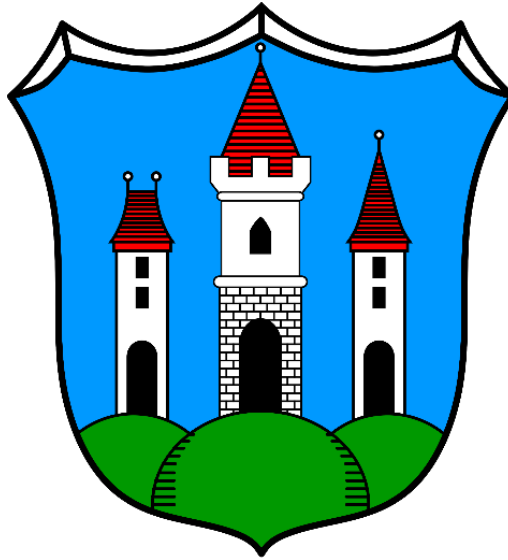


Kommunale Wärmeplanung der Stadt Trostberg



ing KESS GMBH

Bahnhofstraße 4
83209 Prien a. Chiemsee
DEUTSCHLAND

Tel.: +49 8051 68 65-0
Fax: +49 8051 68 65-22
E-Mail: info@ing-Kess.de
www.ing-Kess.de

Stand: 07.10.2025
Bearbeiter: Philipp Klapfenberger B. Eng.
Geprüft: Nicole Piegsa B. Eng.
Nina Schaaf M. Sc.

Inhaltsverzeichnis

1	Kommunale Wärmeplanung.....	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.2	Vorhabensträger	5
1.3	Geographische Lage.....	6
2	Kommunale Wärmeplanung.....	7
2.1	Aufgabenstellung der kommunalen Wärmeplanung	7
2.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen	7
2.3	Vorgehen.....	8
3	Eignungsprüfung	10
3.1	Bauliche Struktur des Untersuchungsgebietes	10
4	Bestandsanalyse	11
4.1	Datengrundlage.....	11
4.2	Wärmekataster der Stadt Trostberg.....	11
4.3	Gasverbrauchsdaten Netzbetreiber Energienetze Bayern (ESB)	12
4.4	Energieträger im Bestand	12
4.5	Gebäude- und Siedlungsstruktur	13
4.6	Wärmenetz im Bestand.....	14
4.7	Leistungs- und Wärmebedarf.....	15
5	Potenzialanalyse (erneuerbare Energien).....	18
5.1	Biomasse	18
5.1.1	Allgemeines	18
5.1.2	Potenzial aus Biomasse der Stadt Trostberg	18
5.2	Umweltwärme	19
5.2.1	Flusswasser (Alz bzw. Alzkanal)	20
5.3	Geothermie	23
5.3.1	Oberflächennahe Geothermie	23

5.3.2	Mitteltiefe Geothermie	31
5.3.3	Tiefe Geothermie	32
5.4	Wasserstoff / Biomethan	34
5.5	Abwärme	34
5.5.1	Abwasser	34
5.5.2	Industrielle Abwärme	35
5.6	Strom.....	36
5.6.1	Freiflächen PV-Anlagen.....	36
5.6.2	Windkraft.....	36
5.6.3	Wasserkraft.....	36
5.7	Zusammenfassung Potenzialanalyse (erneuerbare Energien)	36
6	Potenzialanalyse (Energieeinsparung)	37
6.1	Industrie	37
6.2	Wohnen	37
6.2.1	Sanierung	37
7	Zielszenarien und Entwicklungspfad.....	38
7.1	Status Quo	38
7.2	Sanierung	38
7.3	Ausbau Fernwärme	39
7.4	Zielpfad gesamt.....	39
7.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	40
7.5.1	Wärmeverkauf leitungsgebundene Wärmeversorgung	40
7.5.2	Kostenvergleich Einfamilienhaus (Vollkostenrechnung) - qualitativ	40
8	Strategie- und Maßnahmenkatalog	42
8.1	M1 Sanierungsgebiet Altstadt	42
8.2	M2 Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung	43
8.2.1	Energieberatung	43
8.3	M3 Geothermie	44
8.3.1	Netzausbau.....	44

