



KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG Markt Prien a. Chiemsee

ABSCHLUSSBERICHT

Erstellt von: ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co.KG
Traunsteiner Straße 11
83093 Bad Endorf

Version: 1.0

Erstellt: 23.07.2025

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

energie. concept. bayern.

ecb

Inhalt

1.	AUFTRAGSRAHMEN	1
1.1	INHALT UND AUFBAU	1
2.	BESTANDSANALYSE	3
2.1	RÄUMLICHE DARSTELLUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	3
2.2	ENERGIEINFRASTRUKTUR	4
2.2.1	<i>Stromversorgung</i>	4
2.2.2	<i>Biomasseanlagen</i>	6
2.2.3	<i>Biogasanlagen</i>	6
2.2.4	<i>Wasserkraftanlagen</i>	7
2.2.5	<i>Tiefengeothermie</i>	8
2.2.6	<i>BHKW-Anlagen</i>	9
2.2.7	<i>Solaranlagen</i>	10
2.2.8	<i>Solarthermie</i>	12
2.2.9	<i>Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie & Luft</i>	13
2.2.10	<i>Gasnetze</i>	14
2.2.11	<i>Wärmenetze</i>	16
2.3	WÄRMEVERBRAUCH	17
2.3.1	<i>Wärmekataster</i>	17
2.3.2	<i>Energiebilanz Wärme</i>	20
2.3.2.1	Private Haushalte	22
2.3.2.2	Öffentliche / kommunale Gebäude	23
2.3.2.3	Wirtschaft	24
2.4	ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ	25
3.	POTENZIALANALYSE ENERGIEEINSPARUNG	27
3.1	PRIVATE HAUSHALTE	27
3.2	WIRTSCHAFT	30
3.3	ÖFFENTLICHE GEBÄUDE	31
3.4	GESAMTÜBERSICHT DES SANIERUNGSPOTENZIALS	32
4.	POTENTIALANALYSE ERNEUERBARER ENERGIEN UND ABWÄRME	33
4.1	ABWÄRME	33
4.2	SOLARTHERMIE	33
4.3	UMWELTWÄRME	37
4.3.1	<i>Oberflächennahe Geothermie</i>	37
4.3.2	<i>Flusswasser</i>	45
4.3.3	<i>Seewasser</i>	48

4.3.4	Luft	48
4.3.5	Abwasser	49
4.4	TIEFE GEOTHERMIE	53
4.4.1	Hydrothermale Geothermie	53
4.4.2	Tiefe Erdwärmesonden	55
4.5	BIOMASSE/BIOGAS	55
4.6	THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN	59
4.7	KWK-ANLAGEN	59
4.8	WASSERSTOFF	60
4.9	(GROß)WÄRMESPEICHER	62
4.9.1	Pufferspeicher	62
4.9.2	Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher	62
4.9.2.1	Behälter	62
4.9.2.2	Erdbecken	63
4.9.2.3	Erdsonden	64
4.9.2.4	Aquifer	64
4.9.2.5	Thermochemische Wärme- und Kältespeicher	65
4.9.2.6	Latentwärmespeicher	66
4.9.2.7	Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)	66
4.9.3	Potenzialflächen Wärmespeicher	66
4.10	STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN VERBINDUNG MIT DEM WÄRMENETZ	67
4.10.1	Windenergie	67
4.10.2	PV-Anlagen	70
4.10.3	Wasserkraft	73
4.11	GEGENÜBERSTELLUNG DER POTENZIALE	74
5.	ZIELSZENARIEN UND ENTWICKLUNGSPFADE	76
5.1	PRIEN WEST	78
5.2	PRIEN SÜD	79
5.3	PRIEN NORD	82
5.4	ZUSAMMENFASSUNG DER ZIELSZENARIEN	86
5.5	ALTERNATIVE SZENARIEN	92
6.	MAßNAHMENKATALOG & WÄRMEWENDESTRATEGIE	97
6.1	MAßNAHME 1	98
6.2	MAßNAHME 2	101
6.3	MAßNAHME 3	103
6.4	MAßNAHME 4	105
6.5	MAßNAHME 5	108
6.6	MAßNAHME 6	110
6.7	MAßNAHME 7	111

6.8	MAßNAHME 8.....	112
6.9	MAßNAHME 9.....	114
6.10	MAßNAHME 10.....	116
6.11	MAßNAHME 11.....	118
6.12	MAßNAHME 12.....	121
6.13	MAßNAHME 13.....	123
7.	AKTEURSBETEILIGUNG.....	124
7.1	AKTEURSBETEILIGUNG IM KOMMUNALEN WÄRMEPLAN VON PRIEN	124
8.	KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE.....	128
9.	VERSTETIGUNGSSTRATEGIE.....	130
10.	CONTROLLING.....	136
11.	ANLAGEN.....	138

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Bestand an Wohngebäude und Haushalte in Prien a. Chiemsee (Stand: 2022). Datenquelle: statistik.bayern.de.....</i>	4
<i>Tabelle 2: Heizstrom.....</i>	4
<i>Tabelle 3: Bestehende Stromerzeugungseinheiten Wasserkraft. Quelle: Marktstammdatenregister.....</i>	8
<i>Tabelle 4: Im Projektgebiet bestehende KWK-Anlagen. Quelle: Marktstammdatenregister.....</i>	9
<i>Tabelle 5: Abgerechnete Anlagen und Absatzmengen in den Kalenderjahren 2020 und 2021 (Quelle: Bayernwerk).....</i>	14
<i>Tabelle 6: Wärmebedarf Priens vom Jahr 2022 gemäß Energie-Atlas Bayern.....</i>	17
<i>Tabelle 7: Baualtersklassen des privaten Sektors mit zugehörigem Wärmebedarf.....</i>	17
<i>Tabelle 8: Kalkulation der Stockwerksanzahl.....</i>	18
<i>Tabelle 9: Wärmebedarfswerte des Wirtschaft-Sektors (GHD) nach Baualtersklassen.....</i>	19
<i>Tabelle 10: Anzahl der Heizungen und deren Energieträger.....</i>	20
<i>Tabelle 11: CO₂-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung im Markt Prien a. Chiemsee.....</i>	25
<i>Tabelle 12: Sanierungspotenzial von Ein- und Zweifamilienhäusern bis 2045⁴ modifiziert.....</i>	28
<i>Tabelle 13: Einsparungspotenzial im privaten Sektor durch Sanierung.....</i>	29
<i>Tabelle 14: mittlere jährliche Reduktion des Heizbedarfes im Wirtschaftssektor.....</i>	30
<i>Tabelle 15: Einsparpotenzial durch Sanierung im Wirtschaftssektor in kWh/a.....</i>	30
<i>Tabelle 16: Einsparpotenzial durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in kWh/a.....</i>	31
<i>Tabelle 17: Übersicht über das Sanierungspotenzial in des Marktes Prien.....</i>	32
<i>Tabelle 18: Werte der Solarthermie-Potenzialflächen im Markt Prien.....</i>	36
<i>Tabelle 19: Biomassepotenzial in Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....</i>	56
<i>Tabelle 20: Flächenverteilung und Anteile in Prien.....</i>	57
<i>Tabelle 21: Biogaspotenzial in Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....</i>	58
<i>Tabelle 22: Übersicht der Eigenschaften der gängigen Saisonspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonspeicher.de.....</i>	65
<i>Tabelle 23: Vor- und Nachteile der erneuerbaren Energieträger.....</i>	74
<i>Tabelle 24: Kerndaten der potenziellen Wärmenetzgebiete im Süden Priens bei 100 % Anschlussquote.....</i>	80
<i>Tabelle 25: Kerndaten der potenziellen Wärmenetzgebiete im Süden Priens bei AQ100.....</i>	85
<i>Tabelle 26: Zielszenario für Prien a. Chiemsee.....</i>	87
<i>Tabelle 27: Hochlauf der Anschlussquoten in den jeweiligen Gebieten.....</i>	88
<i>Tabelle 28: Hochlauf der Zahlen im Szenario Sanierungsstau.....</i>	94
<i>Tabelle 29: Hochlauf der Zahlen im Szenario Sanierungsstau-Netzstau-Scheitern CO₂-Neutralität.....</i>	95
<i>Tabelle 30: Liste der beteiligten Akteure.....</i>	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geographische Lage von Prien a. Chiemsee. Datenquelle: Open Street Maps	3
Abbildung 2: Steckbrief der Stromdaten für den Markt Prien a. Chiemsee. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....	5
Abbildung 3: Energieerzeugung aus EE seit 2012. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....	6
Abbildung 4: Wasserkraftanlagen in Prien. Datenquelle: energieatlas.bayern.de Kartenhintergrund: OpenStreetMaps	7
Abbildung 5: PV-Neuinstallationen seit 2000. Quelle: Marktstammdatenregister.....	10
Abbildung 6: Kumulierte Entwicklung von PV-Installationen in Prien a. Chiemsee.....	11
Abbildung 7: Jährlicher Solarthermie-Zubau und Kumulation der Fläche. Datenquelle: Solaratlas.de.....	12
Abbildung 8: Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen im Bestand. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....	13
Abbildung 9: Bestehendes Gasnetz in Prien a. Chiemsee (Stand: Mai 2024). Quelle: Energienetze Bayern.....	15
Abbildung 10: Übersicht über die Bestandswärmenetze in Prien	16
Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Markt Prien a. Chiemsee gemäß Zensus-Daten von 2022	20
Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Markt Prien a. Chiemsee gemäß Kaminkehrerdaten von 2022.....	21
Abbildung 13: Energieträgerverteilung aus Kehrdaten und Zensus-Daten	22
Abbildung 14: Baualtersklassenverteilung mit prozentualem Anteil	23
Abbildung 15: Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die Sektoren	24
Abbildung 16: Jährliche CO ₂ -Emissionen durch die aktuelle Wärmeversorgung	26
Abbildung 17: Energieersparnis durch Sanierung. Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.	27
Abbildung 18: Solarthermie-Potenzialflächen in Prien. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps.....	35
Abbildung 19: Übersicht der Potenzialflächen für FFPV im Markt Prien auf einem dreifach überhöhtem DGM. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps; www.geodaten.bayern.de.....	35
Abbildung 20: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie in Prien. Quelle: Bayern-Atlas.....	38
Abbildung 21: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis 100 m Tiefe. Quelle: Ifu.bayern.de	39
Abbildung 22: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe. Quelle: Energie-Atlas Bayern.....	41
Abbildung 23: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in des Marktes Prien a. Chiemsee. Datenquelle: www.thermomap.eu.....	42
Abbildung 24: Hydrogeologische Klassifikation der Grundwasserleiter. Quelle: www.geoportal.bayern.de	43
Abbildung 25: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand. Quelle: Energie-Atlas Bayern	44
Abbildung 26: Jahresganglinie der Prien. Quelle: www.gkd.bayern.de	45
Abbildung 27: Jahrestemperaturlinie der Prien. Quelle: www.gkd.bayern.de.....	46
Abbildung 28: Jahresganglinie des Mühlbachs Quelle: www.gkd.bayern.de.....	47
Abbildung 29: Abwasserkanal im Stollen bei Osternach.....	50
Abbildung 30: Temperaturwerte des Zulaufes der Kläranlage des Marktes Prien a. Chiemsee im Jahr 2023, Quelle: AUV.....	51
Abbildung 31: Schema für ein Wärmenetz mit Abwasser als Wärmequelle. Quelle: www.wohnungswirtschaft- heute.de	52

<i>Abbildung 32: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie im Markt Prien. Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 33: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS.....</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 34: Verteilung der Flächen des Marktes in tatsächliche Nutzung. Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt. www.lfu.bayern.de.....</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 35: Schutzwälder in des Marktes Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 36: Nationales H₂-Netz 2030. Quelle: fnb-gas.de</i>	<i>61</i>
<i>Abbildung 37: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein. Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.</i>	<i>67</i>
<i>Abbildung 38: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe. Datenquelle: energieatlas.bayern.de</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 39: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe Datenquelle: Energie-Atlas Bayern.....</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 40: Photovoltaik-Potenzialflächen in Prien. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps</i>	<i>72</i>
<i>Abbildung 41: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln.....</i>	<i>75</i>
<i>Abbildung 42: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung</i>	<i>76</i>
<i>Abbildung 43: Wärmelinienichten von Prien West</i>	<i>78</i>
<i>Abbildung 44: Teilgebiete und Wärmelinienichte bei AQ70 für Prien Süd</i>	<i>79</i>
<i>Abbildung 45: Potenzielle Wärmenetzgebiete Prien Süd</i>	<i>80</i>
<i>Abbildung 46: Teilgebiete und Wärmelinienichte bei AQ70 für Prien Nord.....</i>	<i>82</i>
<i>Abbildung 47: Potenzielle Wärmenetzgebiete Prien Nord</i>	<i>84</i>
<i>Abbildung 48: Potenzielle Wärmenetzgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete im Markt Prien</i>	<i>86</i>
<i>Abbildung 49: Prognose des Hochlauf der Versorgungsart bis 2045</i>	<i>89</i>
<i>Abbildung 50: Prognose des Wärmebezugs nach Energieträger bis 2045.....</i>	<i>90</i>
<i>Abbildung 51: Prognose der CO₂-Emissionen im Zielszenario</i>	<i>91</i>
<i>Abbildung 52: Vergleich der CO₂-Emissionen in den 3 Szenarien</i>	<i>92</i>
<i>Abbildung 53: Vergleich der linearen Interpolation der Emissionen der Szenarien</i>	<i>93</i>
<i>Abbildung 54: Prognose CO₂-Bilanz im alternativen Szenario</i>	<i>96</i>
<i>Abbildung 55: Bewertungsmatrix zur Priorisierung von Akteuren (Nach Hansel et. al 2017, 8/9 & Mind Tools) 124</i>	

Abkürzungsverzeichnis

AQ70	Anschlussquote von 100 %
AQ100	Anschlussquote von 70 %
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2-E}	CO ₂ -Äquivalent
ecb	energie.concept.bayern GmbH & Co. KG
DE	Deutschland
EE	Erneuerbare Energien
EUR	Euro
FFPV	PV-Freiflächenanlagen
GOK	Geländeoberkante
GWh	Gigawattstunden
g	Gramm
K	Kelvin
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
PV	Photovoltaik
t	Tonnen
THG	Treibhausgase
VNB	Verteilnetzbetreiber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Auftragsrahmen

Die Energiewende hat sich in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Diskussionsgegenstand in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft entwickelt. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Ressourcen und zur Eingrenzung des prognostizierten Klimawandels muss die Umstellung auf klimaschonende, regenerative Energieträger sowie die Energieeinsparung und Steigerung der Effizienz vorangetrieben werden. Diese Herausforderung liegt nicht zuletzt bei den Bürgern, Gemeinden, Städten und Landkreisen.

Der Markt Prien a. Chiemsee im Landkreis Rosenheim (Oberbayern) hat sich dieser Thematik angenommen und Anfang 2024 die Erstellung kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Auftrag gegeben. Die Erstellung des KWP wird über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) gefördert und von der Firma ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co. KG aus Bad Endorf umgesetzt. Der Markt hat sich dabei zum Ziel gesetzt, die Wärmewende auf kommunaler Ebene umzusetzen. Der hierbei bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingeschlagene Weg soll nun fortgesetzt werden. Der KWP soll dabei als mittel bis langfristigen Leitfaden dienen und helfen, den Anforderungen der sich wandelnden Energieinfrastruktur gerecht zu werden. Zu diesen zentralen Anforderungen zählen die Energieeinsparung, die Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien.

1.1 Inhalt und Aufbau

Im ersten Teil der Ausarbeitung wird kurz auf den Markt eingegangen. Es folgt eine umfassende Datenerhebung und Analyse des thermischen Energieverbrauchs. Der Wärmebedarf wird in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Objekte und Wirtschaft unterteilt und außerdem die jeweiligen Energieverbräuche den entsprechenden Primärenergieträgern zugeordnet.

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Analyse der lokalen Energieeffizienz-, Einspar- und Erzeugungspotenziale. Im Feld der erneuerbaren Energien wird dabei neben Sonnenenergie auch auf Potenziale der Biomasse, (oberflächennahe) Geothermie, Umwelt- und Abwärme sowie Kraft-Wärme-Kopplung und Wasserstoff eingegangen.

Die Informationen aus der Bestands- und Potenzialanalyse werden verwendet, um zu untersuchen, ob der Aufbau bzw. Ausbau Wärmenetze technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Für den Markt werden Zielszenarien angefertigt, die die Entwicklung der kommenden Jahre so realistisch wie möglich darstellen. Darauf folgend werden in einem umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalog konkrete Handlungsempfehlungen erläutert. In diesem Maßnahmenkatalog werden u.a. zeitliche Rahmenbedingungen, Fördermöglichkeiten sowie die erforderlichen Handlungsschritte ausgeleuchtet.

Mit dem erarbeiteten Konzept ist es dem Markt Prien a. Chiemsee möglich, eine nachhaltige Versorgungsstruktur zu entwickeln, um den bereits erfolgreich eingeschlagenen Weg der kommunalen Energiewende voranzutreiben.

Ergänzt wird das Konzept durch umfangreiches Kartenmaterial im Anhang, welches der Kommune in Form von Geodaten zur Verfügung gestellt wird.

2. Bestandsanalyse

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung des aktuellen Stands der Wärmeversorgung des Marktes Prien a. Chiemsee. Die bestehenden Wärmeverbräuche und Anlagen zur Energieerzeugung werden dargestellt.

2.1 Räumliche Darstellung des Untersuchungsgebietes

Der Markt Prien a. Chiemsee ist Teil des Landkreises Rosenheim und befindet sich circa 60 km südöstlich von München. Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von ca. 20,67 km² sowie eine Einwohneranzahl von 11.262 (Stand 31.12.2023) auf. Die Nutzungsart der Bodenfläche ist verteilt auf Siedlungs- und Verkehrsfläche (25%), Land- und Forstwirtschaft (73,6%) sowie Gewässer (1,4%).

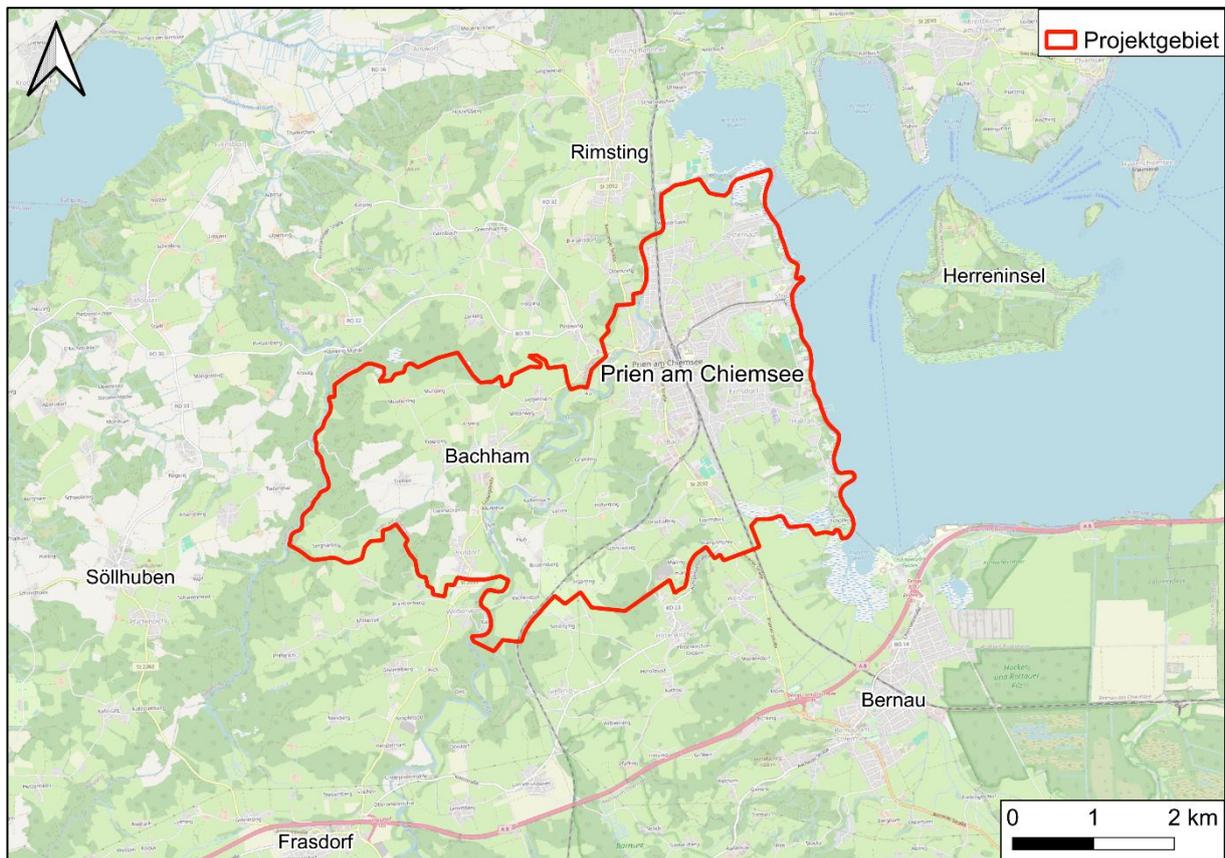


Abbildung 1: Geographische Lage von Prien a. Chiemsee. Datenquelle: Open Street Maps

Im direkten Zusammenhang mit der Bevölkerungszahl steht der Gebäudebestand (vgl. Tabelle 1), der den Wärmebedarf und dessen räumliche Verteilung wesentlich beeinflusst. Die Anzahl der Haushalte ergibt sich dabei über die Anzahl der Wohnungen in Wohn und Nichtwohngebäuden.

Tabelle 1: Bestand an Wohngebäude und Haushalte in Prien a. Chiemsee (Stand: 2022). Datenquelle: statistik.bayern.de

Wohngebäude	Haushalte	EW/Haushalt
2.616	6.116	2,34

Nichtwohngebäude definieren Gebäude, die überwiegend für Nichtwohnzwecke, wie Bürogebäude, Verwaltungsgebäude, Hotels etc., bestimmt sind¹. Hier sind 338 Wohnungen gelistet. Die Wohnfläche der Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden beträgt gemäß Statistik kommunal zum Ende des Jahres 2022 601.471 m², was eine durchschnittliche Wohnfläche von 98,3 m² je Wohnung bedeutet.

2.2 Energieinfrastruktur

2.2.1 Stromversorgung

Der Markt Prien a. Chiemsee wird vom Netzbetreiber Bayernwerk Netz GmbH versorgt. Nach dem letzten Datenstand vom März 2024 wurden folgende Anlagenzahlen vom Kalenderjahr 2021 registriert:

Tabelle 2: Heizstrom

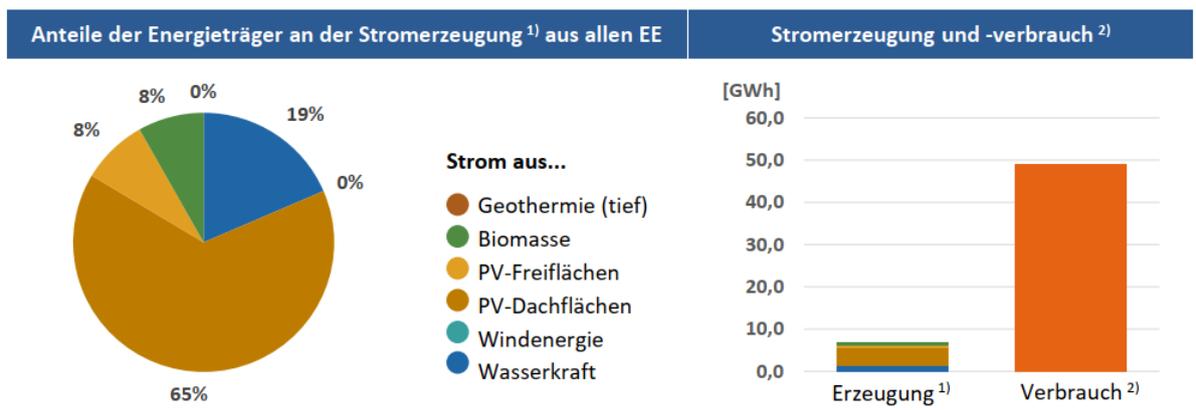
Kundengruppen nach aktuellem Lastprofil	Abgerechnete Anlagen	Absatzmenge [kWh]
Speicherheizung	145	903.154
Wärmepumpen	391	3.248.546
Gesamt	536	4.151.700

Der Steckbrief des Energie-Atlas Bayern gibt umfassende Informationen bzgl. Energieträger der Stromproduktion.

¹ [Nichtwohngebäude - Statistisches Bundesamt \(destatis.de\)](https://www.destatis.de/DE/Presseportal/Neuerscheinungen/energie/energie/energie.html)



Gemeinde	Prien a.Chiemsee	Steckbrief Stromdaten 2025
Einwohner:	11.262	Datenstand: 31.12.2023
Fläche:	2.070 ha	
Stromverbrauch: (berechneter Wert)	49.057 MWh/a	



Energieträger	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung [MW]	Stromerzeugung ¹⁾ [MWh]	Stromerzeugung ¹⁾ [%]	Potenzial Strom [MWh] ³⁾	Anteil am Stromverbrauch [%] ²⁾
Wasserkraft	11	0	1.242	18,5	1.242	2,5
Windenergie	0	0	0	0,0	0	0
PV-Dachflächen	610	8	4.366	65,1	58.727	8,9
PV-Freiflächen	1	0	552	8,2	... ⁴⁾	1,1
Biomasse	1	0	548	8,2	... ⁴⁾	1,1
Tiefe Geothermie	0	0	0	0,0	... ⁴⁾	0
gesamt (erneuerbar)	623	9	6.708	100	59.969	14

1) Stromerzeugung: nur Netzeinspeisung

Abbildung 2: Steckbrief der Stromdaten für den Markt Prien a. Chiemsee.
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Abbildung 2 demonstriert die aktuelle Verteilung der Stromerzeugung mit EE. Derzeit wird der Großteil der Elektrizität durch PV-Dachflächen produziert (65,1%). Weitere Energieträger sind Wasserkraft mit 18,5% und Biomasse bzw. PV-Freiflächen mit je 8,2%. In Summe wurden im Jahr 2022 etwa 6.708 MWh Strom über EE im Netz eingespeist. Gemäß Energie-Atlas Bayern betrug der Endenergieverbrauch 2022 von privaten Haushalten, verarbeitendes Gewerbe und den sonstigen Verbrauchern ca. 49.057 MWh. Der Anteil des durch EE erzeugten Strom beträgt damit ca. 13,7% vom Gesamtstromverbrauch Priens.

Die Entwicklung der Stromerzeugung aus EE stellt über das vergangene Jahrzehnt wie folgt zusammen:

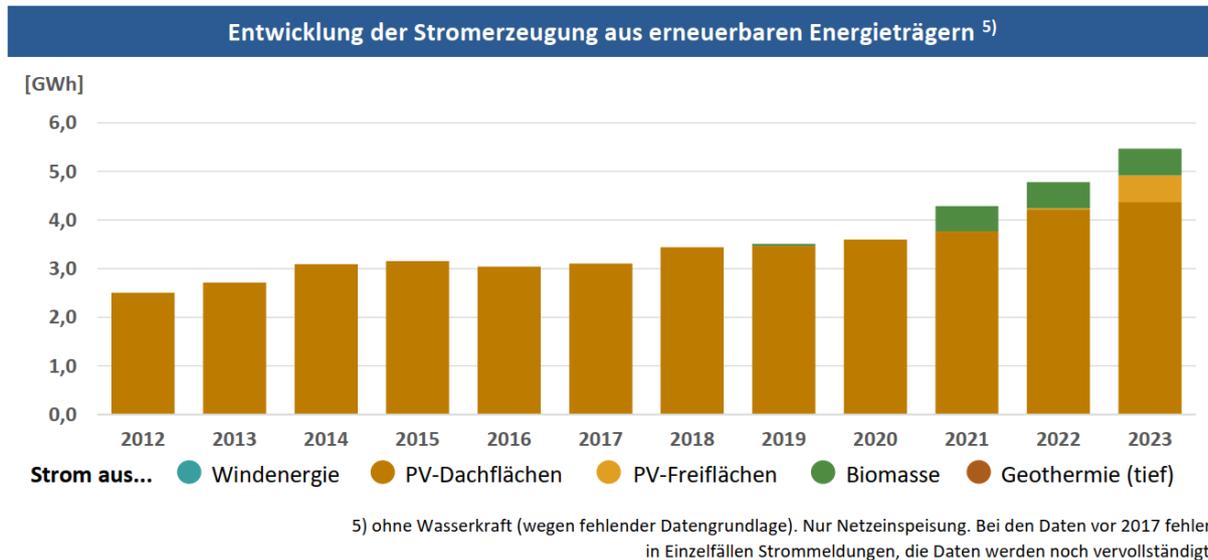


Abbildung 3: Energieerzeugung aus EE seit 2012. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Aus Abbildung 3 geht ein positiver Trend der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern hervor. Seit dem Jahr 2021 wird durch Biomasse ein konstanter Stromanteil und durch Freiflächen-PV ein jährlich ansteigender Prozentsatz generiert.

2.2.2 Biomasseanlagen

Laut Marktstammdatenregister existiert in Prien genau ein Erzeuger auf Basis Biomasse. Anlagenbetreiber ist die Zimmerei Stocker GmbH, Jensenstraße 2B, mit einer Nettonennleistung von 65 kW. Die Einheit wurde am 26.11.2019 in Betrieb genommen. Die Technologie der Erzeugung beruht auf einem Verbrennungsmotor mit Biogas als Hauptbrennstoffart. Zusätzlich werden die zwei vorhandenen Wärmenetze in Prien a. Chiemsee mit Hackschnitzelkessel (2 x 300 kW, 1 x 1.300 kW) versorgt. Dezentrale Biomasseanlagen werden hier nicht aufgelistet. Detailliertere Informationen können dem Kapitel Wärmenetze entnommen werden.

2.2.3 Biogasanlagen

Im Marktgebiet sind derzeit keine Biogasanlagen registriert.

2.2.4 Wasserkraftanlagen

Die nachfolgende Abbildung 4 stellt die bestehenden Wasserkraftanlagen im Markt Prien dar. Es befinden sich 10 Laufkraftwerke und 1 Speicherkraftwerk im Projektgebiet.

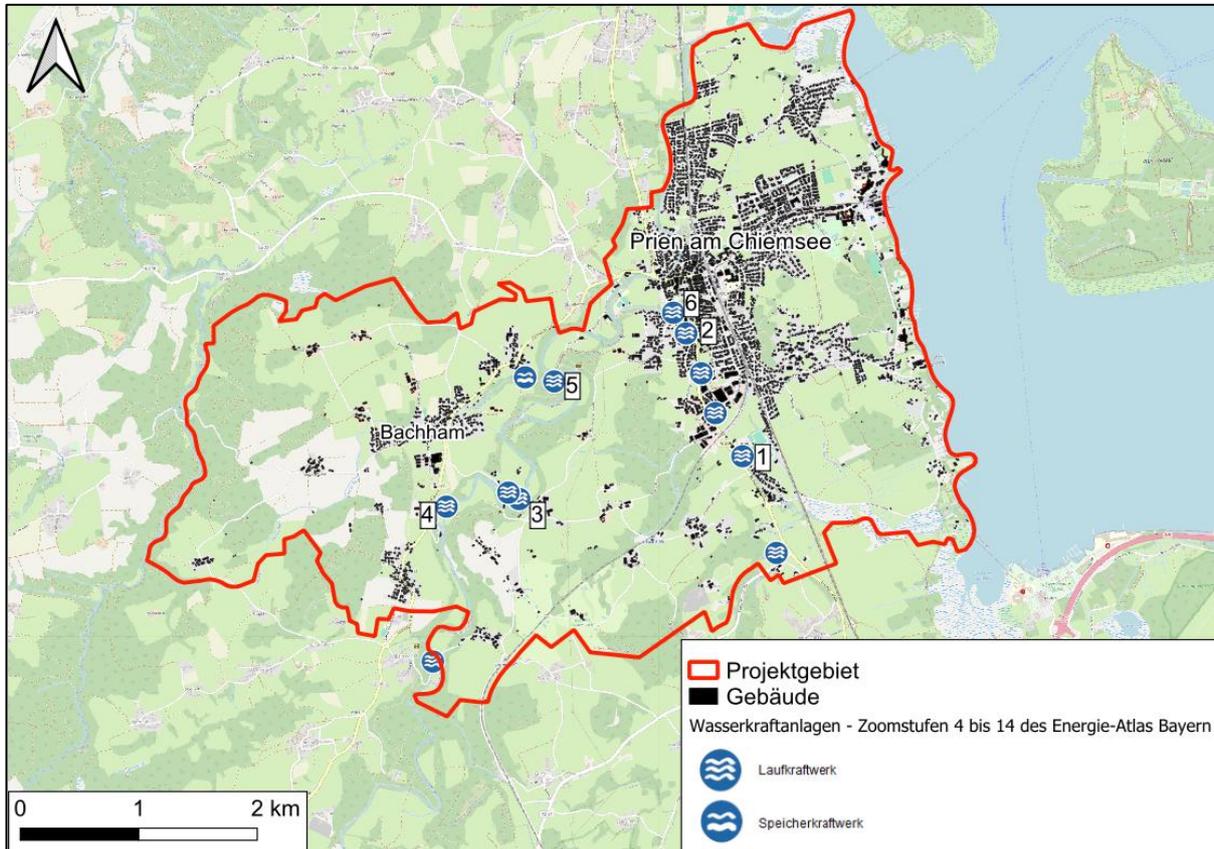


Abbildung 4: Wasserkraftanlagen in Prien. Datenquelle: energieatlas.bayern.de Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Von einigen konnten die Daten vom Marktstammdatenregister entnommen werden. In Tabelle 3 sind die Namen der Stromerzeugungseinheiten und, wenn möglich, die zugehörige Nummer zur örtlichen Lokalisierung in Abbildung 4 dargestellt. Zudem ist der zugehörige Tag der Inbetriebnahme und die aktuelle Nettoleistung der Anlage angegeben. Bei negativer Zuordenbarkeit des Anlagenbetreibers wurden die meist kleineren Einheiten verallgemeinert (Nat. Person).

Tabelle 3: Bestehende Stromerzeugungseinheiten Wasserkraft. Quelle: Marktstammdatenregister

Nummer in Abbildung 4	Name der Einheit	Name/Organisation des Anlagenbetreibers	Inbetriebnahme	Nettonennleistung [kW]
	Bartholdi	Nat. Person	03.12.1998	23
1	Wasserkraftwerk	Mey Maschinenbau Prien	01.10.1995	90
	Wasserkraftwerk	Nat. Person	01.03.1993	24
2	Priener Wasserrad	Waldorfschulverein Chiemgau	20.01.2016	10
3	Turbine	Johann Rinser OHG	01.07.1994	25
4	Wasserkraftwerk	Josef Staber	01.07.1994	60
	Turbine	Nat. Person	10.02.2010	22
5	E-Werk	Markt Prien	01.02.1962	75
6	E-Werk-Schmid	FiMoTec	01.07.1994	48

Aufsummiert resultiert eine aktuelle Nettonennleistung von 377 kW.

Gemäß Energieatlas Bayern wurden im Jahr 2021 ca. 1.321 MWh Strom aus Wasserkraft produziert, das entspricht einem EE-Anteil von 23,1 %,

2.2.5 Tiefengeothermie

Im Marktgebiet Prien gibt es keine Anlagen für Strom- oder Wärmeerzeugung mittels Tiefengeothermie.

2.2.6 BHKW-Anlagen

Alle Anlagen nutzen als Hauptbrennstoff Erdgas und/oder Erdöl für Strom- und Wärmeerzeugung

Tabelle 4: Im Projektgebiet bestehende KWK-Anlagen. Quelle: Marktstammdatenregister

Anlage	P_{el} [kW]	P_{th} [kW]	Inbetriebnahmedatum
BHKW Erlebnisbad - aktuell nicht in Betrieb	180	251	10.10.2016
BHKW Osternacher Straße	50	81	13.09.2012
KWK Alte Rathausstraße 9	70	115	10.01.2018
KWK Yachthotel	50	50	08.12.2015
BHKW Bernauer Straße	50	90	02.10.2012
Heizkraftwerk Seestraße (6 Anlagen <30kW)	64	137	Nicht bekannt
BHKW Gymnasium Prien	20	20	30.03.2020
BHKW Schön Klinik Roseneck SE & Co KG	50	50	16.11.2015
BHKW Prien Stock Klinik St. Irmgard	50	50	14.10.2022
RoMedKlinik BHKW	46	46	01.02.20217
Garden Hotel Reinhart KG	30	30	29.01.2019
Hotel Bayerischer Hof	15	15	24.01.2014

Akkumuliert ergibt sich eine thermische Leistung von $P_{th}=935$ kW.

2.2.7 Solaranlagen

Laut Marktstammdatenregister befinden sich derzeit (Stand: 31.12.2024) 717 PV-Stromerzeuger in Prien. Diese umfassen eine Nettonennleistung von 8.646 kWp. Gemäß Energie-Atlas Bayern betrug die Vollaststundenanzahl für Dachflächen (2023) ca. 570 Stunden. Damit resultiert eine aktuelle Stromproduktion durch PV-Dachanlagen von etwa 4.928 MWh/a. Abbildung 5 demonstriert die jährlichen Neuinstallationen von PV-Anlagen in Markt Prien. Ersichtlich ist, dass nach einem kleinen Boom im Jahr 2011 aktuell eine hohe Nachfrage nach PV-Installationen auf Dächern besteht.

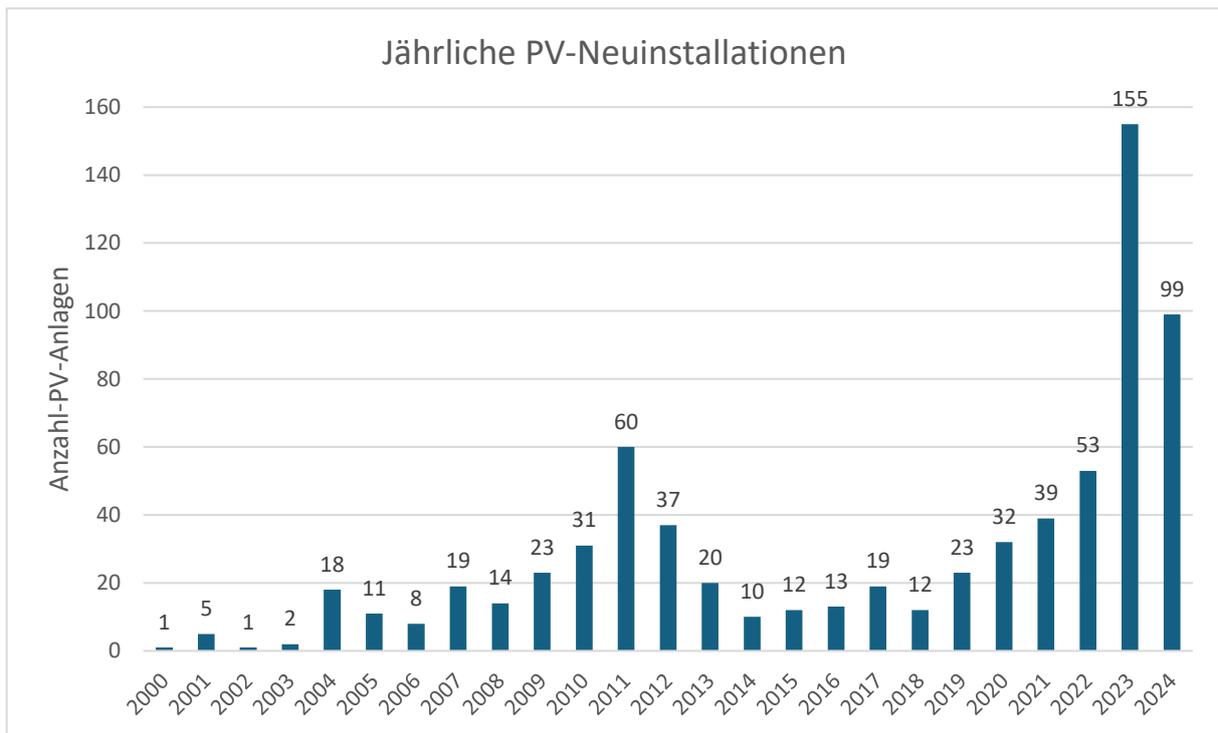


Abbildung 5: PV-Neuinstallationen seit 2000. Quelle: Marktstammdatenregister

Zur graphischen Darstellung zeigt Abbildung 6 des kumulierten Anlagenbestand an.

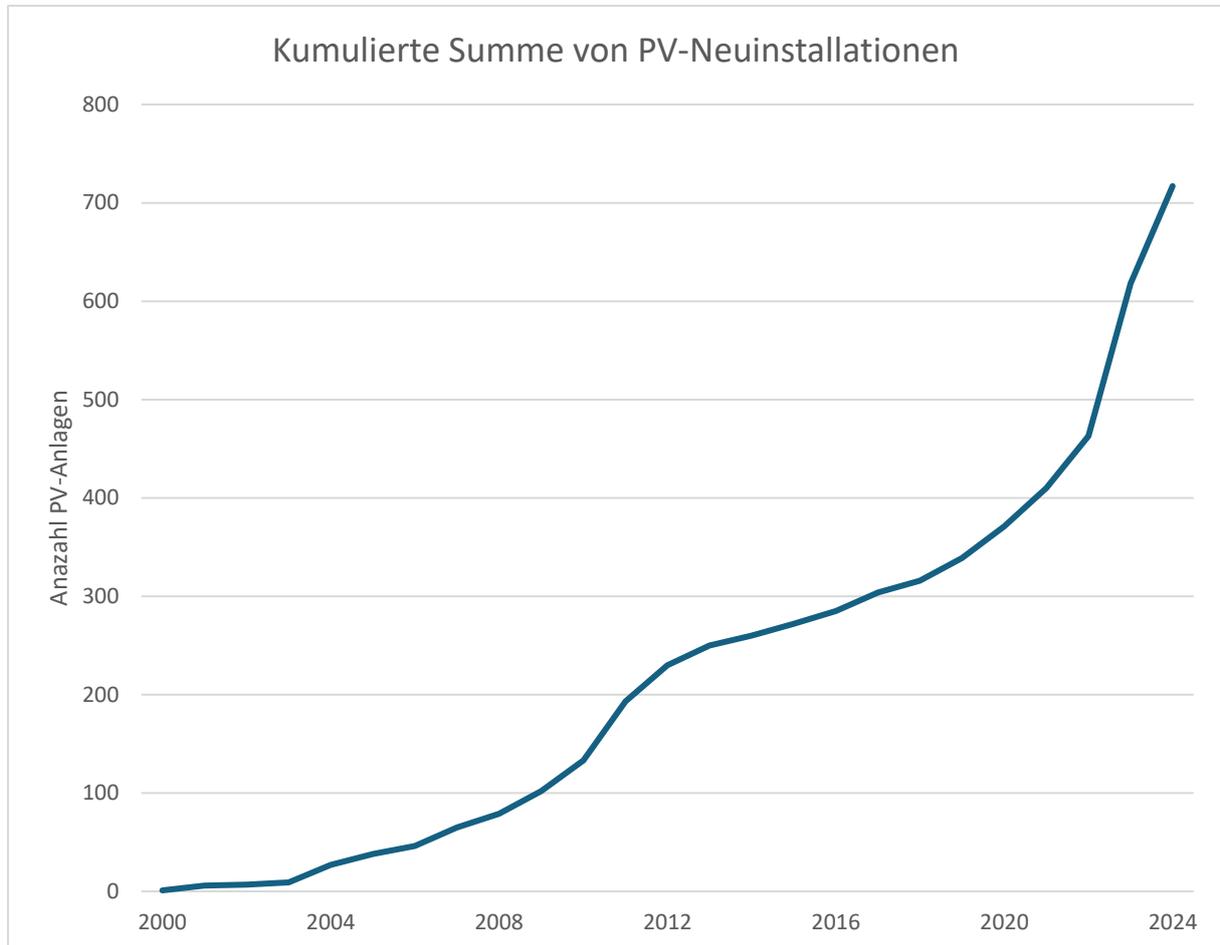


Abbildung 6: Kumulierte Entwicklung von PV-Installationen in Prien a. Chiemsee

Neben den PV-Dachflächen-Anlagen existiert in Prien eine PV-Freiflächen-Anlage in Urschalling mit einer installierten Leistung von ca. 0,5 MWp. Der Energie-Atlas Bayern gibt für diese Freifläche 1.111 Volllaststunden und eine Stromproduktion von 552 MWh/a an (2023).

Oft verfügen PV-Anlagenbetreiber über Speichervorrichtungen. Insgesamt gibt es gemäß Marktstammdatenregister 265 Speichermöglichkeiten im Betrieb, drei sind in Planung. Daraus ergibt sich eine speicherbare Nettonennleistung von etwa 1.666 kW.

2.2.8 Solarthermie

Gemäß Solaratlas gibt im Markt 294 Solarthermieanlagen (Stand 2022). Die Art der Nutzung ist entweder für Warmwasseraufbereitung oder für die Unterstützung für die Raumheizung. Die Kollektorfläche beläuft sich auf 3.222,69 m² bei einer Erzeugungsleistung von ca. 400 kWh/(m²*a), womit jährlich ca. 1.289 MWh Wärme erzeugt werden. Dies entspricht ca. 0,7 % des Gesamtwärmeverbrauchs.

