentin Software GmbH. PV\*SOL. München. (abgerufen am 30.06.2022).

Verbraucherschutz (2021). Gesetz zur Änderung des Bayerischen Klimaschutzgesetzes und weiterer Rechtsvorschriften. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter [https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz/doc/an1\\_aenderungsgesetz.pdf](https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz/doc/an1_aenderungsgesetz.pdf) (abgerufen am 20.06.2022).

Wikipedia (2021). Pfarrkirchen – Wikipedia. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Pfarrkirchen> (abgerufen am 20.06.2022).

## Glossar

### **CO<sub>2</sub>**

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist ein farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist. CO<sub>2</sub> entsteht vor allem bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe (z.B. Öl).

### **CO<sub>2</sub>-Äquivalent**

Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent ist die Bemessungsgrundlage, um den Beitrag der anderen Treibhausgase bspw. Methan (CH<sub>4</sub>) in Bezug zum Erderwärmungspotenzial von CO<sub>2</sub> zu setzen.

### **Emission**

Unter dem Begriff Emission, versteht man, die Freisetzung von Treibhausgasemissionen und anderen Luftschadstoffen in die Atmosphäre.

### **Emissionsfaktor**

Der Emissionsfaktor (g/kWh<sub>Endenergie</sub>), beschreibt die Menge an Emissionen z.B. CO<sub>2</sub>-Äquivalent, die durch eine bestimmte Endenergiemenge verursacht wird.

### **Endenergie**

Die Endenergie beschreibt die Energiemenge, die letztlich beim Endverbraucher nach Abzug von Verlusten ankommt (bspw. elektrische Energie oder Heizöl). Die Endenergie wird letztlich in Nutzenergie umgewandelt.

### **Energieträger**

Als Energieträger bezeichnet man Stoffe bzw. Quellen, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.

### **Erneuerbare Energien**

Erneuerbare Energie oder regenerative Energien sind Energieträger bzw. Energiequellen, die sich ständig erneuern bzw. nachwachsen und deren Vorrat nicht auf eine bestimmte Anzahl von Lagerstätten begrenzt ist. Erneuerbare Energien sind bspw. Sonnenenergie, Windenergie oder Biomasse.

### **Kilowatt Peak**

Die Leistung eines Photovoltaikmoduls unter standardisierten Testbedingungen (Zelltemperatur, Globalstrahlung, Lichtspektrum), wird als „Kilowatt Peak“ bezeichnet.

### **Nutzenergie**

Die Nutzenergie ist diejenige Energie (Anteil der Endenergie), die dem Endverbraucher letztlich zur Erfüllung seiner Bedürfnisse bzw. für eine bestimmte Energiedienstleistung zur

Verfügung steht. Die Nutzenergie (z.B. Licht) wird durch die Umwandlung der Endenergie (z.B. Strom) gewonnen.

**Primärenergie**

Die Primärenergie beschreibt alle Energieformen und Energiequellen die von der Natur zur Verfügung gestellt werden. Sie umfasst somit sowohl die fossilen Energien (wie Kohle, Erdöl oder Erdgas) als auch die regenerativen Energien (wie Sonnenenergie oder Windenergie).

**Treibhausgase**

Treibhausgase (wie CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>) sind gasförmige Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen. Treibhausgase können entweder natürlich vorkommen oder durch den Menschen bspw. durch Energieerzeugung verursacht werden.

**Treibhausgaseffekt**

Durch die Treibhausgase in der Atmosphäre wird die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche zurück ins All verhindert. Dies ist ein natürlicher Prozess. Durch den zunehmenden Ausstoß von Treibhausgasemissionen durch den Menschen, erhöht sich jedoch der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre, so dass sich dieser Effekt erhöht und zu einer zunehmenden Erderwärmung führt.

## Anhang

- 1) Karten aus GIS
- 2) GIS-Dateien
  - a. Baualtersklassen
  - b. Neubaugebiete
  - c. Potenzial PV-Dachflächen
  - d. Potenzialflächen PV-Freiflächen
  - e. Potenzialflächen Windkraft
  - f. Wärmebedarf IST
  - g. Wärmebedarf 2030
- 3) Präsentationen
  - a. Abschlusspräsentation
- 4) Maßnahmenkatalog