8.3.2	Weiteres Vorgehen	44
8.4	M4 Abwärmenutzung Alzchem	45
8.4.1	Weiteres Vorgehen	45
8.5	M5 Industrie	46
8.5.1	Kommunikation	46
9	Akteursbeteiligung	47
10	Verstetigungsstrategie	49
11	Controlling und Monitoring	50
12	Kommunikationsstrategie	53
	Abbildungsverzeichnis	55
	Tabellenverzeichnis	57
	Anlagenverzeichnis	58

1 Kommunale Wärmeplanung

1.1 Aufgabenstellung

Aufgabenstellung der vorliegenden kommunale Wärmeplanung ist die Untersuchung der Wärmeversorgung der Stadt Trostberg auf Basis regenerativer Energieträger und die Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung. Dabei wurden folgende Punkte besonders betrachtet:

- Eignungsprüfung des gesamten Untersuchungsgebiets
- Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
- Potenzialanalyse möglicher Einsparpotenziale und lokale erneuerbare Energieträger
- Zielszenario und Entwicklungspfade zum Erreichen der Treibhausgas-Minderungsziele
- Strategie- und Maßnahmenkatalog hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung

1.2 Vorhabensträger

Der Vorhabensträger für die oben beschriebene kommunale Wärmeplanung ist die

Stadt Trostberg

Hauptstraße 24

83308 Trostberg

vertreten durch Bürgermeister Herr Karl Schleid.

Für die Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurde das

Ingenieurbüro ing Kess GmbH

Bahnhofstraße 4

D-83209 Prien am Chiemsee

vertreten durch die Geschäftsführer Thomas Gmeindl und Christian Bichler, beauftragt.

1.3 Geographische Lage

Die Stadt Trostberg liegt, wie in Abbildung 1 markiert, etwa 10 km nördlich des Chiemsees im oberbayerischen Landkreis Traunstein. Die Stadt zählt aktuell 11.269 Einwohner bei einer Fläche von 51,4 km².