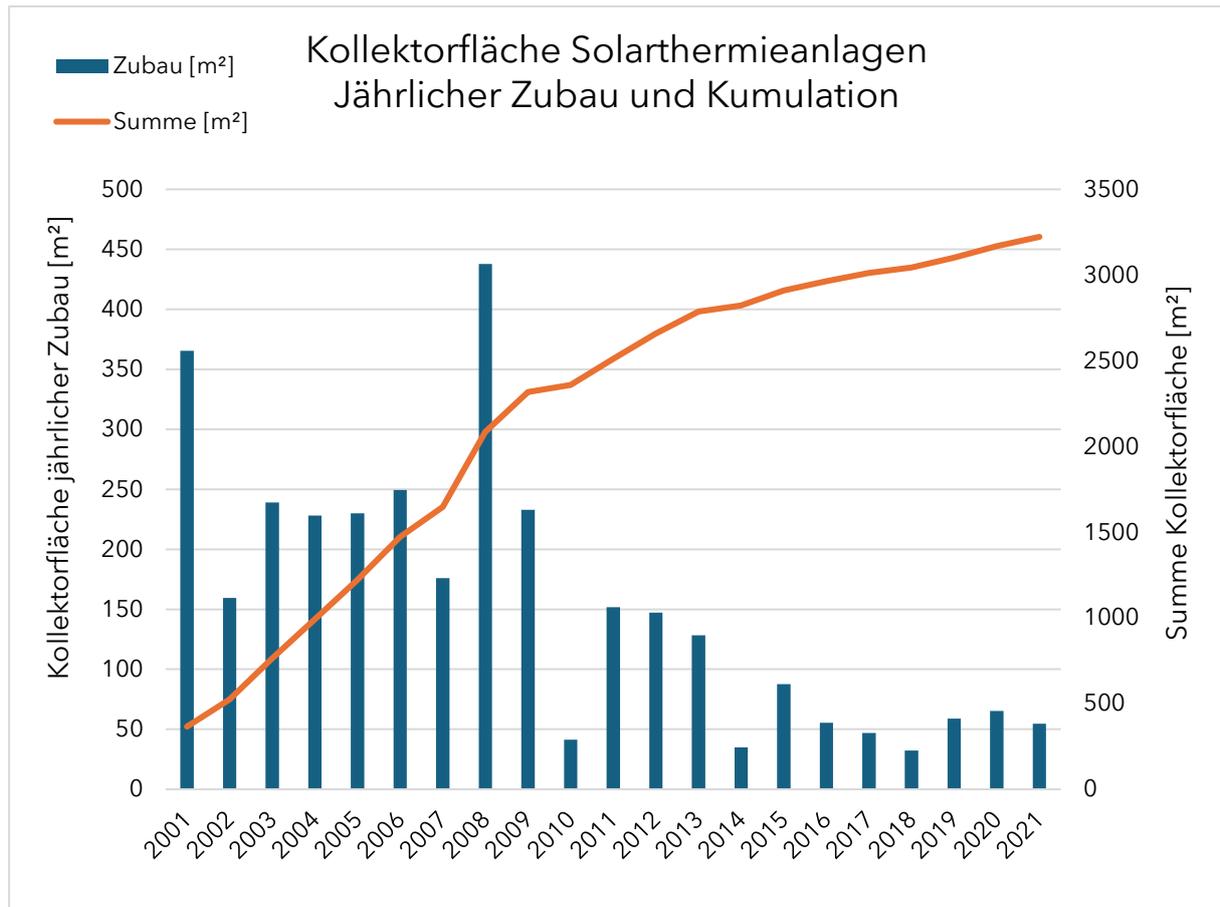


Abbildung 7: Jährlicher Solarthermie-Zubau und Kumulation der Fläche. Datenquelle: Solaratlas.de

2.2.9 Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie & Luft

Im Kartenausschnitt des Energie-Atlas Bayern in Abbildung 8 sind alle installierten Erdwärmesonden und Anlagen für Grundwasserwärmenutzung visualisiert. Die roten Dreiecke sind dabei die Erdwärmesonden, die blau-grünen Symbole stehen für Grundwasserwärmepumpen.

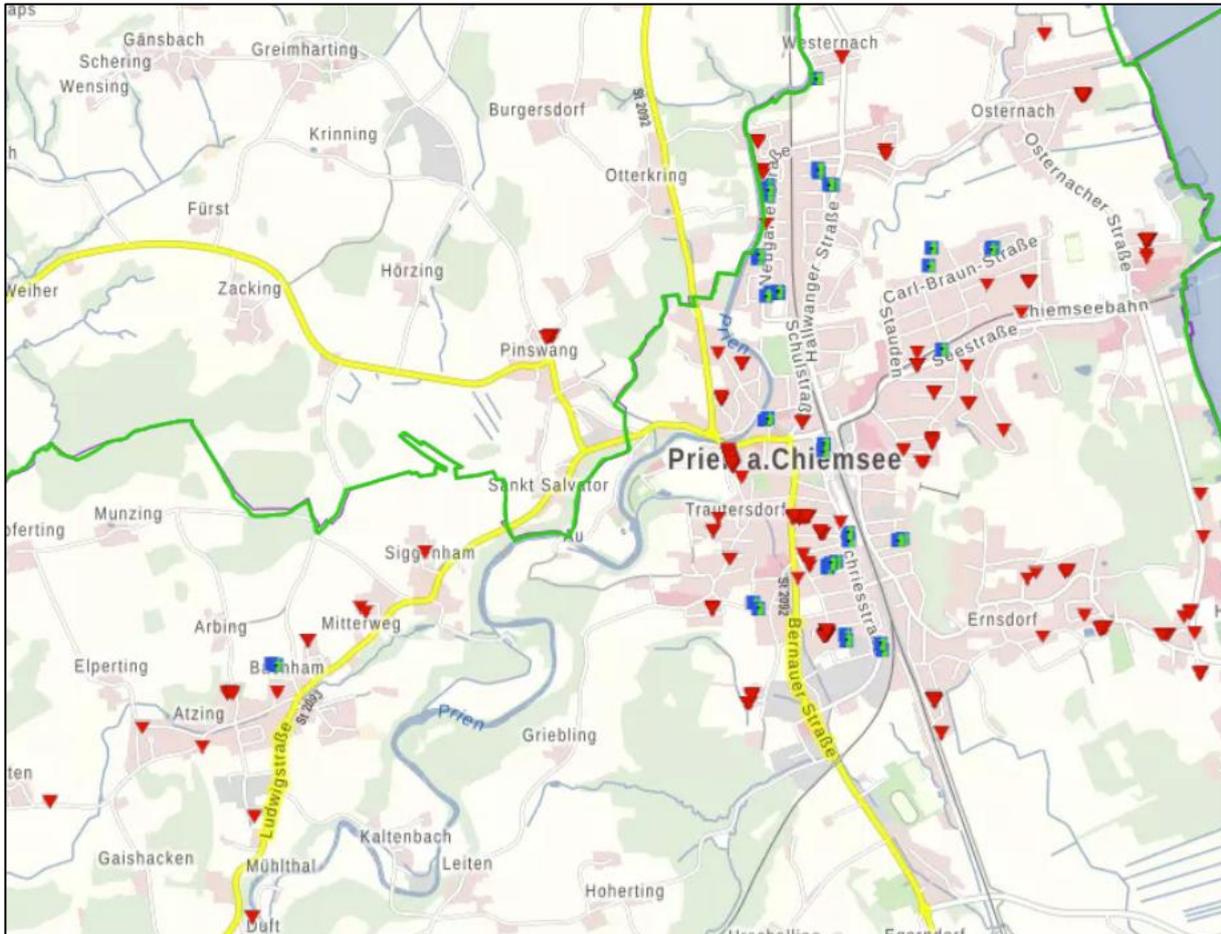


Abbildung 8: Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen im Bestand.
Quelle: Energie-Atlas Bayern

Diverse Informationen zu Netzabsatz-Daten für die Jahre 2020 und 2021 konnten vom Netzbetreiber Bayernwerk angefordert werden. Zum Jahresende 2021 gab es in Prien 145 Speicherheizungen und 391 Wärmepumpen. Die zugehörigen Daten der Anlagen sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Abgerechnete Anlagen und Absatzmengen in den Kalenderjahren 2020 und 2021
(Quelle: Bayernwerk)

	2020		2021	
	Abger. Anlagen	Absatzmenge [kWh]	Abger. Anlagen	Absatzmenge [kWh]
Speicherheizung	147	904.448	145	903.154
Wärmepumpen	386	2.922.313	391	3.248.546
Summe	533	3.826.761	536	4.151.000

2.2.10 Gasnetze

Abbildung 9 zeigt das bestehende Gasnetz im Markt Prien. Netzversorger ist dabei der Gasverteilnetzbetreiber Energienetze Bayern, ein Unternehmen der Energie Südbayern Gruppe. Prien ist dabei der Regionalcenterzuordnung Region Ost zugehörig. Das Marktgebiet ist nur in der Stadt Prien in Nord-Süd Erstreckung größtenteils versorgt, in den westlichen stark ländlich geprägten Marktgebieten besteht kein Gasnetz.

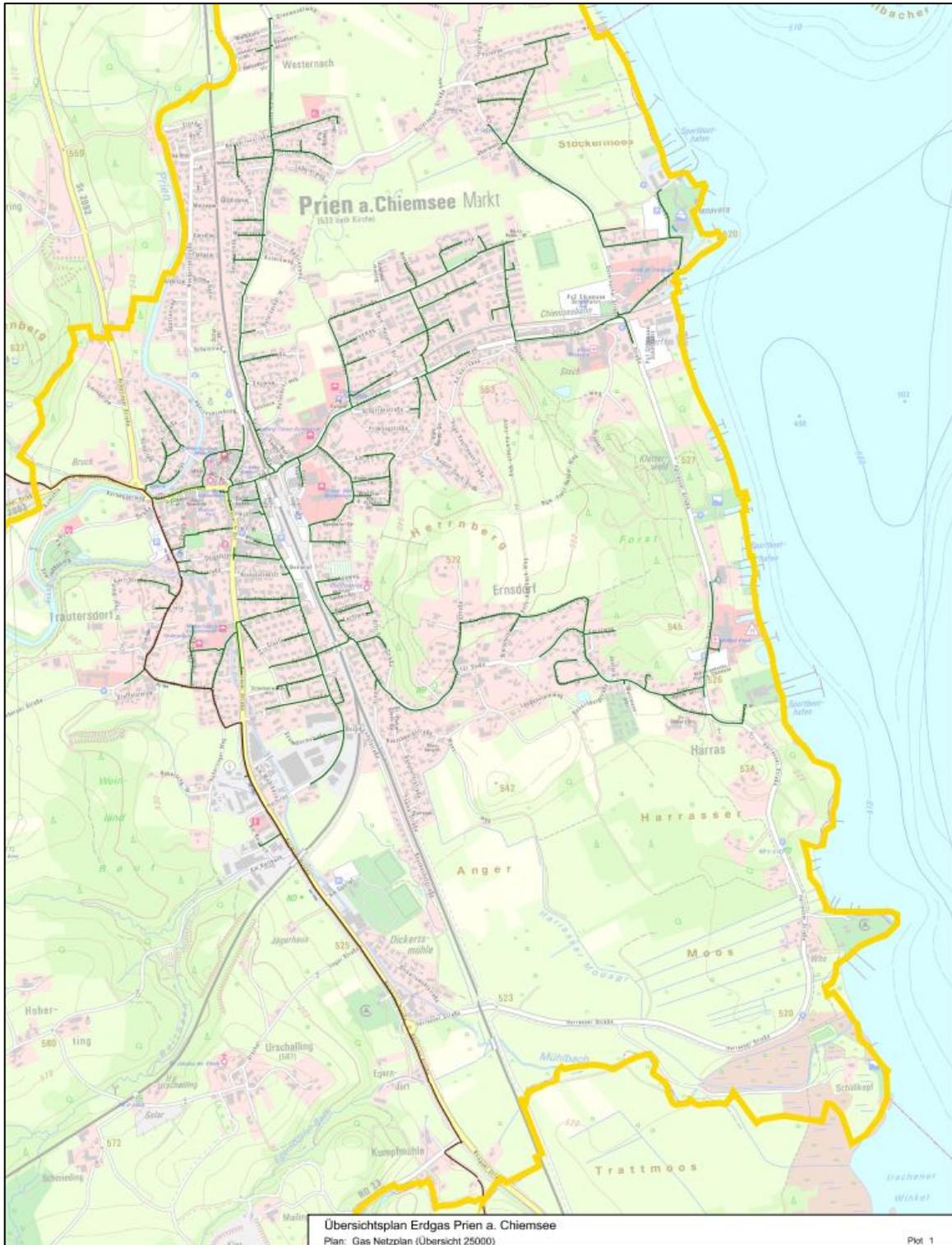


Abbildung 9: Bestehendes Gasnetz in Prien a. Chiemsee (Stand: Mai 2024).
Quelle: Energienetze Bayern

2.2.11 Wärmenetze

Im Marktgebiet Prien existieren derzeit zwei größere Wärmenetze. Die Wärmenetzzentrale der Zimmerei Stocker in der Jensenstraße 2 besteht aus einem Blockheizkraftwerk ($P_{th} = 140 \text{ kW}$), einer Hackschnitzelheizung ($P_{th} = 130 \text{ kW}$) und einer zweiten Hackschnitzelheizung ($P_{th} = 300 \text{ kW}$). Das erweiterte Wärmenetz (blau) produziert aktuell (02/25) eine Wärmemenge von 1.790 MW für 43 Anschlussnehmer, darunter auch zwei öffentliche Gebäude mit der Franziska-Hager-Mittelschule und dem Kinderhort. Die Fernwärmenetz Prien (gelb) versorgt aktuell (02/25) 59 private und gewerbliche Kunden. Ein Hackschnitzelkessel am Hohertinger Weg mit einer Spitzenheizlast von 1,3 MW bildet dabei die Wärmenetzzentrale dieses Wärmenetzes. Hier sind u.a. diverse öffentliche Gebäude wie Feuerwehr, Rettungswache und Bauhof angeschlossen.²

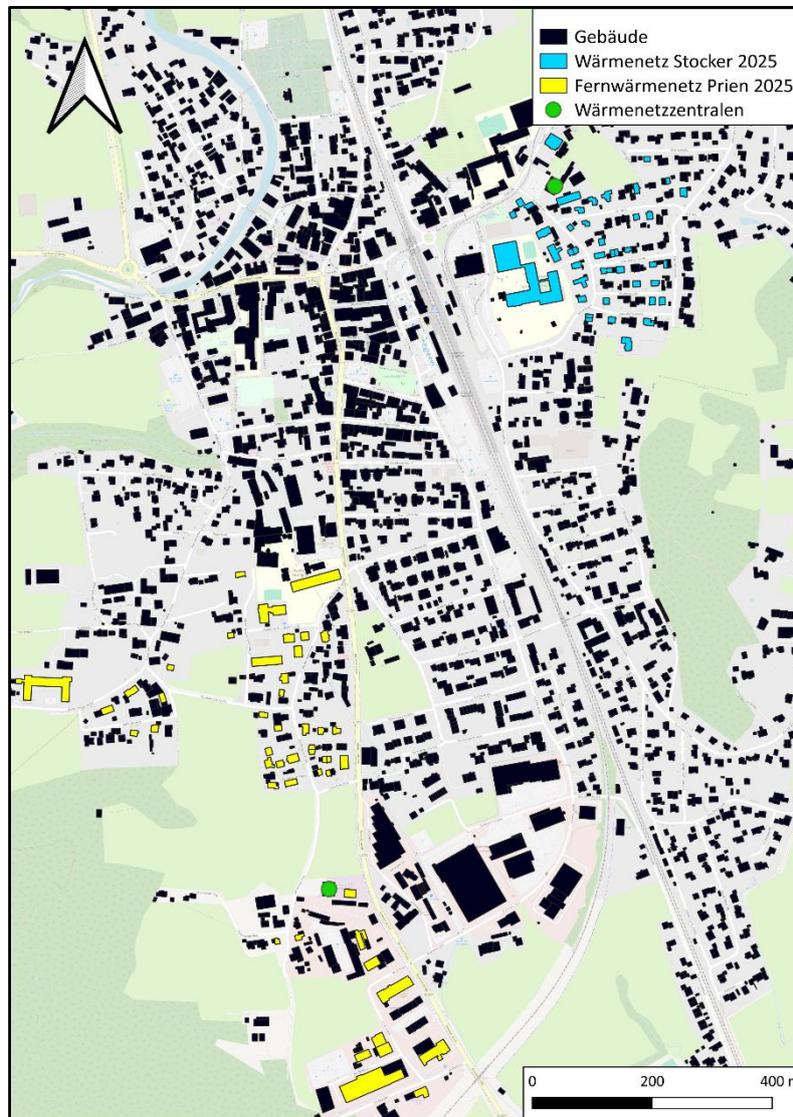


Abbildung 10: Übersicht über die Bestandswärmenetze in Prien

² [Biomassehof Achental - Startschuss für Heizwerk in Prien a. Chiemsee](#)

2.3 Wärmeverbrauch

Der Wärmebedarf setzt sich für das Jahr 2022 gemäß Energie-Atlas Bayern folgendermaßen zusammen:

Tabelle 6: Wärmebedarf Priens vom Jahr 2022 gemäß Energie-Atlas Bayern

Privat	Wohngebäude [MWh/a]	106.948
<i>davon</i>	<i>Heizung [MWh/a]</i>	92.031
	<i>Warmwasser [MWh/a]</i>	14.917
Gesamt	Wohnen, GHD, kommunale Gebäude & Industrie [MWh/a]	154.639
<i>davon</i>	<i>Heizung [MWh/a]</i>	137.876
	<i>Warmwasser [MWh/a]</i>	76.763

Damit war der Gesamtwärmebedarf (154.639 MWh/a) dreimal so hoch wie der Stromverbrauch (51.651 MWh/a).

2.3.1 Wärmekataster

Das Wärmekataster wurde gemäß Leitfaden für Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW) erstellt³. Alle relevanten Werte für das Wärmekataster können dabei dem Technikkatalog entnommen werden, welcher im Juni 2024 vom KWW veröffentlicht wurde. Die Baujahre wurden gemäß Zensus-Daten von 2011 ermittelt.

Tabelle 7: Baualtersklassen des privaten Sektors mit zugehörigem Wärmebedarf

Baualtersklassen	Nutzenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser [kWh/(m ² *a)]
Bis 1918	113
1919 - 1948	103
1949 - 1978	93
1979 - 1994	87
1995 - 2011	62
2012 - 2020	48
2021 - 2035	39
Ohne Baujahr	90 (gewichtetes Mittel)

³ BMWK, BMWSB, & dena. (Juni 2024). Leitfaden Wärmeplanung. Berlin.

Tabelle 7 beschreibt die Verbräuche nach Baualtersklasse der privaten Wohngebäude. Zu diversen kommunalen Liegenschaften konnten gebäudescharfe Verbrauchsdaten geliefert werden, diese wurden als Realdaten ins Wärmekataster integriert.

Aus den öffentlichen LOD2-Daten konnten Informationen wie Gebäudeart, Gebäudehöhe und zum Teil die Stockwerksanzahl entnommen werden. Diese ist maßgebend für die Größe der Heizfläche. Bei Gebäuden, bei welchen die Stockwerksanzahl per LOD2-Daten gegeben waren, wurden diese übernommen. Gebäude, mit einer Höhe < 1,5 m, wurden als nicht beheizt angenommen. Für Bauwerke mit undefinierter Etagenanzahl wurde folgende Annahme getroffen:

Tabelle 8: Kalkulation der Stockwerksanzahl

Gemessene Höhe [m]	Stockwerksanzahl
1,5 - 6	1
6 - 9	2
9 - 12	3
12 - 15	4
15 - 18	5
18 - 21	6
21 - 24	7
24 - 27	8
27 - 30	9
30 - 33	10

Von jedem Gebäude konnte mittels GIS-Tools die Grundfläche ermittelt werden. Um die irrelevanten bzw. nahezu unbeheizten Gebäude wie Garagen und Gartenhäuser so weit wie möglich zu reduzieren wurde nur Gebäude mit einer Grundfläche von mindestens 40 m² in Betracht genommen. Zudem wurden die Gebäude nach Funktion (ALKIS) sortiert.

Für den Sektor Wirtschaft (GHD) wurden folgende Wärmebedarfswerte gemäß KWW-Technikkatalog übernommen:

Tabelle 9: Wärmebedarfswerte des Wirtschaft-Sektors (GHD) nach Baualtersklassen

Baualtersklasse	Nutzenergieverbrauch [kWh/(m ² *a)]
Vor 1978	133
1978 - 2009	69
Ab 2010	45
Ohne Baujahr	106 (gewichtetes Mittel)

In Zusammenarbeit mit dem Markt Prien konnte ein Großteil der zum falschen Sektor oder Gebäudeklasse zugewiesenen Gebäude korrigiert bzw. aussortiert werden. Gebäude, welche direkt einer Branche im GHD-Sektor zugeordnet werden konnten, wurde der entsprechende Nutzenergieverbrauch für Nichtwohngebäude dieser Branche zugewiesen. Die vordefinierten Branchen können dem Technikkatalog der KWW entnommen werden⁴.

Gemäß Wärmekataster nach den KWW-Richtlinien hat der Markt Prien a. Chiemsee derzeit einen aktuellen Wärmeverbrauch von **172.216.496 kWh/a bzw. 172,2 GWh/a**.

⁴ Technikkatalog Wärmeplanung. Prognos AG, ifeu, Universität Stuttgart (IER). Juni 2024

2.3.2 Energiebilanz Wärme

Heizungsarten

Die Statistik der Heizungsarten konnte aus den Ergebnissen des Zensus 2022, einer Gebäude- und Wohnungszählung, erschienen im Juni 2024, ermittelt werden.

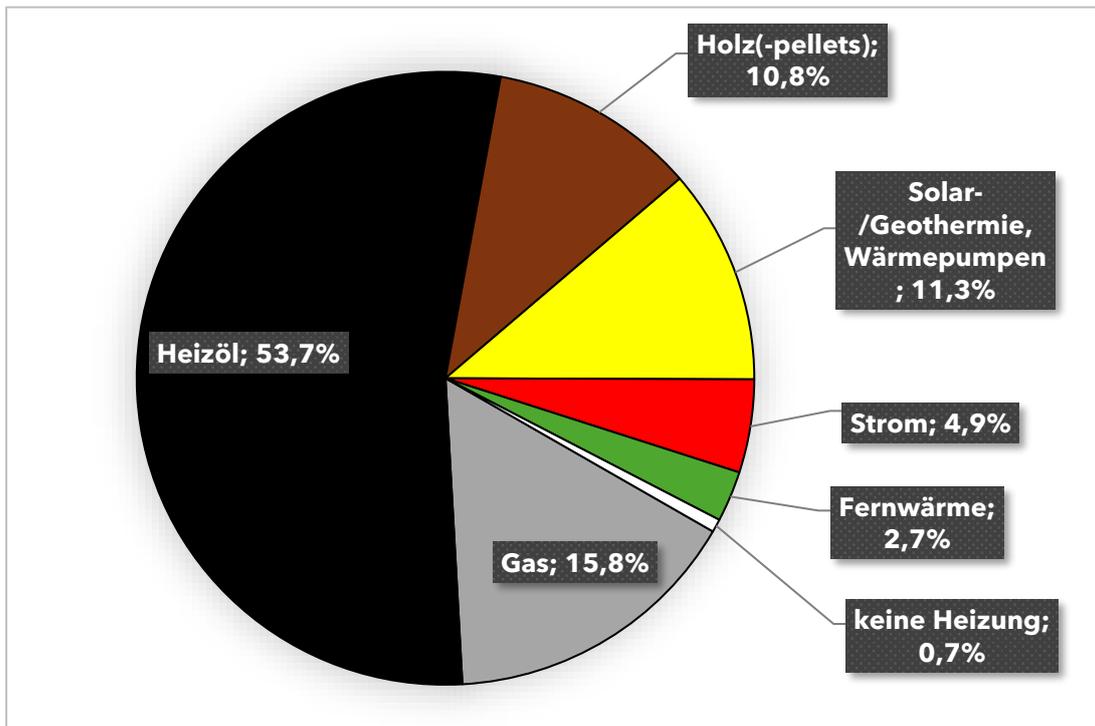


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Markt Prien a. Chiemsee gemäß Zensus-Daten von 2022

Abbildung 11 demonstriert die Verteilung der Energieträger im gesamten Projektgebiet. Knapp 70% aller Haushalte heizen aktuell noch auf Basis von fossilen Brennstoffen wie Heizöl und Erdgas. In Zahlen kann die Heizungsverteilung folgendermaßen aufgestellt werden:

Tabelle 10: Anzahl der Heizungen und deren Energieträger

Heizungsart	Anzahl Heizungen
Heizöl	1.487
Gas	437
Holz/Holzpellets	300
Solarthermie/Geothermie/WP	314
Strom (ohne WP)	136
Fernwärme (versch. Energieträger)	74
Keine Heizung	19
Summe	2.767

Die Kaminkehrerdaten konnten ebenfalls erhoben werden, welche mit den Zensus-Daten verglichen wurden. Die Kaminkehrerdaten umfassen jedoch keine Daten zu Fernwärme, Solarthermieanlagen oder strombetriebene Heizungen (Stromdirektheizung oder Wärmepumpen). Wird in den Kaminkehrerdaten nicht nach Anzahl der Energieträger der Zentralheizungen, sondern nach Gesamtleistung der Heizungsart sortiert, so steigt der Anteil Holz von 7 % auf 21 %.

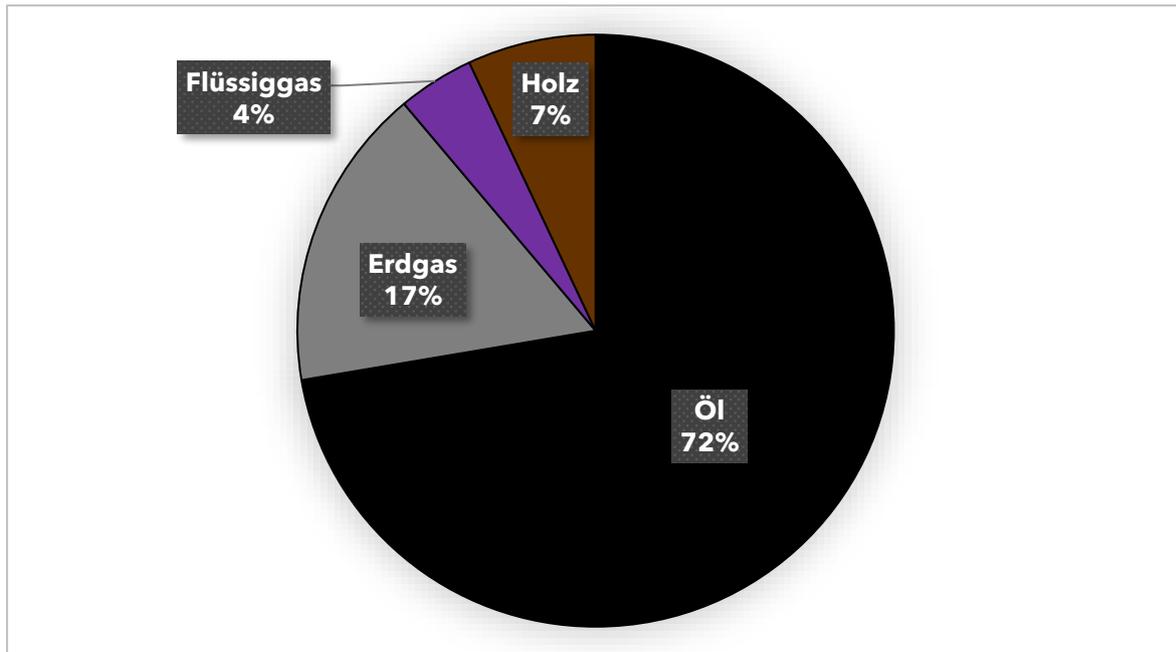


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Markt Prien a. Chiemsee gemäß Kaminkehrerdaten von 2022

Da der Zensus 2022 eine Hochrechnung ist, sind die Anteile der Energieträger, welche durch die Kaminkehrer ermittelt wurden, wesentlich präziser. Signifikanter Unterschied ist, dass die Zensus-Daten 2.748 Zentralheizungen angeben, die Kehrdaten vermitteln lediglich 1.353 Zentralheizungen. Da die Kaminkehrer keine Wärmepumpen, Stromheizungen und Fernwärme erfassen, werden diese in der Verteilung der Lehrdaten integriert. Kombiniert man die beiden Quellen der Kehrdaten und des Zensus, resultiert folgende Energieträgerverteilung.

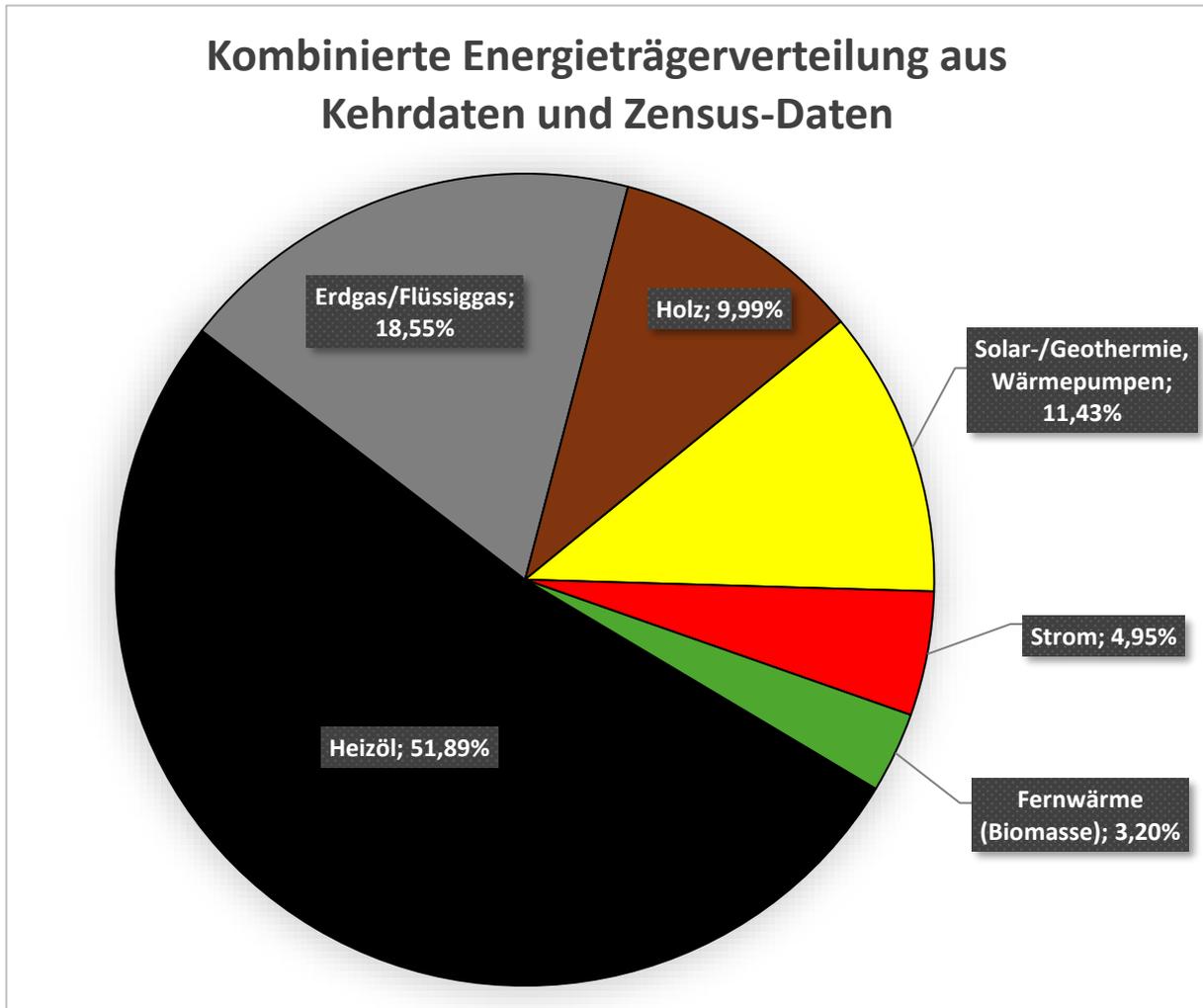


Abbildung 13: Energieträgerverteilung aus Kehrdaten und Zensus-Daten

Der feste Anteil von 3,2% durch Fernwärmeversorgung stammt aus dem Wärmekataster.

2.3.2.1 Private Haushalte

Laut Statistik kommunal gab es Ende des Jahres 2022 in Summe 2.616 Wohngebäude, davon 1.675 mit 1 Wohnung (64%), 376 mit 2 Wohnungen (14,4%) und 562 mit 2 oder mehr Wohnungen (21,5%). Aus dem Wärmekataster resultiert für den Sektor private Haushalte ein Wärmebedarf von **95.539.356 kWh/a bzw. 95,54 GWh/a**. Auf die in Tabelle 1 genannten 5.623 Haushalte würde dadurch ein **jährlicher Verbrauch pro Haushalt von 17.135 kWh** anfallen. Zudem resultiert dabei bei einer Einwohnerzahl von 11.262 ein **Wärmeverbrauch pro Kopf von 8483 kWh/a**. Der Sektor Private Haushalte ist zu dem für **55,5% des Gesamtwärmeverbrauchs** im Markt Prien verantwortlich.

Die Verteilung der 2.767 Gebäude mit Wohnraum nach dem Baujahr sieht folgendermaßen aus:

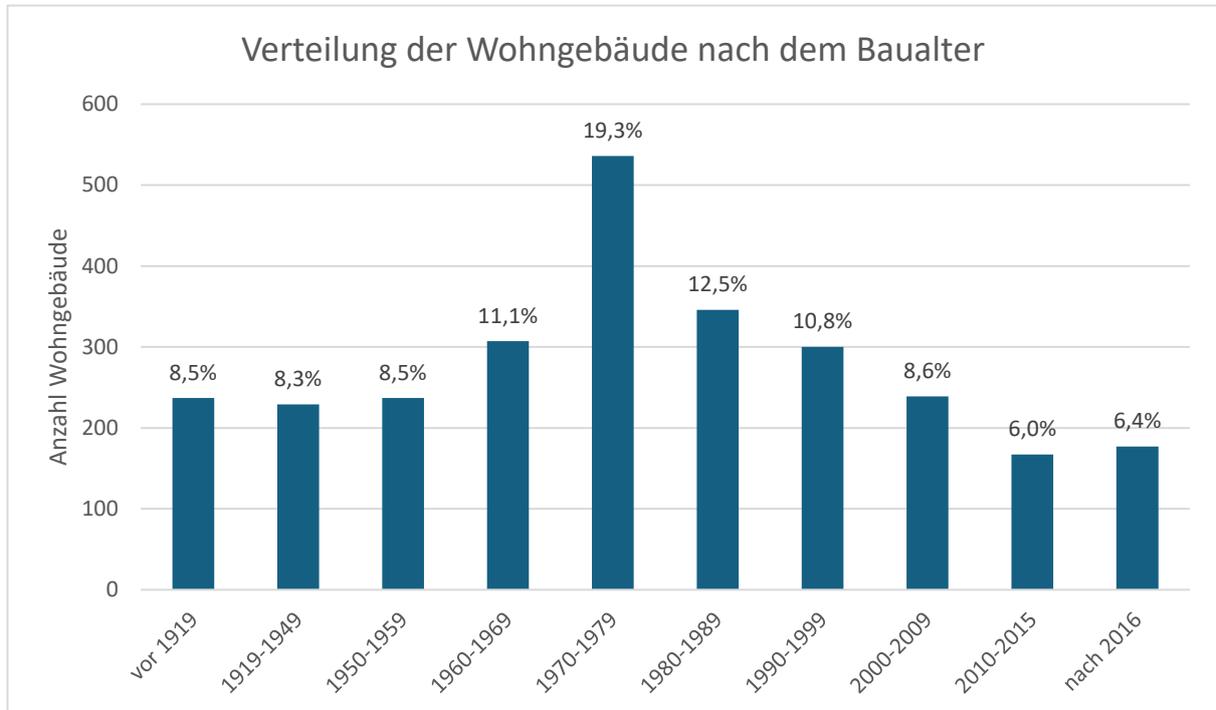


Abbildung 14: Baualtersklassenverteilung mit prozentuellem Anteil

2.3.2.2 Öffentliche / kommunale Gebäude

Aus dem Wärmekataster des Marktes Prien an Chiemsee resultiert ein **Wärmeverbrauch der öffentlichen Gebäude von 27.488.311 kWh/a** bzw. **27,49 GWh/a**. Der größte Verbraucher im öffentlichen Sektor ist das Erlebnisbad Prienavera (11,7%) mit einem jährlichen Wärmebedarf von 3.500.000 kWh. Die Prienavera stellt zugleich den größten Verbraucher (2%) des gesamten Marktgebiets dar.

Die Realdaten des Wärmebedarfs der kommunalen Liegenschaften wurden vom Markt bereitgestellt. Insgesamt konnten über LOD2-Daten und deren Gebäudefunktion 68 Liegenschaften dem Sektor öffentliche bzw. kommunale Gebäude zugewiesen werden. Bei 26 Liegenschaften konnten gebäudescharfe Wärmeverbräuche als Realdaten ermittelt im Wärmekataster integriert werden. Die Krankenhäuser und das Prienavera haben einen großen Anteil am Wärmebedarf des öffentlichen Sektors.

2.3.2.3 Wirtschaft

Der Wärmebedarf für den Wirtschaftssektor beträgt gemäß Wärmekataster **49.188.829 kWh/a** bzw. **49,2 GWh/a**. Auch hier wurde nach Realdaten und Abwärmepotenzialen angefragt. Dabei konnten die Realdaten von 19 Gebäuden eingeholt werden. Insgesamt sind 1.103 Gebäude über die Gebäudedefinition der LOD2-Daten dem Wirtschaftssektor zuordenbar.

Zur besseren Übersicht lässt sich der Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren folgendermaßen aufgliedern.

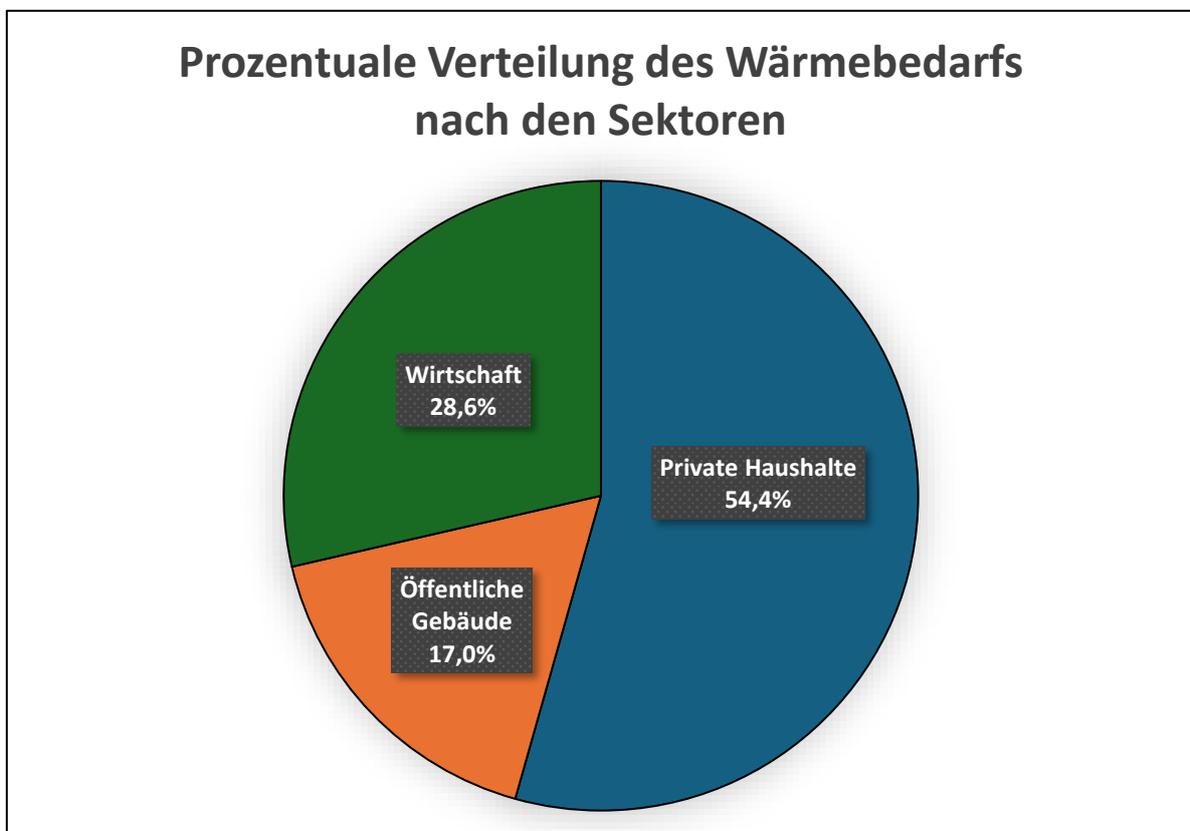


Abbildung 15: Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die Sektoren

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Gemäß Wärmekataster werden in Prien 172.216.496 kWh/a für die Wärmeversorgung benötigt. Davon bilden die fossilen Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl den Hauptteil der Energieträger mit gut 70%, welche zusätzlich die größten CO₂-Faktoren besitzen. Tabelle 11 beschreibt die CO₂-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung in Prien. Hierfür wurden die CO₂-Faktoren gemäß aktuellem KWW-Technikkatalog verwendet.

Tabelle 11: CO₂-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung im Markt Prien a. Chiemsee

Energieträger	Anteil [%]	Bedarf für Wärme [MWh/a]	CO ₂ -Faktor	CO ₂ -Ausstoß in t	Anteil am gesamten CO ₂ -Ausstoß [%]
Heizöl	51,9%	89.367.440	0,31	27.704	69,7%
Gas	18,5%	31.938.879	0,24	7.665	19,3%
Solar-/ Geothermie, Wärmepumpen	10,0%	17.197.858	0,02	344	0,9%
Holz	11,4%	19.678.304	0,087	1.705	4,3%
Strom	4,9%	8.523.087	0,26	2.216	5,6%
Fernwärme (Biomasse)	3,2%	5.510.928	0,02	110	0,3%
Summe	100%	172.216.496		39.745	100%

Die fossilen Brennstoffe bewirken durch ihre hohen CO₂-Faktoren 89% der Emissionen im Markt Prien. Insgesamt werden durch die Wärmeversorgung **jährlich ca. 39.745 t CO₂** ausgestoßen. Durch Senkung des Anteils der fossilen Energieträger können die CO₂-Emissionen schrittweise reduziert werden, mit der Ziel der vollständigen Dekarbonisierung und einer CO₂-neutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045.

Anteil der jährlichen CO₂-Emissionen nach Energieträger

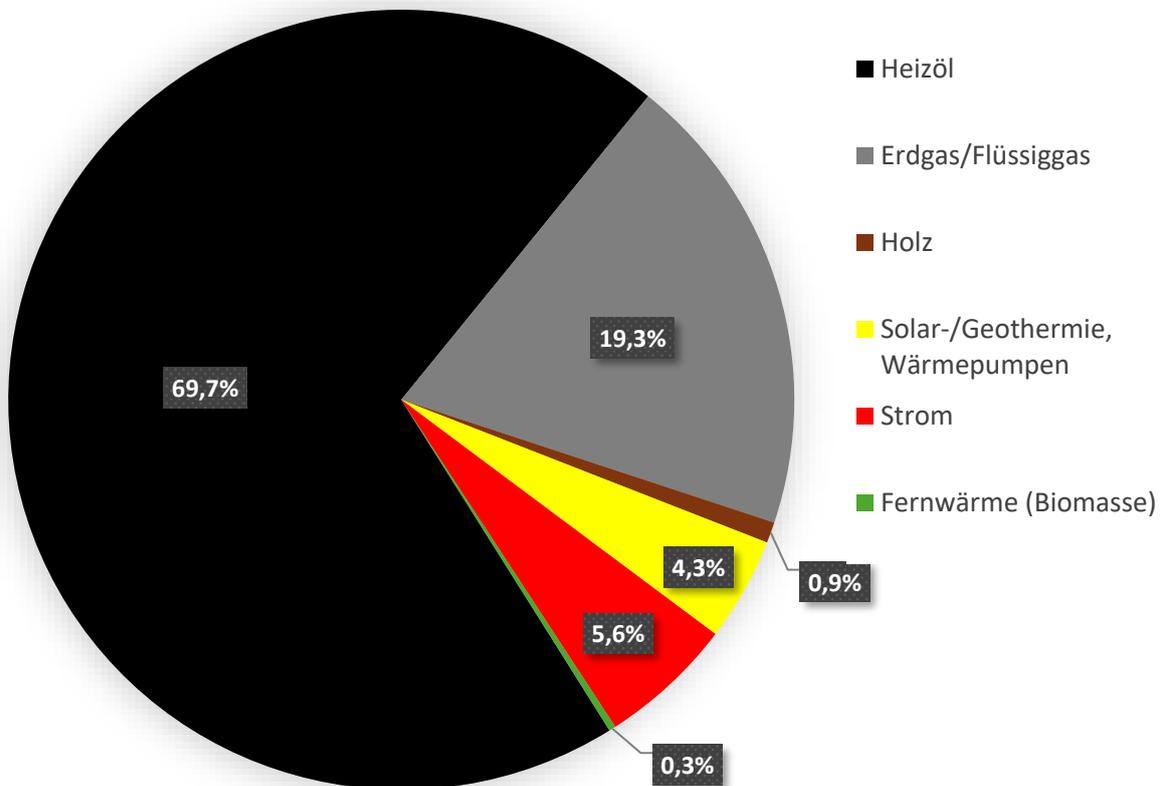


Abbildung 16: Jährliche CO₂-Emissionen durch die aktuelle Wärmeversorgung

3. Potenzialanalyse Energieeinsparung

3.1 Private Haushalte

An erster Stelle hat das Nutzerverhalten einen hohen Einfluss auf den Wärmeverbrauch. Neben der Optimierung des Nutzerverhaltens kann vor allem durch Gebäudedämmung Energie eingespart werden. Besonders in älteren Gebäuden steckt erhebliches Einsparungspotenzial durch energetische Gebäudesanierung. Dazu werden in dieser kommunalen Wärmeplanung die Ursachen und Folgen einer schlechten Gebäudedämmung im Folgenden erläutert und mögliche Sanierungsansätze aufgezeigt. Grundsätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass diese Angaben immer exemplarisch gelten und lediglich Mittelwerte und Spannbreiten darstellen. Im Neubaubereich konnte der Heizenergiebedarf in den vergangenen Jahren mit Hilfe von neuen und verbesserten Baumaterialien sowie einer effizienteren Bautechnik deutlich gesenkt werden. Zahlreiche Möglichkeiten aus dem Neubaubereich lassen sich mittlerweile auch bei Sanierungsmaßnahmen umsetzen.

Für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes ist die Qualität der Gebäudehülle ausschlaggebend. Abbildung 17 veranschaulicht die Wärmeverluste durch die einzelnen Bauteile in einem Gebäude.

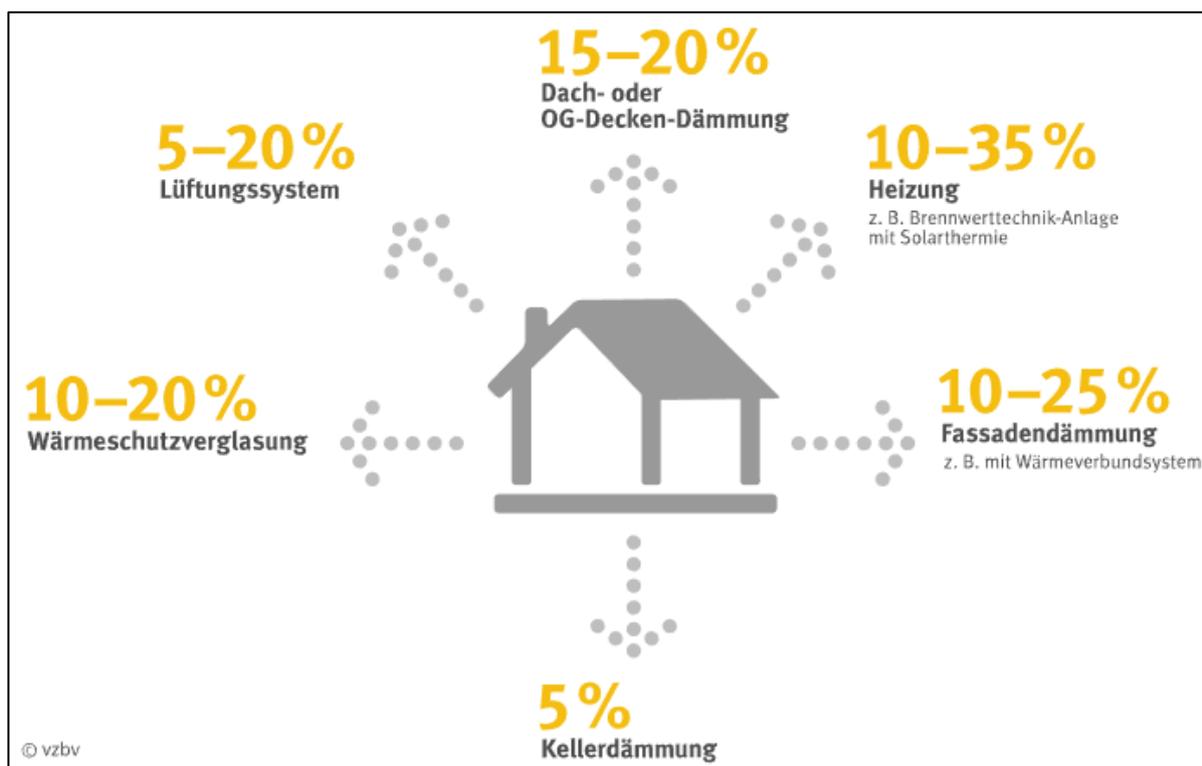


Abbildung 17: Energieersparnis durch Sanierung. Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

Um die Effizienz eines Hauses zu steigern, können verschiedene Maßnahmen zur Gebäudesanierung durchgeführt werden. Hierzu zählen: Fassadendämmung, Dachdämmung, Dämmung der Geschosdecke und Bodenfläche, höherer Wärmeschutz in der Verglasung von Türen und Fenster, Optimierung der Lüftung (Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung) und das Modernisieren der Heizungsanlage. Fast alle Maßnahmen zur Effizienzerhöhung von Gebäuden werden zurzeit über die

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. Durch Umsetzung dieser Sanierungsmaßnahmen können die Verbräuche erheblich reduziert werden.

Gemäß Technikkatalog können für Ein- und Zweifamilienhäuser im Mittel folgende Reduktionen der Heizbedarfswerte erzielt werden⁴.

Tabelle 12: Sanierungspotenzial von Ein- und Zweifamilienhäusern bis 2045⁴ modifiziert

Baualtersklasse	Status Quo [kWh/(m ² *a)]	Mittelwert der jährlichen Reduktion	Reduktion des Heizbedarfswertes bis 2045 auf [kWh/(m ² *a)]	Reduktion bis 2045 um
Bis 1918	113	-1,65%	70,5	37,6%
1919 - 1948	103	-2,15%	51,5	50,0%
1949 - 1978	93	-1,6%	58,5	37,1%
1979 - 1994	87	-1,9%	49,0	43,7%
1995 - 2011	62	-1,0%	48,0	22,6%
2012 - 2020	48	0,0%	48,0	0%
2021-2035	39	0,0%	39,0	0%
Ohne Baujahr	90	-1,2%	56,5	22,4%

Bei Gebäuden ab dem Baujahr 2012 wird aufgrund des aktuell hohen Baustandards erstmal kein Sanierungspotenzial bis zum Jahr 2045 prognostiziert, daher fließen diese Baualtersklassen nicht in die Berechnung mit ein. Für Gebäude, denen kein Baujahr zugewiesen werden konnte, wurden die Mittelwerte aller Baualtersklassen verwendet. Die tatsächlichen Wärmeeinsparungen unter Verwendung des Mittelwertes der jährlichen Reduktionen, welcher iterativ für jedes Jahr in die Berechnung eingeht, sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Alle Werte, sofern nicht anders angegeben, sind in der Einheit kWh dargestellt.

Gefördert durch:



Tabelle 13: Einsparungspotenzial im privaten Sektor durch Sanierung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Jährliche Reduktion	1,65%	2,15%	1,6%	1,9%	1%	0%	1,2%	
Baualterklassen	Bis 1918	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1994	1995 - 2011	Nach 2012	Ohne Baualterklasse	Gesamt
Jahr								
2024	6.140.194	1.500.401	33.639.465	23.720.663	9.399.570	435.558	20.703.505	95.539.356
2025	6.038.881	1.468.142	33.101.234	23.269.970	9.305.574	435.558	20.455.063	94.074.422
2026	5.939.239	1.436.577	32.571.614	22.827.841	9.212.519	435.558	20.209.602	92.632.950
2027	5.841.242	1.405.691	32.050.468	22.394.112	9.120.393	435.558	19.967.087	91.214.551
2028	5.744.861	1.375.469	31.537.661	21.968.624	9.029.189	435.558	19.727.482	89.818.844
2029	5.650.071	1.345.896	31.033.058	21.551.220	8.938.898	435.558	19.490.752	88.445.453
2030	5.556.845	1.316.959	30.536.529	21.141.747	8.849.509	435.558	19.256.863	87.094.010
2031	5.465.157	1.288.645	30.047.945	20.740.054	8.761.013	435.558	19.025.781	85.764.152
2032	5.374.982	1.260.939	29.567.177	20.345.993	8.673.403	435.558	18.797.471	84.455.523
2033	5.286.295	1.233.829	29.094.103	19.959.419	8.586.669	435.558	18.571.902	83.167.774
2034	5.199.071	1.207.301	28.628.597	19.580.190	8.500.803	435.558	18.349.039	81.900.558
2035	5.113.286	1.181.344	28.170.539	19.208.166	8.415.795	435.558	18.128.850	80.653.539
2036	5.028.917	1.155.945	27.719.811	18.843.211	8.331.637	435.558	17.911.304	79.426.383
2037	4.945.940	1.131.093	27.276.294	18.485.190	8.248.320	435.558	17.696.369	78.218.763
2038	4.864.332	1.106.774	26.839.873	18.133.971	8.165.837	435.558	17.484.012	77.030.358
2039	4.784.070	1.082.978	26.410.435	17.789.426	8.084.179	435.558	17.274.204	75.860.851
2040	4.705.133	1.059.694	25.987.868	17.451.427	8.003.337	435.558	17.066.914	74.709.931
2041	4.627.498	1.036.911	25.572.062	17.119.850	7.923.304	435.558	16.862.111	73.577.294
2042	4.551.145	1.014.617	25.162.909	16.794.573	7.844.071	435.558	16.659.765	72.462.638
2043	4.476.051	992.803	24.760.303	16.475.476	7.765.630	435.558	16.459.848	71.365.668
2044	4.402.196	971.458	24.364.138	16.162.442	7.687.974	435.558	16.262.330	70.286.095
2045	4.329.560	950.571	23.974.312	15.855.355	7.611.094	435.558	16.067.182	69.223.632
Gesamt-einsparung	29,5%	36,6%	28,7%	33,2%	19,0%	0%	22,4%	<u>27,5%</u>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Aus Tabelle 13 geht hervor, dass durch Sanierung im privaten Sektor bis zum Jahr 2045 etwa 27,5% des momentanen Wärmeverbrauch eingespart werden können. Im Jahr 2045 würde das einer Einsparung von 26.315.724 kWh/a bzw. 26,3 GWh/a entsprechen. Bei Betrachtung der jährlichen Akkumulation der Wärmeverbrauchsreduktion könnten bis 2045 ca. 304.343.088 kWh bzw. etwa 304,3 GWh eingespart werden.

3.2 Wirtschaft

Die Wirtschaftsbranche ist sehr vielfältig und lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Gewerbearten nur schwer pauschalisieren. Generell wird hier ein Unterschied zwischen GHD und Industrie gemacht. Die GHD-Branche lässt sich näherungsweise mit den privaten Haushalten vergleichen. Auch hier sind Änderungen des Nutzungsverhaltens sowie Gebäudesanierungen von höchster Relevanz. Tabelle 14 beschreibt die Sanierungspotenziale gemäß KWW-Technikkatalog⁴.

Tabelle 14: mittlere jährliche Reduktion des Heizbedarfes im Wirtschaftssektor

Baualterklasse	Mittlere jährliche Reduktion um
Bis 1978	1,05%
1979-2009	1,1%
Ab 2010	0,75%
Ohne Baujahr	1%

Den Gebäuden, welchen keinem Baujahr zugewiesen werden konnte, wurde das Mittel aus allen Baualterklassen verweist, welche aufgerundet 1% ergibt.

Mit den in Tabelle 14 genannten Sanierungsraten ergeben sich für den Sektor Wirtschaft folgende Einsparungen in den 5-jährigen Wegmarken bis 2045 in Tabelle 15.

Tabelle 15: Einsparpotenzial durch Sanierung im Wirtschaftssektor in kWh/a

Jährliche Reduktion durch Sanierung	1,05%	1,10%	0,75%	1,00%	
Baualterklasse	Bis 1978	1979-2009	Ab 2010	Ohne Baujahr	Summe
Jahr					
2024	13.062.085	4.415.969	14.715	31.950.100	49.442.869
2025	12.924.933	4.367.393	14.605	31.630.599	48.937.530
2030	12.260.475	4.132.413	14.065	30.080.385	46.487.339
2035	11.630.176	3.910.076	13.546	28.606.147	44.159.945

2040	11.032.280	3.699.701	13.045	27.204.161	41.949.188
2045	10.465.122	3.500.646	12.563	25.870.886	39.849.217
Einsparung 2024 - 2045	19,9%	20,7%	14,6%	19,0%	19,4%

Kumuliert man die jährlichen Wärmebedarfsreduktionen, so können bis 2045 ca. 109,1 GWh durch Sanierung im Wirtschaftssektor eingespart werden. Für den Sektor Industrie können aufgrund der industriellen Prozesse keine Einsparungspotenziale ermittelt werden.

3.3 Öffentliche Gebäude

Die öffentlichen Gebäude sind vergleichbar mit den Gebäuden aus dem Wirtschaftssektor. Auch hier ist die Optimierung des Nutzungsverhaltens sowie die Veranlassung von Gebäudesanierungen von höchster Relevanz. Durch Umsetzung eines Teils der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie durch besseres Nutzungsverhalten kann auch hier eine große Menge an Heizenergie eingespart werden.

Einige der Heizungsanlagen in den öffentlichen Gebäuden wurden durch Anschluss ans bestehende Wärmenetz auf erneuerbare Energien umgestellt. Die meisten laufen jedoch noch auf Basis fossiler Brennstoffe und müssen in naher Zukunft auf erneuerbaren Energien umstellen werden.

Die Sanierungsrate verhält sich, wie in Tabelle 14 beschrieben, ähnlich zum GHD-Sektor.

Tabelle 16: Einsparpotenzial durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in kWh/a

Jährliche Reduktion durch Sanierung	1,05%	1,10%	0,75%	1,00%	
Baualterklasse	Bis 1978	1979-2009	Ab 2010	Ohne Baujahr	Summe
Jahr					
2024	8.534.416	857.045	-	17.842.810	27.234.271
2025	8.444.805	847.618	-	17.664.382	26.956.804
2030	8.010.666	802.013	-	16.798.651	25.611.330
2035	7.598.845	758.862	-	15.975.350	24.333.058
2040	7.208.196	718.033	-	15.192.399	23.118.628
2045	6.837.630	679.400	-	14.447.821	21.964.851
Einsparung 2024 - 2045	19,9%	20,7%	-	19,0%	19,3%

Durch Akkumulation der jährlichen Wärmebedarfsreduzierungen resultiert eine Wärmebedarfs-einsparung von 27,5 GWh bis zum Jahr 2045.

3.4 Gesamtübersicht des Sanierungspotenzials

Tabelle 17 fasst das Sanierungspotenzial aller Sektor kompakt zusammen. Dabei kann durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen knapp ein Viertel des aktuellen Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 eingespart werden.

Tabelle 17: Übersicht über das Sanierungspotenzial in des Marktes Prien

Wegmarke Sektor	2024	2030	2035	2040	2045
Wohnbau (MWh/a)	95.539	87.094	81.901	74.710	69.224
Wirtschaft + Kommunal (MWh/a)	76.677	72.338	68.720	65.284	62.020
Summe (MWh/a)	172.216	159.435	150.621	139.994	131.244
Reduktion auf	100%	92,5%	87,5%	81,3%	76,2%

Würde der Markt den prozentualen Wegmarken durch Sanierung nachkommen, so können akkumulativ ca. 440 GWh an Wärme in den kommenden 20 Jahren eingespart werden. Das entspricht etwa dem 2,5-fachen des momentanen Wärmebedarfs pro Jahr.

Insgesamt wird also deutlich, dass sich durch Sanierung der Gebäude aber auch durch angepasstes Nutzerverhalten deutliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme realisieren lassen. Diese Einsparungen sind jedoch in erster Linie mit hohem finanziellem Aufwand verbunden, welche für die Sanierungsmaßnahmen zu investieren sind. Durch den hohen Anteil der Wärme am Gesamtenergieverbrauch sollte sich in Zukunft intensiv auf die Umsetzung der Einsparpotenziale fokussiert werden. Dies ist beispielsweise durch verstärkte Informationspolitik, Öffentlichkeitsarbeit, finanzielle Förderungen und klare Vorgaben der Zielsetzungen realisierbar.

Eine potenzielle Lösung für die Verbesserung des schwer beeinflussbaren Nutzerverhaltens liegt in der Benutzung von Smart Thermostaten und künstlicher Intelligenz. Zudem gibt es bereits eine Vielzahl von Herstellern digitaler Optimierungsplattformen für Heizungsanlagen. Mehr Informationen dazu sind im Maßnahmenkatalog einsehbar.

4. Potentialanalyse erneuerbarer Energien und Abwärme

In diesem Kapitel werden ausschließlich theoretische, technisch sinnvolle Potenziale von erneuerbaren Energiequellen und Abwärme zur möglichen Wärmebereitstellung untersucht. In der Realität kommen oft noch verschiedenste Einflussfaktoren dazu, wie z.B. Politik, Schwierigkeiten mit Grundstückseigentümer usw., die das theoretische Potenzial deutlich reduzieren können. In diesem Konzept können solche Faktoren nur teilweise berücksichtigt werden.

4.1 Abwärme

Für die Ermittlung von Abwärmepotenzialen aus unvermeidbarer Abwärme wurden mehrere Firmen selektiert und die Zusendung eines Abfrageformulars initiiert. Die Resonanz fiel sehr schwach aus, sodass kein nennenswertes Abwärmepotenzial in Prien vorhanden ist. Auch die Plattform für Abwärme der BAFA beinhaltet keine Abwärmepotenziale im Projektgebiet.⁵

4.2 Solarthermie

Die Sonnenenergie ist eine im menschlichen Maße unerschöpfliche Energiequelle. Gemäß Energie-Atlas Bayern treffen auf das Marktgebiet von Prien jährlich ca. 1.160 kWh/m² bzw. umgerechnet ca. 24.977 GWh gesamter Globalstrahlung. Das entspricht in etwa dem 136-fachen des gesamten Wärmebedarfs von Prien. Der Großteil dieser Energie ist jedoch nicht nutzbar, da die Strahlung auch auf z.B. Waldflächen, Straßen oder Wasseroberflächen trifft. Zudem ist die Umwandlung von Strahlungsenergie in thermische oder elektrische Energie immer mit Verlusten verbunden. Eine handelsübliche Photovoltaikanlage erreicht derzeit einen Systemwirkungsgrad von etwa 16 - 18 %⁶, je nach Modultyp. Thermische Solarkollektoren hingegen wandeln aktuell etwa die Hälfte der Strahlungsenergie in Wärme um (ca. 500 kWh/m²). Zusätzlich fallen jedoch Systemverluste in geringem Ausmaß an. Dabei hängt das Potenzial von den verfügbaren und brauchbaren Flächen zur Installation von PV- oder solarthermischen Kollektoren ab.

PV-Freiflächenanlagen (FFPV) unterliegen einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen die unter anderem in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr⁷ aufgelistet werden. Sofern Förderungen nach EEG in Anspruch genommen werden sollen, sind auch diese Regelungen einzuhalten. FFPV mit mehr als 1.000 kWp und bis zu 100 MWp (in 2023) Leistung sind im Sinne des EEG an Ausschreibungen der Bundesnetzagentur gebunden⁸.

⁵ www.bfee-online.de

⁶ *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. 17.05.2023. Fraunhofer ISE, Dr. Harry Wirth

⁷ Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hinweise des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr. In Abstimmung mit den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, für Umwelt und Verbraucherschutz sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stand 10.12.2021

⁸ Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

FFPV dürfen nicht auf Flächen von geschützten Biotopen, Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete oder sonstige Naturschutzgebiete gebaut werden. Die Auflistung der geeigneten und nicht geeigneten Standorte lässt sich in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr einsehen. Geeignete Standorte sind unter anderem Konversionsflächen, Altlasten(verdachts)flächen sowie Trassen entlang Autobahnen und Schienentrassen. Die geeigneten Standorte definieren sich nach den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr vor allem aus den nicht-geeigneten Flächen.

Das geläufige Problem bei Solarthermieanlagen, dass Solarenergie nicht zwingend dann anfällt, wenn der Energiebedarf gerade vorhanden ist, kann mittlerweile durch Langzeitwärmespeicher etwas ausgeglichen werden. Im Folgenden werden nun die Potenziale für Solarthermie analysiert und den jeweiligen Wärmeverbräuchen gegenübergestellt. Kleine Dachflächen können individuell vom Solarkataster für den Landkreis Rosenheim auf Wirtschaftlichkeit und technische Rentabilität überprüft werden (www.solarkataster-rosenheim.de). Gemäß Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung wird eine minimale Fläche von 2.000 m² festgelegt, wozu auch Dachflächen zählen.⁹

Solarthermische Freiflächenanlagen (FFST) können ein Fernwärmenetz speisen, wenn die Vorlauftemperaturen nicht zu sind. Hochtemperatur-Flachkollektoren sowie Vakuumröhren-Kollektoren stellen Temperaturbereiche bis 110 °C zur Verfügung.

FFST unterliegen ebenfalls einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen, die den Ausbau zusätzlich komplizieren. FFST dürfen nicht auf Schutzgebiete oder Überschwemmungsgebiete gebaut werden. Auch Waldflächen und Siedlungsflächen (Puffer 50 m) wurden ausgeschlossen. Der Bundesrat will zukünftig den Bau von Solaranlagen in Überschwemmungsgebieten unter bestimmten Voraussetzungen möglich machen¹⁰. Dies hat jedoch für sinnvolle Kollektorflächen im Markt keine relevanten Auswirkungen. Geeignete Standorte sind unter anderem Konversionsflächen, Altlasten (-verdachts) -flächen sowie Trassen entlang von Autobahnen und Schienentrassen oder Grün- und Landwirtschaftsflächen. Diese Flächen sollten eine ungestörte südliche Sonneneinstrahlung erhalten.

Damit eine FFPV förderfähig im Sinne des EEG ist, sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten. Zum Beispiel können im EEG landwirtschaftlich benachteiligten Flächen für FFPV genutzt werden.

⁹ *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

¹⁰ *Bundesrat für Solaranlagen in Überschwemmungsgebieten*. 31.03.2023, Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz — Gesetzentwurf — hib 242/2023. www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-941120

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben sowie von Verschattungseffekten können somit die in Abbildung 18 dargestellten Flächen als potenzielle FFPV-Standorte ausgewiesen werden. Die gelb schraffierte Fläche beschreibt die förderfähigen Flächen nach dem EEG, bei denen Bauanträge aufgrund ihrer Nähe zur Bahn schnellere Genehmigungen nach sich ziehen können. Die EEG-Förderflächen sind mit einem Abstand von 25 m von Bahngleis entfernt und gelten als besonders sinnvoll.

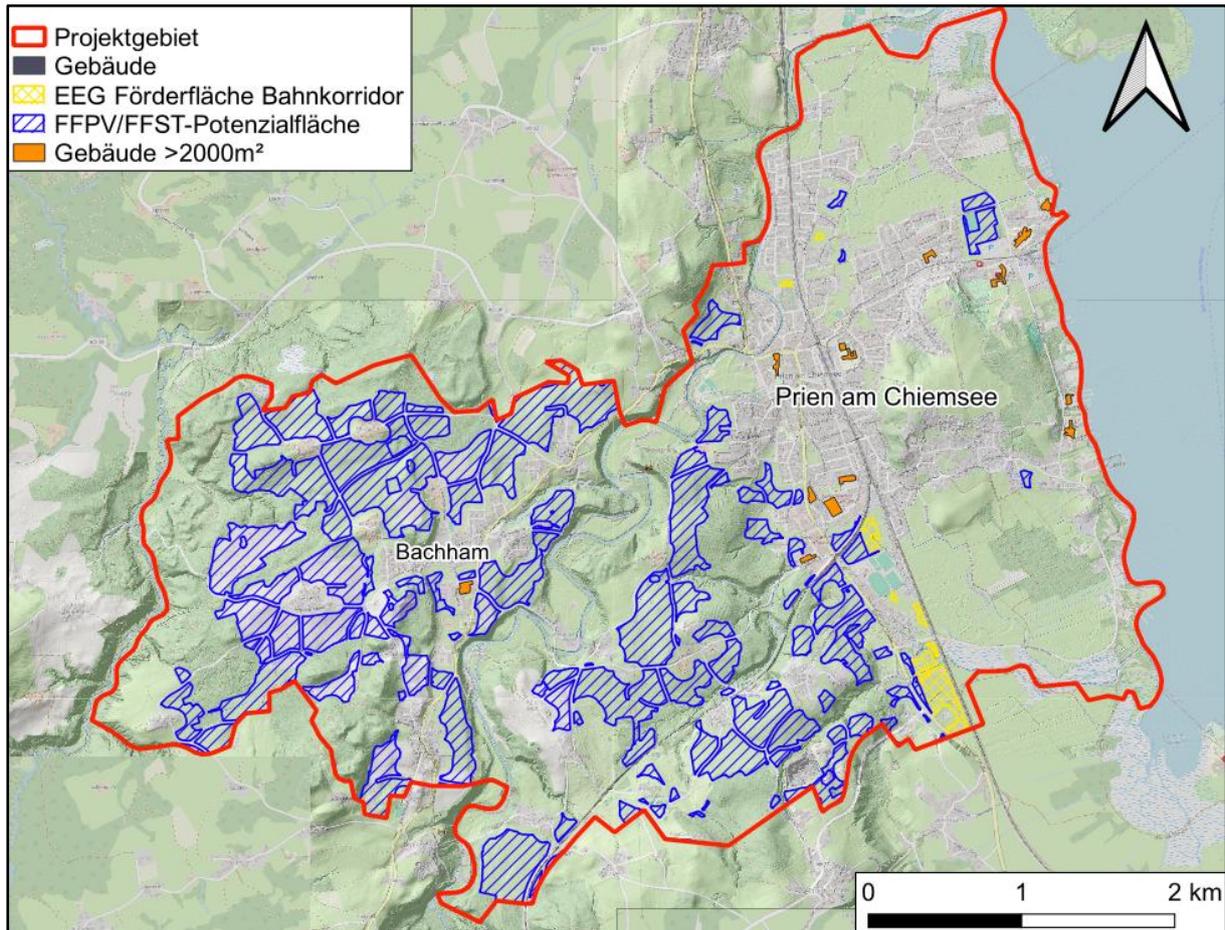


Abbildung 18: Solarthermie-Potenzialflächen in Prien. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps
Dachflächen mit einer Fläche von mehr als 2.000 m² werden ebenfalls in Betracht genommen. Dabei wurden 13 Objekte identifiziert, die über eine Dachfläche von mehr als 2.000 m² verfügen. Insgesamt stehen 56.115 m² Dachfläche zur Verfügung und sind in orangener Farbe gekennzeichnet. Die Potenzialfläche im Markt Prien gliedert sich nach diesen Kriterien nach Tabelle 18 folgendermaßen auf.

Tabelle 18: Werte der Solarthermie-Potenzialflächen im Markt Prien

	Potenzialfläche [m ²]
FFPV/FFST-Potenzialfläche	4.033.931
EEG Förderfläche Bahn	137.628
Gebäude > 2000 m ²	56.115
Gesamtpotenzialfläche	4.227.674

Bei FFST-Anlagen kann ein Verhältnis von Land- zu Kollektorfläche von 2 bis 2,5 gemäß Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen¹¹ herangezogen werden. Hieraus ergibt sich ein Wärmeertrag von ca. 2.000 MWh pro Hektar oder umgerechnet ca. 200 kWh pro m². Dies liegt zudem nah an dem vorgeschlagenen Kollektorflächenertrag von 400 kWh/m² im Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung¹². Bei einer potenziellen Freifläche von 4.171.559 m² könnten somit ca. 834.311 MWh an Wärme pro Jahr erzeugt werden. In der Realität liegen die Kollektorflächenerträge, vor allem in den südlichen Abschnitten Deutschlands, mittlerweile bei 480 – 520 kWh/m². Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Kollektorfläche bei FFST möglich, jedoch steigen hiermit die Investitionskosten. Vor allem bei Dachanlagen, die grundsätzlich teurer ausfallen als Freiflächenanlagen, ist die Aufteilung meistens unvermeidbar.

Der Großteil der Potenzialflächen befindet sich im weniger dicht besiedelten Westen und Süden des Marktes, damit auch in großer Entfernung zu einem potenziellen Wärmenetz. Die maximale Entfernung zwischen Kollektorfleichen und Punkt der Wärmenetzeinspeisung wird in Anlehnung an der „Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung“ auf 1.000 m gesetzt¹³.

Solarthermie reicht in einem Wärmenetz meist nicht als einzige Wärmequelle aus. Solare Wärme kann zur Vorwärmung verwendet werden, mit Kurzzeit-Wärmespeicher oder mit saisonalen Wärmespeichern¹⁴.

¹¹ Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen. 09.2019, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

¹² Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

¹³ Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung. 08.2021 Beitrag zur Berichtspflicht EnEff-RL, Artikel 14, Anhang VIII. Umweltbundesamt. CLIMATE CHANGE 54/2021

¹⁴ Solarthermie und Holzenergie im Wärmenetz. 30.09.2020. C.A.R.M.E.N. e.V.

4.3 Umweltwärme

4.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Wärme der obersten Erdschicht auf niedrigem Temperaturniveau, die über Sonden, Brunnen oder Erdwärmekollektoren auf ein Arbeitsmedium übertragen und dann mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gehoben wird. Vor der Installation von Erdwärmepumpen soll immer überprüft werden, ob Grundwasseranschluss, ausreichend hohe Temperaturniveaus bzw. ausreichende Leitfähigkeiten des Bodens vorhanden sind, um einen entsprechend hohen Coefficient of Performance zu erreichen.

Nicht jedes Grundstück ist für oberflächennahe Geothermie geeignet. Aus gewässerschutzrechtlichen Gründen ist Wärmeförderung mittels Erdwärmesonden häufig sogar verboten. In den meisten Fällen ist eine Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde erforderlich. Die folgende Karte (Abbildung 20) des Umwelt-Atlas Bayern zeigt die Gegebenheiten in Prien a. Chiemsee hinsichtlich des Potenzials für Erdwärmesonden, -kollektoren und Grundwasserwärmepumpen. Im Projektgebiet sind derzeit keine Bohrrisiken bis 100 m Tiefe identifiziert¹⁵. Es befinden sich laut Energie-Atlas Bayern zurzeit mehr als 100 Erdwärmesonden im Marktgebiet Prien.

¹⁵ www.geoportal.bayern.de

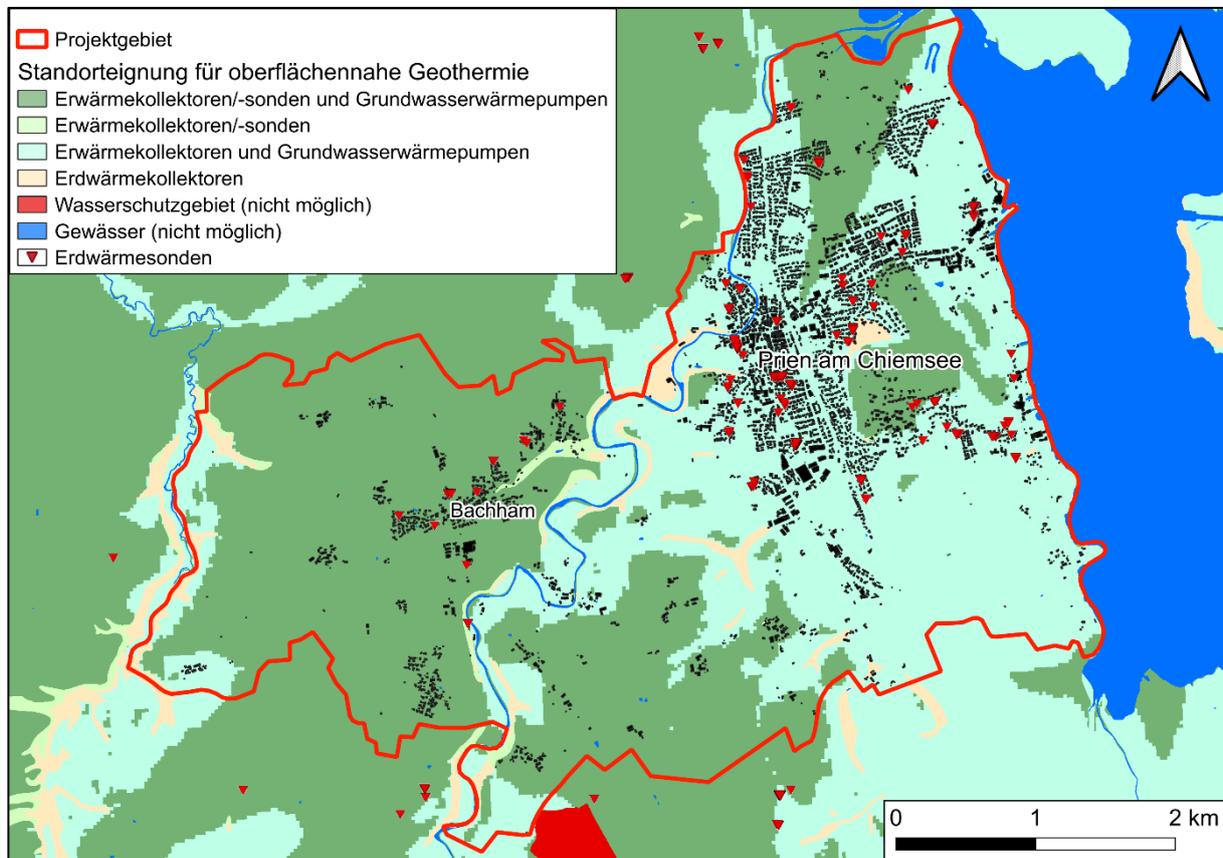


Abbildung 20: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie in Prien.
Quelle: Bayern-Atlas

Abbildung 20 demonstriert, dass im ganzen Marktgebiet ein Potenzial für oberflächennahe Geothermie vorliegt.

Oberflächennahe Geothermie wird oft für die Versorgung einzelner Gebäude genutzt, jedoch sind auch größere Anlagen zur Speisung eines Wärmenetzes möglich. Hier könnten sich an vielversprechenden Standorten die Durchführung von Machbarkeitsstudien zu Grundwasser- und Erdwärme anbieten.

Erdwärmesonden werden in Bohrungen von 20 - 100 m, manchmal sogar bis 400 m Tiefe eingebracht, wonach die Bohrlöcher mit einem Material maximaler Wärmeleitfähigkeit aufgefüllt werden. Für Erdwärmesonden ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens sehr relevant. In Prien liegt diese bis zu 100 m zwischen 1,4 W/(m*K) und im westlichen Teil des Marktes sogar bis zu 3,0 W/(m*K). Die (dunkel-)grünen Segmente in Abbildung 21 haben eine niedrige Wärmeleitfähigkeit und sind daher weniger gut für Erdsonden geeignet. Die hellgrün und gelb markierten Marktteile haben eine Wärmeleitfähigkeit > 2,0 W/m*K und sind demzufolge potenziell gut geeignete Flächen für die Nutzung von Erdsonden.

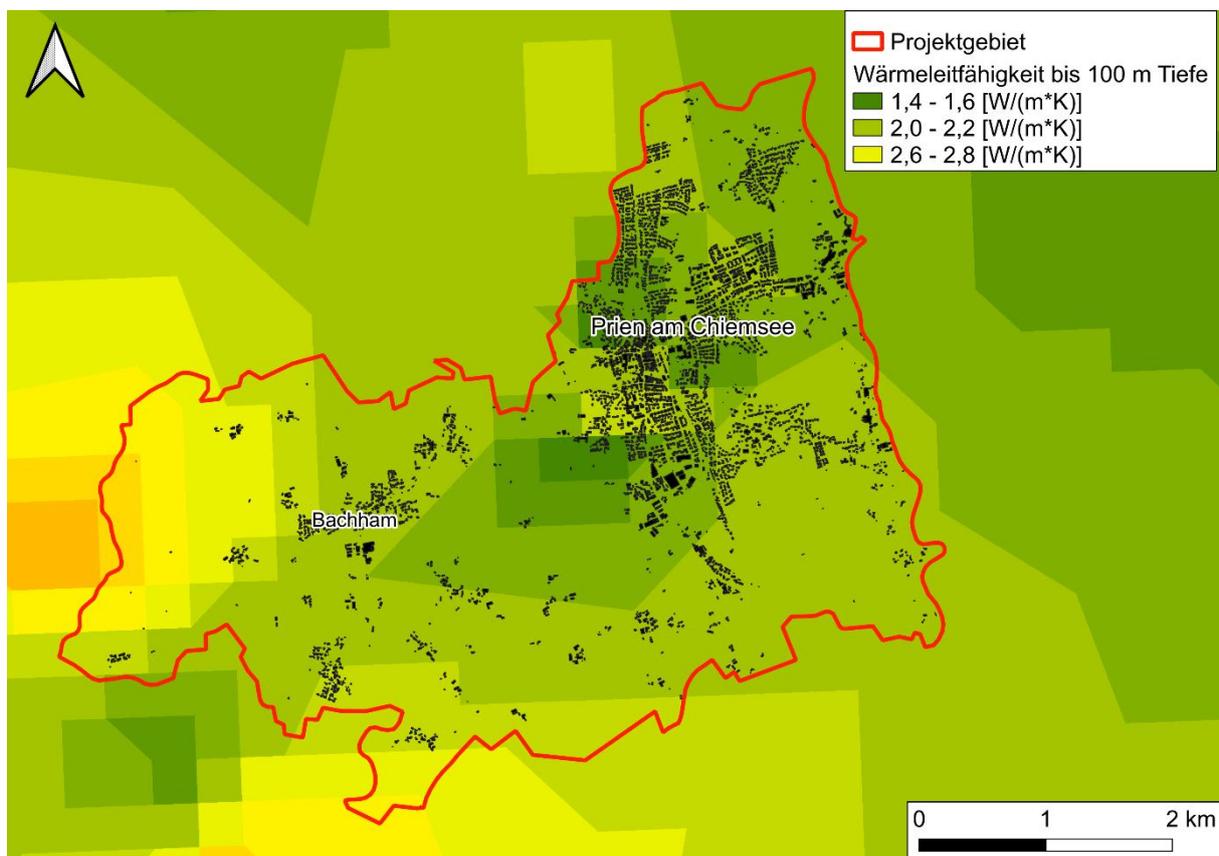


Abbildung 21: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis 100 m Tiefe. Quelle: ifu.bayern.de

Besonders in den westlichen Marktteilen ist die Eignung für Sonden hervorragend. In den Ortschaften Atzing Richtung Prutdorf kann laut dem Energie-Atlas Bayern eine Entzugsleistung von bis zu 3,4 kW pro Erdsonde erreicht werden.

Eine Kombination von einem Erdsondenfeld und einer Überbauung mit Solarthermie- oder PVT-Anlagen ist laut Aussagen verschiedenen Hersteller möglich. Solche Kombinationen ergeben sehr hohe Flächennutzungsraten. Zudem kann überschüssige Wärme der Solartanlagen (die meistens im Sommer anfällt, wenn die Heizlast der Wärmeabnehmer niedrig ist) über die Erdsonden in den Boden geführt werden. Mit diesem Prinzip wird das Erdsondenfeld regeneriert, um die Langlebigkeit der Anlage sicher zu stellen. Wird mehr Wärme zugeführt als entnommen wird, so funktioniert das

Erdsondenfeld als saisonaler Wärmespeicher. Mehr Informationen zu Wärmespeicher sind im Kapitel 4.9 verfügbar. Sedimentgesteine (Tonschiefer, Mergel, Ton, Sandstein etc.), magmatische Gesteine (Granit, Gabbro etc.) und auch einige metamorphe Gesteine wie Gneis eignen sich gut für Erdwärmesonden.

Erdsondenfelder müssen jährlich regeneriert werden, um eine Auskühlung zu verhindern. Um ein Erdsondenfeld langfristig zu betreiben, muss in etwa die gleiche Wärmemenge, die aus dem Boden entzogen wird (Kälteleistung), wieder zurückgeführt werden. Ein Erdsondenfeld kann somit nicht durchgehend als Wärmequelle genutzt werden. Wird im Sommer Überwärme, oder sonstige Wärme, in das Erdsondenfeld eingespeist, so kann es im Winter als Wärmequelle benutzt werden. Erdsondenfelder eignen sich aufgrund der niedrigen Temperaturen vor allem gut für Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können nur geringe COP-Zahlen der Wärmepumpen erreicht werden. Bei der Einspeisung der Wärme im Sommer muss zudem beachtet werden, dass die Bodentemperatur nicht mehr als 15 °C oberhalb der ungestörten Bodentemperatur ansteigt. Zurzeit werden Erdsondenfelder lediglich in Wärmenetze mit niedrigeren Temperaturen sowie in der Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z.B. 75 °C steigen.

Für **Erdwärmekollektoren** wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Böden bis 2 m Tiefe analysiert. Im Markt Prien liegen diese Werte der Wärmeleitfähigkeit zwischen 1,0 und 1,6 W/m*K¹⁶.

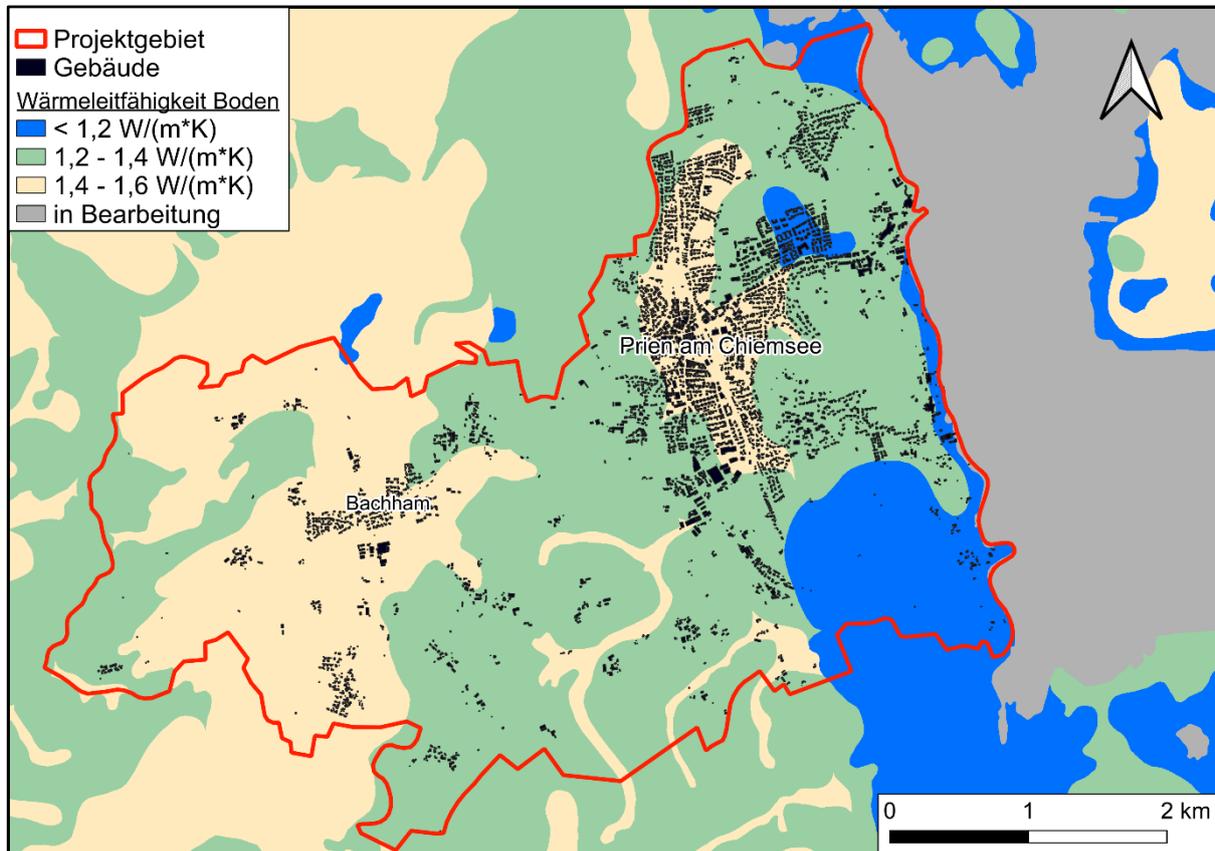


Abbildung 22: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Diese Werte sind als mäßig gut zu bezeichnen. Die Grabbarkeit des Untergrundes bis 1 m Tiefe ist eine wichtige Voraussetzung zur Dimensionierung von Kollektoren. Diese ist laut Energie-Atlas Bayern im ganzen Marktgebiet mit der höchsten Einstufung „mit hoher Wahrscheinlichkeit grabbar“ ausgedeutet. Das liegt an der vorherrschenden Dominanz von Lockersubstraten und tiefgründigen Böden. Außerdem ist die Leistung der Erdwärmekollektoren stark von den klimatologischen Bedingungen, also den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen abhängig¹⁷. Gemäß Daten von ThermoMap herrschen im Prien folgende klimatologischen Bedingungen.

¹⁶ Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung (Bayern-Atlas)

¹⁷ www.stmwi.bayern.de

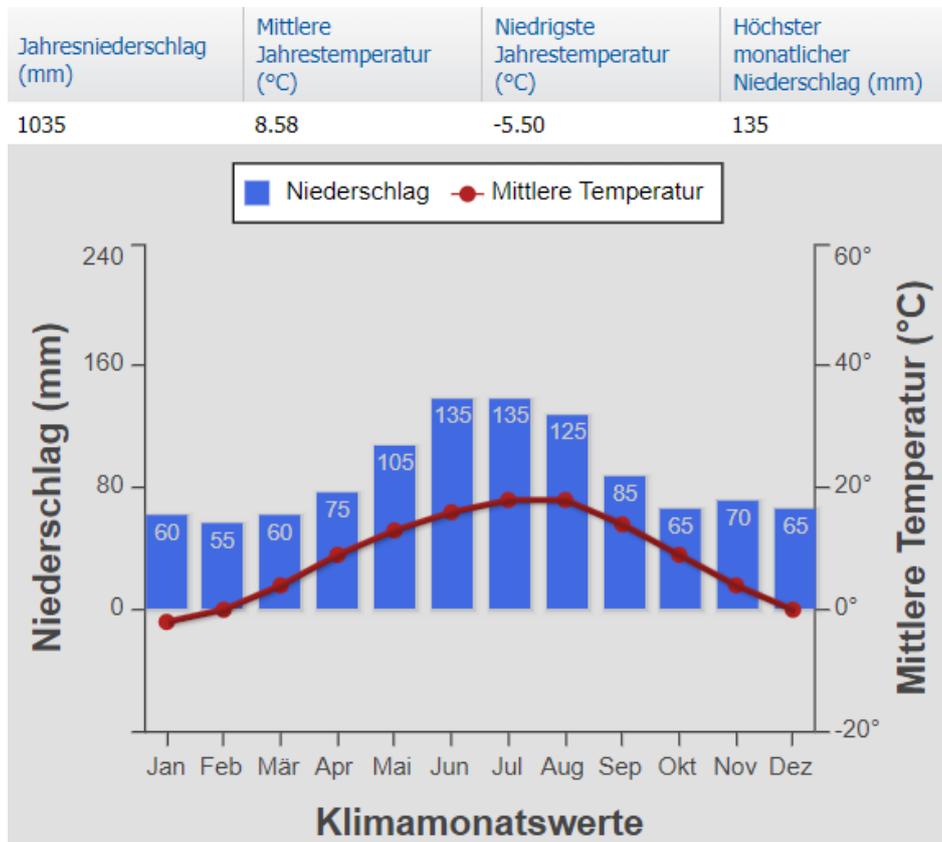


Abbildung 23: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in des Marktes Prien a. Chiemsee. Datenquelle: www.thermomap.eu

Aus Abbildung 23 geht hervor, dass im Markt Prien im Schnitt eine Temperaturschwankung von mehr als 20 °C vorliegt. Im Sommer haben Erdwärmekollektoren gute COP-Werte. Die Nachfrage nach Wärme ist im Sommer zwar nicht so hoch wie im Winter, kann jedoch mit den Kollektoren gut überbrückt werden. Die erhöhten Niederschlagsmengen in den Sommermonaten begünstigen diesen Vorgang, da die Feuchtigkeit im Boden die Wärmeleitfähigkeit erhöht. Im Winter dienen Erdwärmekollektoren mehr für Wärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen zur Wärmeversorgung von Neubaugebieten. Zudem eignen sich diese Anlagen für eine dezentrale Wärmeversorgung. Zurzeit werden Erdwärmekollektoren vor allem in der Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z.B. 75 °C steigen.

Erdwärmekollektoren brauchen für größere Wärmenetze sehr große Flächen, daher ist eine Kombination von Erdwärmekollektorenfelder und Solarthermieanlagen nur mäßig realisierbar.

Gemäß Bayern-Atlas beträgt durchschnittliche Entzugsenergie von horizontalen Kollektoren in Prien etwa 45 kWh/(m²*a). Die Entzugsenergie von Grabenkollektoren werden auf 99 kWh/(m²*a) geschätzt¹⁶.