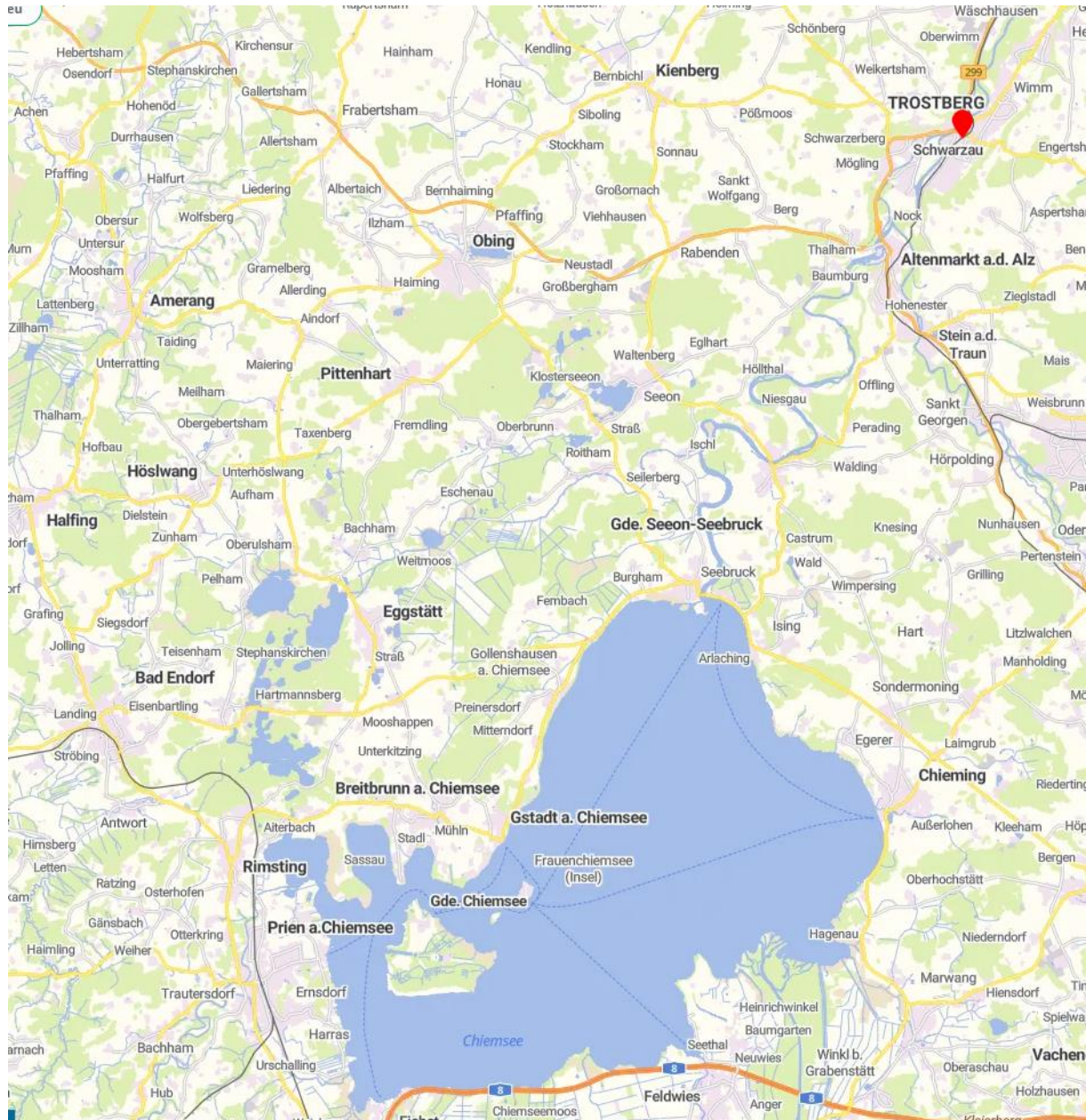


Abbildung 1: Lageplan Gemeinde Trostberg [Bayernatlas]

2 Kommunale Wärmeplanung

2.1 Aufgabenstellung der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein wichtiges Werkzeug für Städte und Gemeinden, um ihre Wärmeversorgung nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten. Dabei entwickeln die Kommunen eine langfristige Strategie, die auf ihre individuellen Gegebenheiten vor Ort eingeht. Ziel ist es, den Wärmebedarf zu analysieren und Maßnahmen zu planen, um diesen künftig mit erneuerbaren Energien und emissionsfreien Technologien zu decken. Durch diese Planung erhalten die Kommunen ein Planungsinstrument, um die Energiewende im Wärmebereich zügiger und effizienter voranzutreiben. Der Ansatz ist ganzheitlich und auf das Ziel der Klimaneutralität ausgerichtet, was den Verantwortlichen eine klare Orientierung für die nächsten Jahre bietet. Wichtig ist, dass ein Wärmeplan keine detaillierte, quartiersbezogene Planung für konkrete Wärmenetze ersetzt. Die gesetzlichen Vorgaben im Klimaschutzgesetz regeln, welche Inhalte und Befugnisse die Wärmeplanung haben. Die Pflicht der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung gilt für alle Gemeinden.

2.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Mit dem im Dezember 2023 verabschiedeten Gesetz zur Wärmeplanung und Dekarbonisierung von Wärmenetzen (WPG) hat die deutsche Bundesregierung eine gesetzliche Grundlage geschaffen, um alle Kommunen bundesweit zur verbindlichen Wärmeplanung zu verpflichten. Zusätzlich soll auch die leitungsgebundene Wärmeversorgung ausgebaut, sowie die Beheizungsstruktur im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung umgestellt werden, um die festgelegten Klimaschutzziele des Bundesklimaschutzgesetzes (BKG) zu erreichen. Das WPG verpflichtet Kommunen mit über 100.000 Einwohner bis Mitte 2026 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen, bis 2028 müssen dann auch kleine Kommunen mit einer Einwohnerzahl unter 100.000 eine entsprechende Wärmeplanung vorweisen. Finanzielle Unterstützung kommt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Umwelt. In der entsprechenden Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld ist eine Förderung bis 90 % möglich, sofern der Förderantrag bis 31.12.2023 eingereicht wurde. Die Förderung wurde aufgrund der von der Regierung beschlossenen Haushaltssperre im Zuge eines Urteils vom Bundesverfassungsgericht ausgesetzt. Inzwischen wird die kommunale Wärmeplanung über das Konnexitätsprinzip gefördert. In §13 Abschnitt 4 des WPG sind die wesentlichen Bestandteile der kommunalen Wärmeplanung erklärt. Diese gliedern sich in eine Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse sowie ein mögliches Zielszenario zum Pfad der Treibhausgasneutralität und sind im Folgenden näher beschrieben.