Für **Grundwasserwärmepumpen** sind passende Grundwasserflurabstände gefordert. Diese, sowie die Mächtigkeiten vorhandener Aquifere werden in Zuge von Machbarkeitsstudien und

Probebohrungen detailliert ermittelt. Bei größeren Projekten werden für die Potenzialermittlung potenzielle Standorte identifiziert, an denen Probebohrungen (Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen) gesetzt und Pumpversuche durchgeführt werden. Für die Grundwassernutzung ist die lokale Hydrogeologie relevant. Im Markt sind überwiegend folgende hydrogeologische Gegebenheiten vorhanden:

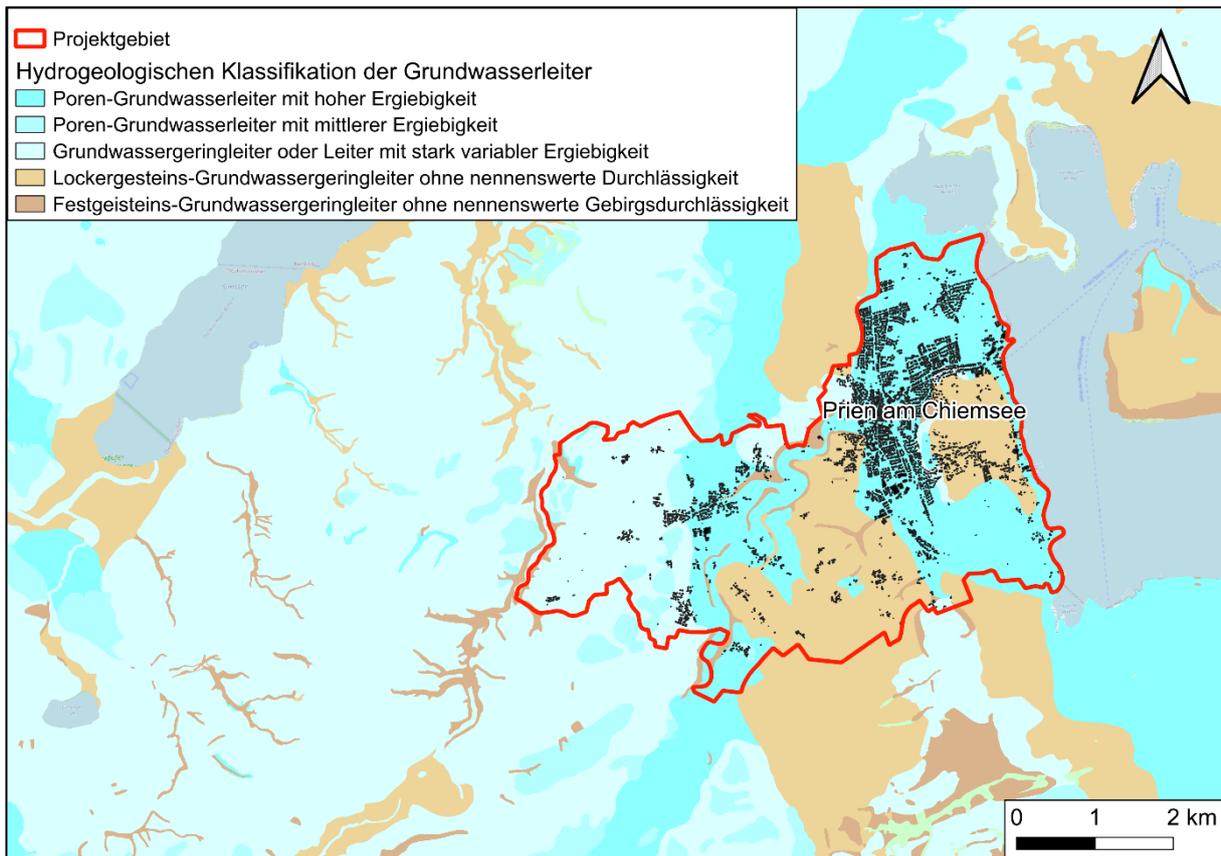


Abbildung 24: Hydrogeologische Klassifikation der Grundwasserleiter.
Quelle: www.geoportal.bayern.de

Abbildung 24 demonstriert die hydrogeologischen Gegebenheiten im und um das betrachtete Projektgebiet. Auffällig ist, dass sich vor Allem in den stark bebauten Gebieten Poren-Grundwasserleiter mit hoher Ergiebigkeit befinden. Hier sind Grundwasserwärmepumpen besonders geeignet, zum einen aufgrund des sehr ergiebigen Grundwasservorkommens und zum anderen durch die kurzen Leitungswege zum Wärmenetz oder den dezentralen Haushalten. In den Locker- oder Festgesteinsgebieten ist das Grundwasserwärmepotenzial vernachlässigbar. Aufgrund der Nähe vom Projektgebiet zum Chiemsee wird sich der Grundwasserpegel an der Höhe des bayrischen Meeres orientieren. Daher wird sich der Grundwasserkörper nahe an der Oberfläche befinden und so die Installation von Grundwasserwärmepumpen aufgrund der geringeren Bohrtiefe begünstigen. Die genaue Menge an verfügbarem Grundwasser kann über Probebohrungen und Pumpversuchen ermittelt werden. Sind hohe Mengen und Fließraten vorhanden, so ist das Wärmepotenzial vielversprechend. Es gibt zudem

die Möglichkeit, beliebig viele Förder- und Schluckbrunnen (ausreichend Abstand zwischen den Anlagen vorausgesetzt) zu installieren, um die Gesamtleistung zu erhöhen.

Abbildung 25 demonstriert die Entzugsleistung für Grundwasserwärmepumpen pro Brunnenpaar mit einem Abstand von 100 m.

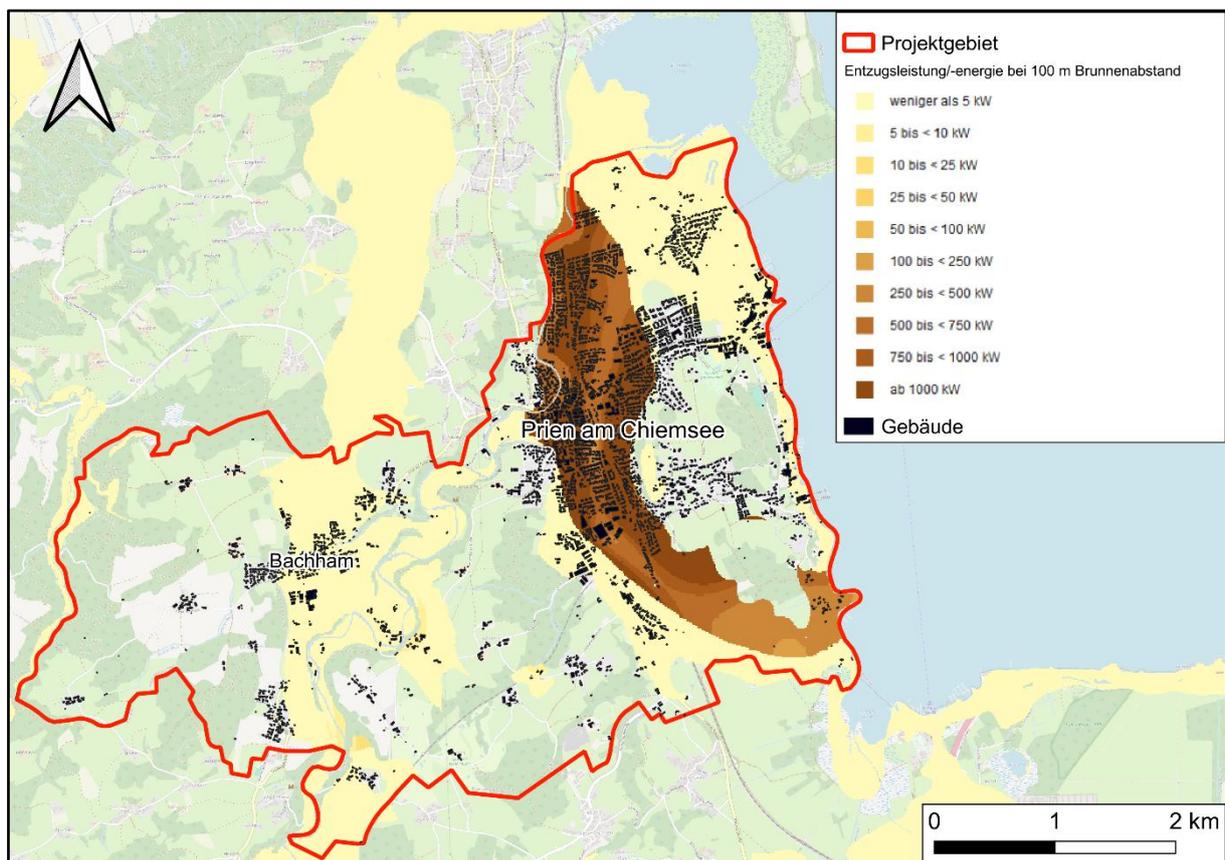


Abbildung 25: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Große Brunnenpaare werden meist für zentrale Versorgungsnetze oder größeren Gewerbegebieten errichtet. Die größten Entzugsleistungen werden in den braunen Bereichen mit 1.056 kW erreicht. Auch kleinere Dimensionierungen von Brunnenpaaren für eine dezentrale Versorgung sind möglich, hier werden gemäß Energie-Atlas Bayern Entzugsleistungen bis zu ca. 106 kW erreicht. Gut zu sehen ist, dass die hohen Entzugsleistungen mit den in Abbildung 24 dargestellten hydrogeologischen Klassifizierungen der Grundwasserleiter übereinstimmen. In den braunen Flächen befinden sich Porren-Grundwasserleiter mit hoher Ergiebigkeit. Auffällig dabei ist, dass der Großteil im bebauten Gebieten lokalisiert ist. Der südöstliche Bereich befindet sich im Naturschutzgebiet.

4.3.2 Flusswasser

Durch das Marktgebiet Prien fließt der gleichnamige Fluss, die Prien. Laut Messstelle in Prien umfasst dieses Gewässer ein Einzugsgebiet von 92,70 km². Laut Gewässerkundlichen Dienst Bayern (GKD) lag der mittlere Durchfluss (MQ) der Prien im Jahr 2023 bei MQ=1,69 m³/s und der mittlere Pegelstand bei ca. 105 cm.

Abfluss vom 01.01.2023 bis zum 01.01.2024

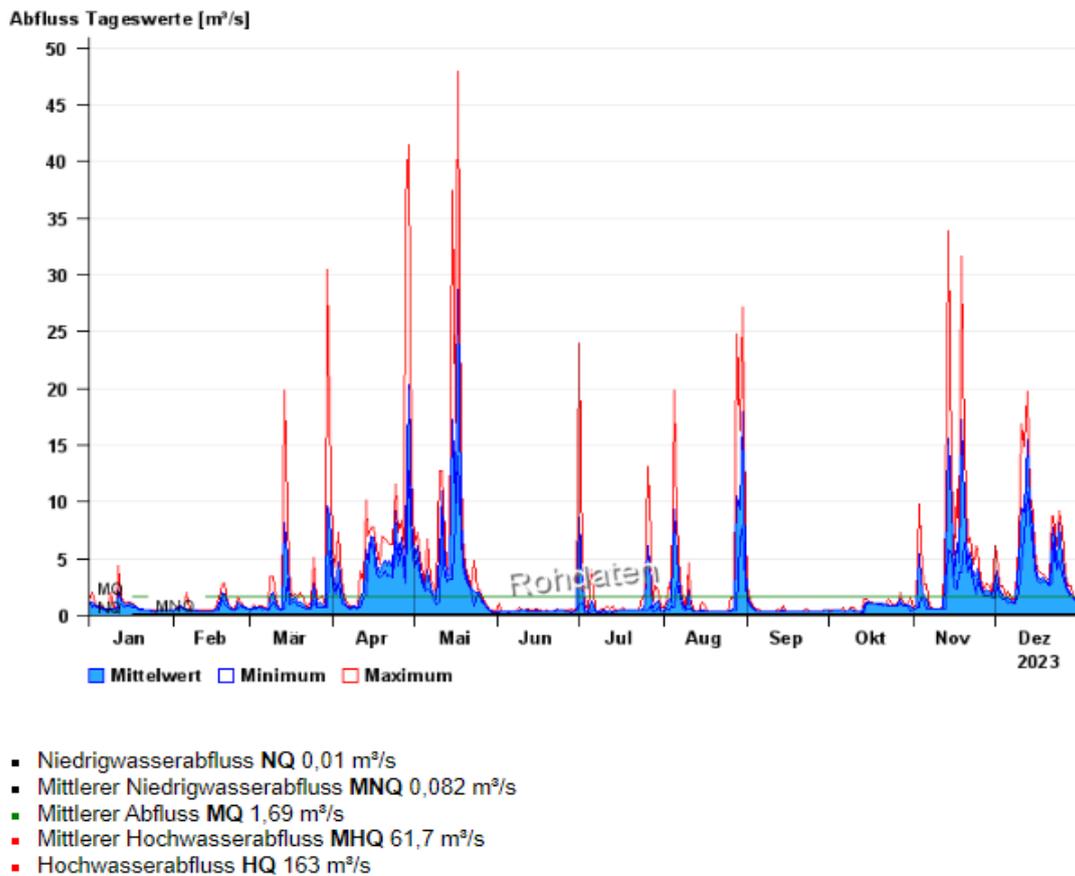
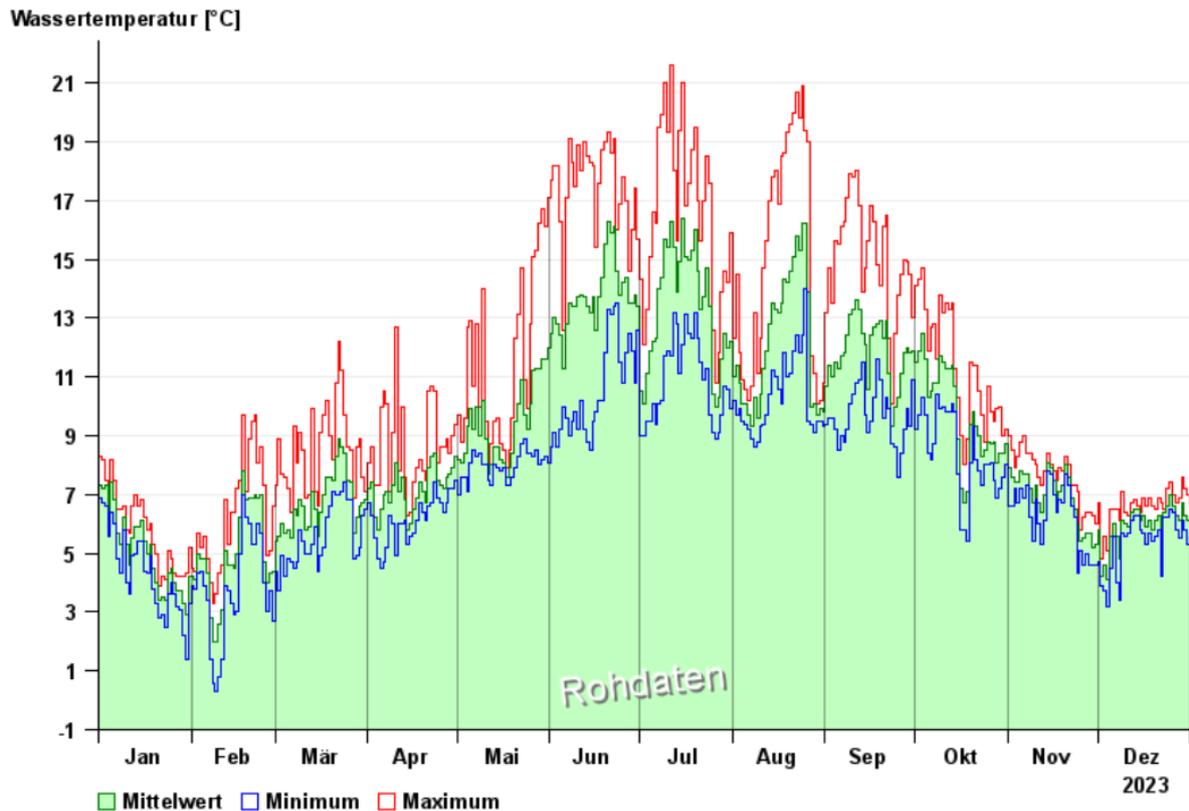


Abbildung 26: Jahresganglinie der Prien. Quelle: www.gkd.bayern.de

Entscheidend für Flusswasserwärmepumpen ist die Temperatur im Fließgewässer. Abbildung 27 zeigt den Temperaturverlauf vom Jahr 2023 an der Messstelle Aschau/Prien. Diese Messstelle liegt zwar nicht im Projektgebiet, doch die Prien hat im weiteren Flussverlauf keine nennenswerten Zuflüsse und sollte daher keine große Temperaturveränderung bis zur Mündung in den Chiemsee erfahren.

Wassertemperatur vom 01.01.2023 bis zum 01.01.2024

Abbildung 27: Jahrestemperaturlinie der Prien. Quelle: www.gkd.bayern.de

Es wurde Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Rosenheim gehalten, um zu ermitteln, wie viel Wasser der Prien über einer Flusswärmepumpe geleitet werden darf. Zudem wurde nachgefragt, um wie viel Grad das Wasser gekühlt werden darf. Gemäß Aussage des WWA Rosenheim ist die Prien im Ortsbereich eine lange und empfindliche Ausleitungstrecke, daher ist die Entnahme und Wiedereinleitung über eine Wärmepumpe in diesem Abschnitt für das WWA nicht vorstellbar. Da jedoch der Großteil der Prien über den Mühlbach in den Chiemsee mündet, ist dessen Flusswärmenutzung aus wasserwirtschaftlicher Sicht denkbar. Dabei sollten Entnahme- und Einleitstelle räumlich möglichst kompakt gehalten werden. Als Rahmenbedingung sieht das WWA in Anlehnung an die Oberflächengewässerverordnung eine maximale Temperaturabsenkung oder -erhöhung um 1,5 K. Nach dieser Aussage könnte der Mühlbach sowohl für Wärmezwecke als auch Kühlwecke verwendet werden. Jedoch darf aufgrund der Grundeisbildung die Wassertemperatur bei Wärmeentnahme nicht unter 3°C fallen. Zudem müssen geplante Maßnahmen mit den Fischereiberechtigungen abgestimmt werden.

Der Mühlbach ist ein künstliches Gewässer 3. Ordnung. Am Gewässer Mühlbach gibt es laut Gewässerkundlichen Dienst Bayern eine Messstelle, die Dickertsmühle. Der Mühlbach umfasst ein Einzugsgebiet von 6,22 km² und verzeichnet eine Flusslänge von 2,3 km, bis er schlussendlich in den Chiemsee mündet. Die Jahressganglinie und zugehörige Niedrig-, Mittel-, und Maximalwerte sind der Abbildung 28 zu entnehmen.

Abfluss vom 01.01.2023 bis zum 31.12.2023

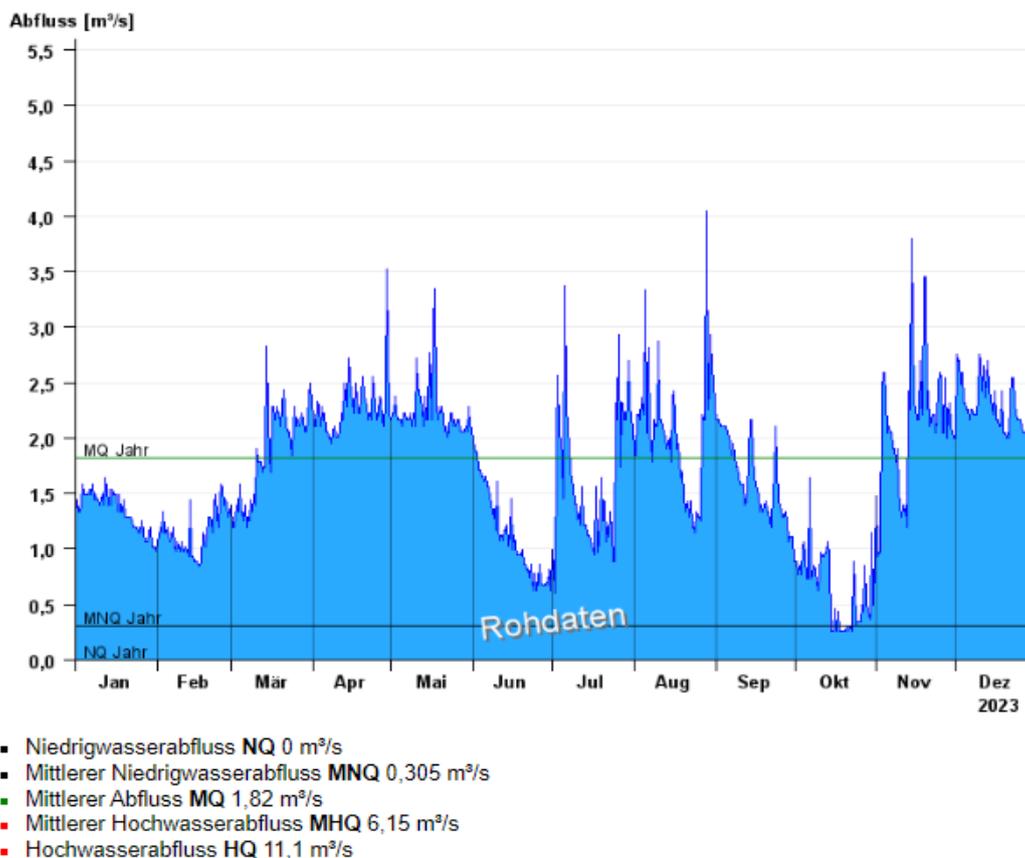


Abbildung 28: Jahressganglinie des Mühlbachs Quelle: www.gkd.bayern.de

Der Mühlbach hat mit 1,82 m³/s einen minimal höheren Durchflusswert als die Prien mit 1,69 m³/s. Die Wassertemperatur wird an der Messstelle Dickertsmühle nicht erfasst. Da der Mühlbach der Prien entspringt, sollte der jährliche Temperaturverlauf ähnlich sein. Zu erwähnen ist, dass die Messstelle der Prien stromaufwärts der Mündung des Mühlbachs aus der Prien liegt. Im Mittel sollte das Temperaturspektrum von 3-17°C reichen, wie in Abbildung 27 erkennbar ist. Bei zu niedrigen Wassertemperaturen (ab ca. 4,5 °C) müsste die Flusswasserwärmepumpe abgestellt werden, um der Grundeisbildung ab 3 °C vorzubeugen. Wasser hat bei diesen Temperaturen eine spezifische Wärmekapazität 4,19 kJ/(kg·K). Das bedeutet, man benötigt etwa 4190 J, um 1 kg Wasser um 1 K zu erwärmen. Im Gegenzug werden je Kilogramm Wasser, das um 1 K gekühlt wird, 4190 J frei. Die Umrechnung auf die gebräuchlichere Einheit kWh erfolgt mit dem Teilungsfaktor 3600, d.h. 1 kWh entspricht einer

Energie von 3600 kJ¹⁸. Mit einer angenommenen Temperatursenkung von 1,5 K und einer Wasserentnahme von etwa der Hälfte des MNQ (ca. 150l/s) könnten so 942,75 kJ/s oder 0,262 kWh/s Wärmeenergie gewonnen werden. Die Kälteleistung lässt sich folgendermaßen kalkulieren:

$$P_{Kälte} = 4190 \frac{J}{kg * K} * \frac{150 kg}{s} * 1,5K = 942,75 kW$$

Je nach Wärmepumpe und Vorlauftemperatur entspricht dies einer Wärmeleistung von ca. 1,2 MW. Zudem kann in wärmeren Jahreszeiten je nach Wasserstand und wasserrechtlicher Genehmigung mehr Wärme entnommen und gewonnen werden, da die Gefahr der Grundeisbildung nicht relevant ist. Bei einer jährlichen Vollbelastung von 8760 Stunden einer 1,2 MW Wärmepumpe resultiert eine Wärmeerzeugung von 10.512 MWh/a.

Vom Mühlbach sind keine Geschiebe- oder Schwebstoffdaten vorhanden. Der Anteil an Schwebstoffe hat einen erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer der Filter, die vor den Wärmetauscher installiert werden. Je nach geplanter Entnahmestelle und Art sind zudem unterschiedliche Aspekte wie die Gewässerunterhaltung, Geschiebeproblematik, natürliche Gewässerentwicklung/-verlagerung, Verklausung, Durchgängigkeit für Gewässerorganismen, Verwendung von wassergefährdenden Stoffen, Vereisungsproblematik etc. zu beachten. In den Wintermonaten reduziert sich die Schwebstoffmenge erheblich. Wegen der Filterproblematik sollten daher Schwebstoffuntersuchungen veranlasst werden. Nur so kann die Langlebigkeit des Filters einer Flusswasserwärmepumpe gewährleistet werden.

4.3.3 Seewasser

Der Markt Prien liegt direkt am Chiemsee. Die Chiemsee ist mit einer Fläche von 79,9 km² der größte See in Bayern und der drittgrößte in ganz Deutschland. Er umfasst ein Gesamtvolumen von 2,048 km³ Wasser mit einer Maximaltiefe von 73 m. Das Seewasserpotential ist daher immens. Derzeit wird bereits eine Seewasserwärmepumpe am Prienavera geplant. Das Potenzial ist ohne detaillierte Abstimmungen mit den jeweiligen Genehmigungsbehörden nicht weiter quantifizierbar. Wichtige Aspekte für die Genehmigung einer Seewasserwärmepumpe sind beispielsweise die Entnahmemenge, Entnahmetiefe sowie die benötigte Temperaturabsenkung.

4.3.4 Luft

Die Umgebungsluft ist generell überall benutzbar, jedoch werden Luft-Wasser Wärmepumpen oft nicht präferenziell eingesetzt. Luft-Luft-Wärmepumpen eignen sich nicht für den Einsatz in ein Wärmenetz. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind zwecks Lärmschutz gemäß Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 22 Abs. 1 BImSchG) zu errichten und betreiben. Die oben beschriebenen Umweltwärmequellen erreichen höhere Effizienzzahlen als Luft-Wasser-Wärmepumpen, und sind somit oft als vorrangige Option zu sehen. Hauptsächlich in Gebieten, wo keine andere Umweltwärme

¹⁸ Heizung.de

mittels Wärmepumpen erschlossen werden kann, oder außerhalb von dicht bebauten Siedlungsflächen, kommen Luft-Wasser-Wärmepumpen in Frage¹⁹.

Luft-Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile auch in höheren Leistungsbereiche, bis zu mehreren Hundert kW oder sogar im MW-Bereich. Die maximal erreichten Vorlauftemperaturen von Luft-Wasser-Wärmepumpen liegen jedoch generell nur bei ca. 85 °C.

4.3.5 Abwasser

Abwasser steht das ganze Jahr zur Verfügung und unterliegt relativ geringen Temperaturschwankungen. Durch Wärmeübertragung über Wärmetauscheranlagen kann dem Abwasser Energie in Form von Wärme entzogen werden. Über den Carnot-Prozess in einer Wärmepumpe kann so das Wasser eines externen Wasserzyklus auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und zum Heizen oder zur Warmwasserversorgung verwendet werden. Die Wärmerückgewinnung von Abwasser kann sowohl in der Kläranlage als auch in der Kanalisation stattfinden, jedoch ist die Abwärme aus dem Kläranlagen-Auslauf aufgrund niedrigerem Feststoffvorkommens besser für Großwärmepumpen geeignet²⁰. Ein Mindestdurchfluss von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter), sowie ein Kanalquerschnitt >DN600 sind gefordert²¹. Grund dafür ist die Zugänglichkeit für die Installation und Wartungsarbeiten. Gemäß Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) kann durch die Abwasserwärmenutzung 10% des Gebäudewärmebedarfs in Deutschland gedeckt werden. Abwasser ist zudem krisensicher und preisstabil.

Im Ortsteil Osternach läuft in einem Abwasserstollen das Abwasser aus Prien und das Abwasser der Ringleitung Chiemsee (Druckleitung) zusammen. Hier ergibt sich aufgrund der Zugänglichkeit dieses lokalen Abwasserstollens ein gutes Potenzial für den Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage für den Betrieb einer Abwasserwärmepumpe. Bei einem Vororttermin wurde ein mittlerer Durchfluss von ca. 40 l/s nach Zusammenfluss der beiden Zuläufe erwähnt. Genaue Daten zum mittleren Trockenwetterdurchfluss konnten nicht erhoben werden.

¹⁹ *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

²⁰ *Ratgeber Energie aus Abwasser*. 09.2019, Bundesverband Wärmepumpe e.V.

²¹ *Abwasserwärme – Leitfaden 2022*. Berliner Wasserbetriebe, www.bwb.de



Abbildung 29: Abwasserkanal im Stollen bei Osternach

Für die Berechnung der Wärmemenge über einen Wärmetauscher im Kanal kann folgende Formel herangezogen werden:

$$P_{\text{Kälte}} = \dot{m} * c_p * \Delta T$$

Mit

$P_{\text{Kälte}}$ = Kälteleistung (kW)

\dot{m} = Massenstrom des Abwassers (kg/s)

c_p = Spezifische Wärmekapazität von Abwasser (J/(kg*K))

ΔT = Temperaturdifferenz vor und nach der Wärmeentnahme (K)

Mit einer gemittelten Durchflussmenge von 24 l/s ergibt sich die Kälteleistung.

Beim Zulauf muss darauf geachtet werden, dass eine Mindesttemperatur für biologische Prozesse in der Kläranlage erhalten wird. Dabei wird eine maximale Temperaturentnahme zwischen 1 K bis zu maximal 3 K angenommen. Wird das Wasser (ca. 40 l/s) um 3 K abgekühlt, so ergibt sich eine Kälteleistung von 502,8 kW.

$$P_{Kälte} = 40 \frac{kg}{s} * 4,19 \frac{J}{kg * K} * 3K = 502,8 kW$$

Für die Nutzung der Abwasserwärme kann für die Wärmepumpe beispielsweise ein COP = 3 angenommen werden. Der COP beschreibt dabei das Verhältnis zwischen erzeugter Wärmeleistung und der eingesetzten Energie. In diesem Fall bedeutet das, dass die Wärmepumpe für jedes eingesetzte kW in Form von elektrischer Energie das dreifache an Wärmeleistung produziert.

Je nach Vorlauftemperatur und Art der Wärmepumpe (COP = 3) kann eine Wärmeleistung von ca. 754,2 kW erreicht werden. Bei durchschnittlichen 7.000 Volllaststunden resultiert dadurch eine potenzielle **Wärmemenge von 5.280 MWh/a.**

Das Temperaturprofil vom Jahr 2023 des Zulaufes in Richtung Kläranlage ist Abbildung 30 zu entnehmen. Gemäß Erfahrungswerten sollte die Temperatur des Abwassers aufgrund biologischer Prozesse die Grenze von 8 °C nicht unterschreiten. An kalten Wintertagen hat das Abwasser nur noch knapp über 8 °C, daher kann der Vollzeitbetrieb der Wärmetauscheranlage nicht über das ganze Jahr garantiert werden.

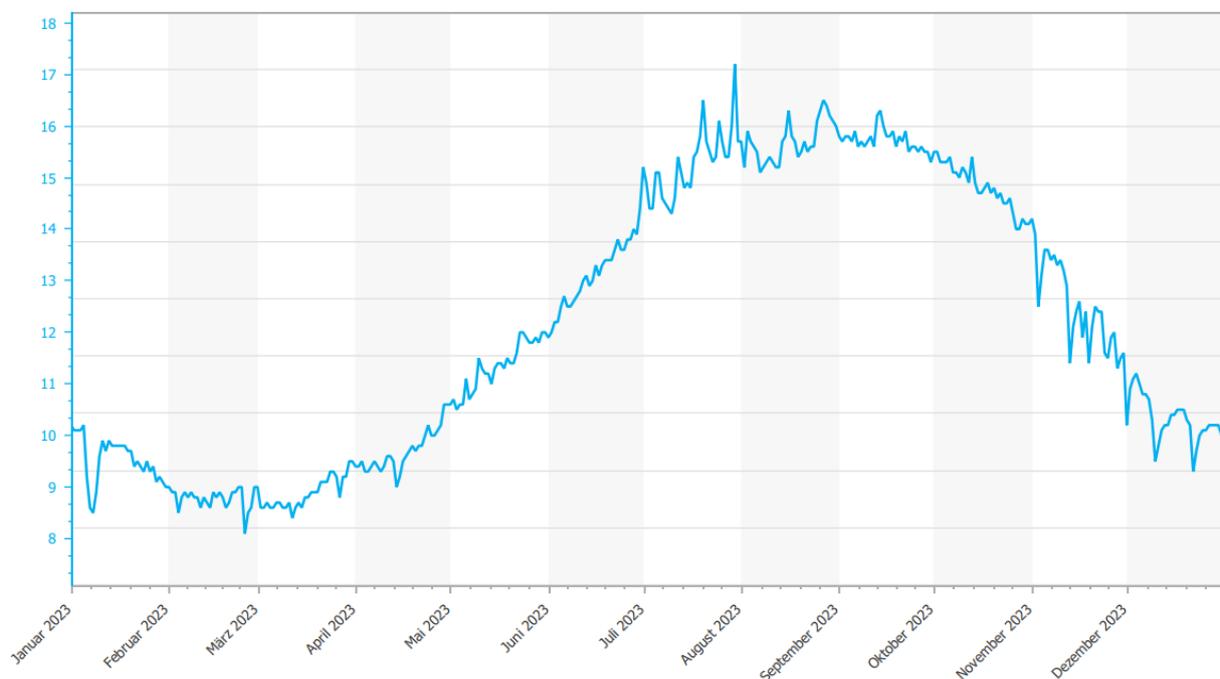


Abbildung 30: Temperaturwerte des Zulaufes der Kläranlage des Marktes Prien a. Chiemsee im Jahr 2023, Quelle: AUV

Beim Kläranlagen-Auslauf hingegen könnte dem Wasser mehr Wärme entzogen werden, da die Wassertemperaturabsenkung keine biologischen Prozesse mehr beeinflusst. Die Kläranlage ist jedoch zu weit von den Ortsteilen des Marktes Prien für eine sinnvolle und wirtschaftliche Wärmenutzung entfernt.

Das Abwasserpotenzial des Marktes Prien a. Chiemsee zeigt sich somit als gut. Je nach Jahreszeit muss jedoch aufgrund der hohen Vorlauftemperaturen mit niedrigen COP-Werten und somit hohen Stromkosten gerechnet werden.

Die Wärme des Abwasserkanals kann mit einer Wärmepumpe über eine Heizzentrale auf die gewünschte Vorlauftemperatur angehoben werden. Schematisch könnte ein Wärmenetz folgendermaßen aussehen.

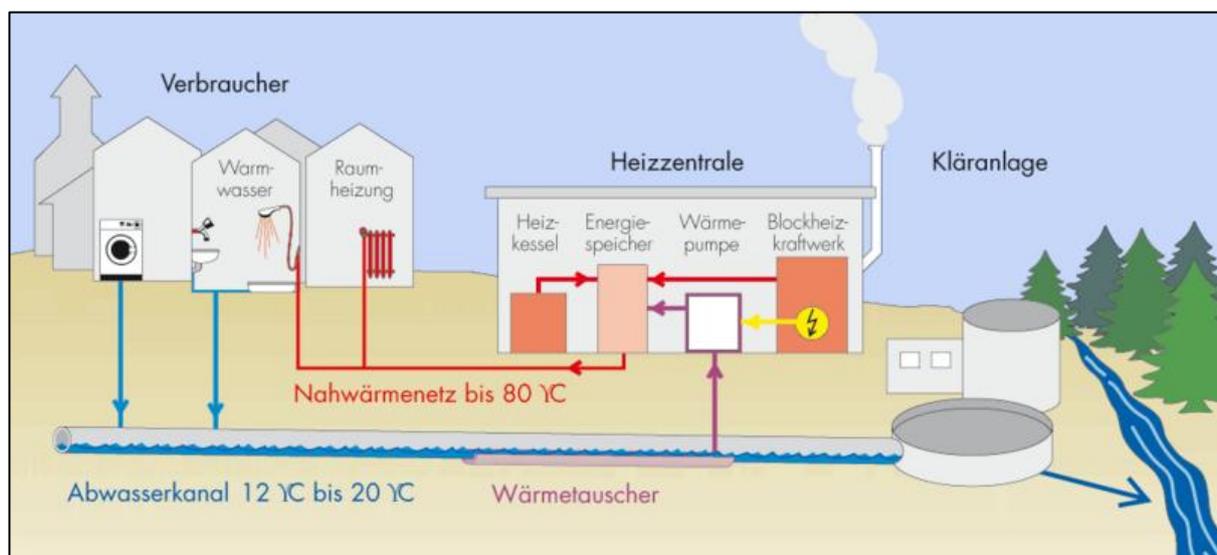


Abbildung 31: Schema für ein Wärmenetz mit Abwasser als Wärmequelle.
Quelle: www.wohnungswirtschaft-heute.de

Im Unterschied zur klassischen Fernwärmeversorgung arbeitet ein kaltes Nahwärmenetz mit niedrigen Temperaturen, in der Regel unter 30°C, meist im Bereich von 10°C – 25 °C²². Damit werden die Wärmeverluste in der Leitung minimiert. Die gewünschte Temperaturbereitstellung (Warmwasser- und Heiztemperatur) übernimmt im Verbrauchergebäude die Wärmepumpe. Im Sommer hingegen kann dieser Kreislauf nach Bedarf als Kältemaschine zur Raumkühlung fungieren. Die überschüssige Wärme könnte beispielsweise in einem unterirdischen Wasserbecken, also einem thermischen Puffer gespeichert werden und im Winter wiedergewonnen werden.²³

²² www.haustec.de

²³ www.tab.de – Fachmedium der TGA-Branche

4.4 Tiefe Geothermie

4.4.1 Hydrothermale Geothermie

Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie nutzt die Tiefengeothermie die hydrothermalen Aquifere in mehreren Tausend Metern Tiefe. Durch mindestens eine Förder- und eine Reinjektionsbohrung wird warmes Wasser aus der Tiefe nach oben gefördert, die Wärme über Wärmetauscher abgegeben und anschließend wieder ins Erdreich zurückgepresst. Die gewonnene Wärme wird dann in ein Nah- oder Fernwärmenetz eingespeist. Ist das Temperaturniveau des Wassers ausreichend hoch (ca. 120°C) kann damit auch Strom erzeugt werden. Die Stromerzeugung aus Tiefengeothermie hat gegenüber vielen anderen erneuerbaren Stromerzeugungsarten den Vorteil, dass sie grundlastfähig ist.

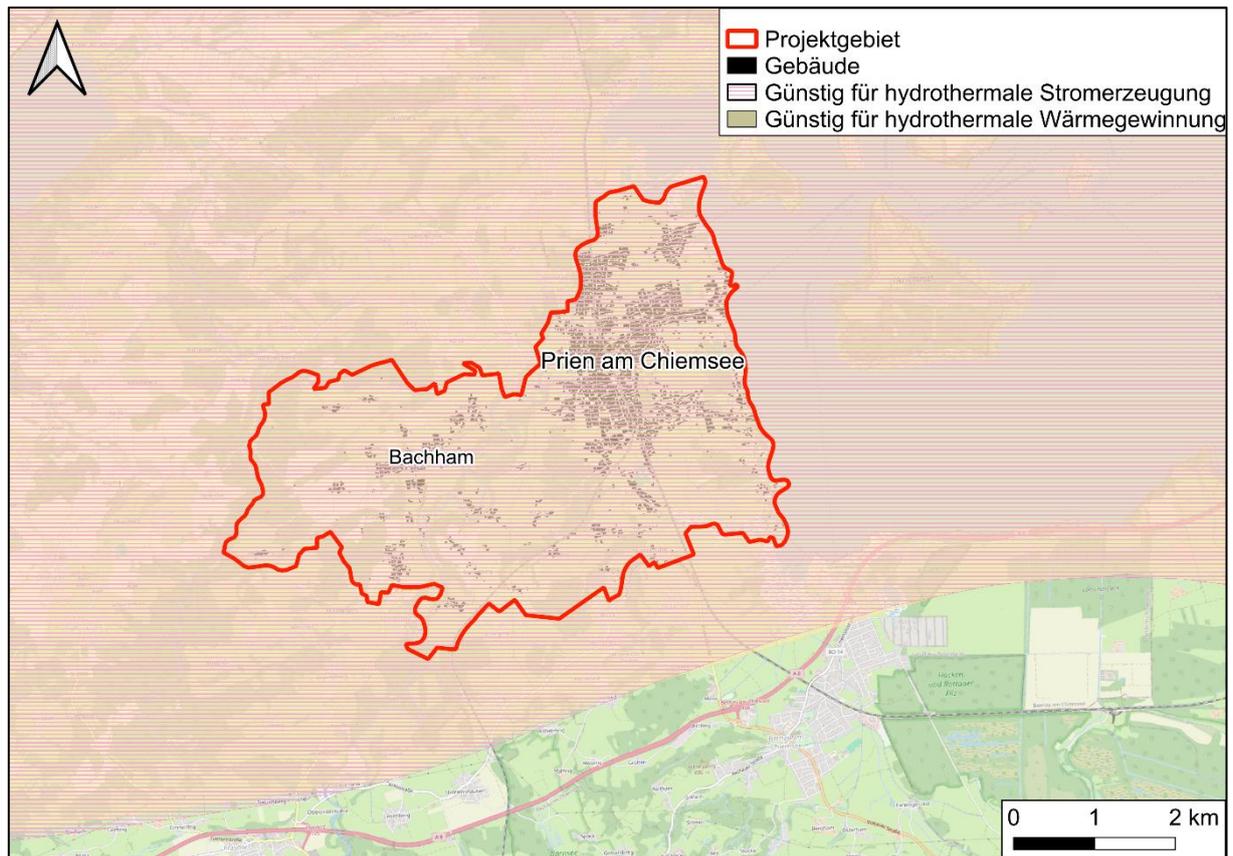


Abbildung 32: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie im Markt Prien. Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Abbildung 32 demonstriert, dass die Technologie der Tiefengeothermie theoretisch im gesamten Markt nutzbar ist. Dies umfasst sowohl die hydrothermale Wärmeengewinnung als auch die Stromproduktion.

Laut GeotIS (www.geotis.de) liegt der wärmeführende Heißwasser-Aquifer im Schnitt von Nord nach Süd zwischen 4500 m und 5000 m. Hier liegen Temperaturen von $140^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ vor, was ideale Bedingungen für hydrothermale Wärmeengewinnung und Stromerzeugung darstellt. Eine Bohrtiefe von knapp 5 km ist zwar bohrtechnisch erschließbar, ist jedoch eine enorme Distanz.

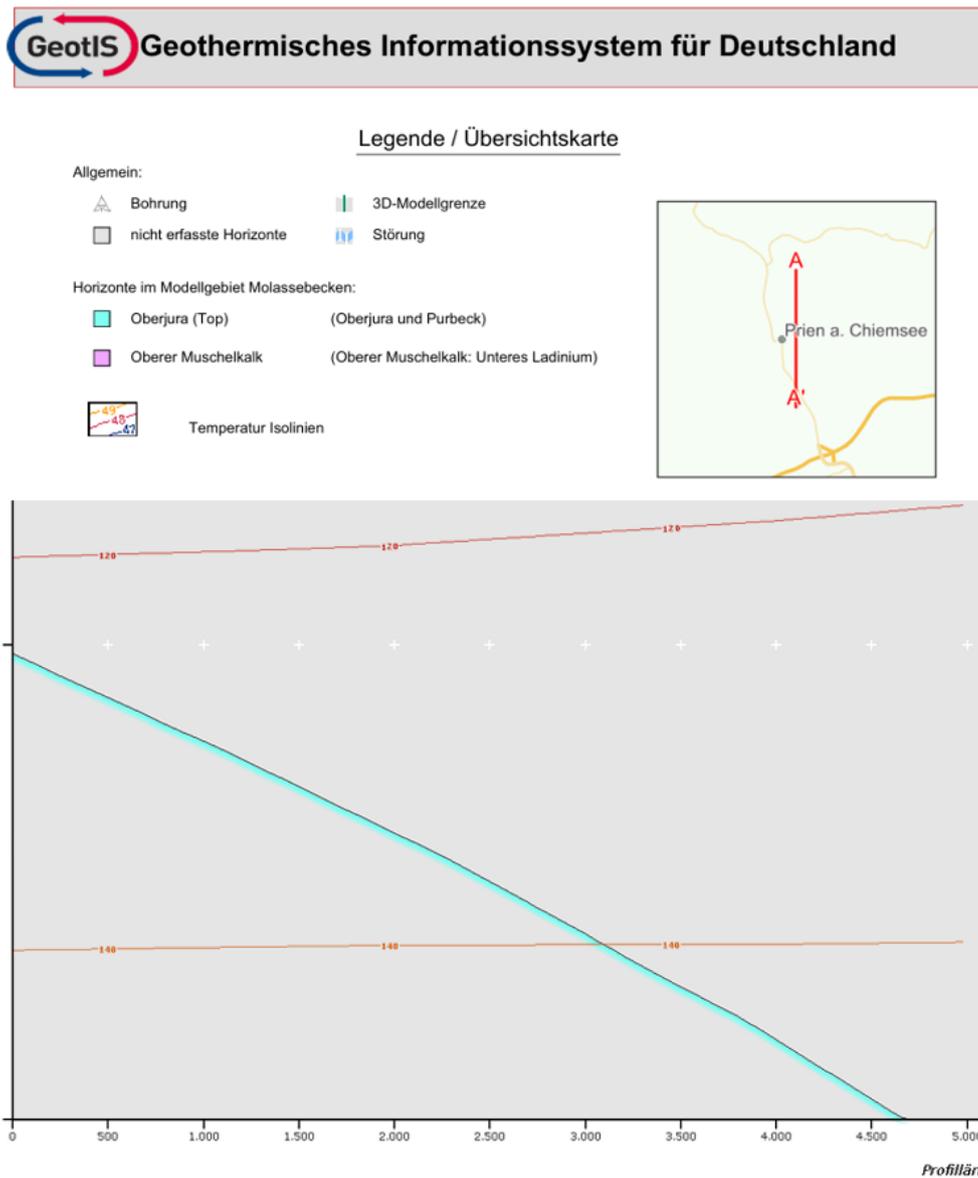


Abbildung 33: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS

Es können sich zusätzlich weitere Aquifere in geringeren Tiefen befinden, wie beispielsweise in den Chatt-Sanden, die aber generell geringere Fördermengen und Temperaturen liefern. Ob diese Aquifere ausreichende Förderraten und Temperaturen generieren können, hängt von den lokalen geologischen Bedingungen und von den Anforderungen ab. Auch hier sind weitere geologischen (Vor-)Untersuchungen unerlässlich.

Eine vergleichbare Geothermie-Anlage befindet sich in Holzkirchen. Dort ist eine Tiefengeothermie-anlage in Betrieb, für die eine ähnlich tiefe Bohrung angesetzt werden musste (Malm Oberkante bei ca. 4.500 m unter GOK). Diese hat eine Endteufe von 5.078 m und Temperaturen von ca. 150 °C. Mit der Anlage kann eine thermische Leistung von 24 MW und eine elektrische Leistung von 3,6 MW erreicht werden.

Bevor Probebohrungen durchgeführt werden, müssen kostenintensive seismische Untersuchungen erfolgen. Generell ist das nötige Investment für die Tiefengeothermie-Technologie hoch und mit Risiken negativer Bohrungsergebnisse behaftet. Für eine genauere Einschätzung des technisch-wirtschaftlichen Potenzials müssen tiefgreifende Analysen mit spezialisierten Ingenieurbüros und möglichen Investoren durchgeführt werden.

4.4.2 Tiefe Erdwärmesonden

Eine weitere Option zur Nutzung der Tiefengeothermie ist die Einbringung von Tiefen Erdwärmesonden. Dabei werden diese Sonden mehr als 400 m tief in das Erdreich eingebracht und fördern Wärme an die Oberfläche, welche mit Hilfe von hocheffizienten Wärmepumpen auf die nötige Vorlauftemperatur für Heizanlagen gebracht wird. Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass hier keine Heißwasser-Aquifere benötigt werden und damit das Fündigkeitsrisiko bei null liegt. Allerdings ist die erschließbare Leistung hier begrenzt auf wenige hundert kW, so dass sich diese Technik eher für einzelne Großverbraucher oder als Wärmequelle in kleinen Nahwärmenetzen eignet²⁴. In der Regel werden, aufgrund der geringen Leistungen, nur bereits vorhandene Tiefenbohrungen verwendet, um die Kosten gering zu halten und die tiefe Erdwärmesonde wirtschaftlicher zu machen²⁵. Im Markt Prien a. Chiemsee sind keine bestehende Tiefenbohrungen vorhanden, die sich für die Nutzung als tiefe Erdwärmesonde eignen.

4.5 Biomasse/Biogas

Laut der Flächenerhebung²⁶ aus dem Jahr 2022 bestehen im Markt ca. 999 ha landwirtschaftliche Fläche (48,3% des Projektgebiets) und etwa 477 ha Wald (23,0% des Projektgebiets). Insgesamt summiert sich die potenzielle Fläche für Biomasseproduktion auf 1.476 ha auf, was einen Anteil von 71,3% des Marktes ausmacht. Laut Energie-Atlas Bayern existiert derzeit für den Markt Prien a. Chiemsee ein Energiepotenzial aus Waldderholz von 17.200 GJ, also umgerechnet 4.778 MWh. Reduziert auf eine Flächeneinheit wären das 8 GJ/ha oder 0.0278 kWh/m². Aus Flur- und Siedlungsholz könnte eine Energiesumme von 5.200 GJ bzw. 1.445 MWh generiert werden. Des Weiteren gibt

²⁴ *Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016

²⁵ *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

²⁶ *Statistik kommunal 2023* – Bayerisches Landesamt für Statistik, Fürth 2024

es ein Ertragspotenzial für Pappeln aus Kurzumtriebsplantagen von 6.190 GJ bzw. 1.720 MWh. Tabelle 19 fasst alle Werte zusammen.

Tabelle 19: Biomassepotenzial in Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern

	Energiepotenzial [GJ]	Energiepotenzial [MWh]
Waldderbholz	17.200	4.778
Flur- und Siedlungs- holz	5.200	1.445
Ertragsholz für Pap- peln	6.190	1.720
Summe	28.590	7.943

Die Verteilung der Wald- und Gehölzareale bzw. landwirtschaftlich genutzte Flächen sieht folgendermaßen aus.

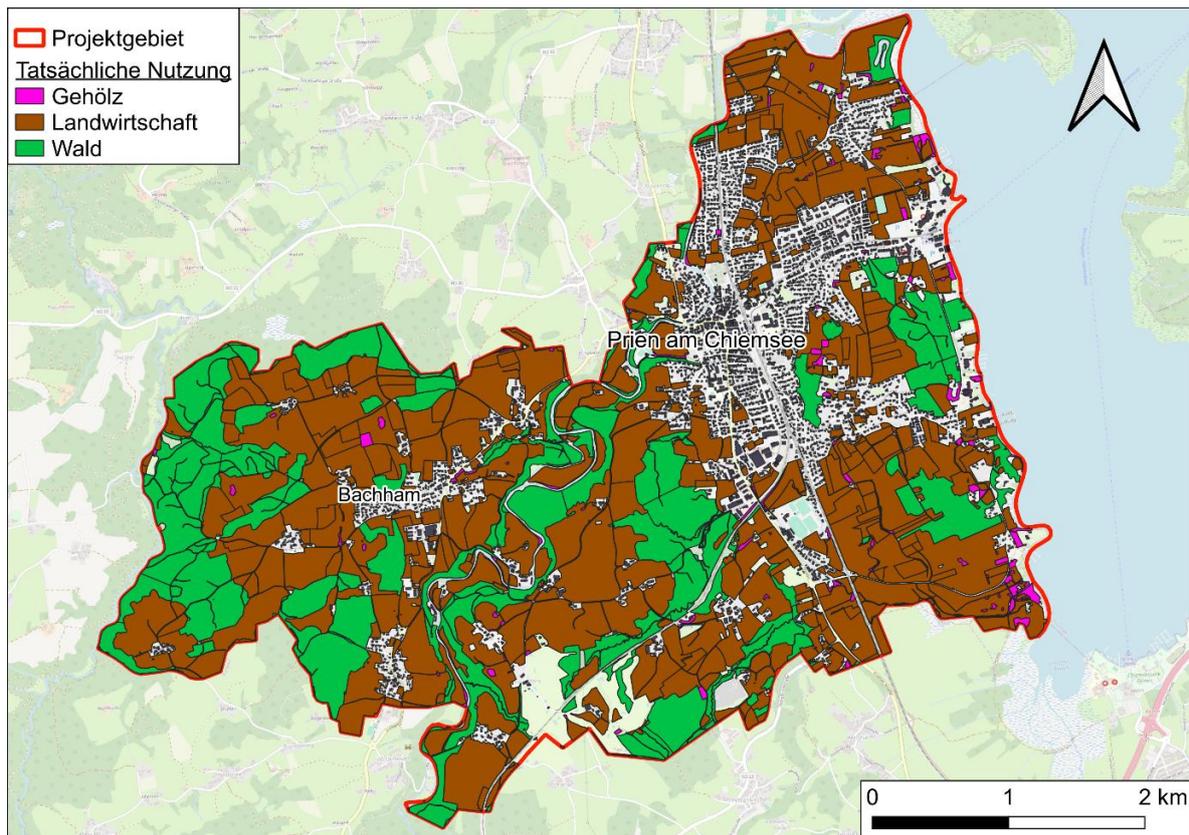


Abbildung 34: Verteilung der Flächen des Marktes in tatsächliche Nutzung. Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt. www.lfu.bayern.de.

Gemäß ALKIS-Daten (Tatsächliche Nutzung) verteilen sich die in Abbildung 34 dargestellten Flächen wie folgt auf:

Tabelle 20: Flächenverteilung und Anteile in Prien

Nutzungsart	Fläche gemäß AL-KIS im m ²	Anteil am Marktgebiet in %
Gehölz	246.398	1,2
Landwirtschaft	9.955.476	48,3
Wald	4.700.941	22,8
Summe	14.902.815	72,3
Fläche Markt (AL-KIS)	20.620.800	100

Einige Waldflächen sind als Schutzwälder ausgewiesen. So gibt es Bodenschutzwälder, Erholungswälder in unterschiedlichen Gebietseinteilungen, sowie Schutzwälder für Lebensraum und Genressourcen, die vor allem landschaftsbildlichen und historischen Wert haben. Die genaue Arealeinteilungen sind in Abbildung 35 dargestellt.

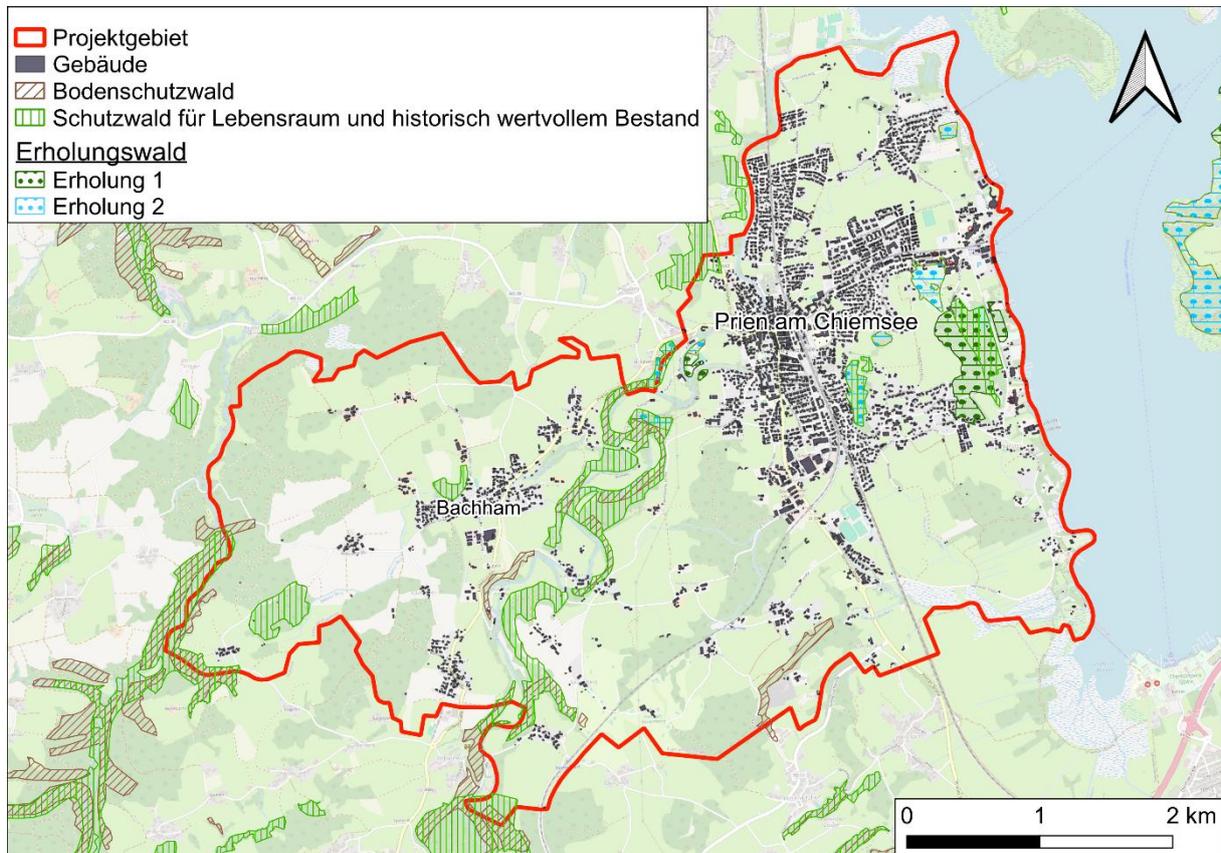


Abbildung 35: Schutzwälder in des Marktes Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Ein zusätzliches Biomassepotenzial befindet sich in den verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzungsvarianten. Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird zu etwa 10 % als Ackerland betrieben. Dabei werden hauptsächlich Getreide und Pflanzen zur Grünernte (Silomais/Grünmais) angesät.

Gemäß Energie-Atlas Bayern gibt es in Prien insgesamt ein technisches Biogaspotenzial von 919.323 m³CH₄/a. Dabei ergibt 1 m³CH₄ etwa eine Wärmemenge von ca. 10 kWh²⁷. Somit resultiert ein Gesamtpotenzial durch Biogas von 9.193 MWh/a. Die potenziellen Biogaserträge sind in Tabelle 21 aufgelistet.

Tabelle 21: Biogaspotenzial in Prien. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Sektor	Biogaspotenzial
Pflanzliche Biomasse	2.692 MWh/a (29,3%)
Organischer Abfall	1.304 MWh/a (14,2%)
Davon kommunales Biogut (Biotonne)	2,9%
Davon kommunales Grüngut	16%
Davon Organik im Hausmüll	42,7%
Davon gewerbliche organische Abfälle	35,9%
Davon Landpflegeabfälle	2,4%
Gülle und Festmist	5.197 MWh/a (56,5%)
Davon Gülle	63,8%
Davon Festmist	36,2%
Summe	9.193 MWh/a

Die intensive Nutzung von Biomasse bzw. Biomethan ist für die dezentrale Versorgung oder auch für zukünftige Wärmenetze mit Vorsicht zu genießen, denn derzeit werden klimaneutrale Heizanlagen immer häufiger auf Basis von Hackschnitzelanlagen gebaut. Der Holzbestand in Deutschland kann die aktuell anwachsende Nachfrage langfristig nicht decken. Eine mögliche Folge daraus ist, dass die steigende Nachfrage nach Holz und die damit verbundenen potenziellen Engpässe in der Biomasseproduktion zu steigenden Preisen führen werden. In Prien verwenden die Heizzentralen der bestehenden Wärmenetze ausschließlich Biomasse, in Form von Hackschnitzel, als Energieträger. Nicht außer Acht gelassen werden sollte, dass auch umliegende Gemeinden diesen Weg der Biomassenutzung gehen und damit sich die Angebotslage nicht verbessert. Der Aufbau einer weiteren Biomasseanlage ist daher zumindest wirtschaftlich fragwürdig. Eine EU-Weite Lieferung von Biomasse ist derzeit nicht vorgesehen oder gewünscht.

²⁷ Faustzahlen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., verfügbar auf <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>

Biogas ist zwar emissionsärmer als fossile Energieträger, jedoch ist Biogas nicht THG-neutral. Die Emissionen der Biogasproduktion und -verbrennung sind je nach Substrat unterschiedlich und liegt bei ca. 250 g CO_{2-E} pro kWh_{el}²⁸. Bereits 2016 wurde eine Machbarkeitsstudie zum Biogaspotenzial im Marktgebiet erstellt. Dabei wurde die Analyse auf Basis regionaler Gülle durchgeführt. Aufgrund der Transportwege und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen war das Ergebnis ein unwirtschaftlicher Betrieb.

4.6 Thermische Abfallbehandlungsanlagen

Der Landkreis Rosenheim betreibt bereits ein Müllheizkraftwerk. Die Errichtung einer eigenen Anlage für den Markt Prien ist somit als nicht sinnvoll zu betrachten.

Eine Klärschlammverbrennungsanlage gibt es in Prien nicht. Der Markt Prien verfügt über relativ wenig Einwohner und somit geringe Mengen Klärschlamm. Der Bau einer Monoverbrennungsanlage ist generell erst ab großen Mengen Klärschlamm wirtschaftlich und effizient²⁹. Für den Markt Prien a. Chiemsee kommt diese Option somit zurzeit nicht in Frage.

4.7 KWK-Anlagen

Aufgrund der Entfernung der Kläranlage von den Ortsteilen des Marktes Prien a. Chiemsee ergibt sich aus dem Klärgas der Kläranlage kein zusätzliches Potential.

Das Potenzial für Biogas wurde bereits im Kapitel Biomasse/Biogas behandelt. Die Energie aus fester Biomasse kann beispielsweise mittels Holzvergaser in ca. 65% Wärme und 30% Strom umgewandelt werden. Der Betrieb eines Holzvergasers macht jedoch meistens nur in Verbindung mit einem Wärmenetz Sinn.

²⁸ Was leisten Biogasanlagen für den Klimaschutz? Landwirtschaftskammer Niedersachsen, verfügbar auf [https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/24157 Was leisten Biogasanlagen fuer den Klimaschutz](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/24157_Was_leisten_Biogasanlagen_fuer_den_Klimaschutz)

²⁹ FAQ zum Bau und Betrieb einer geplanten Klärschlammverbrennungsanlage in Köln-Merkenich. Stand: 01.12.2021, StEB Köln

4.8 Wasserstoff

Wasserstoff ist in der Wärmeversorgung ein umstrittenes Thema. Am 22. Oktober 2024 genehmigte die Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß § 28q EnWG den Antrag der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) zur Errichtung des Wasserstoffkernnetzes in Deutschland. Das Kernnetz soll große Verbrauchs- und Erzeugungsstandorte von Wasserstoff in Deutschland verbinden und als langfristige Planungsgrundlage für die industriellen Großabnehmer dienen. Nach derzeitigem Planungsstand wird das Kernnetz zu 56 % aus umgewidmeten Erdgasleitungen bestehen.³⁰ Eine große Unsicherheit liegt aktuell in der Höhe der zukünftig aufgerufenen Preisen. Die Prognosen, die aktuell in der Presse kursieren sind oftmals Bereitstellungskosten. Diese lassen allerdings außer Acht, dass der Wasserstoff in einem Markt gehandelt wird und sich dementsprechend ein Preis einstellen wird, in dem die Renditeerwartungen der Investoren und Anlagenbetreiber einkalkuliert sind. Zudem ist es wahrscheinlich, dass Anlagenbetreiber bzw. Exportländer mit günstigen Bereitstellungskosten ihre Marge erhöhen werden und auch zum globalen Wasserstoffpreis anbieten, anstatt die günstigen Standortvorteile an die Kunden weiterzugeben. Die Ergebnisse des „HYPAT“-Projektes, von u.a. dena und Fraunhofer (ISE, ISI und IEG), prognostiziert für 2045 Großhandelspreise für Wasserstoff in Deutschland von 132 €/MWh, ohne Verteilnetzkosten zu berücksichtigen. Ein Einsatz von Wasserstoff für Gebäudewärme wird daher als unwahrscheinlich gesehen.³¹

Am 14.11.2023 wurden die Pläne der Bundesregierung für den Ausbau des sogenannten Wasserstoffkernnetzes angekündigt. Die Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) haben mit dem Wasserstoffnetz 2030 (kurz: H₂-Netz 2030) einen Lösungsvorschlag entwickelt, unter Berücksichtigung der nationalen Wasserstoffstrategie, wie die Problematik des Wasserstofftransports während der dynamischen Entwicklung des Wasserstoffmarkts ermöglicht werden kann. Dabei wird der nationale Wasserstoffbedarf ca. 71 TWh prognostiziert. Das H₂-Netz 2030 soll bei einer Gesamtlänge von 5.100 km etwa aus 3.700 km umgestellten Gasleitungen bestehen. Die Investitionen für die Transportleitungen inklusive Verdichter belaufen sich bis zum Jahr 2030 auf etwa 6 Mrd. EUR.³² Eine schematische Darstellung der Leitungstrassen könnte gemäß FNB wie folgt aussehen:

³⁰ <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html> aufgerufen 10.02.2025

³¹ <https://hypat.de/hypat/> aufgerufen 10.02.2025

³² <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2030/>

H₂-Netz 2030

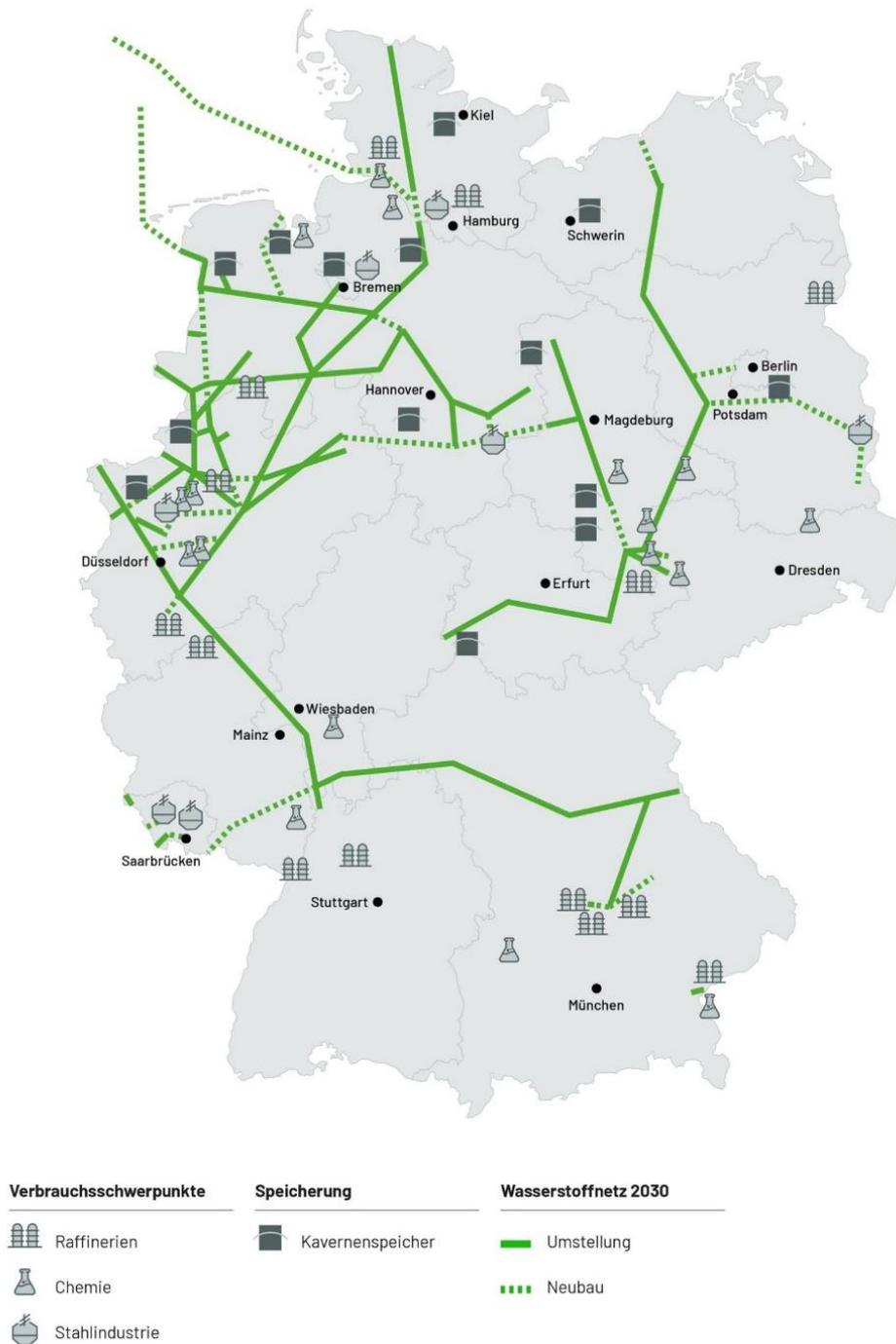


Abbildung 36: Nationales H₂-Netz 2030. Quelle: fnb-gas.de

Wie Abbildung 36 demonstriert, liegt der Fokus des Wasserstoffnetzausbaus überwiegend im Nordwesten Deutschland. Speziell der südliche Teil Bayerns spielt im H₂-Netz 2030 kaum eine Rolle.

4.9 (Groß)Wärmespeicher

Wärmespeicher gibt es heutzutage in zahlreichen Varianten. In diesem Kapitel wird zuerst kurz auf die verschiedenen Varianten und Möglichkeiten eingegangen.

4.9.1 Pufferspeicher

Pufferspeicher speichern Wärme (oder Kälte) über kurze Zeiträume. Im Normalfall werden hiermit einige Stunden bis maximal Tage gemeint. Pufferspeicher bestehen aus einem wassergefüllten Stahlbehälter, der außenseitig von Wärmedämmung versehen wurde. Pufferspeicher werden oberirdisch gebaut. In Fernwärmenetze können Pufferspeicher für die kurzfristige Spitzenlastabdeckung benutzt werden. Pufferspeicher werden von sehr klein ($< 1 \text{ m}^3$ für Einfamilienhäuser) bis sehr groß (8.000 m^3) hergestellt. In Wärmenetze werden normalerweise Pufferspeicher zwischen ca. 50 und 500 m^3 eingesetzt. Zudem werden oft, z.B. aus Platzgründen, mehrere kleinere Pufferspeicher gebaut.

4.9.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher

4.9.2.1 Behälter

Behälter-Wärmespeicher (TTES) werden zum Großteil im Boden integriert, und aus Ortbeton gegossen. Die Innenseite des Behälters besteht aus Edelstahl- oder Schwarzstahlblech. Neuere Behälter gibt es mittlerweile auch ohne Beton und Stahlblech in GFK- oder Stahlkonstruktion. Der Boden, das Dach und die Wände eines Behälters sind mit Schaumglasschotter (Boden) oder Blähglasgranulat (Wand und Dach) gedämmt. Behälter-Wärmespeicher verfügen über Schichtbeladeeinrichtungen, um eine Abkühlung aufgrund von Durchmischung der Temperaturschichten zu vermeiden.

Das Medium von Behälter-Wärmespeicher ist Wasser. Behälter-Wärmespeicher können für drucklosen Konditionen, oder für Innendruck-Konditionen angefertigt werden. Drucklose Behälter können Temperaturen bis etwa 95 °C aushalten. Zusätzlich befestigte Behälter können über 100 °C aushalten.

Behälter-Wärmespeicher werden erst ab einer Größe von 1.000 m^3 energetisch effizient. Bereits errichteten Anlagen reichen bis zu ca. 12.000 m^3 . GFK-Konstruktionen reichen nur bis ca. 6.000 m^3 . Die Anlagen können in die Landschaft integriert werden, in dem sie von Bewuchs (z.B. Gras) versehen werden. Der aus dem Boden herauschauende Teil wird so nur als Grashügel wahrgenommen und ist für Personen begehbar. Der Boden soll eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (am besten unterhalb der Baugrubensohle) aufweisen.

Behälter-Wärmespeicher mit dem Medium Wasser weisen eine geringe Trägheit auf. Sie eignen sich somit gut für die schnelle Abdeckung von Spitzenlasten.

Die Wärmespeicherkapazität von Behälter-Wärmespeicher liegt zwischen 60 und 80 kWh/m^3 ³³.

³³ *Saisonalpeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

4.9.2.2 Erdbecken

Erdbecken (PTES) sind im Vergleich zu Behälter-Wärmespeicher flacher mit einer größeren Oberfläche. Erdbecken werden, wie der Namen schon sagt, ebenfalls in den Boden eingebaut. Werden die Seitenwände von einem Verbau (z.B. Spundwand, Berliner Verbau, Bohrpfahlwand) versehen, so kann der Boden ggf. flach sein. Lässt die oberflächennahe Geologie es zu, sind jedoch geböschte Varianten billiger in der Herstellung. Der Boden und die Wände des Erdbeckens werden entweder durch Blähglasgranulat oder durch Membranschalung gedämmt. Erdbecken der Übergrößen können sogar ohne Dämmung hergestellt werden. Das Dach des Erdbeckens wird entweder durch einen gedämmten schwimmenden oder durch einen gedämmten aufliegenden Deckel abgeschlossen.

Das Medium von Erdbecken besteht entweder aus reinem Wasser oder aus einer Mischung von Wasser und Kies, oder Wasser und Erdreich. Zwar ist die Wärmespeicherfähigkeit von reinem Wasser höher als von den gemischten Varianten, jedoch ist die Tragfähigkeit von Wasser geringer (wichtig für das Dach und deren Nutzbarkeit), und die entstehende Temperaturschichtung höher. Umso höher der Mischanteil ist, umso niedrigere Temperaturen werden erreicht, und umso mehr Trägheit das Medium bekommt (und somit weniger geeignet für eine schnelle Spitzenlastabdeckung). Für eine vergleichbare Wärmekapazität ist ein Erdbecken mit einem gemischten Medium somit viel größer auszulegen, jedoch sind die Baukosten dafür geringer³⁴. In Erdbecken können Temperaturen von 80 - 95 °C erreicht werden^{35 36}.

Erdbecken können indirekt (Wasserkreislauf kommt nicht in direkte Berührung mit dem Medium) oder direkt beladen werden. Bei der direkten Beladung und Entnahme sind, je nach Mischanteil, Filter einzusetzen. Wird nur reines Wasser benutzt, können auch bei Erdbecken Schichtbeladeeinrichtungen eingesetzt werden.

Auch für Erdbecken gilt eine Mindestgröße von 1.000 m³. Bestehende Erdbecken reichen bis zu 230.000 m³. Der Boden soll wie bei den Behälter-Wärmespeicher eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (unterhalb der Baugrubensole) aufweisen.

Die Wärmespeicherleistung von Erdbecken ist abhängig von der Mischung des Mediums. Erdbecken mit einer Wasser-Kies-Mischung erreichen Wärmespeicherkapazitäten von 30 - 50 kWh/m³ (1,3 - 2 Wasseräquivalent)³⁷.

³⁴ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

³⁵ Addous, M. A. *Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der abschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren* (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

³⁶ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

³⁷ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

4.9.2.3 Erdsonden

Erdsonden fungieren sowohl als direkte Wärmequelle als auch als Wärmespeicher. Voraussetzungen für Erdsonden sind unter anderem einen geeigneten geologischen Bodenaufbau. Geeignete Flächen für Erdwärmesonden werden im Kapitel 3.3.1 angezeigt. Der Wärmespeicherkapazität der Erdwärmesonden ist abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Grundwasserbewegungen können hohe Wärmeverluste verursachen. Je nach den Bedingungen kann der Untergrund bis ca. 80 - 90 °C erwärmt werden³⁸. In Deutschland gibt es hierfür jedoch strenge Regeln (gemäß VDI 4640). Bei Speichertemperaturen über 40 °C sind Einflüsse auf konkurrierende Grundwassernutzungen bei der Anlagenplanung auszuschließen.

Erdwärmespeicher (BTES) werden normalerweise durch Solarthermieanlagen oder ähnlichem in den Sommermonaten mit Wärme befüllt. Die Wärme wird über den Medium Wasser durch die Erdsonden geführt, an das Verfüllmaterial abgegeben und nachfolgend an den Untergrund weitergegeben. Für die Wärmeentnahme wird die Strömungsrichtung umgedreht. Erdsondenfelder können von der Oberseite mit einer Deckschicht versehen werden, die das Eindringen von Oberflächenwasser verhindert. Eine Wärmedämmung kann zur Oberfläche hin eingerichtet werden, jedoch nicht in andere Richtungen.

Erdsondenfelder sind ab einem Speichervolumen von ca. 20.000 m³ sinnvoll, und erreichen Wärmedichten von ca. 15 - 30 kWh/m³ (3 - 6 Wasseräquivalent)³⁹.

Der Untergrund zeigt eine hohe Trägheit auf, wodurch Erdsondenwärmespeicher nicht geeignet sind für die Spitzenlastabdeckung. Die Vorteile von Erdsondenfelder liegen vor allem in den geringeren Baukosten und den Erweiterungsmöglichkeiten.

4.9.2.4 Aquifer

Ein Aquifer-Wärmespeicher (ATES) ist abhängig von einem bereits bestehenden Aquifer im Untergrund, welche mit Brunnenbohrungen erschlossen wird. Das Grundwasser, was geologisch eingeschlossen sein muss, dient als Speichermedium. Nicht jeder Aquifer ist aufgrund eines Mindestvolumens und einer Mindestschichtstärke als saisonaler Wärmespeicher geeignet. Für Aquifer-Wärmespeicher werden „kalte“ und „warme“ Brunnen eingesetzt. Für die Beladung des Aquifers wird das kalte Wasser entnommen, durch z.B. Solarthermieanlagen aufgeheizt, und in die warme Brunne eingeleitet. Es können sich im Untergrund horizontale und vertikale Temperaturschichten bilden⁴⁰. Der Großteil der geeigneten Aquifere liegt in Tiefen von mehr als 100 m, somit ist eine Wärmedämmung

³⁸ *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

³⁹ *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

⁴⁰ Ebd.

nicht möglich. Aufgrund der relativ hohen Wärmeverluste sind Aquifer-Wärmespeicher oft erst ab größeren Größen wirtschaftlich nutzbar.

Die Größe des Wärmespeichers ist komplett abhängig von der Größe des Aquifers. Von oben sind immer nur die Brunnen sichtbar. Die übrige Fläche ist weiterhin normal nutzbar. Die maximale Speichertemperaturen sind von den lokalen Bedingungen (Wasserchemie) abhängig. Bei schlechten Bedingungen können Belagsbildung, Verstopfung, Korrosion und Lösungserscheinungen resultieren. Zudem sind die geochemischen und ökologischen Einflüsse von höheren Speichertemperaturen (70 - 120 °C) noch Teil der Forschung⁴¹. In Bestandsprojekte wird bereits mit Temperaturen von bis zu 90 °C gearbeitet (Gouda)⁴².

Tabelle 22: Übersicht der Eigenschaften der gängigen Saisonspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonspeicher.de

Speichertyp	Medium	Max. Temperatur	Mindestvolumen	Trägheit	Wärmespeicherkapazität
Behälter	Wasser	>100 °C	1.000 m ³	-	60 - 80 kWh/m ³
Erdbecken	Wasser / Wasser-Kies	95 °C	1.000 m ³	Wasser: - Wasser-Kies: +	Wasser: 60 - 80 kWh/m ³ Wasser-Kies: 30 - 50 kWh/m ³
Erdsonden	Untergrund	90 °C	20.000 m ³	++	15 - 30 kWh/m ³
Aquifer	Grundwasser	90 °C	Lokal zu bestimmen, meist sehr groß	+	30 - 40 kWh/m ³

4.9.2.5 Thermochemische Wärme- und Kältespeicher

Thermochemische Wärmespeicher basieren auf chemisch reversiblen Reaktionen sowie Ab- und Adsorptionsprozesse. Es können sehr hohe spezifische Wärmekapazitäten erreicht werden. Bei der Speicherbeladung werden chemische und / oder physikalischen Reaktionen durch zugeführte Wärme bewirkt. Die Entladung basiert auf die Umkehrbarkeit dieser Reaktionen. Je nach Medium können Temperaturen zwischen ca. 50 und 500 °C, oder sogar bis 1450 °C erreicht werden. Diese Speichermethode ist somit gut geeignet für den Einsatz in Fernwärmenetze.

Thermochemische Wärmespeicher können die Wärme über einen langen Zeitraum mit nur sehr wenige Verluste speichern. Es gibt jedoch noch sehr wenig thermochemische Wärmespeicher in Betrieb, da sie noch Bestandteil der aktuellen Forschung sind⁴³.

⁴¹ Fleuchaus, P., Schüppler, S., Stemmler, R., Menberg, K., & Blum, P. (2021). Aquiferspeicher in Deutschland. Grundwasser, 26(2), 123-134.

⁴² Addous, M. A. Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

⁴³ Thermische Energiespeicher für Quartiere. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

4.9.2.6 Latentwärmespeicher

Zu den Latentwärmespeicher gehören Eisspeicher und Phasenwechselmaterialien-Speicher (PCM-Speicher). Aufgrund von sehr geringen Betriebstemperaturen⁴⁴ eignen sich große Eisspeicher generell nur für den Einsatz in kalten Nahwärmenetze.

PCM-Speicher werden zurzeit noch nicht in größeren Größenordnungen eingesetzt, und sind für Wärmenetze Teil der aktuellen Forschung. PCM-Speicher basieren auf einer Speicherung und Freigabe von Wärme bei Phasenwechsel des Speichermediums. Je nach Medium werden sehr hohe spezifische Wärmespeicherkapazitäten erreicht. Es können Temperaturspannen zwischen -50 und 600 °C abgedeckt werden. Bei den etwas gängigeren Salzhydrate und Paraffine werden Temperaturen zwischen 0 und 100 °C erreicht. Derzeit gibt es noch keine Produkte auf dem Markt, die in einem aktuellen oder einem potenziellen Wärmenetz im Markt Prien a. Chiemsee eingesetzt werden können⁴⁵.

4.9.2.7 Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)

Das Prinzip Power-to-Heat (PtH) basiert auf einer Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Dies kann zum Beispiel mit Widerstands-Heißwasserkessel oder mit Elektroden-Heißwasserkessel geschehen. Eine Kombination von Wasserspeicher und PtH-Anlagen kann unter Umständen die Wirtschaftlichkeit erhöhen, und ist generell gut geeignet für die Abdeckung von Spitzenlasten. Diese Methode ist jedoch stark abhängig von (erneuerbarem) Strom, und in welchen Mengen dies kurzfristig vorhanden ist. Diese Elektrodenheizkessel sind für Anschlüsse zwischen 5 und 20 kV ausgelegt. Aktuelle Projekte zeigen Leistungsklassen zwischen 550 kW_{th} und 100 MW_{th}. Sie eignen sich bei Wärmenetze mit Vorlauftemperaturen zwischen 80 und 130 °C⁴⁶.

4.9.3 Potenzialflächen Wärmespeicher

Die Dimensionierung eines Wärmespeichers wird unter anderem durch den Wärmeerzeuger, die gesamte zu speichernde Wärmemenge sowie die Wärmeabnahme bestimmt. Dies, sowie die Sinnhaftigkeit eines Wärmespeichers, die Abhängig ist von den aktuellen und zukünftigen Erzeugern und Verbraucherprofilen, wird erst in späteren Planungsschritten in Detail betrachtet, und ist nicht Bestandteil der Potenzialanalyse. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass die Überwärme, die z.B. bei Solarthermieanlagen im Sommer anfällt, sich in einem Saisonspeicher für den Gebrauch in der Wintersaison speichern lässt.

⁴⁴ Ebd.

⁴⁵ *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

⁴⁶ Ebd.

Die Platzanforderungen der jeweiligen Wärmespeichermethoden können sehr unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist jedoch, dass die Wärmespeicher nah am Wärmenetz, und optimalerweise nah am Betriebsstandort, platziert sind.

Erdsondenwärmespeicher können lediglich in den in Kapitel 4.3.1 erwähnten Flächen errichtet werden. Da Erdsondenfelder auch relativ gut in grüne Infrastruktur integriert werden können, ergeben sich hier auch Park- und Sportflächen (ohne Baumbewuchs) als Potenzialflächen. Der Platzbedarf ist abhängig von der Dimensionierung des Wärmespeichers.

Pufferspeicher und kleinere Behälterwärmespeicher können sehr gut auf Betriebsgeländen aufgebaut werden, solange ausreichend Platz zur Verfügung steht. Werden größere Behälterwasserspeicher oder Erdbeckenspeicher errichtet, so sind baumfreie Freiflächen notwendig. Je nach Ausführung können diese Anlagen ebenfalls gut in die grüne Infrastruktur integriert werden, wie es zum Beispiel in Augsburg oder Eggenstein gemacht wurde.



Abbildung 37: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein. Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.

4.10 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit dem Wärmenetz

Die Verwendung von Elektrizität gewinnt auch in der Wärmeversorgung zunehmend an Bedeutung. Durch den ansteigenden Anteil privater Wärmepumpen steigt der Strombedarf an. Aber auch Großwärmepumpen, welche die Wärme von beispielsweise Boden, Grundwasser/ Abwasser/Flusswasser oder Umgebungsluft nutzbar machen, benötigen beträchtliche Mengen an Strom für den Carnot-Kreisprozess. Die klassischen Medien der Stromgewinnung durch regenerative Energien sind Wind, Sonnenenergie und die Wasserkraft. Die Potenziale und Regularien dieser EE werden in diesem Kapitel analysiert.

4.10.1 Windenergie

Das dominierende Hauptkriterium für einen geeigneten Standort von Windenergieanlagen (WEA) ist die vorherrschende Windgeschwindigkeit. Sie geht mit der dritten Potenz in die zu gewinnende

Energie ein. Bei einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich somit der Stromertrag:

$$P_{Wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot c_p \cdot t$$

Mit:

P_{Wind} = Erzeugbare Windleistung [W]

ρ = Luftdichte $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

S = Vom Rotor überstrichene Fläche [m²]

v = Windgeschwindigkeit $\left[\frac{m}{s}\right]$

c_p = Leistungsbeiwert [-]; max 59,3 %

t = Zeit [s]

Diese naturwissenschaftlich-technischen Rahmenbedingungen gelten sowohl für große WEA mit Nabenhöhen über 140 m als auch für so genannte Kleinwindenergieanlagen (KWEA). Letztere sind 10 - 50 m hoch und weisen geringere Leistungszahlen und damit auch geringere Ertragspotenziale auf. Es ist also in beiden Fällen entscheidend, einen Standort mit hohen, konstanten Windgeschwindigkeiten auszuwählen. Die Potenzialanalyse der Windenergie fußt auf dem bayerischen Windatlas im Energieatlas Bayern, dessen Datengrundlage räumliche Interpolationen von Windmessdaten unter Berücksichtigung des Reliefs und weiterer naturräumlicher Bedingungen sind. Die Unsicherheiten dieser Daten wachsen daher einerseits mit zunehmendem Abstand zu den Messpunkten und andererseits mit der Heterogenität der Oberflächenbedingungen. Daher ist es durchaus möglich, dass es lokal gut geeignete Standorte gibt, die im Windatlas nicht als solche gekennzeichnet sind.

Neben den natürlichen Rahmenbedingungen sind die rechtlichen Vorgaben für eventuelle Windenergieanlagen zu beachten. Für Großwindenergieanlagen sind zurzeit keine Vorrangflächen oder Vorbehaltsgebiete im Marktgebiet ausgewiesen. Im Folgenden wird das technische Potenzial den gesamten Markt betrachtet. Kleinwindenergieanlagen dürfen bis zu einer Nabenhöhe von 10 Metern verfahrensfrei installiert werden, zwischen 10 und 50 m Höhe besteht eine bauaufsichtliche Genehmigungspflicht. Ab 50 m Gesamthöhe handelt es sich um eine raumbedeutsame Windkraftanlage, d.h. es besteht eine immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht (4. BImSchV).

Potenzial von Kleinwindenergieanlagen (KWEA)

Bezüglich des technischen Potenzials bildet Abbildung 38 die mittleren Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe ab. In der Regel wird einen Betrieb von Kleinwindkraftanlagen wirtschaftlich sinnvoll bei mittleren Windgeschwindigkeiten ab ca. 4 m/s⁴⁷. Bei dieser Geschwindigkeit erzeugt eine 600-Watt

⁴⁷ Windmessung für Kleinwindkraftanlagen. Patrick Jüttemann, Klein-Windkraftanlagen.com

Kleinwindanlage etwa 548 kWh/a⁴⁸. Diese Geschwindigkeiten werden laut Energieatlas Bayern bei Weitem nicht erreicht. Die höchsten Windgeschwindigkeiten in Bodennähe werden im Süden des Projektgebiets mit lediglich max. 3 m/s erreicht.

KWEA sind daher im Markt Prien derzeit als nicht wirtschaftlich sinnvoll zu betrachten.

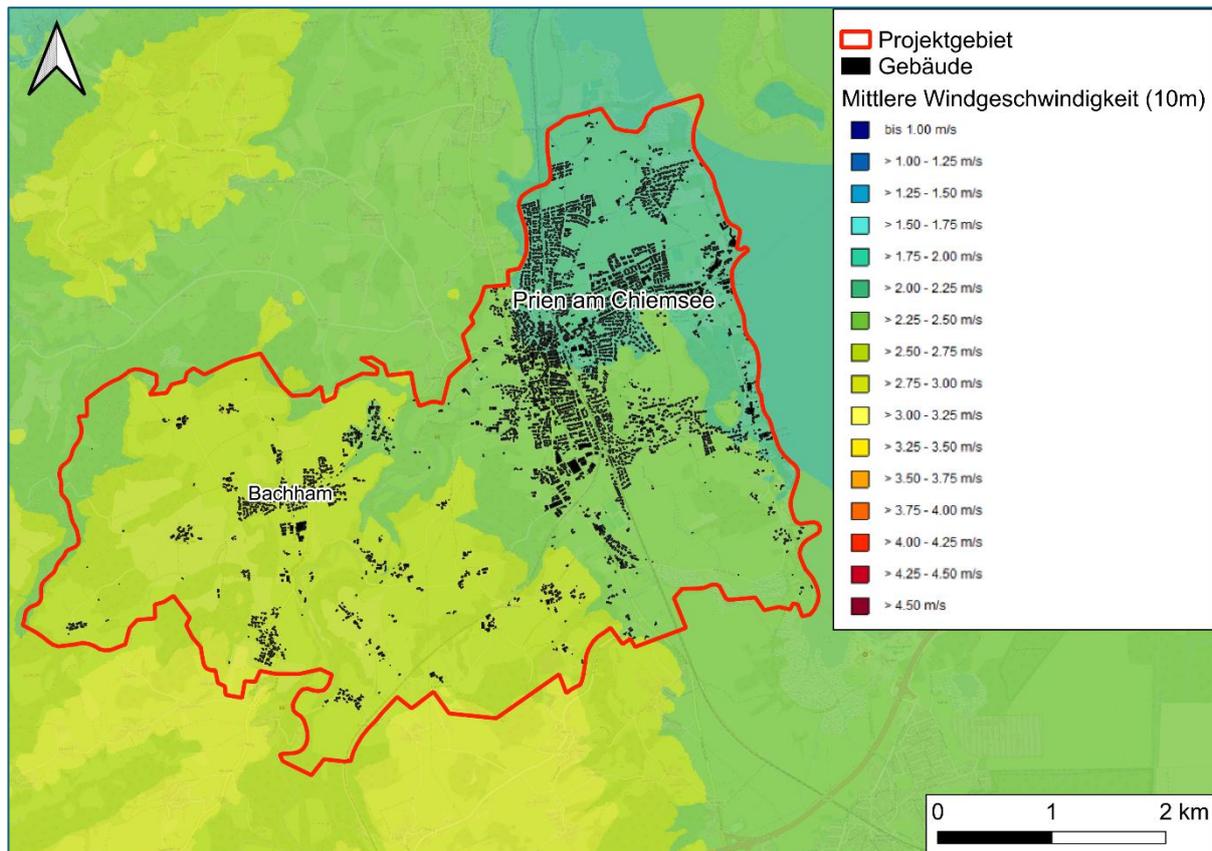


Abbildung 38: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe.
 Datenquelle: energieatlas.bayern.de

Potenzial von Großwindenergieanlagen (WEA)

Abbildung 39 stellt die mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 Meter Höhe laut Energieatlas Bayern, im Projektgebiet. Das Minimum für einen wirtschaftlichen Betrieb von WEA entspricht rund 5,5 m/s gemäß einer Studie des Umweltamt der Stadt Wiesbaden⁴⁹. Im Juni 2023 wurde festgelegt, dass in Wäldern, in der Nähe von Gewerbegebieten, an Autobahnen, Bahntrassen und Wind-Vorbehaltsgeländen der Abstand der Windräder zur Wohnbebauung lediglich 1000 Meter betragen muss. In Wind-Vorranggebieten wird dieser Abstand auf rund 800 Meter zur Wohnbebauung weiter

⁴⁸ Kleinwindkraftanlagen – Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen. 2015, C.A.R.M.E.N. e.V.

⁴⁹ Windpotentialstudie Wiesbaden. 20.02.2009, JH Wind, im Auftrag des Umweltamt der Stadt Wiesbaden

verringert⁵⁰. In Prien befinden sich wenige, bis keine Flächen, die dieser Gesetzgebung entsprechen, da sich die Flächen im Markt innerhalb von 1.000 m Entfernung zur Wohnbebauung befinden und keine Wind-Vorranggebiete definiert wurden.

Aus Abbildung 39 geht klar hervor, dass diese minimalen Anforderungen der Windstärke von 5,5 m/s für wirtschaftlich attraktive Standorte nicht erreicht werden. Die höchsten Windgeschwindigkeiten werden westlich von Prutdorf mit ca. 4,5 m/s erreicht. Zudem wird das theoretische Potenzial durch rechtliche Vorgaben hinsichtlich der Abstände zur Wohnbebauung begrenzt. Im Projektgebiet ist aus diesen Gründen kein Energiepotenzial für WEA erkennbar.

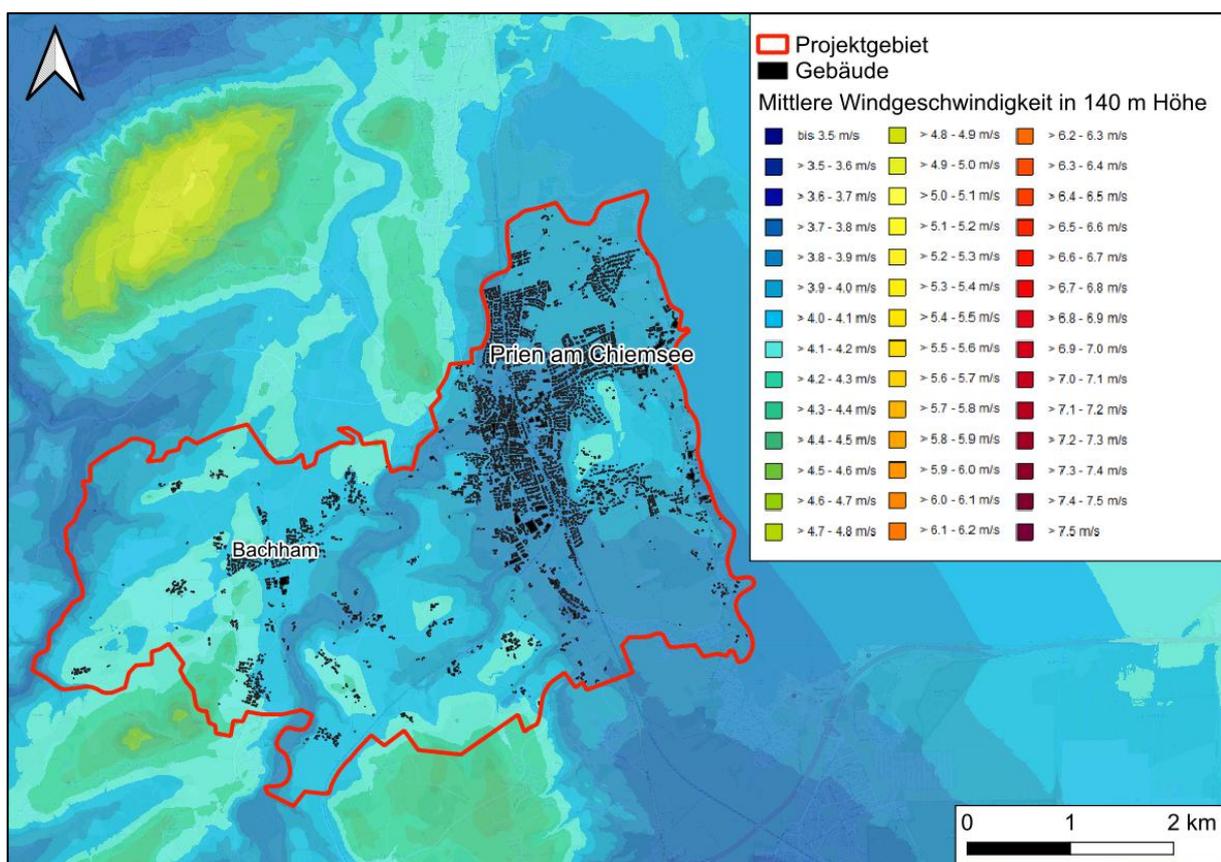


Abbildung 39: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe Datenquelle: Energie-Atlas Bayern

4.10.2 PV-Anlagen

Die Potenzialflächen für PV-Anlagen entsprechen die Potenzialflächen für ST-Anlagen, jedoch sind die Flächen für PV-Anlagen nicht von der Distanz zum Wärmenetz abhängig. Wie im Kapitel 4.2 Solarthermie bereits erläutert werden in dieser Wärmeplanung nur Flächen für größere PV-Anlagen (FFPV und Dachflächen > 2.000 m²) betrachtet. Insgesamt stehen des Marktes gemäß Tabelle

⁵⁰ Pressemitteilungen, 09.11.2022, Pressereferat Bayerische Staatsregierung: „Am 16. November treten die geänderten 10H-Regelungen in Kraft – Die Nachfrage nach neuen Windenergieprojekten ist bereits gestiegen“

18 4.171.559 m² aus Freiflächen inkl. EEG-Förderflächen und 56.115 m² aus Dachflächen >2.000 m² zur Verfügung. Abbildung 40 stellt die Potenzialflächen für PV kartografisch dar, welche identisch zu den FFST sind.

Angenommen es werden auf Freiflächenanlagen pro kWp etwa 10 m² Fläche benötigt⁵¹, ergibt sich bei 1.000 Volllaststunden⁵² ein Gesamtpotenzial von 417.156 kWp, oder ca. 417.156 MWh pro Jahr. Das Marktgebiet wurde anhand eines digitalen Geländemodells (DGM) auf Verschattungseffekte untersucht. Dabei wurden keine nennenswerten Schattenflächen identifiziert. Trotzdem sorgt eine detailliertere Betrachtung der Gebiete i.d.R. für mindestens 20% zusätzlichen Ausschlussflächen, die durch diverse Faktoren miteinkalkuliert werden. Daraus resultiert ein **Restpotenzial von 333.725 MWh/a.**

PV-Freiflächenanlagen (FFPV) unterliegen eine Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen die unter anderem in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr⁵³ aufgelistet werden. Sofern Förderungen nach EEG in Anspruch genommen werden sollen, sind auch diese Regelungen einzuhalten. FFPV mit mehr als 1.000 kWp und bis zu 100 MWp (in 2023) Leistung sind im Sinne des EEG an Ausschreibungen der Bundesnetzagentur gebunden⁵⁴.

FFPV dürfen nicht auf Flächen von geschützten Biotopen, Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete oder sonstige Naturschutzgebiete gebaut werden. Die Auflistung der geeigneten und nicht geeigneten Standorte lässt sich in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr nachschauen. Geeignete Standorte sind unter anderem Konversionsflächen, Altlasten(verdachts-)flächen sowie Trassen entlang Autobahnen und Schienentrassen. Die geeigneten Standorte definieren sich nach den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr vor allem aus den nicht-geeigneten Flächen.

Damit eine FFPV Förderfähig ist im Sinne des EEG sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten. Zum Beispiel können im EEG landwirtschaftlich benachteiligte Flächen für FFPV genutzt werden. Diese Flächenkulisse stammen aus der Agrarförderung, die zum 01.01.2019 geändert wurden. Die benachteiligten Gebiete nach EEG umfassen jedoch die Flächenkulisse aus sowohl der neuen und alten Regelung. Der 500 m Bahnkorridor deckt vor allem Flächen ab, die für FFPV als sinnvoll definiert wurden. Dabei kann eine Mischnutzung der Flächen verwendet werden, in der Wärmeplanung liegt der Fokus aber auf der Wärmeversorgung, und damit Solarthermieanlagen.

⁵¹ Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

⁵² Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. 17.05.2023, Fraunhofer ISE

⁵³ Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hinweise des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr. In Abstimmung mit den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, für Umwelt und Verbraucherschutz sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stand 10.12.2021

⁵⁴ Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

Im Gegensatz zu den solarthermischen Anlagen, ist eine Aufteilung von PV-Anlagen auf Dachflächen als sinnvoll zu betrachten, da die anfallenden Kosten für den Netzausbau geringer ausfallen.

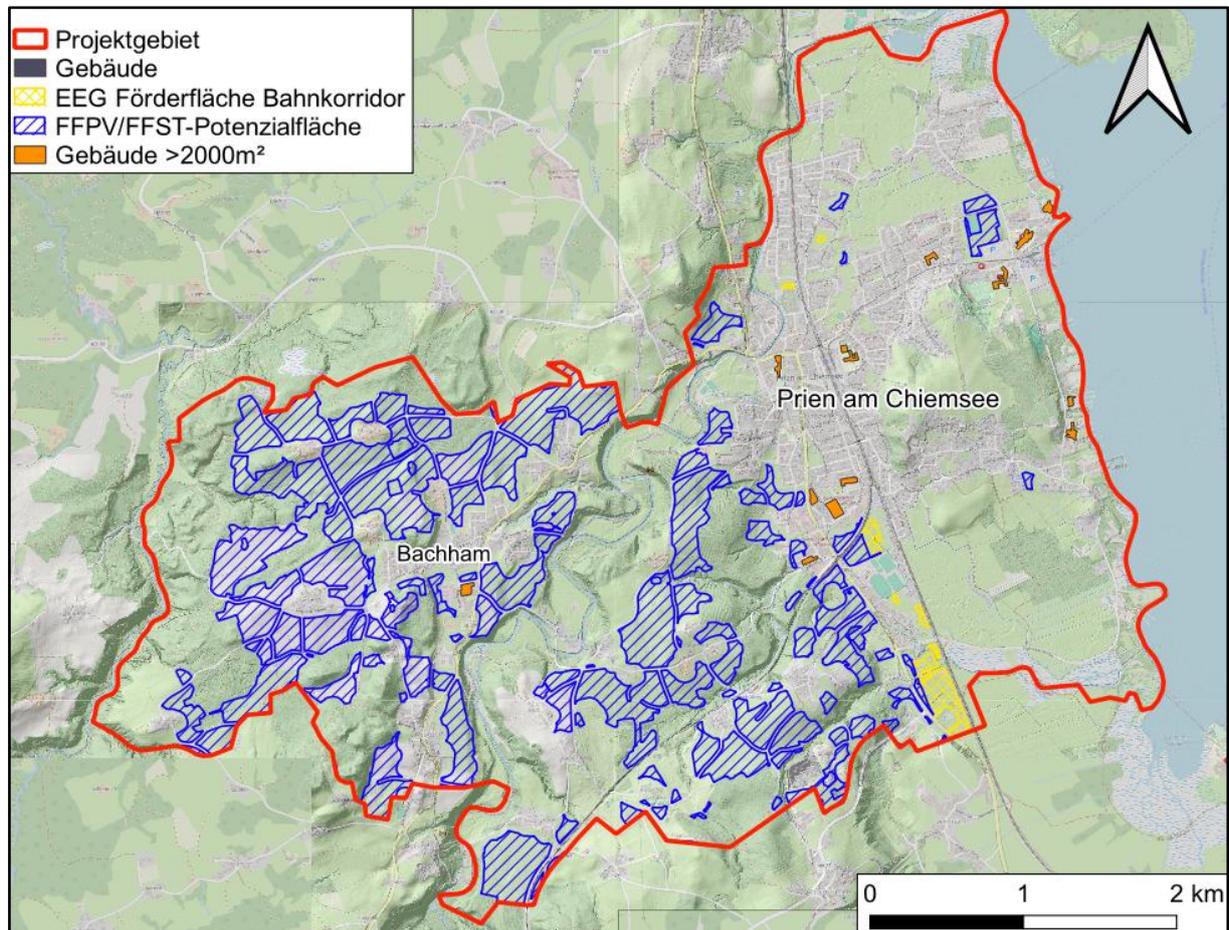


Abbildung 40: Photovoltaik-Potenzialflächen in Prien. Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

4.10.3 Wasserkraft

Das Potenzial der Stromerzeugung durch Wasserkraft ist vor allem von der Durchflussmenge (Q) und der Fallhöhe (H) des Wasserkraftwerks abhängig. Die Durchflussmenge beschreibt die Wassermenge, die zu jeder Zeit durch die Turbinen fließt, und die Fallhöhe ist die Höhendifferenz zwischen Oberwasser und Unterwasser. Der Druck des Wassers steigt mit zunehmender Fallhöhe, und Wasserkraftwerke werden daher oft in drei Druckklassen eingeteilt. Bis 25 m wird das Kraftwerk als Niederdruckkraftwerk bezeichnet, bis 100 m als Mitteldruckkraftwerk und bei Fallhöhen über 100 m als Hochdruckkraftwerk⁵⁵. Abhängig von der Durchflussmenge und der Fallhöhe werden unterschiedliche Turbinenarten eingesetzt, deren Aufbau die optimale Ausnutzung des Wasserstroms sicherstellt. Die Kaplan-Turbine eignet sich bei niedrigen Fallhöhen (bis 40 m) und großen Durchflussmengen und wird hauptsächlich in Laukraftwerken eingesetzt. Die Francis-Turbine wird sowohl bei Laufkraft- als auch Speicherkraftwerken verwendet und eignet sich für mittlere Fallhöhen (10-200 m) und Durchflussmengen. Die Francis-Turbine ist somit auch der am weitesten verbreitete Turbinentyp. Für die größten Fallhöhen (80-1.000 m) und den geringsten Durchflussmengen eignet sich die Pelton-Turbine am besten⁵⁶.

Wie in Kapitel 4.3.2 Flusswasser beschrieben, verfügen die Prien und der Mühlbach einen $MQ < 2 \text{ m}^3$, daher ist die kommerzielle Installation eines Wasserkraftwerks nicht wirtschaftlich.

⁵⁵ Funktionsweise und Technik eines Kraftwerks. Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke (BDW) e.V.

⁵⁶ Leistungen. WWS Wasserkraft.

4.11 Gegenüberstellung der Potenziale

Die Vor- und Nachteile der jeweiligen werden in Tabelle 23 kurz zusammengefasst.

Tabelle 23: Vor- und Nachteile der erneuerbaren Energieträger

Energieträger	Vorteile	Nachteile
Solarthermie/ Photovoltaik	<ul style="list-style-type: none"> - Nahezu CO₂-neutral - Langlebigkeit - Hohe Vorlauftemperaturen möglich (110°C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Teure Installation - Wärme oft dann verfügbar, wenn nicht benötigt - Funktioniert meist nicht als Komplettversorgung
Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> - Großflächig verfügbar und installierbar - Hohe Temperaturen - Günstiger Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> - Zunehmende Nachfrage - Sinkende Qualität - Nur bei Einsatz von nachhaltiger Biomasse CO₂-neutral
Luftwärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Fast überall installierbar - Im Sommer: hoher COP 	<ul style="list-style-type: none"> - Im Winter niedriger COP - Vorlauftemperatur < ca. 85 °C - Lärmpegel
Erdsonden/-kollektoren	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher COP erreichbar - Konstante Quelltemperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> - Auskühlung des Bohrlochs - Viele Restriktionen für Installation
Grundwasserwärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher COP erreichbar - Konstante Quelltemperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> - Viele Restriktionen für Installation
Flusswasserwärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher COP erreichbar - Sehr hohe Leistungen möglich - Nahezu ganzjährig verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> - Restriktionen für Installation - Kompliziertes Genehmigungsverfahren - Hohe Investitionskosten - Ggf. Ausfallzeiten bei niedrigen Temperaturen (Grundeisbil-
Abwasserwärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher COP erreichbar - Ganzjährig gut nutzbare Temperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> - Nur ab bestimmten Rohrdurchmesser und Abflussmengen installierbar - Evtl. hoher Reinigungsaufwand
Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> - Weiternutzung des Großteils bestehender Infrastruktur (Gasnetz, Gastherme auf H₂-Ready) - Sehr flexibel - Hohe Temperaturen erreichbar 	<ul style="list-style-type: none"> - Derzeit noch hohe Kosten für den Endkunden - Momentan noch nicht klimaneutral - Generell im Industriesektor mehr benötigt
Tiefengeothermie	<ul style="list-style-type: none"> - Evtl. hohe Temperaturen erreichbar - Im Betrieb sehr zuverlässig und kosteneffizient 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr hohe Investitionskosten - Fündigkeitsrisiko

Nachfolgend werden die Wärmegestehungskosten für typische dezentrale Versorgungsfälle gemäß einer Studie des Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln dargestellt⁵⁷.

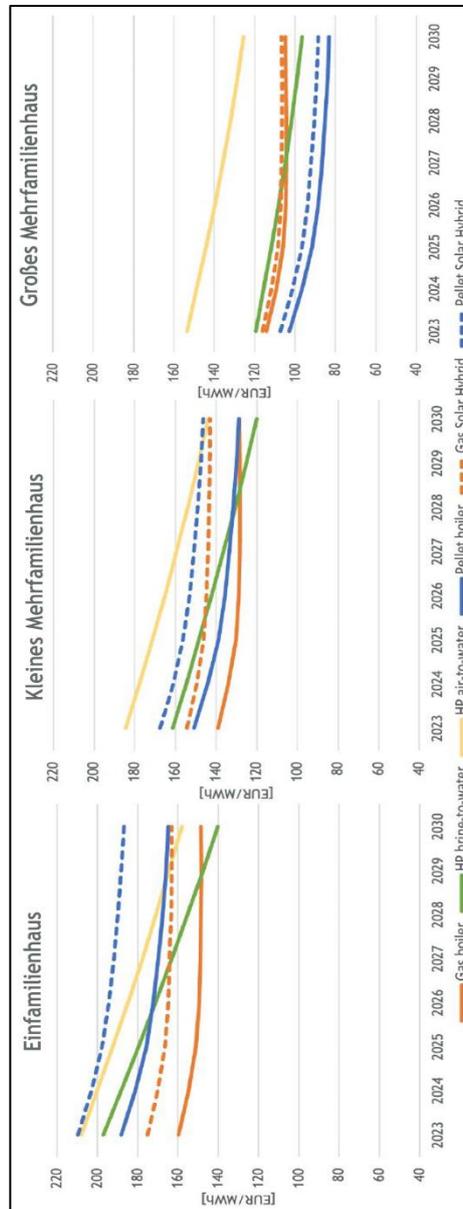


Abbildung 41: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln

HP brine-to-water = Sole-Wasser Wärmepumpe

⁵⁷ Wärmegestehungskosten für verbrauchsnahe Wärmeerzeugung in Wohngebäuden. 2023, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln

5. Zielszenarien und Entwicklungspfade

In Abstimmung mit dem Markt Prien wurde für das gesamte Projektgebiet ein Zielszenario entwickelt. Die Bestands- und Potenzialanalyse stellt die Grundlage dieser Einteilung dar. Die Zielszenarien stellen in Fünf-Jahres-Schritten (sog. Stützjahre) dar, wie sich die Wärmeversorgung der Kommunen in den kommenden Jahren entwickeln kann. Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie Prien diese Ziele erreichen kann. Nachfolgend werden im Maßnahmenkatalog konkrete Maßnahmen für die Umsetzung der Zielszenarien vorgestellt.

Aus dem Wärmekataster der Bestandsanalyse wurden Wärmelinien-dichten (kWh/(m*a)) bei Anschlussquoten von 50 % und 70 % erstellt. Letztere Anschlussquote wird dabei als Zielszenario angesetzt, weswegen diese als Grundlage für die Bewertung für potenzielle Wärmenetzgebiete verwendet wurden. Die Wärmelinien-dichten (Wärmebedarf pro Meter) liefern erste Anhaltspunkte über die Wirtschaftlichkeit und technische Eignung von potenziellen Wärmenetzen (Abbildung 42).

Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Abbildung 42: Wärmenetzzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinien-dichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung

Die Umsetzbarkeit und Priorität dieser Gebiete wurde nachfolgend unter verschiedenen Kriterien wie vorhandene Ankerkunden (z. B. Liegenschaften mit langfristig hohen Wärmebedarfen), erwartbarer Anschlussquote, Bestand von einem Wärme- oder Gasnetz, vorherrschende Potenziale erneuerbarer Energiequellen und generelle Risiken bewertet.

In Prien soll zunächst das bestehende Fernwärmenetz am Hohertinger Weg erweitert werden. Die Bewertung der Wärmeliniendichte zeigt hier in erster Linie die primäre Grundlage für die technische und wirtschaftliche Eignung einer Straße bzw. eines Gebiets für ein Wärmenetz. Diese Fokusgebiete wurden zudem mit Attributen wie die Realisierungswahrscheinlichkeit und einer ersten Schätzung hinterlegt, wann hier erste Gebäude mit Wärme versorgt werden können.

Das Marktgebiet wird für die detaillierte Betrachtung der Zielszenarien in drei Teilgebiete unterteilt.

- Prien West (Bachham, Prutdorf, Mitterweg/Siggenham, Vachendorf etc.)
- Prien Nord (Gebiete nördlich des Chiemseebahnhofs)
- Prien Süd (Gebiete südlich des Chiemseebahnhofs)

5.1 Prien West

Der westliche Teil Priens hat eine verstreute Siedlungsstruktur und nur wenige Ballungsräume für Wohnbau oder GHD/Industrie. Größere Ortschaften sind Bachham mit einem kleinen Gewerbegebiet (Fa. ToGu GmbH, FFW) und Prutdorf.

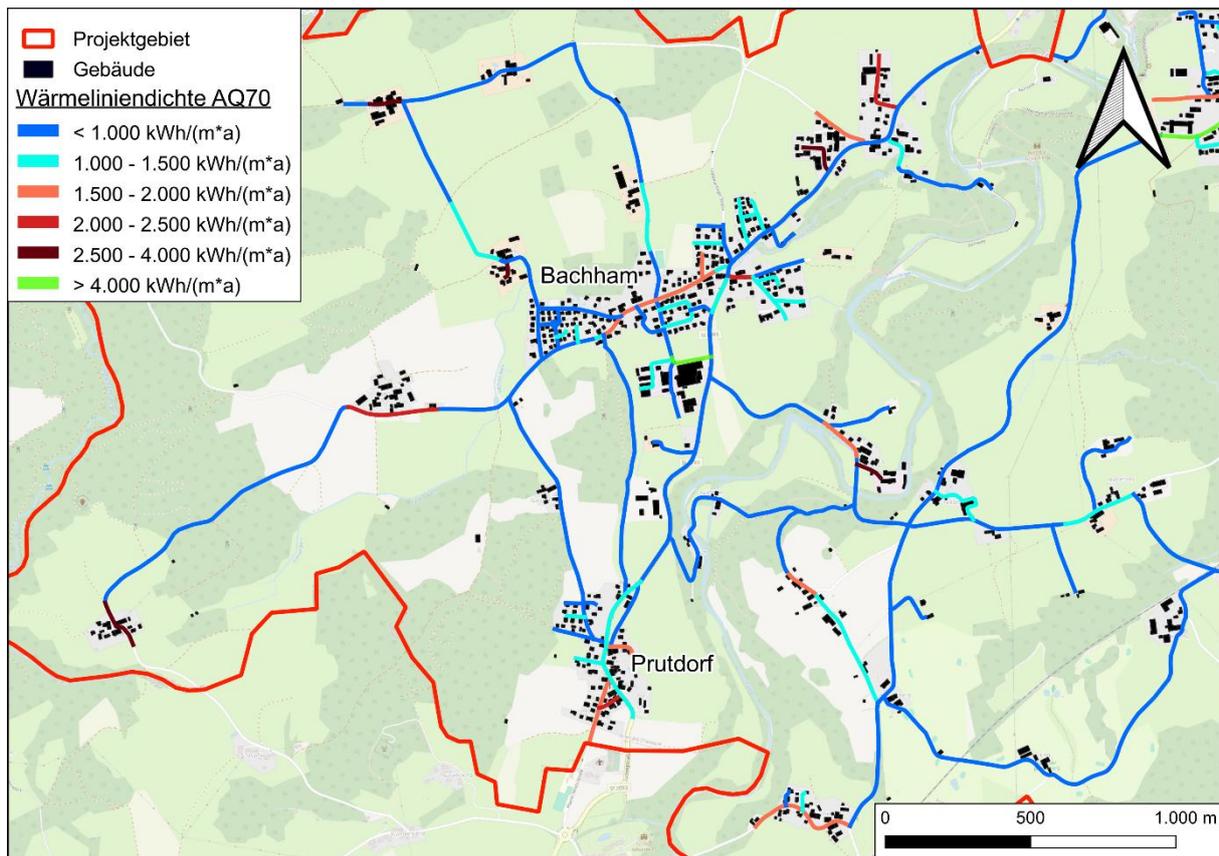


Abbildung 43: Wärmelinienindichten von Prien West

Abbildung 43 gibt einen räumlichen Überblick und visualisiert außerdem die Wärmelinienindichten bei einer Anschlussquote von 70 % (AQ70). Herausragend ist die Wärmelinienindichte bei der Fa. ToGu. Die Stettener Straße in Bachham sowie die Pfarrer-Strobl-Straße in Prutdorf zeigen ebenso passable Werte, der Aufbau eines Wärmenetzes ist hier aber momentan aufgrund der Siedlungsstruktur und der mäßigen Wärmeabnahme voraussichtlich nicht wirtschaftlich. Vielmehr ist es vorstellbar, kleinere Gebäudenetze (< 17 Gebäude oder < 100 Wohneinheiten) mit Wärme aus oberflächennaher Geothermie oder Biomasse bzw. Biogas zu versorgen. Die Hauptversorgungsart von Prien West wird jedoch die dezentrale Wärmeversorgung bleiben. Vor allem Erdwärmesonden haben im Bereich Bachham gute Entzugsleistungen von ca. 3,5 kW, womit mehr als 6.000 kWh/a Wärme pro Jahr erzeugt werden können.

5.2 Prien Süd

Der südliche Teil vom Ortskern Prien zeichnet sich zu einen durch eine sehr dichte Siedlungsstruktur entlang der Bernauer und der Hochriesstraße aus, zum anderen einer eher lockeren Bebauungsstruktur östlich der Bahntrasse und eine ländliche Bebauung in Ernsdorf. Am Hohertinger Weg liegt die Heizzentrale des Fernwärmenetzes Prien (vgl. Kapitel 2.2.11) und im Süden befindet sich der Sportpark. Abbildung 44 zeigt die Wärmelinienichten bei AQ70 in den genannten Gebieten und zusätzlich die Lage des Fernwärmenetzes Prien.

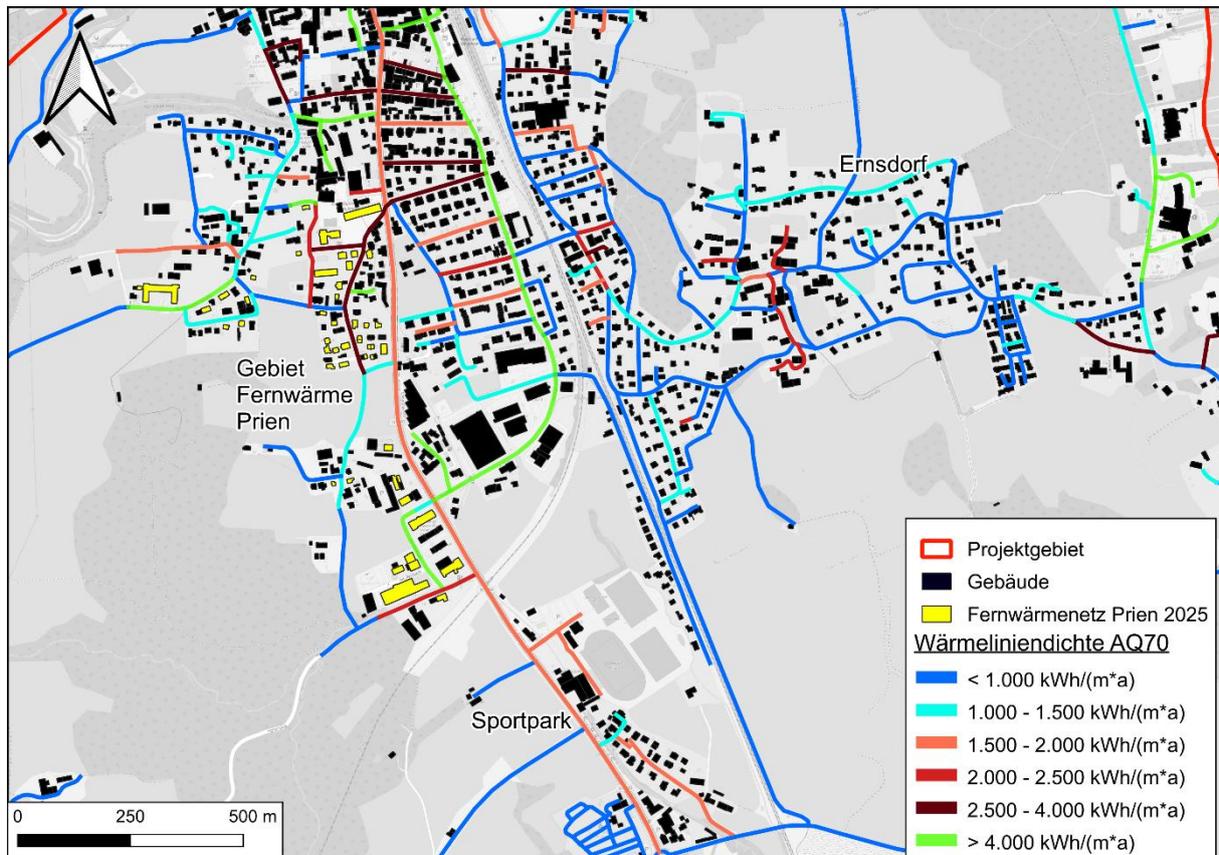


Abbildung 44: Teilgebiete und Wärmelinienichten bei AQ70 für Prien Süd

Die Wärmelinienichten der Bernauer Straße sowie der Hochriesstraße inkl. deren Verbindungsstraßen sind hervorragend in Bezug des Betriebs eines Wärmenetzes. Vor allem die Hochriesstraße sticht mit einer Wärmelinienichte von 4.200 kWh/(m*a) heraus. Auch der Sportpark ist wärmenetzgeeignet.

Diese Fakten können per Zielszenario über sogenannte Fokusgebiete räumlich verortet werden. Die Fokusgebiete in Abbildung 45 sind potenzielle Wärmenetzgebiete. Sie sind ein Vorschlag für ein mögliches Ausbauszenario und haben keinesfalls starre Grenzen.

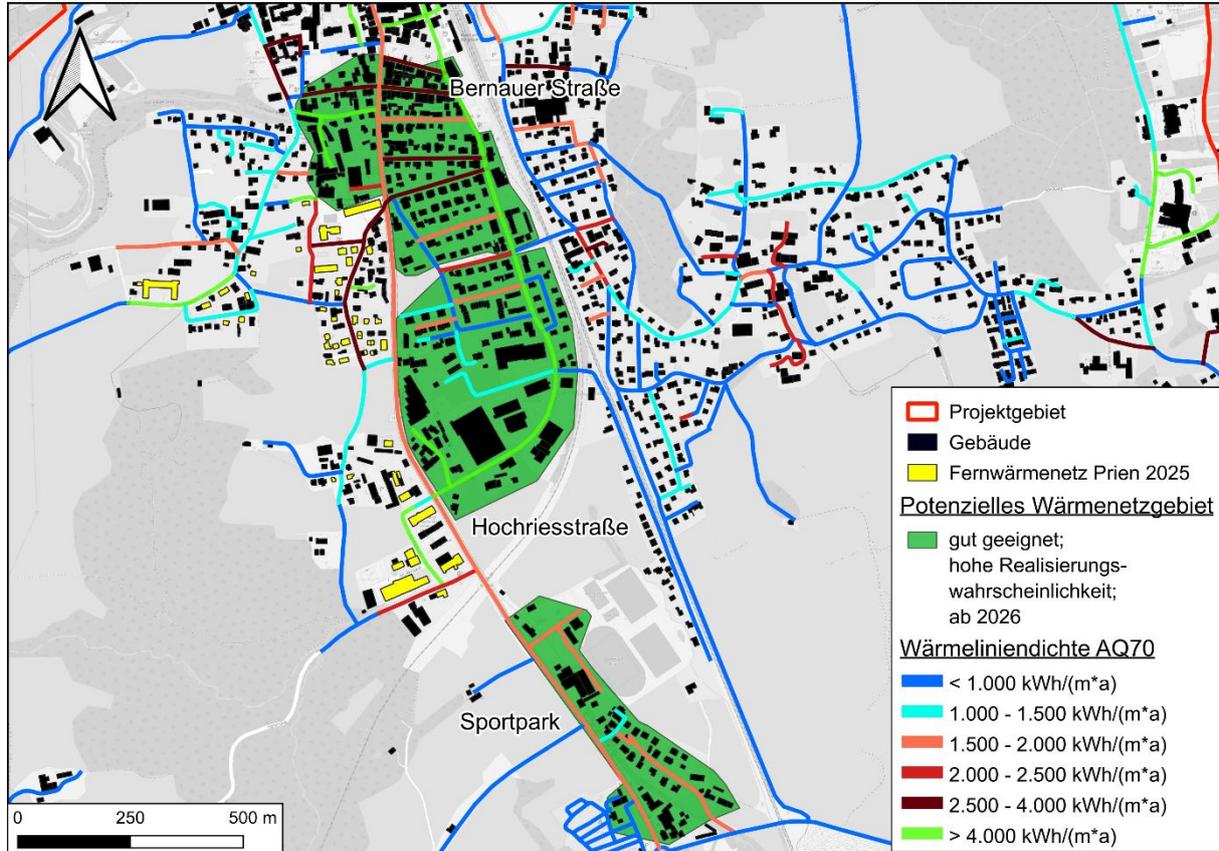


Abbildung 45: Potenzielle Wärmenetzgebiete Prien Süd

Die drei grün markierten Gebiete gelten aufgrund ihrer Wärmebedarfe und der Möglichkeit, sie per Fernwärmenetzausbau ins Wärmenetz einzugliedern, als bestens geeignet für die zentrale Versorgung. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Entfernung von den Gebieten zum Bestandsnetz gering sind und damit Kosten zum Vergleich des Aufbaus eines neuen Wärmenetzes eingespart werden können. Die drei potenziellen Wärmenetzgebieten haben folgende Kerndaten.

Tabelle 24: Kerndaten der potenziellen Wärmenetzgebiete im Süden Priens bei 100 % Anschlussquote

	Bernauer Straße	Hochriesstraße	Sportpark
Wärmebedarf	10.940 MWh/a	6.890 MWh/a	4.000 MWh/a
Anschlussnehmer	189	129	66
Schätzung Hauptleitungen	2200 m	2200 m	1400 m

In Summe haben die drei Gebiete einen Wärmebedarf von 21.830 MWh/a bei theoretisch 100% Anschlussquote (AQ100). Sollte diese Wärmemenge durch das Hackschnitzel-Heizkraftwerk am Hoheringer Weg bewerkstelligt werden, so ist eine Anlagenerweiterung bzgl. Leistung notwendig.

Alternativ kann für die Wärmebereitstellung die Nutzung der Flusswasserwärme aus dem Mühlbach hinzugezogen werden, wie in Kapitel 4.3.2 Flusswasser erläutert. Mit einer Entnahme von 150 l/s und Abkühlung von 1,5 K können bei einer Annahme von 8.760 Volllaststunden ca. 10.500 MWh/a Wärme im Jahr erzeugt werden. Damit können bereits ca. 50 % der drei Gebiete versorgt werden.

Die Heizzentrale des Fernwärmenetzes Prien ist ca. 150 m Luftlinie vom Mühlbach entfernt, die Bernauer Straße stellt eine zusätzliche Hürde dar. Eine Eingliederung einer Wärmezentrale mit der Flusswasserwärmepumpe im bestehenden Heizwerk ist daher komplex. Ein großer Vorteil jedoch ist, dass der Mühlbach jedes einzelne der drei Gebiet durchfließt. So können Bau der Heizzentrale mit Flusswasserwärmepumpe, Einspeisung ins Wärmenetz und Netzausbau ohne großartige Verluste einhergehen. Hierfür gilt es, eine geeignete Fläche zu finden. Eine denkbare Option wäre, die kommunale Fläche an der Ost- und Südseite des Gebäudes in der Bachstraße 7 als Standort für die Heizzentrale zu nutzen. Lärmemissionen für die umliegenden Anwohner müssen geprüft werden.

5.3 Prien Nord

Prien Nord ist überwiegend geprägt von mäßig dichtem Wohnbau. Dieses Teilgebiet Priens kann auf gegliedert werden in:

- Osternach
- Siedlung südlich von Westernach
- Seepromenade
- Flugplatz West
- Gebiet südlich der Seestraße
- Östlicher Ortskern am Kreisel

Im Gebiet südlich der Seestraße existiert bereits ein Wärmenetz, welches betrieben wird durch die Zimmerei Stocker. Genauere Informationen sind in Kapitel 2.2.11 Wärmenetze verfügbar. Abbildung 46 umfasst die aufgelisteten Teilgebiete räumlich verortet mit den jeweiligen Wärmelinien-dichten bei AQ70.

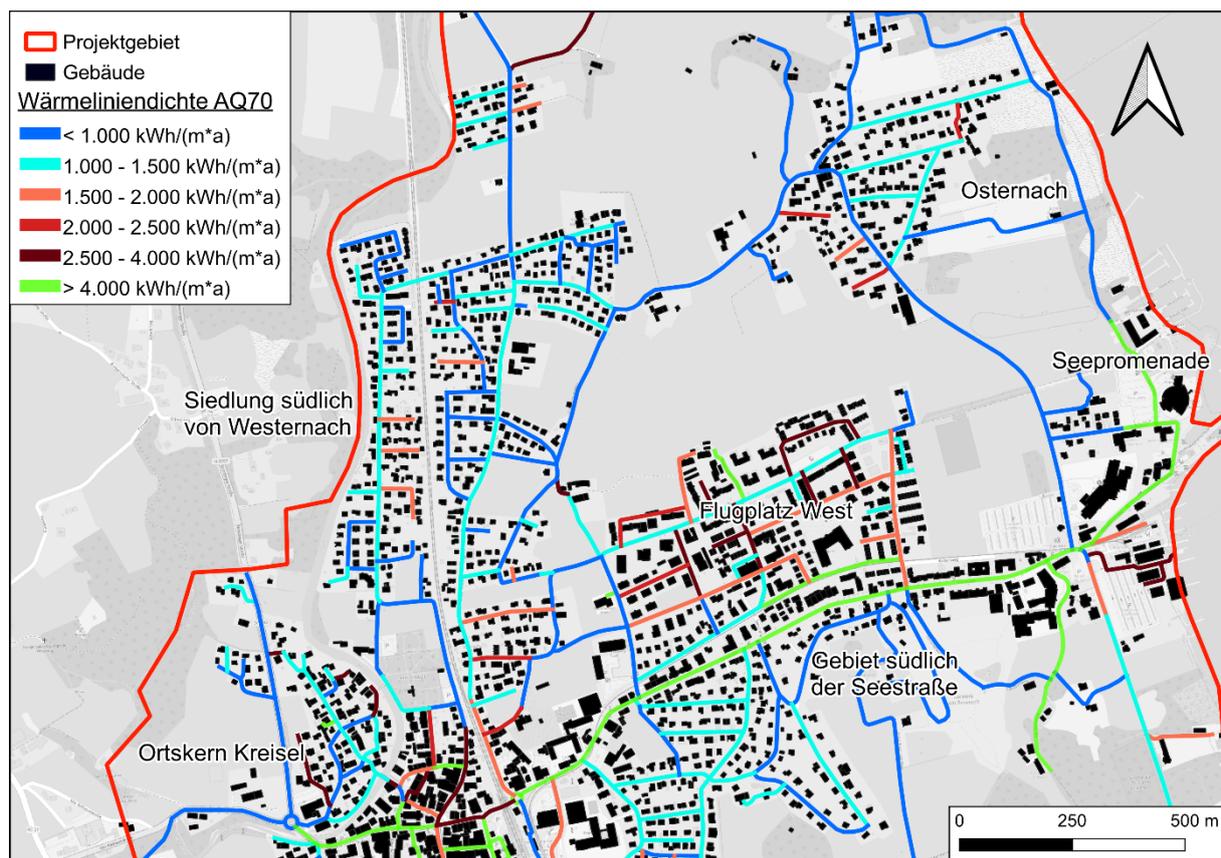


Abbildung 46: Teilgebiete und Wärmelinien-dichte bei AQ70 für Prien Nord

Das Gebiet an der Seepromenade verfügt mit dem Prienavera und der Klinik St. Irmingard mit zwei Großverbrauchern über zwei Ankerkunden. Diesen Fakt spiegelt auch die Wärmelinien-dichte entlang der Uferpromenade mit einem Wert von 8.700 kWh/(m*a) wider. Zudem gibt es in diesem

Gebiet mehrere Hotels und Gaststätten, wodurch die Seepromenade eine ausgezeichnete Wärmenetzfähigkeit aufweist. Das Gebiet könnte beispielsweise per Hackschnitzel-Heizkraftwerk mit Unterstützung einer Seewasserwärmepumpe versorgt werden.

Auch der Flugplatz West bietet gute Eigenschaften für eine zentrale Wärmeversorgung. Das Gebiet nördlich der Seestraße hat in Summe mit dem König-Ludwig Saal, der Seniorenresidenz Kursana sowie größeren GHD- und Wohngebäuden einen beträchtlichen Wärmebedarf. In diesem Gebiet sind jedoch relativ wenig Potenziale an EE vorhanden, die so ein großes Wärmenetz versorgen können, vorhanden. In einer Machbarkeitsstudie ist detailliert zu prüfen, ob mit den vorhandenen Potenzialen eine ausreichende Versorgung dieses Gebietes möglich ist. Es stehen hauptsächlich die Potenziale Luft, ggf. Seewasser und Grundwasser zur Verfügung.

Die Siedlung in Osternach hat aktuell einen mäßigen Wärmebedarf, sodass auch die Wärmeliniendichten wenig für den Aufbau eines Wärmenetzes sprechen. Osternach macht jedoch das in Kapitel 4.3.5 beschriebene Potenzial der vorhandenen Abwasserwärme einzigartig. Eine Machbarkeitsstudie ist hier der nächste notwendige Schritt, um die technische und wirtschaftliche Tragfähigkeit dieses potenziellen Wärmenetzes zu verifizieren. Anstelle eines Wärmenetzes mit zentraler Temperaturerhebung könnte alternativ ein kaltes Nahwärmenetz gemäß Kapitel 4.3.5 eingerichtet werden. Dies würde die Vorlauftemperatur senken und dadurch Wärmeverluste minimieren. Im Wohnsektor wäre dann jedoch ein Temperaturhub per Wärmepumpe direkt an der Übergabestation des Verbrauchers erforderlich. Die Siedlung südlich von Westernach hat ähnliche Konditionen wie Osternach, hauptsächlich Wohnbau mit mäßig dichter Siedlungsstruktur. Dieses Gebiet kann nur im Zuge einer Wärmenetzerweiterung, z. B. bei positiver Machbarkeitsstudie in Osternach, zentral mit Wärme versorgt werden. Eine eigene Heizzentrale für die Siedlung südlich von Westernach ist voraussichtlich wirtschaftlich nicht sinnvoll und als unwahrscheinlich zu betrachten.

Der östliche Ortskern am Kreisel liefert im Markt Prien die höchste Bebauungsdichte. Die Wärmeliniendichten erreichen hier bis zu 10.000 kWh/(m*a) und sind für die wirtschaftliche Nutzung eines Wärmenetzes exzellent. Zum Ende der Erstellung der KWP gab es Hinweise eines möglichen Wärmenetzes durch Hr. Wallner über Biomasse. Konkrete Umsetzungspläne sind aktuell (05/2025) aber noch nicht vorhanden. Das Gebiet liefert viele Argumente für eine zentrale Wärmeversorgung, momentan ist das Gebiet aber mehr eine potenzielle Erweiterungsfläche für das bestehende Nahwärmenetz Priens. Hier sollten spätestens mit der Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 neue Möglichkeiten abgewogen werden.

Das Gebiet südlich der Seestraße gilt zunächst als dezentrales Versorgungsgebiet, jedoch besteht die Option, je nach Kapazität und Ausbauplänen, bei Wärmenetzbetreiber Stocker anzufragen und ggf. ans Netz anzuschließen.

Ein mögliches Zielszenario für den nördlichen Teil Priens könnte wie in Abbildung 47 aussehen.

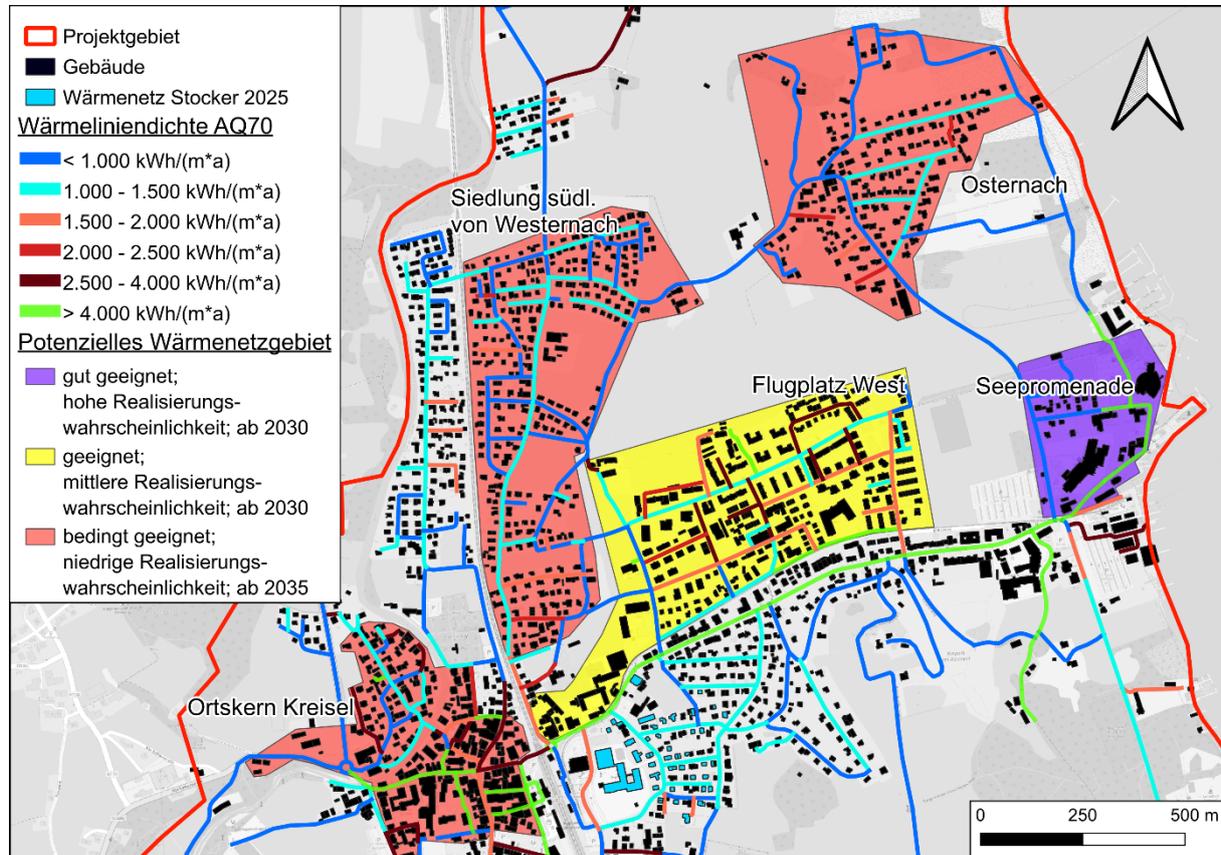


Abbildung 47: Potenzielle Wärmenetzgebiete Prien Nord

In Abbildung 47 sind die potenziellen Wärmenetzgebiete mit Kategorisierung und zeitlicher Komponente dargestellt. Die Gebiete Flugplatz West und Seepromenade sind mit frühestens ab 2030 datiert, weil hier, anders als im südlichen Teil Priens, die Ausbaumöglichkeiten des Bestandswärmenetzes begrenzt sind. Der Bau eines neuen Netzes ist zeitintensiv und kostenaufwändig. Die Bereiche in Rot sind nach aktuellem Stand potenzielle Erweiterungsgebiete und abhängig vom Aufbau neuer Wärmenetze bzw. Erweiterung von Bestandsnetzen. Osternach kann prinzipiell als eigenes Netz fungieren, muss aber auf Wirtschaftlichkeit detailliert geprüft werden. So lange ist auch Osternach ein potenzielles Erweiterungsgebiet.

Die Kerndaten der potenziellen Wärmenetzgebiete im Norden Prien sind Tabelle 25 zu entnehmen.

Tabelle 25: Kerndaten der potenziellen Wärmenetzgebiete im Süden Priens bei AQ100

	Seepromenade	Flugplatz West	Osternach	Siedlung südl. Westernach	Ortskern Kreisel
<i>Wärmebedarf [MWh/a]</i>	9.750	18.380	5.120	7.830	18.000
<i>Anschlussnehmer</i>	43	318	214	354	244
<i>Schätzung Hauptleitungen</i>	800 m	5.600 m	3.700 m	5.300 m	2.300 m

In Summe haben die in Tabelle 25 gelisteten Gebiete bei AQ100 einen Wärmebedarf von ca. 59.000 MWh/a. Das Verhältnis aus Wärmebedarf, potenziellen Anschlussnehmern und Hauptleitungslänge der Wärmeliefertrassen (ohne Hausanschluss) gibt gute Indizien für die Wärmenetzfähigkeit eines Gebietes. Die Seepromenade hat einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf bei nur 800m Leitungslänge. Die niedrige Anzahl an möglichen Anschlussnehmern deutet auf einige Großabnehmer von Wärme hin.

5.4 Zusammenfassung der Zielszenarien

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. spiegelt die Zielszenarien kompakt wider.

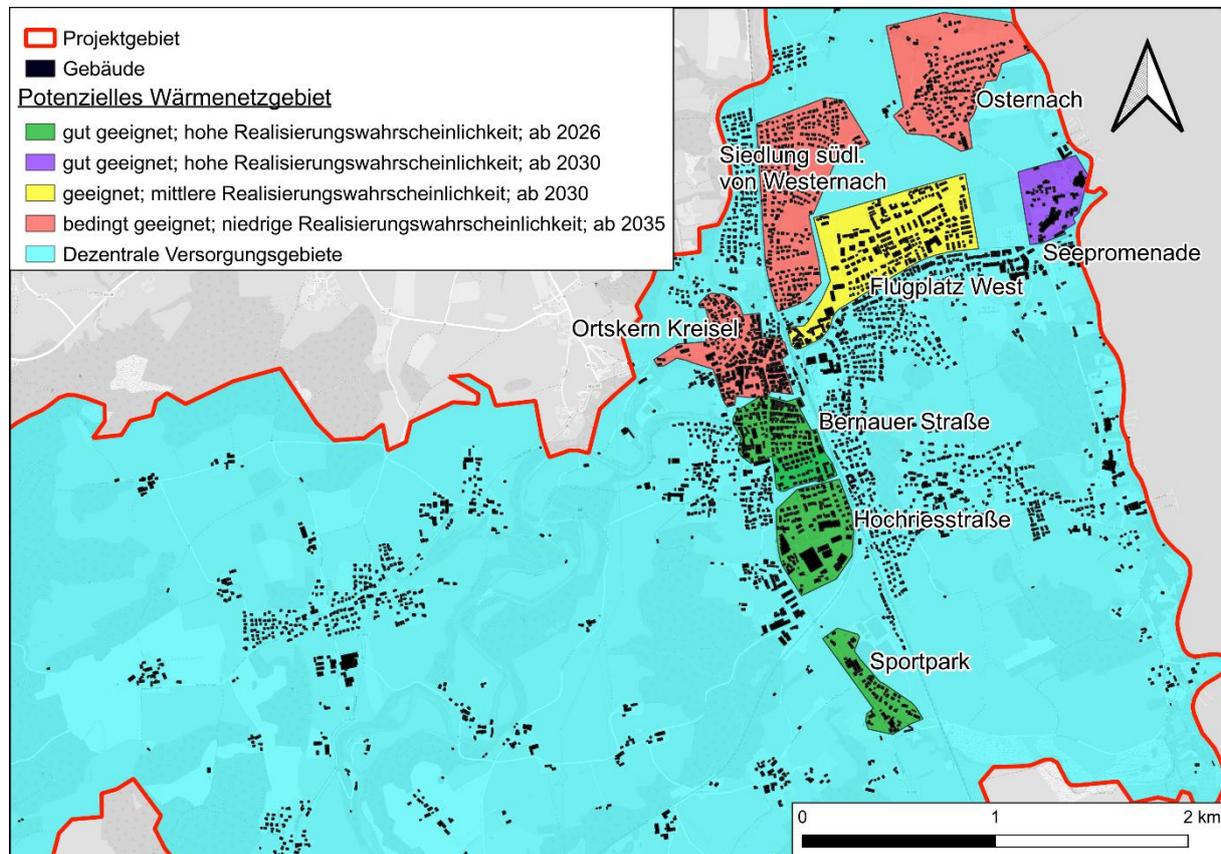


Abbildung 48: Potenzielle Wärmenetzgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete im Markt Prien

Wie Abbildung 48 zeigt, bleibt der Großteil des Marktgebietes anteilmäßig dezentral versorgt.

Für die dezentrale Wärmeversorgung gibt es diverse Möglichkeiten:

- Wärmepumpen:
 - Luftwärme (Luft-Wasser), Grundwasserwärme (Wasser-Wasser) oder Erdwärme (Sole-Wasser)
 - Besonders effizient in Kombination mit erneuerbarem Strom
 - Auch zur Kühlung einsetzbar
- Zentralheizungen auf Basis Holz (z. B. Hackschnitzel, Pellets etc.)
 - ➔ Solange ausreichend nachhaltiges Holz zur Verfügung steht
- Stromdirektheizungen
- Solarthermie
 - Ideal für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
 - Besonders effektiv in Kombination mit anderen Heizsystemen

- Aufbau von Gebäudenetzen (< 16 Gebäude, max. 100 Wohneinheiten): Zusammenschluss mehrerer Gebäude zur gemeinsamen Wärmeversorgung über eine zentrale Wärmequelle bzw. Heizungsanlage.

Günstige Wärmequellen in Prien a. Chiemsee für Gebäudenetze sind:

- Wärmepumpen (Großluftwärmepumpen, Grundwasserwärmepumpe)
- Biomassekraftwerke
- Solarthermie-Anlagen

In Zusammenarbeit mit dem Markt Prien wurde folgender Hochlauf der Energieträgeranteile sowie CO₂-Emissionen prognostiziert:

Tabelle 26: Zielszenario für Prien a. Chiemsee

Zielszenario	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Wärmeverbrauch	100%	172.216	100%	159.682	100%	148.060	100%	137.283	100%	127.291
Dezentrale Wärmeversorgung	96,8%	166.706	89,2%	142.505	79,0%	116.894	72,8%	99.914	66,7%	84.840
davon Wärmepumpen	11,8%	19.678	25,0%	35.602	38,7%	45.223	58,1%	58.048	84,7%	71.865
davon Biomasse	10,3%	17.198	11,1%	15.787	12,3%	14.326	13,2%	13.216	14,3%	12.164
davon Fossil	72,8%	121.306	60,4%	86.134	46,3%	54.093	26,8%	26.764	0,0%	-
Stromdirektheizung	5,1%	8.523	3,5%	4.982	2,8%	3.253	1,9%	1.886	1,0%	811
Zentrale Wärmeversorgung	3,2%	5.511	10,8%	17.177	21,0%	31.166	27,1%	37.165	33,3%	42.451
davon Wärmepumpen	0,0%	-	6,3%	1.085	12,9%	4.030	14,9%	5.521	15,7%	6.681
davon Biomasse	100,0%	5.511	78,9%	13.550	81,9%	25.530	82,7%	30.751	84,3%	35.770
davon Fossil	0,0%	-	14,8%	2.542	5,2%	1.605	2,4%	893	0,0%	-
davon Sonstiges	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-
CO₂-Emissionen in Tonnen [t]	t	39.745	t	28.204	t	17.839	t	9.474	t	1.364

Tabelle 26 liefert die Rohdaten für den Hochlauf der Energieträger und CO₂-Emissionen über die Stützjahre bis 2045. Dabei stellen die Werte von 2025 die aktuelle Situation dar. Diese Zielszenariotabelle wurde von den dezentralen Versorgungsgebieten sowie von jedem potenziellen Wärmenetzgebiet separat erstellt. Die Summe dieser jeweiligen Tabellenblätter resultiert in Tabelle 26. Dabei ist zu erwähnen, dass hier das Szenario dargestellt wird, indem der Ausbau von neuen Wärmenetzen

bzw. deren Erweiterungen planmäßig verlaufen und die CO₂-Neutralität im Jahr 2045 von fossilen Energieträgern erreicht wird. Die Werte in Tabelle 26 werden dabei von einem möglichst realistischen Hochlauf der Anschlussquoten in den einzelnen Gebieten sowie in der dezentralen Versorgungsgebiete (Gebäudenetze) gestützt. Der Ansatz hierfür ist in Tabelle 27 gelistet.

Tabelle 27: Hochlauf der Anschlussquoten in den jeweiligen Gebieten

Stützjahr	2025	2030	2035	2040	2045
Pot. Wärmenetz					
Sportpark	0 %	60 %	70 %	75 %	80 %
Hochriesstraße	0 %	30 %	60 %	65 %	70 %
Bernauer Straße	0 %	20 %	50 %	70 %	80 %
Seepromenade	0 %	40 %	85 %	90 %	95 %
Flugplatz West	0 %	5 %	15 %	25 %	35 %
Osternach	0 %	0 %	10 %	25 %	40 %
Siedlung südl. Westernach	0 %	0 %	5 %	10 %	20 %
Ortskern Kreisel	0 %	0 %	20 %	35 %	50 %
Dezentrale Versorgungsgebiete	5,9 %	8 %	10 %	12 %	15 %

Würden alle genannten Wärmenetzgebiete bis 2045 mit dem in Tabelle 27 gelisteten Anteilen per Wärmenetz versorgt werden, würde ca. ein Drittel des Wärmebedarfs von Prien mit zentraler Wärme versorgt werden. Bei planmäßigem Hochlauf der Versorgung mit Wärme aus EE lassen sich die Anteile zentraler und dezentraler Wärmeversorgung wie in Abbildung 49 grafisch visualisieren.

Prognose Versorgungsart in Prien a. Chiemsee

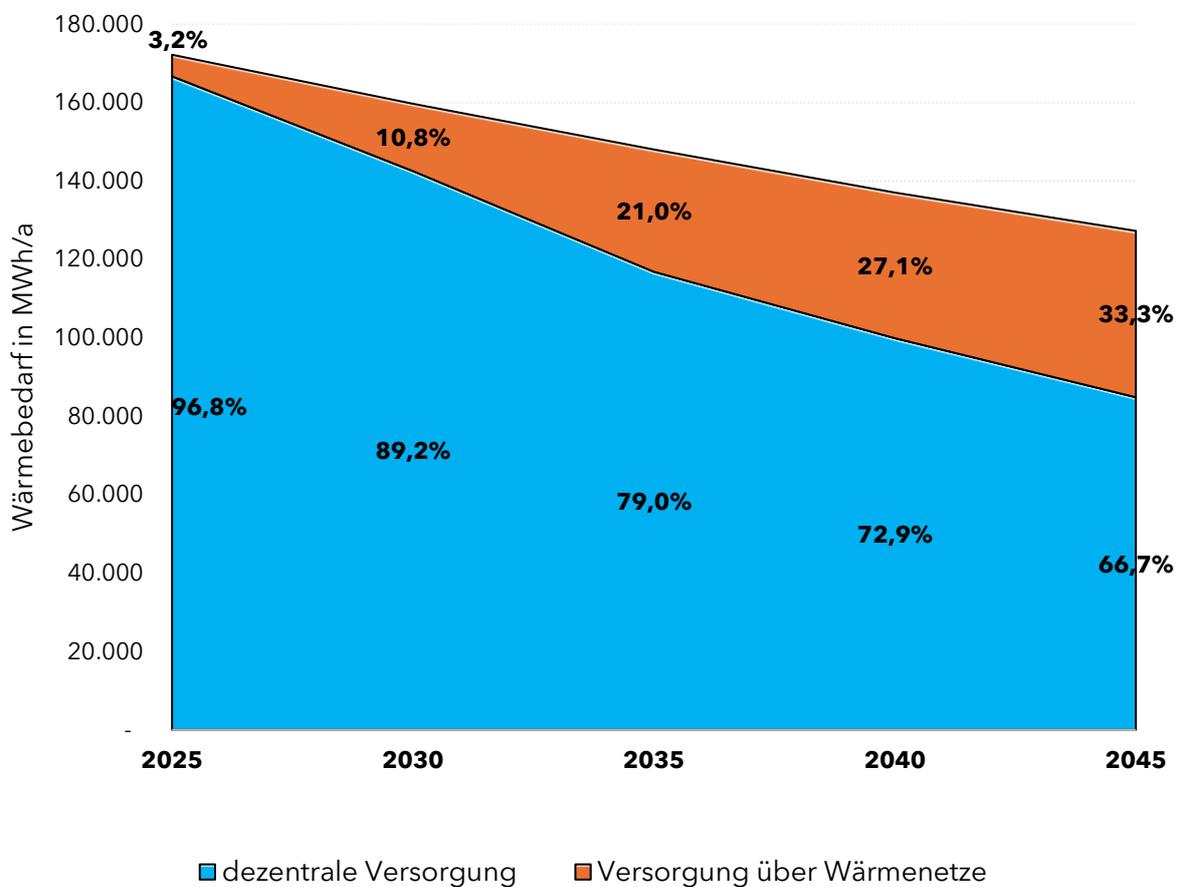


Abbildung 49: Prognose des Hochlauf der Versorgungsart bis 2045

Zu berücksichtigen ist, dass für das Zielszenario eine jährliche Sanierungsrate von 1,5 % zugrunde liegt. Dies hätte eine Reduktion des Wärmebedarfs bis 2045 von knapp 24 % zu Folge, Details können im Kapitel Potenzialanalyse Energieeinsparung nachgelesen werden.

Aus dem Zielszenario in Tabelle 26 ergibt sich folgende Entwicklung der Energieträgerverteilung bis 2045:

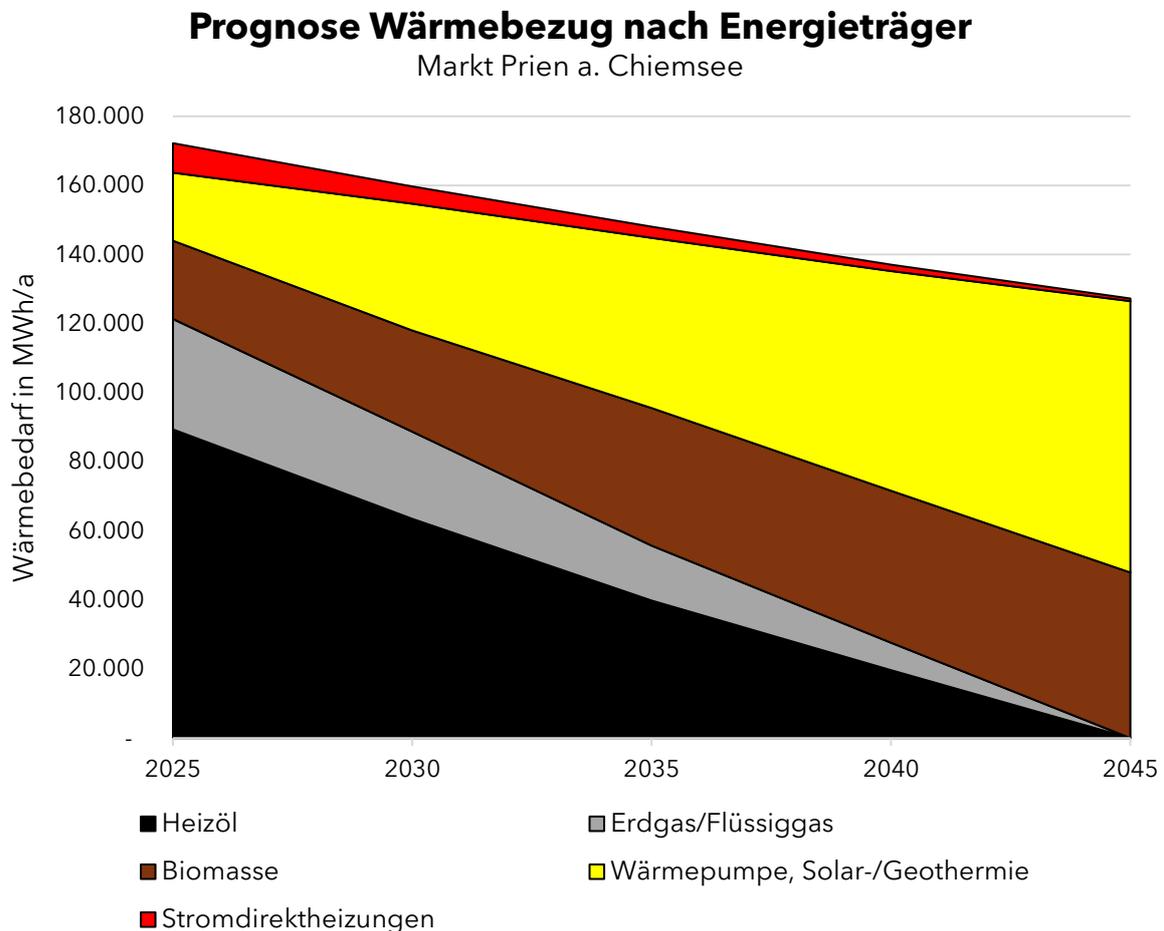


Abbildung 50: Prognose des Wärmebezugs nach Energieträger bis 2045

Der Anteil fossiler Energieträger soll planmäßig bis zum Zieljahr 2045 kontinuierlich auf 0 fallen. Im Gegenzug erfahren vor allem die Wärmepumpen einen starken Anstieg. Durch die zunehmende Effizienz der Luftwärmepumpen wird die Anzahl an Neuinstallationen beträchtlich wachsen. Zum Anteil der Wärmepumpen zählen aber auch die Nutzung der Flusswasserwärme des Mühlbachs oder die Seewasserwärme des Chiemsees. Des Weiteren sind Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmekollektoren/-sonden Bestandteil dieses Zuwachses. Auch der Anteil an Biomasse wird eine zentrale Rolle annehmen, soll aber auf lange Sicht aufgrund der beschränkten regionalen Verfügbarkeit konstant bleiben.

Die Dekarbonisierung bis zum Jahr 2045 ist wesentlicher Bestandteil des Zielszenarios in der Wärmeplanung. Daraus kann im nächsten Schritt eine Prognose der Entwicklung der CO₂-Bilanz generiert werden. Wie in Kapitel 2.4 erwähnt, werden auch hier die Emissionswerte des KWW-Technikkatalogs von 2025 herangezogen.

Prognose der CO₂-Bilanz Markt Prien a. Chiemsee

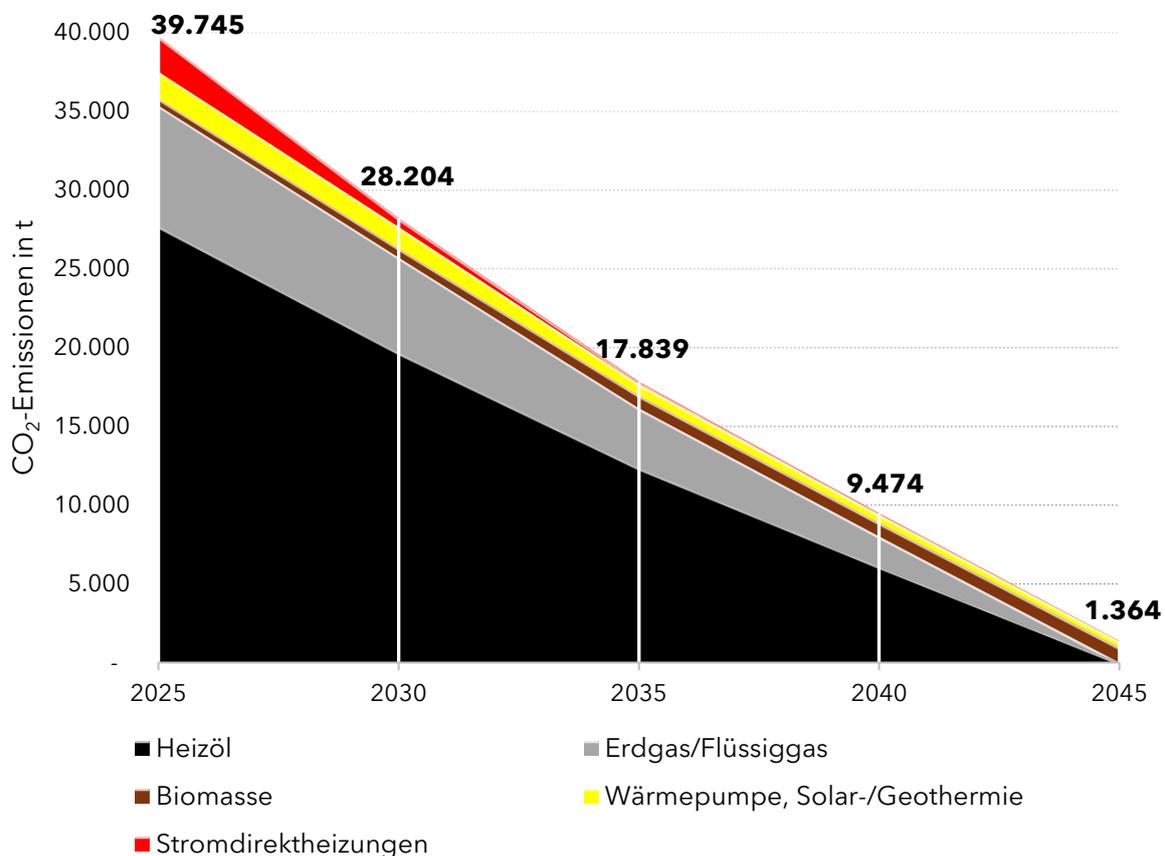


Abbildung 51: Prognose der CO₂-Emissionen im Zielszenario

Auffällig ist, dass trotz des starken Anstiegs von Wärmepumpen der Ausstoß an CO₂ rückläufig ist. Das liegt daran, dass der Strom-Mix in Deutschland aktuell (2025) noch mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 0,26 beziffert wird. Bereits im Jahr 2030 soll dieser Faktor auf 0,11 fallen und im Zieljahr 2045 nur noch 0,015 betragen soll. Der CO₂-Emissionsfaktor beschreibt, wie viele Tonnen CO₂ je verbrauchter MWh nach Energieträger emittiert werden. Der Faktor von nachhaltiger Biomasse wird hingegen bis 2045 konstant mit 0,02 angegeben. Bei Einhaltung dieses Zielszenarios würde die CO₂-Emission bis 2045 um knapp 97 % auf lediglich 1.364 t CO₂ reduziert werden können

5.5 Alternative Szenarien

Zusätzlich zum Zielszenario wurden zwei weitere Szenarien ausgearbeitet.

- Sanierungsstau: Die Sanierungsrate von 1,5 % pro Jahr wird nicht erreicht. Stattdessen wird nur eine Sanierungsrate von 0,7 % (entspricht dem aktuellen Sanierungsstand in Deutschland) erzielt. Der Bau der Wärmenetze sowie die Dekarbonisierung finden unverändert statt.
- Sanierungsstau, Dekarbonisierungsstau & Netzstau: Das Ziel der CO₂-Neutralität bis 2045 wird nicht erreicht. Der Anteil fossiler Energieträger sinkt bis 2045 nur auf 25 %. Der Bau der Wärmenetze geht langsamer voran als geplant (ca. 50 % vom Zielszenario) und die Sanierungsrate erreicht nur 0,7 %.

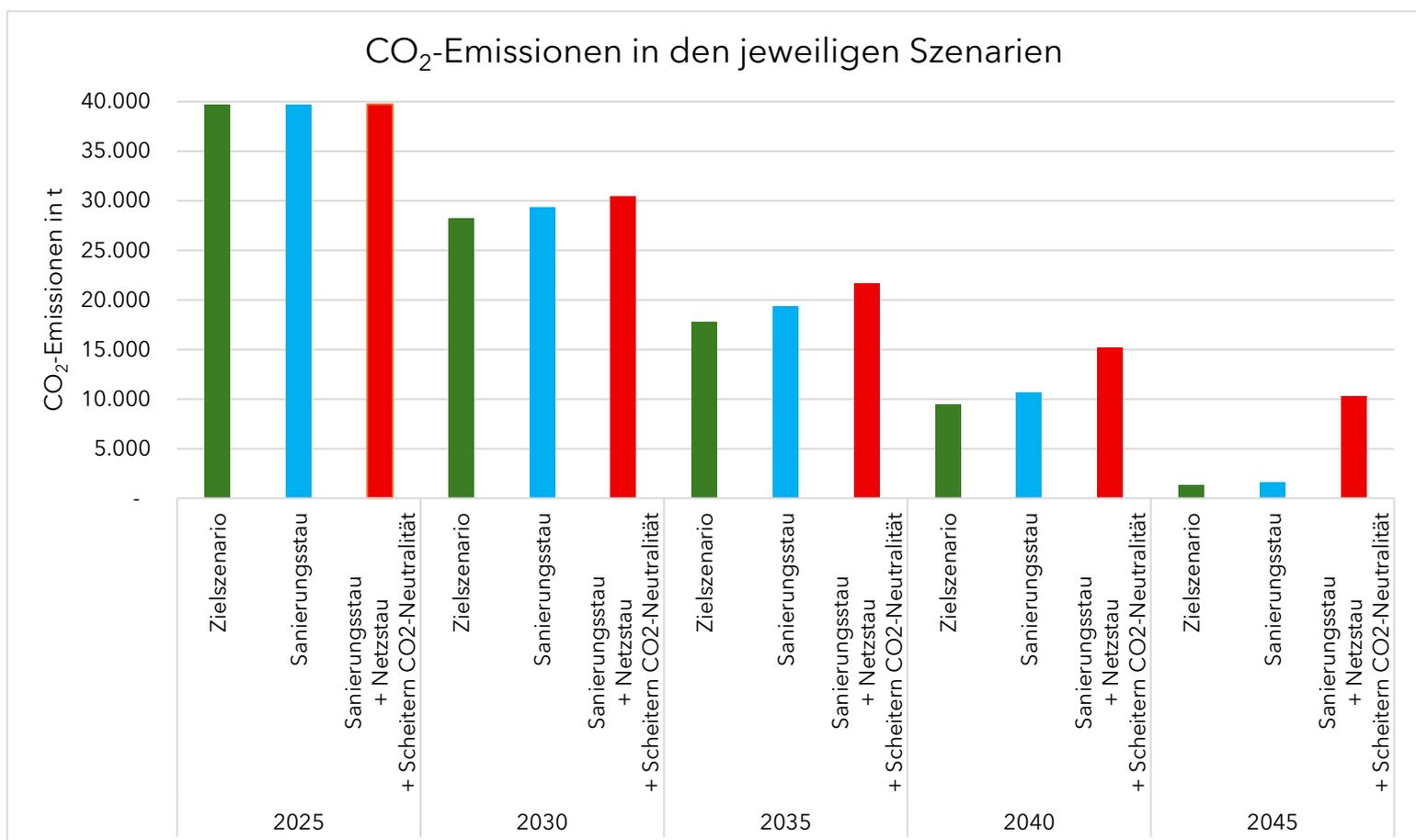


Abbildung 52: Vergleich der CO₂-Emissionen in den 3 Szenarien

Aus Abbildung 52 geht hervor, dass vor allem das Scheitern der CO₂-Neutralität durch fossile Brennstoffe starken Einfluss auf das Emissionsverhalten hat. Die Sanierung hat nur einen leichten Einfluss, solange sich der Wohnbausektor mit fossiler Wärme versorgt. Wenn hier, genau wie im Zielszenario, die CO₂-Neutralität 2045 erreicht wird, so ist der Unterschied von Zielszenario und Sanierungsstau überschaubar (ca. 15 %). Die CO₂-Emissionen im Szenario einer scheiternden Dekarbonisierung hat ca. 7,5-fache Emissionen als das Zielszenario.

Abbildung 53 veranschaulicht die Unterschiede grafisch.

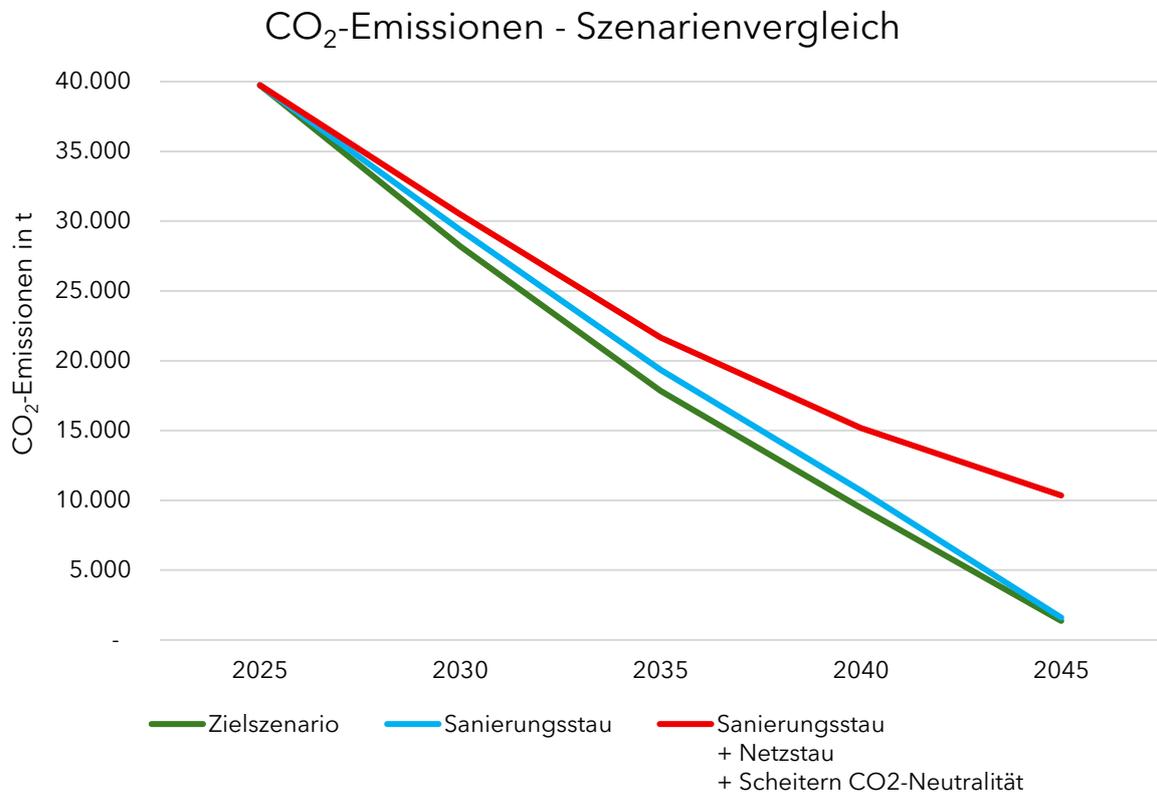


Abbildung 53: Vergleich der linearen Interpolation der Emissionen der Szenarien

Die beiden nachfolgenden Tabellen belegen die jeweiligen Szenarien mit Zahlen.

Tabelle 28: Hochlauf der Zahlen im Szenario Sanierungsstau

Sanierungs- stau	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Wärmeverbrauch	100%	172.216	100%	166.273	100%	160.534	100%	154.993	100%	149.644
Dezentrale Wärmeversorgung	96,8%	166.706	89,2%	148.387	79,0%	126.743	72,8%	112.803	66,7%	99.738
davon Wärmepumpen	11,8%	19.678	25,0%	37.071	38,7%	49.033	58,1%	65.537	84,7%	84.485
davon Biomasse	10,3%	17.198	11,1%	16.438	12,3%	15.533	13,2%	14.921	14,3%	14.301
davon Fossil	72,8%	121.306	60,4%	89.689	46,3%	58.650	26,8%	30.217	0,0%	-
Stromdirektheizung	5,11%	8.523	3,5%	5.188	2,8%	3.527	1,9%	2.129	1,0%	953
Zentrale Wärmeversorgung	3,2%	5.511	10,8%	17.886	21,0%	33.791	27,1%	41.960	33,3%	49.906
davon Wärmepumpen	0%	-	6,3%	1.129	12,9%	4.370	14,9%	6.233	15,7%	7.854
davon Biomasse	100%	5.511	78,9%	14.110	81,9%	27.681	82,7%	34.718	84,3%	42.052
davon Fossil	0%	-	14,8%	2.647	5,2%	1.741	2,4%	1.008	0,0%	-
davon Sonstiges	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO₂-Emissionen in Tonnen [t]	t	39.745	t	29.368	t	19.342	t	10.696	t	1.603

Tabelle 29: Hochlauf der Zahlen im Szenario Sanierungsstau-Netzstau-Scheitern CO₂-Neutralität

Sanierungsstau + Netzstau + Scheitern CO ₂ - Neutralität	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh								
Wärmeverbrauch	100%	172.216	100%	166.273	100%	160.534	100%	154.993	100%	149.644
Dezentrale Wärmeversorgung	96,8%	166.706	95,0%	157.959	90,0%	144.481	86,0%	133.294	83,0%	124.205
davon Wärmepumpen	11,8%	19.678	25,0%	39.463	35,2%	50.857	45,0%	59.982	54,0%	67.071
davon Biomasse	10,3%	17.198	11,5%	18.165	15,0%	21.672	18,0%	23.993	20,0%	24.841
davon Fossil	72,8%	121.306	60,0%	94.775	47,0%	67.906	35,1%	46.786	25,0%	31.051
Stromdirektheizung	5,11%	8.523	3,5%	5.523	2,8%	4.020	1,9%	2.516	1,0%	1.187
Zentrale Wärmeversorgung	3,2%	5.511	5,0%	8.314	10,0%	16.053	14,0%	21.699	17,0%	25.440
davon Wärmepumpen	0%	-	6,3%	525	12,9%	2.076	14,9%	3.224	15,7%	4.004
davon Biomasse	100%	5.511	78,9%	6.558	81,9%	13.151	82,7%	17.954	84,3%	21.436
davon Fossil	0%	-	14,8%	1.230	5,2%	827	2,4%	521	0,0%	-
davon sonstiges	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO₂-Emissionen in Tonnen [t]	t	39.745	t	30.497	t	21.669	t	15.195	t	10.352

Die CO₂-Bilanz im Szenario Sanierungs- und Netzstau bei Scheitern des Erreichens der CO₂-Neutralität sieht dementsprechend aus:

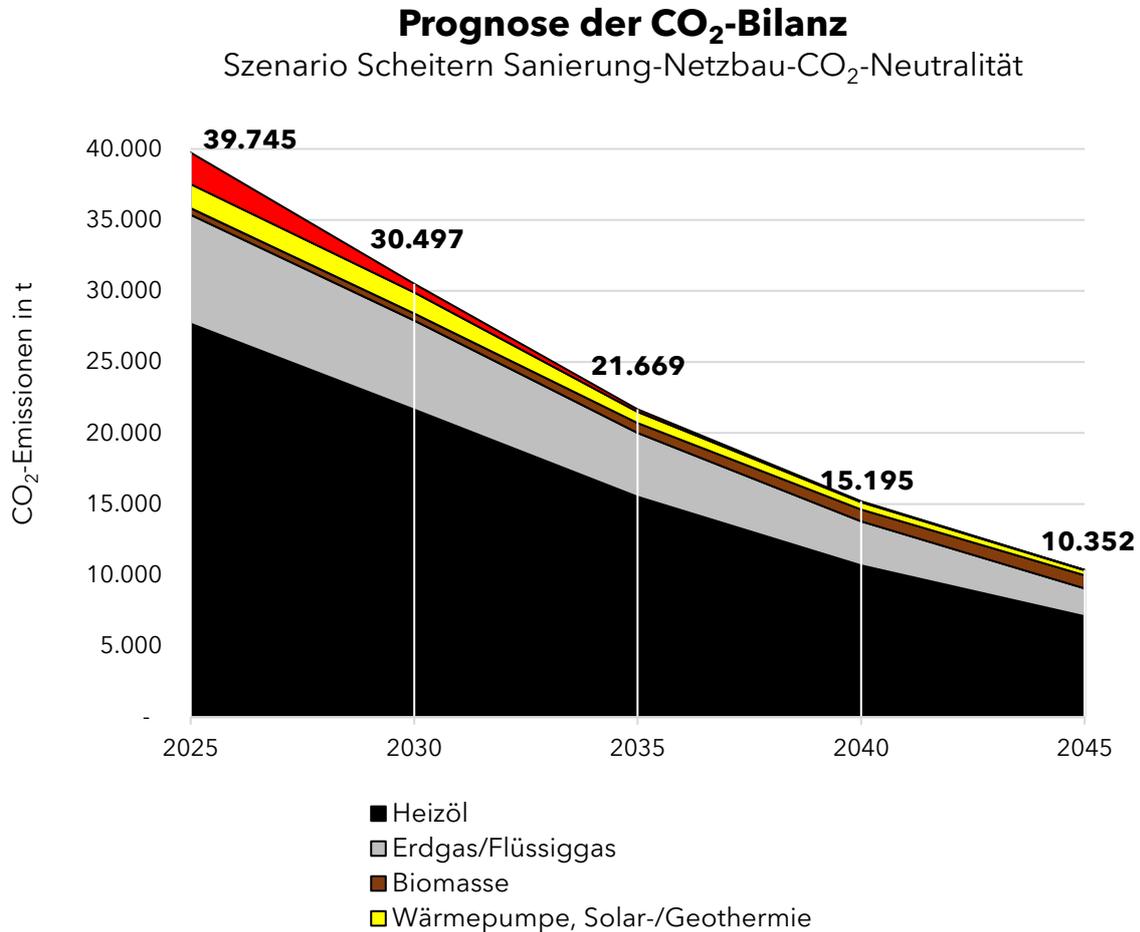


Abbildung 54: Prognose CO₂-Bilanz im alternativen Szenario

Das Erreichen des Zielszenarios ist somit für eine klimaneutrale Zukunft des Marktes Prien äußerst wichtig. Im nachfolgenden Kapitel wird erläutert, mit welchen Schritten dieser Weg im Markt angegangen angehen kann.

6. Maßnahmenkatalog & Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie in des Marktes Prien lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Vorantreiben von Sanierungen im gesamten Markt
- Intensivierung der Installation von Wärmepumpen in den dezentralen Versorgungsgebieten mit guten Potenzialen
- Erweiterung des Fernwärmenetzes Prien auf die Gebiete Hochriesstraße, Bernauer Straße und Sportpark
- Untersuchung und Aufbau eines Wärmenetzes an der Seepromenade
- Ggf. Erweiterung der Wärmenetze auf die anderen Ortsteile
- Detaillierte Betrachtung Osternachs zum Thema Abwasserwärmenutzung

Bei der Einbindung von Energieformen, die an Wärmepumpen gebunden sind, ist zu beachten, dass bei höheren Vorlauftemperaturen nur niedrige COP-Werte erreichbar sind. Bei der Errichtung von neuen Netzen sollte eine möglichst niedrige Vorlauftemperatur (< 75 °C) angestrebt werden.

Nachfolgend werden auf Basis der Kapitel Bestands- und Potenzialanalyse und der Zielszenarien sinnvolle Maßnahmen für die Umsetzung der Wärmewendestrategie im Markt konzipiert. Die nachfolgenden 13 Maßnahmen wurden in Abstimmung mit dem Marktaufgebaut. Die Maßnahmen werden im Steckbriefformat dargestellt. Hierbei werden je nach Maßnahme die Zielsetzungen, die Inhalte der Maßnahmen, die Kosten und Fördermöglichkeiten, die spezifischen Herausforderungen sowie die möglichen Abläufe beschrieben. Ziel des Maßnahmenkataloges ist es, eine Übersicht der sinnhaften potenziellen Maßnahmen für den Markt zu erschaffen, und den Weg in die Umsetzung darzustellen, damit sich die Realisierungshürden reduzieren. Der Maßnahmenkatalog stellt sich aus den folgenden Maßnahmen zusammen:

1. Übergreifende energetische Gebäudesanierungen und Öffentlichkeitsarbeit
2. Bereitstellung aktueller Energie- und Fördermittelberatung
3. Einbau von smarten Thermostaten mit ggf. künstlicher Intelligenz in allen Sektoren
4. Vorantreiben effizienter dezentraler Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. und informatorische Unterstützung
5. Solare (Nah-)Wärme und Langzeitwärmespeicher in Neubausiedlungen
6. Synchronisierung der KWP mit dem Ausbau der Stromverteilnetze
7. Ausbau von PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften
8. Förderantragstellung für Planungsleistungen und Erstellung von Machbarkeitsstudien für die potenziellen Wärmenetzgebiete
9. Politischen und genehmigungstechnischen Weg für die Fluss- und Abwasserwärme ebnet
10. Bauleitplanung erneuerbare Energien
11. Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften
12. Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen, Unterstützung beim Aufbau von Energiegenossenschaften
13. Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung

6.1 Maßnahme 1

Übergreifende energetische Gebäudesanierungen und Öffentlichkeitsarbeit	Prien a. Chiemsee	 Effizienz
Zielsetzung:		
<ul style="list-style-type: none"> – Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien sowie der Steigerung der Energieeffizienz – CO₂-Einsparung – Reduzierung von Wärmeverlusten durch Gebäudesanierung 		
Beschreibung:		
<p>Das hohe Potenzial im Bereich der Energieeinsparung und -effizienz (siehe Potenzialanalyse) kann einen erheblichen Anteil zur Energiewende beitragen, was mit einer aktuellen Sanierungsrate in Deutschland von ca. 1 % des Gebäudebestandes pro Jahr nicht möglich sein wird. Gründe dafür sind mangelnde Markttransparenz und fehlende Informationen sowie Finanzierungsmöglichkeiten, fehlende Anreize („Pull-Faktoren“) und Notwendigkeiten („Push-Faktoren“) und vieles mehr. Das gibt Anlass, verstärkt Maßnahmen zur Beschleunigung der Sanierung einzuleiten. Vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser lässt sich ein deutlicher „Sanierungstau“ erkennen.</p> <p>Eine mögliche Gegenmaßnahme bietet die Vernetzung von Sanierungstätigkeiten in homogenen Gebieten. Beispielsweise können über Geoinformationssysteme (GIS) Wohngebiete mit ähnlichen Gebäudeeigenschaften (Alter, Typ, Energieverbrauch) ausfindig gemacht werden (vgl. vorliegendes Wärmekataster). Mit diesem Tool kann der Gemeinderat und die Gemeindeverwaltung ein übergreifendes Sanierungskonzept anstoßen. Dabei ist es wichtig, sowohl die Gebäude- oder Wohnungseigentümer als auch die Mieter einzubinden und zu informieren. Eine gezielte siedlungs- oder quartiersbezogene Öffentlichkeitsarbeit ist in diesem Rahmen sehr effektiv, da viele Kernthemen oft nur einen lokal begrenzten Ortsteil betreffen. Das Ziel solcher übergreifender Sanierungskonzepte und Öffentlichkeitsarbeit ist daher die Nutzung von Synergieeffekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Empfehlung konkreter Sanierungsmaßnahmen wirkt Problemen wie mangelnder Markttransparenz und fehlenden Informationen der Gebäude- oder Wohnungseigentümer etc. entgegen – Finanzielle Entlastung der Gebäude- oder Wohnungseigentümer durch kostensenkende Effekte über Sammelbestellungen – Gezielte Informationen zu relevanten Förderprogrammen – Die übergreifende Betrachtung ermöglicht die Durchführung effizienter Konzepte (z. B. Nahwärmekonzepte) 		

Grundsätzlich sollte bei der Durchführung solcher Konzepte vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser die Sozialverträglichkeit von Sanierungsmaßnahmen beachtet werden. Des Weiteren darf bei der Gebäudesanierung die Nachhaltigkeit, d. h. eine gesamtenergetische Betrachtung des Gebäudelebenszyklus, nicht außer Acht gelassen werden.

Auch ein hydraulischer Abgleich soll bei Heizungsanlagen, die älter als 2 Jahre sind, durchgeführt werden, um die Effizienz der Gebäudeheizung deutlich zu steigern und somit die Verbräuche zu reduzieren. Dieser Abgleich ist einer der durch den Bund für effiziente Gebäude geförderten Maßnahmen.

Der Markt kann durch die Sanierung der eigenen Liegenschaften mit gutem Beispiel für die Bürgerinnen und Bürger vorangehen (Leuchtturmprojekt) und einen enormen Beitrag zur Energiewende leisten.

Stadt & Akteure:

Markt Prien a. Chiemsee, eventuell Landkreis Rosenheim, Bauträger, Energieberater

Kosten & Förderung:

Kosten individuell je nach Umfang.

Beispiele gemäß Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg:

- Dämmung der Fassade: bis 250 € / m²
- Dachdämmung (von innen): bis 120 € / m²
- Austausch der Fenster: 500 - 1000 € / m²
- Dämmung der Kellerdecke: bis 250 € / m²

Förderprogramme:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude (bis zu 20 %)
- Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (50 %)
- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (50 %)

Ablauf:

- 1) Analyse geeigneter Gebiete (z. B. über GIS): Gebiete im Wärmekataster, Auswertung der Baualtersklassen und Verbräuche
- 2) Entwicklung eines Sanierungskonzepts, z. B.:
 - a. Mustersanierung eines typischen Gebäudes durchrechnen lassen
 - b. Möglichkeiten des Austauschs alter Heizungen zusammenstellen
 - c. Optionen zur Optimierung der Heizanlage entwickeln
 - d. Gemeinschaftliche Bestellungen von Umwälzpumpen, PV-Anlagen, Solarthermieanlagen etc. aufgeben
- 3) Handlungsempfehlungen an Gebäude- oder Wohnungseigentümer weitergeben
- 4) Sammelbestellungen zusammen mit ortsansässigen Firmen organisieren
- 5) Maßnahmen öffentlichkeitswirksam darstellen

Wirksamkeit:

- Reduzierung des Energieverbrauchs, Wärmeverluste und Treibhausgasemissionen

- Vorbildfunktion der Marktgemeinde
- Sozialverträgliche Quartierssanierung durch Einbindung aller Akteure
- Identifikation und Akzeptanz mit Baumaßnahmen

Herausforderungen:

- Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer
- Ressourcen des Marktes (Personal, Finanzen)
- Verfügbarkeit von Baufirmen und Materialien
- Verfügbarkeit von Energieberatern (Sanierungsplan und Förderantrag stellen)

6.2 Maßnahme 2

<p>Bereitstellung aktueller Energie- und Fördermittelberatung</p>	<p>Prien a. Chiemsee</p>	 <p>Effizienz</p>
<p>Zielsetzung:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Eigentümer zum richtigen Zeitpunkt auf Maßnahmen und Fördermittel hinweisen – Anreiz zum Sparen von Strom und Wärme 		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Fördermittelberatung durch den Markt Prien</p> <p>Die Komplexität der verschiedenen Fördermittel stellt für viele Bürgerinnen und Bürger eine Herausforderung dar. Der Markt Prien a. Chiemsee kann zusätzliche Beratung zu den zur Verfügung stehenden Förderprogramme anbieten, oder die Einwohner durch Öffentlichkeitsarbeit auf ähnliche Angebote aufmerksam machen, um die Energiewende schneller und kosteneffizienter voranzubringen. So können Einwohner nicht nur über ihre Pflichten, sondern auch über die finanzielle Unterstützung der verschiedenen Heizungsarten und Energieberatungen informiert werden.</p> <p>Energieberater für Eigentümer von Bestandsgebäuden</p> <p>Energieeinsparung durch verändertes Nutzerverhalten oder Steigerung der Effizienz durch sparsamere Geräte müssen stärker im Bewusstsein der Bevölkerung verankert werden. Nur auf diese Weise wird die Umstellung auf erneuerbare Energien und damit die Energiewende gelingen. Allerdings stellt speziell das Nutzerverhalten einen schwer zu beeinflussenden Parameter dar, da hier alltägliche Gewohnheiten mit angesprochen werden und die Angst vor Verzicht und Luxuseinbußen erheblich ist. Um diesem Problem zu begegnen, sind Energieberatungen in Privathaushalten hilfreich. Energieberater sind geschulte Fachleute, die Einsparmaßnahmen in Gebäuden analysieren und wichtige Tipps zur Effizienzsteigerung geben. Hier soll zum einen erklärt werden, durch welche Neuanschaffungen an Elektrogeräten und Wärmeerzeugern die Effizienz gesteigert werden kann. Zum anderen wird dabei gezielt das Nutzerverhalten optimiert und Vorschläge zum sparsameren Umgang mit der Energie im Haushalt gegeben, ohne dabei auf Komfort verzichten zu müssen. Zusätzlich kann auf mögliche Sanierungsmaßnahmen und deren Wirkung hingewiesen werden.</p> <p>Energieberater für Haus- und Grundstückskäufer</p> <p>Im Vorfeld eines Neubaus zeigen Energieberater Möglichkeiten der Bautechnik sowie Potenziale der Nutzung erneuerbarer Energien auf und geben Hilfestellungen zu Fördermöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten. Die Integration von Energieberatern ist grundsätzlich immer sinnvoll; insbesondere bei einem Haus- oder Grundstückserwerb. In der Folge eines Immobilienkaufs stehen Planungen bzw. Umbaumaßnahmen an, die für den Energieverbrauch des Gebäudes in den</p>		

nächsten 20 Jahren entscheidend sind. Dieser Zeitpunkt muss genutzt werden, um die richtigen Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.
Akteure:
Energieberater, BAFA, Gemeindeverwaltung, Bürgerinnen und Bürger
Kosten und Förderungen:
Kosten: <ul style="list-style-type: none"> – Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.) – Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket – Ggf. Personalkosten Fördermittelberatung
Förderung: Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude <ul style="list-style-type: none"> – Für Ein/ Zweifamilienhäuser: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars, maximal 650 € – Ab mindestens 3. Wohneinheiten: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars, maximal 850 €
Ablauf:
<ol style="list-style-type: none"> 1) Anstellung bzw. Beauftragung eines Fördermittelberaters 2) Auswahl qualifizierter Energieberater 3) Fixpreis für Beratung vereinbaren 4) Ggf. Fördersumme und -volumen festlegen 5) Werbung für die Beratung und das Förderprogramm über Newsletter, Presse, Homepage, Berater etc. 6) Presseartikel nach erfolgreicher Umsetzung mit Best-Practice-Beispiel usw.
Wirksamkeit:
<ul style="list-style-type: none"> – Unterstützung und Informieren der Einwohner über die komplexe Welt der Fördermittel – Durch die finanzielle Förderung steigt der Anreiz für Immobilienkäufer und -besitzer, eine Energieberatung bzw. Heizungstausch durchführen zu lassen – Bewusster Umgang mit Energie / Schärfung des Bewusstseins für das Thema Energiesparen sowie ökologische und ökonomische Wechselwirkungen – Energie- und CO₂-Einsparungen vor allem in den privaten Haushalten
Herausforderungen:
<ul style="list-style-type: none"> – Finanzielle und personelle Kapazitäten der Verwaltung – Betroffene könnten das Angebot zu wenig nutzen, Bekanntheit des Programms – Kostenvorteil für die Beratung darstellen

6.3 Maßnahme 3

<p>Einbau von smarten Thermostaten mit ggf. künstlicher Intelligenz in allen Sektoren</p>	<p>Prien a. Chiemsee</p>	 <p>Effizienz</p>
<p>Zielsetzung:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Steigerung der Energieeffizienz - CO₂-Einsparung 		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Die Beeinflussung von Nutzerverhalten zur Energieeinsparung gestaltet sich oftmals schwierig. Sie kann jedoch einen erheblichen Unterschied des Wärmeverbrauches in Wohngebäuden und GHD bewirken. Anhand von smarten Thermostaten können Heizungen kontinuierlich überwacht werden und an das Verhalten der Nutzer angepasst werden. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) ist eine automatische Regelung möglich.</p>		
<p>Der Einbau von smarten Thermostaten liefert im Vergleich zu anderen Maßnahmen pro Euro einer der höchsten Wirkungsgrade der Energieeinsparung für einzelne Gebäude. Die Kosten unterscheiden sich je nach Anbieter und Anzahl gekaufter Einheiten. Werden große Mengen smarter Thermostaten von z.B. Energiegenossenschaften bestellt, z. B. über eine Sammelbestellung, ggf. koordiniert durch den Markt, reduzieren sich die Preise pro Einheit für die Einwohner. Alternativ kann den Markt entscheiden den Kauf von smarten Thermostaten zu fördern. Smart Thermostate können sich in fast allen Sektoren des Marktes positive auf die Wärmeverbräuche auswirken.</p>		
<p>Eine Alternative für Besitzer von PV-Anlagen stellen Smartphone-Apps dar, die eine effizientere Nutzung des selbst erzeugten Stroms ermöglichen. Mit diesen Apps können z. B. Leistungen von Wärmepumpen, Ladegeräten von E-Autos usw. intelligent an den aktuellen Energiefluss der PV-Anlage angepasst werden, um den Verbrauch aus dem Stromnetz zu reduzieren.</p>		
<p>Stadt & Akteure:</p>		
<p>Markt Prien a. Chiemsee, ggf. Energiegenossenschaften, Hauseigentümer, Installateure</p>		
<p>Kosten & Förderung:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Kosten individuell je nach Heizungsanlage und Hersteller ca. 1.000 € pro Anlage. - Monatliche Kosten für Apps, KI, etc. zwischen 3 - 30 € pro Monat 		
<p>Ablauf:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Beratung und Interessensumfrage in der Marktgemeinde - Identifizierung von potenziellen Mengen - Beschlussfassung über (finanzielle) Unterstützung Sammelbestellungen (z.B. durch Energiegenossenschaften) 		

<ul style="list-style-type: none">– Ggf. Errichtung kommunale Förderung von smarten Thermostaten
Wirksamkeit:
<ul style="list-style-type: none">– Reduzierung des Wärmeverbrauchs um 8 - 28 % gemäß Herstellerangaben– Erhöhte Effizienz ohne Heizungs Austausch bei geringeren Kosten– Einfache Installation ohne größere Baumaßnahmen
Herausforderungen:
<ul style="list-style-type: none">– Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer– Ressourcen der Marktgemeinde/Hauseigentümer (Personal, Finanzen)

6.4 Maßnahme 4

<p>Vorantreiben effizienter dezentraler Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. und informatorische Unterstützung</p>	<p>Prien a. Chiemsee</p>	 <p>Erneuerbar</p>
<p>Zielsetzung:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung – CO₂-Einsparung – Unabhängigkeit in der Wärmeversorgung 		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Im privaten Wohnungsbau sowie im Sektor GHD ist der spezifische Wärmebedarf in kWh/(m²·a) in den letzten Jahren drastisch reduziert worden. Warme Nahwärmenetze sind aufgrund der geringen Wärmebedarfsdichten in Neubausiedlungen kaum noch wirtschaftlich umsetzbar. Für solche Siedlungen eignen sich vor allem Wärmepumpen und Solarthermieanlagen. Beide Technologien sind sowohl klimaschonend als auch meist wirtschaftlich. Durch technologische Fortschritte sind Wärmepumpen auch in jungen und alten Bestandsbauten mittlerweile wirtschaftlich einsetzbar. Durch einen großzügigen Einsatz von Wärmepumpen können zudem andere begrenzt verfügbare Ressourcen, wie nachhaltige Biomasse und wertvoller Wasserstoff, eingespart und nachhaltig eingesetzt werden. Bei Wärmepumpen wird zwischen Luft-, Wasser- und Sole-Wärmepumpen unterschieden. Alle drei Typen verfügen über spezifische Vor- und Nachteile, die im Folgenden beschrieben werden.</p> <p>Luft-Wasser-Wärmepumpe</p> <p>Die Luftwärmepumpe ist in der Anschaffung deutlich günstiger als die beiden anderen Typen. Es ist lediglich eine Außen- und eine Inneneinheit zu installieren. Als Wärmeträgermedium wird Luft angesaugt. Da Luft zum einen starken Temperaturschwankungen unterliegt und zum anderen über eine geringe spezifische Wärmekapazität (1,005 kJ/(kg·K)) verfügt, ist der Wirkungsgrad (COP) schlechter als bei den anderen Wärmepumpensystemen. Dadurch liegen der Stromverbrauch und die variablen Kosten über dem der anderen Typen. Luftwärmepumpen sind dennoch, z. B. im Anwendungsgebiet Einfamilienhaus, den anderen Technologien wirtschaftlich überlegen, da der Vorteil der geringeren Investitionskosten gegenüber dem Nachteil der höheren Betriebskosten meist überwiegt. Aus energetischer Sicht ist in jedem Fall ein hoher COP-Wert anzustreben.</p> <p>Wasser-Wasser-Wärmepumpe</p> <p>Wasser-Wasser-Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers als Wärmequelle. Alternativ können auch andere Gewässer wie Fluss- oder Seewasser genutzt werden, jedoch ist dies in der dezentralen Versorgung nicht üblich. Im Sommer liegt die</p>		

Grundwassertemperatur meist unter der Außentemperatur der Luft. Im Winter hingegen liegt die Grundwassertemperatur deutlich über der der Luft. Zudem verfügt das Wasser über eine deutlich höhere spezifische Wärmekapazität von $4,182 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Der COP von Wasser-Wärmepumpen kann dadurch gegenüber der Luft-Wärmepumpe entsprechend höher liegen. Größere Gebäude mit Flächenheizungen eignen sich somit hervorragend für den Einsatz von Wasser Wärmepumpen, da die höheren Investitionskosten durch die deutlich geringeren variablen Kosten schnell ausgeglichen werden.

Sole-Wasser-Wärmepumpe

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärmepumpe) nutzt die Wärmeenergie des Bodens. Entweder wird diese Wärme durch die Sonden aufgenommen, die 50 m bis 200 m tief in das Erdreich gebohrt werden, oder von Erdkollektoren, die auf einer größeren Fläche, dafür aber flach unter der Erde verteilt sind. Die Kollektoren liegen in etwa 1,2 m Tiefe im Erdboden unterhalb der Frostschutzgrenze. Im Boden herrschen je nach Tiefe und Jahreszeit Temperaturen von -5 °C bis 25 °C . Dabei sollte beachtet werden, dass für die Bohrungen der Erdsonden Mehrkosten entstehen.

Kühlen mit Erdwärme

Gebäudekühlung spielt im Zuge des Klimawandels eine immer größere Rolle. Mit geringem Mehraufwand bieten Sole-Wärmepumpen diese Möglichkeit. Hierfür wird das niedrige Temperaturniveau des Wassers in der Erdsonde nicht mit einer Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht, sondern über einen Wärmetauscher abgekühlt. Die gewonnene Wärme aus dem Heizkreislauf kann zur Regeneration der Erdsonde nutzbar gemacht werden. Diese Form der Raumklimatisierung funktioniert ausschließlich mit Flächenheizungssystemen. Wird eine höhere Kühlleistung benötigt, so kann dies über eine aktive Kühlung ermöglicht werden. Bei der aktiven Kühlung wird die Wärmepumpe als Kältemaschine verwendet, indem der Prozess der Wärmepumpe umgekehrt wird. Bei der aktiven Kühlung wird jedoch, wie beim Heizbetrieb mit der Wärmepumpe, Strom verbraucht. Aus diesem Grund ist diese Form der Kühlung generell nur bei Gebäuden mit hohem Kältebedarf rentabel.

Der Markt Prien a. Chiemsee bietet, wie in der Potenzialanalyse dargestellt, teilweise sehr gute Bedingungen für die Nutzung von unterschiedlichen Wärmepumpentypen. Bei der Planung von mehreren Wasser- oder Solewärmepumpen sollte eine gegenseitige Beeinflussung geprüft werden.

Vor allem in Verbindung mit PV-Anlagen können Wärmepumpen effizient, klimaneutraler und wirtschaftlich betrieben werden.

Bei Gebäuden, für die eine Wärmepumpe aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommt, können Heizungen auf Basis nachhaltiger Biomasse (z. B. Hackschnitzel, Pellets) eingebaut werden. Da nachhaltige Biomasse nur in begrenzten Mengen zur Verfügung steht, sollten solche Heizsysteme nur für Gebäude eine Option sein, bei denen keine (sinnvollen) Alternativen eingesetzt werden können.

Akteure:
– Kommune, Anwohner, Nachbar-Kommunen, Genehmigungsbehörden, Bohrfirmen
Kosten & Förderung:
Investitionskosten für ein Einfamilienhaus (inkl. Installation & Bohrung) in Abhängigkeit der Wohnfläche ⁵⁸ :
– Luft-Wärmepumpe: 15.000 - 25.000 € je nach Leistung
– Wasser-Wärmepumpe: 22.000 - 45.000 € je nach Leistung
– Sole-Wärmepumpe: 35.000 - 50.000 € je nach Leistung
Mit der aktuellen Bundesförderung für effiziente Gebäude können Förderquoten ab 30 % bis zu 70 % erreicht werden.
Ablauf:
1) Öffentlichkeitsarbeit zu Wärmepumpen und Förderungen
2) Ermittlung der Gebietseignung und Wärmepumpenvarianten
3) Verschreiben von Heiztechnik in Bauleitplanung, Gewähren finanzieller Anreize
4) Einsatz von Energieberater in wichtigen Zielgebieten
Wirksamkeit:
– Deutliche Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung
– Verringerung der Heizkosten
– Ggf. Möglichkeit der Gebäudekühlung
– Hohe CO ₂ -Einsparungen
– Autarkie in der Wärmeversorgung
Herausforderungen:
– Pflichten für entsprechende Heizsysteme in Bauleitplanung integrieren
– Maßnahme positiv vermarkten

⁵⁸ [Wärmepumpe: Kosten und Preise im Überblick \(2025\)](#)

6.5 Maßnahme 5

Solare (Nah-)Wärme und Langzeitwärmespeicher in Neubausiedlungen	Prien a. Chiemsee	 Erneuerbar
Zielsetzung:		
Erhöhung des Anteils der Solarthermie am Wärmebedarf aufgrund des hohen Potenzials dieser Energieform		
Beschreibung:		
<p>In großen Teilen der Marktgemeinde Prien a. Chiemsee ist sehr gutes Solarpotenzial vorhanden. Nahwärmenetze lassen sich durch die Einbindung einer solarthermischen Großanlage ergänzen (Solare Nahwärmesysteme), aber auch Häuser mit niedrigen Verbräuchen (z. B. Passivhäuser) und ältere Bestandshäuser können mit ausreichenden Speicherlösungen eine hohe bis sehr hohe Deckung der Wärmeversorgung durch Solarthermie erreichen. Die Einbindung der Wärme aus den solarthermischen Kollektorfeldern dient der Heizungs- und Brauchwarmwasserunterstützung und kann durch einen thermischen Langzeitspeicher ergänzt werden. Dieser hilft, die Wärmeüberschüsse im Sommer bis in die Heizperiode zu konservieren. Dadurch können solare Deckungsanteile von über 50 % am Gesamtwärmebedarf erreicht werden, was in erster Linie den Verbrauch der Brennstoffe des Netzes oder Hauses (Hackschnitzel, Gas, Heizöl, ...) reduziert. Der Vorteil hierbei liegt nicht zuletzt im hohen Wirkungsgrad der solarthermischen Kollektoren, da bei Anlagen dieser Art in Verbindung mit Langzeitwärmespeichern mit einem Solarertrag von 500 kWh/(m²*a) und damit einem Wirkungsgrad von rund 50 % gerechnet werden kann.</p> <p>Ein Ansatz wäre die Einbindung der Solarthermie-Einzelanlagen in Nahwärmenetzen und Neubauhäusern, um damit vor allem die Überschüsse im Sommer aufgrund des geringen Wärmebedarfs abzufangen. Diese Technik könnte zur effektiveren Nutzung der unterschiedlichen erneuerbaren Ressourcen beitragen.</p> <p>Generell kann dieser Ansatz auf bestehende Nahwärmenetze oder auf Neubaugebiete übertragen werden. Speziell bei Neubauten lässt sich in Kombination mit energiesparender solarer Bauweise der Anteil der Solarthermie am Wärme- und Brauchwasserbedarf deutlich erhöhen. Hier ist die Marktgemeinde gefordert, neue und vorhandene Bebauungspläne auch in Hinblick auf energetische Fragestellungen zu bewerten und energiesparende Bauweisen in Kombination mit erneuerbaren Energien zu fördern und zu fordern.</p> <p>Eine möglichst klimaneutrale Wärmeversorgung (Solarthermie oder z. B. Wärmepumpen mit PV-Anlagen) soll in zukünftige Planungs- und Entwicklungskonzepten eingebunden werden.</p>		
Akteure:		
Gemeinderat, Verwaltung, Bürgerinitiative, Fachplaner (siehe „Weitere Informationen“)		
Kosten:		
Kosten:		

<ul style="list-style-type: none"> - Kollektoren: ~ 300 - 750 €/m² - Speicher: ~ 25 - 500 €/m³, je nach Speicherart. Weitere Infos in der Potenzialanalyse <p>Förderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) - Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
<p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Verankern klimaneutraler Wärmeversorgung in der Bauleitplanung 2) Analyse geeigneter Netze bzw. geeigneter (Neubau-)Siedlungen 3) Abfrage potenzieller Dach- und Freiflächen für Kollektoren und Wärmespeicher 4) Information der Öffentlichkeit über Vorhaben 5) Machbarkeitsstudie (Fördermöglichkeit über BEW) 6) Weitere Planungen bei positivem Bescheid der Machbarkeitsstudie
<p>Wirksamkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Substitution und Reduktion von Transport und Verbrauch von Brennstoffen (Biomasse und Heizöl) - Ausnutzen des Solarpotenzial und des Wirkungsgrades - Keine THG-Emissionen - Unabhängigkeit von steigenden Brennstoffkosten - Vorbildfunktion für andere Nahwärmenetze und Einzelgebäude
<p>Herausforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfügbare Flächen für Kollektoren und ggf. Langzeitwärmespeicher - Große Flächen für Solarkollektoren benötigt - Kosten
<p>Weitere Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bollin, E., Huber, K. & Mangold, D. (2013): Solare Wärme für große Gebäude und Wohnsiedlungen. Fraunhofer Irb Verlag

6.6 Maßnahme 6

Synchronisierung der KWP mit dem Ausbau der Stromverteilnetze	Prien a. Chiemsee	 Effizienz
Zielsetzung:		
Sicherstellung ausreichender Kapazitäten im Stromverteilnetz der Kommune für die in der KWP definierten Ziele zur Wärmewende.		
Beschreibung:		
In Gebieten ohne realistische Chance auf den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetz, sowie sonstige Haushalte, welche sich nicht an ein Wärmenetz anschließen wollen, wird in Zukunft in hohem Maß strombasierte Wärmegewinnung stattfinden. Auch wenn ein Teil davon durch lokale PV-Anlagen erzeugt werden wird, ergeben sich aus der Summe der Anlagen Herausforderungen für das örtliche Strom-Verteilnetz. Der Ausbau und die vielerorts notwendige Ertüchtigung des Stromnetzes muss umfassend und langfristig geplant werden. Die sich aus der KWP ergebende langfristige Prognose für den Ausbau von strombasierter Wärmegewinnung (hauptsächlich Wärmepumpen) muss in die Ausbau- und Sanierungspläne des örtlichen Stromverteilnetz integriert werden. Dies sollte frühzeitig und mit einem lange Planungshorizont erfolgen, um den Ausbau des Stromnetzes möglichst effizient und damit auch kostengünstig vorantreiben zu können.		
Akteure:		
Örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB), Marktverwaltung, ggf. Ingenieurbüros		
Kosten:		
<ul style="list-style-type: none"> - Keine direkten zusätzlichen Kosten, Personalaufwand für die Abstimmung mit dem VNB 		
Ablauf:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Klärung inwiefern die Situation bereits in bestehenden Ausbaupfaden des VNB abgebildet ist 2. Abschätzung der Größenordnung und geographische Verteilung zusätzlicher elektrischer Lasten im Verteilnetz durch die Wärmewende-Strategie der KWP 3. Sicherstellung der Einarbeitung entsprechender Erkenntnisse in die Ausbaupläne des VNB 		
Wirksamkeit:		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermöglichung privater Investitionen in Wärmepumpen, PV-Anlagen und Elektromobilität - Verringerung des Primärenergieeinsatz in der Wärmeerzeugung 		
Herausforderungen:		
<ul style="list-style-type: none"> - Personeller Aufwand und Fachexpertise 		

6.7 Maßnahme 7

Ausbau von PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften	Prien a. Chiemsee	 Erneuerbar
Zielsetzung:		
Erhöhung des Anteils erneuerbarer Stromerzeugung in Prien sowie Deckung eines Eigenbedarfsanteils		
Beschreibung:		
Die Liegenschaften der Marktgemeinde sollen mit PV-Anlagen versehen werden. Prien kann sich hiermit sowohl an der Entwicklung einer zukunftsgerechten Kommune beteiligen und zusätzlich als Vorbild für Ihre Einwohner auftreten. Durch den Einbau von Stromspeichern kann ein höherer Autarkiegrad erreicht werden. Der Markt hat zuerst die geeigneten Dachflächen zu identifizieren. Im nächsten Schritt soll die statische Eignung der Dachflächen geprüft werden.		
Akteure:		
Gemeinderat, Verwaltung, Installateure, Statiker		
Kosten⁵⁹:		
<ul style="list-style-type: none"> - Kollektoren (Modulpreis): ~ 60 - 140 €/m² - Stromspeicher: ~ 370 - 450 €/kWh 		
Ablauf:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Geeignete Dächer ausfindig machen 2. Statische Prüfung 3. Angebotsanfragen 4. Beauftragung 5. Planung und Bau 		
Wirksamkeit:		
<ul style="list-style-type: none"> - Voranbringen der Energiewende - Ausnutzung des Solarpotenzials - Keine THG-Emissionen des selbsterzeugten Stroms - Geringere Abhängigkeit von Strommarkt - Vorbildfunktion für andere Einwohner der Marktgemeinde 		
Herausforderungen:		
<ul style="list-style-type: none"> - Statik und Denkmalschutz - Kosten - Verfügbarkeit von PV-Modulen 		

⁵⁹ [Photovoltaik Kosten 2025, Anschaffungskosten, pro qm, m², kWp](#)

6.8 Maßnahme 8

<p>Förderantragstellung für Planungsleistungen und Erstellung von Machbarkeitsstudien für die potenziellen Wärmenetzgebiete</p>	<p>Prien a. Chiemsee</p>	 <p>Erneuerbar</p>
		<p>Zielsetzung:</p>
<p>Antragstellung für Modul 1 der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze mit nachfolgender Erstellung von Machbarkeitsstudien</p>		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Die KWP hat einige Potenzielle Wärmenetzgebiete im Markt Prien entdeckt. Für folgende Gebiete sollen prioritär BEW-Anträge zur Konzeptionierung von Machbarkeitsstudien erstellt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förderantragstellung Netzausbau Hochriesstraße, Bernauer Straße und Sportpark - Seepromenade - Osternach - Erweiterung auf den Flugplatz West - Ggf. Erweiterung auf die Gebiete Ortskern Kreisel und Siedlung südlich von Westernach <p>Mit den bereits bestehenden Daten der KWP können die Förderanträge zügig und mit geringem Aufwand erstellt werden. Sobald ein Bewilligungsbescheid vorliegt, können für die potenziellen Wärmenetzgebiete Machbarkeitsstudien erstellt werden. Diese Machbarkeitsstudien bauen auf der KWP auf und untersuchen detailliert, welche Energieträger in welcher Dimensionierung eingesetzt werden können. Des Weiteren erfolgt eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der (favorisierten) Varianten, welche zeigt, ob und mit welchen Wärmepreisen das Wärmenetz finanziell tragbar ist. Die Machbarkeitsstudie zeigt am Ende einen detaillierten Pfad zur Treibhausgasneutralität für das Projektgebiet auf.</p> <p>Nachdem die Machbarkeitsstudie abgeschlossen ist, können im Modul 1 der BEW-Förderung zusätzlich Planungsleistungen der HOAI-Phasen 2 - 4 gefördert werden. Nach dem Abschluss der Modul 1 Förderung können in der Modul 2 Förderung Planungskosten der HOAI-Phasen 5 - 8 sowie Investitionskosten gefördert werden. Abschließend können in Modul 3 Einzelmaßnahmen und in Modul 4 Betriebskosten gefördert werden.</p> <p>Die BEW-Förderung stellt aktuell eine vielversprechende Möglichkeit zur Errichtung von zukunftsfähigen Wärmenetze und somit einer klimaneutralen Zukunft dar.</p>		
<p>Akteure:</p>		
<p>Gemeinderat, Verwaltung, Bürgerinitiative, Fachplaner</p>		
<p>Kosten:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Größe und Komplexität sowie aktuelle Datenlage des Projektes <p>Förderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) - Modul 1: 50 % - Modul 2: 40 % 		

<ul style="list-style-type: none"> - Modul 3: 40 % - Modul 4: Je nach COP der Wärmepumpen, 0,01€/kWh Solarthermische Wärme
<p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zusammenstellen der erforderlichen Unterlagen für den Modul 1 Antrag 2. Modul 1 Antragstellung 3. Beauftragung eines Ingenieurbüros zur Erstellung der Machbarkeitsstudien 4. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 5. Modul 2 Antragstellung 6. Planung und Bau des Wärmenetzes
<p>Wirksamkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂-Einsparungen - Kosteneinsparungen - Stabile Preise für die Einwohner der Marktgemeinde Prien
<p>Herausforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personeller Aufwand - Kosten - Bürgerbeteiligung - Baubedingte Herausforderungen

6.9 Maßnahme 9

<p>Politischen und genehmigungstechnischen Weg für die Fluss- und Abwasserwärme ebnet</p>	<p>Prien a. Chiemsee</p>	 <p>Erneuerbar</p>
		<p>Zielsetzung:</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Steigerung der Akzeptanz und Begeisterung für Fluss- und Abwasserwärme im Markt und Umgebung durch umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit - Projekt- und Finanzierungspartner suchen - Machbarkeits- und Potenzialstudien Fluss- und Abwasserwärme, ggf. gleich inkl. Umweltgutachten 		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Die Entnahme von Wärme aus den Flüssen und aus der Kanalisation für die Nutzung von Wärmepumpen stellt eine neue Technologieform dar. Diese Technologieformen, die sich an der Energie der sensiblen Umwelt bedienen, sind aufgrund des Einflusses auf die Natur zum Teil mit negativem Ruf behaftet. Viele Forschungsprojekte haben jedoch bereits dargelegt, dass sich zum Beispiel aus einer geringfügigen Abkühlung der Flüsse ein positiver Effekt auf die Ökologie des Flusses widerspiegelt. Der Markt Prien verfügt über ein gutes Flusswasserwärmepotenzial (Mühlbach) sowie ein hohes Abwasserwärmepotenzial am Abwasserstollen in Osternach (Sammelstelle Ringleitung Chiemsee). Um dieses Potenzial wirtschaftlich nutzen zu können und die gewonnene Wärme zu vermarkten, muss diese Energiequelle die Akzeptanz der Bevölkerung haben.</p> <p>Durch Öffentlichkeitsarbeit, wie z. B. Infoveranstaltungen, Workshops, Diskussionsrunden, Social Media, Flyer, lokale Medien usw. kann die Bevölkerung zu den Themen informiert und motiviert werden. Hier muss der Markt aktiv vorangehen, um die bestehenden Zweifel aufzuklären und so dem Potenzial Ausdruck zu verleihen.</p> <p>Neben der Öffentlichkeitsarbeit muss simultan mit der Erstellung von Machbarkeitsstudien und Umweltgutachten begonnen werden. Die Planung und Errichtung von Fluss- oder Abwasserwärmenutzung inkl. Technikhaus können sich über mehrere Jahre erstrecken, weshalb es wichtig ist, frühzeitig die notwendigen Schritte einzuleiten. Nicht zuletzt sollte sich der Markt Gedanken zur möglichen Finanzierung und Betreuung des Projektes machen. Die Sicherung von Projekt- und Finanzierungspartner ist ein weiterer Schritt für die erfolgreiche Umsetzung.</p>		
<p>Akteure:</p>		
<p>Gemeinderat, Verwaltung, Bürgerinitiative, Institute & Firmen (z. B. Deutsche Erdwärme)</p>		
<p>Kosten:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Kosten für Veranstaltungen, Raummiete, Einladungen - Kosten für Vorträge und Beratung von Experten - Kosten für z. B. Flyer/Website/Medien ➔ Kosten für die Erstellung von Machbarkeitsstudien und Umweltgutachten 		

<p>→ Personalkosten</p> <p>Förderung: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), 40 - 50 %</p>
<p>Wirksamkeit:</p> <ul style="list-style-type: none">- Akzeptanzsteigerung fördert die Umsetzungsfähigkeit und -geschwindigkeit der Wärmegewinnung durch Fluss- und Abwasserwärmepumpen- Höhere Anschlussquoten für das Wärmenetz
<p>Herausforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none">- Personeller Aufwand- Kosten- Bürgerbeteiligung- Erklärung eines komplexen Themas für Laien

6.10 Maßnahme 10

<h3>Bauleitplanung erneuerbare Energien</h3>	Prien a. Chiemsee	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
<ul style="list-style-type: none"> - Einbindung von Wärmeversorgung und Klimaschutz in Planungs- und Entwicklungskonzepten - Frühzeitige Flächensicherung für erneuerbare Energie/Wärme 		
Beschreibung:		
<p>Der Wärmebedarf von Wohngebäuden hat sich durch die Verbesserung der Dämmungen und der Gebäudetechnik sowie vor allem durch die staatlichen Vorgaben in den letzten Jahren deutlich verringert. Um diesen Trend fortzusetzen und zu unterstützen, hat Prien die Möglichkeit, über energieeffiziente Bauleitplanung den Energieverbrauch der Neubausiedlungen und damit die CO₂-Emissionen weiter zu verringern. Die Orientierung der Gebäude und die Lage zueinander beeinflussen die aktive sowie die passive Nutzung der Sonnenenergie. Die Gebäudegeometrie und festgelegte Baumpflanzungen sind weitere Einflussgrößen auf den Energieverbrauch. Der Heizwärmebedarf kann sich dadurch ohne Erhöhung der Baukosten um bis zu 10 % reduzieren. Zusätzlich bietet sich für den Markt Prien a. Chiemsee die Möglichkeit, bei der Ausweisung von Baugebieten die Nutzung erneuerbarer Energien oder effizienter Nahwärmeversorgung zu fördern und anzuregen, wobei bei Neubauten häufig die Kombination von Wärmepumpe und Solarthermie sinnvoll erscheint, sofern die geologischen Bedingungen Erdwärmesonden/-kollektoren erlauben. Selbstverständlich sollten diese energetischen Vorgaben mit den architektonischen Elementen der Bauleitplanung abgestimmt werden, damit neue Siedlungen dem erwünschten Ortsbild entsprechen. Auch bei Gewerbeflächen sollte bei der Planung bedacht werden, ob beispielsweise eine zentrale Wärmeversorgung der Objekte sinnvoll und machbar ist. Damit können die Kosten für ein (kaltes) Nahwärmenetz gesenkt werden, wenn die Verlegung der Rohre direkt mit der Grundstückserschließung erfolgt. Eine Verschärfung dieser Maßnahmen sowie eine regelmäßige Aktualisierung bei Neuentwicklungen soll angestrebt werden.</p>		
Mögliche Instrumente für den Markt Prien a. Chiemsee:		
<ul style="list-style-type: none"> - Bauleitplanung, Flächennutzungsplan, neue Bebauungspläne - Aufstellung von Ökokriterienkatalog für Baugenehmigungen - Städtebauliche Verträge - Festlegung energierelevanter Maßnahmen in Kaufverträgen - Vergünstigungen beim Baugrundpreis / Förderungen energieeffizienter Bauweise - spezielle Informationsmöglichkeiten zum Thema erneuerbare Energien, Wärmepumpen, Effizienz usw. für Bürgerinnen und Bürger, die einen Neubau oder Sanierungen im Bestand planen 		

<p>Prien könnte dabei Leitlinien verabschieden oder sich bei der rechtlichen Beratung hinsichtlich der Vorgaben, Fördermöglichkeiten oder Anschlusszwänge mit anderen Gemeinden zusammenschließen, um Kosten hierfür zu sparen.</p> <p>Zusätzlich soll sich der Markt bereits bei der Ausweisung von Neubaugebieten oder bei der Planung von (Nah)Wärmenetze mit der Flächensicherung für die Erzeugung von erneuerbaren Energien auseinandersetzen. Hierbei kann es sich z. B. um Flächen für Solarthermieanlagen, saisonale Wärmespeicher, Flächenkollektoren etc. handeln.</p>
<p>Akteure:</p> <p>Verwaltung, Gemeinderäte, Landkreis</p>
<p>Kosten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine direkten Kosten außer ggf. Rechtsberatung - Zeitlicher Aufwand für Beratungen - Finanzielle Förderung der Bauherren oder Vergünstigungen bei Einhaltung vorgegebener Richtlinien möglich
<p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauliche Optimierung durch Verschattungssimulation des Baugebietes, Firstausrichtung, Dachneigung, ... bei Ausweisung von Neubaugebieten 2. Optimierung der Baukörper 3. Vergleich unterschiedlicher Gebäudestandards bis zum Passivhaus 4. Untersuchung bzw. Vorgabe von effizienten Wärmeversorgungssystemen ((solare) Nahwärme, Wärmepumpen) 5. Berücksichtigung der klimatischen Situation bei der Auswahl von Baugebieten 6. Verbindliche Festlegung der Richtlinien in Bebauungsplan, städtebauliche Verträge usw.
<p>Wirksamkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energetische Verbesserung von Neubausiedlungen - Solare Wärmegewinne durch optimierte Gebäudestandorte - Verringerung der Wärmeverluste durch energetisch günstige Bauweisen - Einsatz effizienter Energieversorgungssysteme
<p>Herausforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kommunale Vorgaben müssen rechtlich abgesichert sein - Bereitschaft zur energetischen Bauweise, da diese auch ins Ortsbild passen sollte

6.11 Maßnahme 11

Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften	Prien a. Chiemsee	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
Monitoring der Erfolge durch umgesetzte Maßnahmen, Erkennen von Fehlentwicklungen zur frühzeitigen Optimierung		
Beschreibung:		
<p>Um die Wirkung von energetischen Maßnahmen (z. B. Sanierungen, geändertes Nutzerverhalten, ...) und die Entwicklung des Energieverbrauchs überprüfen zu können, ist ein Energiecontrolling zwingend erforderlich. Unter Energiecontrolling werden das Messbarmachen und das Messen von Energieverbräuchen sowie das Bewerten der Ergebnisse und die nötigen Optimierungen verstanden.</p> <p>Oberste Priorität beim Energiecontrolling hat die Datensicherheit und Datenqualität. Aufgrund der gestellten Anforderungen an Datensicherheit und Aktualität sowie nicht zuletzt der großen Datenmengen, die über viele Jahre erfasst werden, stoßen die bisher meist verwendete Excel-Listen teilweise an ihre Grenzen. Die gestellten Anforderungen an die Datenerfassung lassen sich bestmöglich durch eine Energiecontrolling-Software in Verbindung mit einer webbasierten Datenbank realisieren. Auf eine webbasierte Datenbank kann mit den entsprechenden Zugangsdaten von jedem beliebigen Ort aus zugegriffen werden. So ist z. B. auch der Einsatz von Tablets und Smartphones ohne weiteres möglich und eine Installation und Wartung auf speziellen Rechnern nicht notwendig. Ein weiterer Vorteil ist, dass gleichzeitig mehrere Benutzer auf eine Datenbank zugreifen können und die Verwaltung von großen Datenmengen problemlos möglich ist.</p> <p>Grundlage eines Energiecontrollings stellt die Datenerhebung dar. Diese erfolgt durch das regelmäßige Ablesen bereits vorhandener Verbrauchszähler. Bei kommunalen Liegenschaften erfolgt die Datenerhebung gebäudescharf, bei privaten Haushalten ist dies aufgrund des hohen Aufwandes nicht zu realisieren, hier erfolgt die Datenerhebung über Hochrechnungen. Die Datenerhebung der kommunalen Gebäude erfolgt über die Gebäudeverantwortlichen durch monatliches oder jährliches Ablesen der Zähler für Strom und Wärme (evtl. Wasser). Anschließend werden die Zählerstände direkt in die Datenbank eingetragen (Tablets, Smartphones) oder dem Verantwortlichen in der Verwaltung übermittelt.</p> <p>Die Ernennung von zuständigen Personen ist entscheidend für eine erfolgreiche und qualitativ hochwertige Durchführung des Energiecontrollings. Die Gesamtverantwortung sollte bei einem Mitarbeiter in der Verwaltung liegen sowie bei Gebäudeverantwortlichen für die kommunalen Liegenschaften. Zusätzlich stellt sich ggf. die Einbindung eines externen Experten zur Einführung und Umsetzung des Energiecontrollings als sinnvoll dar.</p>		

Um eine spätere Bewertung der erhobenen Daten zu ermöglichen, ist es erforderlich, Bezugsgrößen festzulegen. Die so ermittelten Kennwerte, z. B. Heizenergieverbrauch pro Quadratmeter und Jahr oder Stromverbrauch pro Einwohner und Jahr, müssen nach den jeweiligen Anforderungen ausgewählt werden. Das Bewerten der Ergebnisse erfolgt anhand der Entwicklung der gebildeten Kennwerte und wird durch den Gesamtverantwortlichen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren durchgeführt. Um diese Arbeit zu erleichtern, ist eine Software zu bevorzugen, die direkt Statistiken und Grafiken erzeugen kann. Außerdem lassen sich über eine derartige Software jedes Jahr automatisiert Berichte erzeugen, die über die umgesetzten Maßnahmen, die Entwicklung des Energieverbrauchs sowie die CO₂-Emissionen Aufschluss geben. Diese Berichte können zur Entwicklung von weiteren Maßnahmen dienen und sollten zur allgemeinen Information und zur Steigerung des Bewusstseins der Bürgerinnen und Bürger öffentlichkeitswirksam präsentiert werden. In der Bestandsanalyse des kommunalen Wärmeplans wurden bereits verschiedene relevante Verbrauchsdaten erfasst, welche in die Energiecontrolling-Software eingetragen werden können und somit als Basisdaten dienen. Zudem sind genaue Daten über Verbrauch, Anlagen und Sanierungszustand der kommunalen Gebäude notwendig. Über die ersten drei Jahre des Messzeitraums wird dann ein Mittelwert gebildet, welcher die Startbilanz und Referenzwert abbildet, mit dem die zukünftigen Entwicklungen verglichen werden.

Akteure:

Marktverwaltung, Gebäudeverantwortliche

Kosten:

- Kosten für die Energiemanagementsoftware inklusive Datenbank und deren Wartung
- Zeitaufwand für die Marktverwaltung und die Anlagenverantwortlichen
- Ggf. müssen noch Verbrauchszähler für eine detaillierte Erfassung nachgerüstet werden

Ablauf:

1. Beschluss zu Energiecontrolling durch die Marktgemeinde
2. Festlegen einer Energiecontrolling-Software
3. Festlegen der Zuständigkeiten
4. Schaffen einer Datenbasis: Eintragung aller kommunalen Verbrauchsposten
5. Eintragen der Verbrauchsdaten entsprechend dem Ableseintervall
6. Bewertung und Optimierung der umgesetzten Maßnahmen
7. Jährliche Berichterstattung über die aktuelle Entwicklung
8. Entwicklung und Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen

Wirksamkeit:

- Ständig aktueller Stand über die Umsetzung der Energiewende im Markt
- Konsequente Erhebung und Prüfung der kommunalen Energieverbräuche an einer zentralen Stelle
- Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit
- Frühzeitige Erkennung von Fehlerfällen direkte mögliche Behebung dieser

Herausforderungen:

- Ablesung durch die Anlagenverantwortlichen

- Investitionskosten, da durch das Energiecontrolling keine direkten Einsparungen erzielt werden
- Zusätzlicher Zeitaufwand für die Verantwortlichen in der Verwaltung

6.12 Maßnahme 12

Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen, Unterstützung beim Aufbau von Energiegenossenschaften	Prien a. Chiemsee	 Öffentlichkeit
Zielsetzung:		
<ul style="list-style-type: none"> – Finanzierungslösung – Ausbau der erneuerbaren Energien – Regionale Wertschöpfung – Identifikation und Akzeptanz mit Baumaßnahmen – Kapitalanlage 		
Beschreibung:		
<p>Zum Ausbau der Anlagen erneuerbarer Energien können neben der Finanzierung über private Einzelinvestoren, Firmen oder Kommunen auch Gesellschaften gegründet werden, an denen sich die Bürger vor Ort finanziell beteiligen können. Dadurch werden zusätzliche Finanzmittel zum Ausbau der Erneuerbaren akquiriert sowie Kosten, Risiken und Gewinne verteilt. Entscheidend sind hierbei eine strukturierte Planung und die Wahl der passenden Rechtsform.</p> <p>Im Idealfall sollten hierbei die ggf. vorhandenen und gewachsenen Strukturen in der Kommune mit einbezogen werden. Dies dient nicht nur der finanziellen Unterstützung, sondern auch der ideellen Förderung sowie des Austauschs von Erfahrungen und Know-how zwischen den beteiligten Akteuren der Gesellschaft. Eine erhöhte bürgerliche Beteiligung an den bestehenden Genossenschaften oder die Errichtung von neuen Genossenschaften bewirkt eine höhere Effektivität und Geschwindigkeit der Energiewende in der Kommune.</p>		
Akteure:		
Bestehende regionale Bürgerenergiegenossenschaften (z.B. egis eG, Bürgerenergie Chiemgau eG), Vereine, Bürger, Bürgerinitiativen, Planungsbüro, Banken, Marktverwaltung		
Kosten:		
Abhängig von der gewählten Rechtsform		
Ablauf:		
<p>Schritt 1: Akteursanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> – Welche Akteure sind an einer Mitwirkung interessiert? – Welche funktionale Rolle nehmen die jeweiligen Akteure ein? (Geldgeber, kaufmännische Verwaltung, Einbringung juristischen Know-hows etc.) – Welche Unterstützung/Funktionen fehlen noch? – Wer könnte dafür ins Boot geholt werden? – Was sind Ziele und Motive der Akteure? (Energiewende, Rendite, Kundenbindung, langfristige Preisgarantie, regionale Identität, ...) <p>Schritt 2: Projektdimension: Einzelanlage, Anlagenpark, zukünftige Erweiterung</p> <p>Schritt 3: Ausgestaltung des Projekts:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Investoren: Bürger der Region, finanzkräftige auswärtige Partner, ... – Mitbestimmung: umfassendes Mitspracherecht für Anleger? 		

- Einlagehöhe: Festlegung einer Mindestbeteiligung (geringerer Verwaltungsaufwand) oder Kleinbeteiligungen (breite Beteiligung)

Schritt 4: Wahl der Rechtsform

Anhand der in den vorgestellten Schritten festgestellten Sachverhalte kann nun die geeignete Rechtsform gewählt werden:

- eingetragene Genossenschaft (eG)
 - Haftung nur in Höhe der jeweiligen Einlage
 - Finanzierung verschiedener Projekte und Anlagen unter einem Dach
 - Risikoverteilung auf alle Anleger
 - jeder Genosse hat gleiches Stimmrecht
- GmbH & Co.KG
 - begrenztes Haftungsrisiko für Kommanditisten
 - für jede neue Anlage wird unterhalb der GmbH eine neue Co.KG gegründet. Daraus resultiert eine direkte Identifikation der Anleger mit der Anlage und ein hohes Maß an Transparenz
 - Vorsicht: höhere Fixkosten (wegen hohem Verwaltungsaufwand) und kein Risikoausgleich mit anderen Anlagen möglich
- Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR)
 - hohes Haftungsrisiko, weil jeder Gesellschafter einer persönlichen Haftungspflicht unterliegt
 - Vorteil: geringe Gründungsanforderungen; ideal für kleine Projekte mit einem überschaubaren Risiko
- weitere Formen: AG, KG, Stiftung, Stille Beteiligung, ...

Schritt 5: Öffentlichkeitsarbeit zur Akquise von Beteiligungen

Wirksamkeit:

- Akzeptanz von erneuerbaren Energiemaßnahmen steigt
- Geld bleibt in der Region
- "Energie aus der Region - für die Region"
- Steuereinnahmen für die Kommunen werden generiert

Herausforderungen:

- hoher Anspruch an Fachwissen (wirtschaftlich, rechtlich, technisch, ...)
- Vorschriften der Finanzaufsicht
- Regelungen der Haftung / Prospekthaftung

6.13 Maßnahme 13

<p style="text-align: center;">Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung</p>	<p style="text-align: center;">Prien a. Chiemsee</p>	 <p style="text-align: center;">Öffentlichkeit</p>
<p>Fortschreibung der KWP alle 5 Jahre als Monitoring-Maßnahme</p>		
<p>Beschreibung:</p>		
<p>Die regelmäßige (alle 5 Jahre) Fortschreibung der KWP wurde im Wärmeplanungsgesetz §25 festgelegt. Im Zuge der Fortschreibung soll für die Marktgemeinde die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden. In der KWP werden Ziele für die Stützjahre definiert. Bei der Fortschreibung muss kontrolliert werden, ob die Ziele erreicht wurden. Ein frühzeitiger Abschluss der Zielszenarien ist erstrebenswert. Wurden die Zielszenarien nicht erreicht, müssen etwaige Fehlentwicklungen in der Wärmeversorgung identifiziert werden, damit diese Hürden in den darauffolgenden Jahren behoben werden können. Auf diese Weise stellt die Fortschreibung der KWP eine Controlling-Strategie dar.</p>		
<p>Akteure:</p>		
<p>Markt Prien a. Chiemsee, Klimaschutzmanager, ggf. Ingenieurbüros</p>		
<p>Kosten:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Personalkosten - Ggf. Kosten für Ingenieurbüros 		
<p>Wirksamkeit:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit - Möglichkeit zur Anpassung der Wärmewendestrategie für mehr Effizienz und Geschwindigkeit in der Wärmewende 		
<p>Herausforderungen:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Personeller Aufwand - Ggf. Kosten 		

11. Anlagen

Anlage 1: Energieträger der Heizungen

Anlage 2: Verteilung der Heizungsart

Anlage 3: Verteilung Baualtersklassen (Wohnbau)

Anlage 4: Sanierungspotenzial (Wohnbau)

Anlage 5: Sektorverteilung der Gebäude

Anlage 6: Wärmedichtenkarte

Anlage 7: Wärmelinienrichte bei 70 % Anschlussquote