Eignungsprüfung

Bei der Eignungsprüfung wird das Betrachtungsgebiet in einzelne Teilgebiete aufgeteilt, welche im nächsten Schritt auf ihre Eignung zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung überprüft werden. Sofern für ein Teilgebiet Ausschlusskriterien identifiziert werden, sollte dieses zunächst nicht näher betrachtet werden. Mögliche Ausschlusskriterien sind beispielsweise eine zu geringe flächenbezogene Wärmebelegungsichte aufgrund der gegebenen Siedlungsstrukturen oder das Fehlen von Wärme- bzw. Gasnetzinfrastrukturen.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse soll den aktuellen Stand der Wärmeerzeugung im betrachteten Gebiet erfassen. Hierzu werden unterschiedliche Daten wie Bebauungspläne, Informationen von Kaminkehrer-Unternehmen, Daten aus geographischen Informationssystemen (GIS) und Gebäudeinformationen wie Nutzungsart, Energienutzungsfläche und Baualtersklasse zusammengetragen. Die Bestandsanalyse kann sowohl grafisch als auch in Textform dargestellt werden.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wird untersucht, welche regenerativen Energiequellen oder unvermeidbare Abwärme bereits im beplanten Gebiet zur Wärmeversorgung verfügbar sind und die Möglichkeit einer zentralen Wärmespeicherung analysiert. Des Weiteren wird geprüft, inwieweit das Potenzial zur durch Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden durch Sanierung oder durch Optimierung bestehender industrieller oder gewerblicher Prozesse besteht.

Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios

Neben der Verpflichtung der Kommunen bis 2045 die Treibhausgasneutralität zu erreichen, obliegt es diesen auch, einen konkreten Fahrplan mit Maßnahmen zu entwickeln, wie dieses Zielszenario der Treibhausgasneutralität erreicht werden soll. Relevante Informationen für diesen Fahrplan sind zum einen die Entwicklungen der Emissionen von Treibhausgasen in der jeweiligen Gemeinde, sowie Daten zu den örtlichen Energieverbräuchen aufgeteilt nach Energieträger und Energiesektoren. Zusätzlich soll aufgezeigt werden, inwieweit der Ausbau einer leitungsgebundenen Wärme- bzw. Gasversorgung mit regenerativen Gasen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen kann [Wärmeplanungsgesetz].

2.3 Vorgehen

Die Entwicklung eines nachhaltigen Wärmeversorgungskonzepts auf kommunaler Ebene gliedert sich in vier zentrale Schritte: Bestandsaufnahme, Einschätzung der verfügbaren Potenziale, Erstellung eines Zukunftsszenarios sowie die Festlegung von Maßnahmen und Strategien. Zunächst erfolgt eine umfassende Bestandsaufnahme, bei der Daten zu Gebäuden, Siedlungsstrukturen und der bestehenden Energieinfrastruktur gesammelt und ausgewertet werden. Hierbei werden Informationen aus digitalen Katasterdaten genutzt, um die Nutzung und Größe der Gebäude sowie die Lage der Flurstücke und Straßen zu erfassen. Zudem wird der aktuelle Wärmeverbrauch sowie die daraus resultierenden Emissionen ermittelt. Weiterhin werden Details zur Energieversorgung, wie Gas- und Wärmenetze, sowie die dezentrale Wärmeproduktion in Gebäuden analysiert. Für diese Analyse werden unter anderem Daten vom Schornsteinfeger, Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger und lokale Bebauungspläne herangezogen. Ergänzend fließen Informationen zu denkmalgeschützten Gebäuden und kommunalen Bauprojekten ein.

Im nächsten Schritt wird das Potenzial für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien berechnet. Dabei werden Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs in Haushalten, Gewerbe, Industrie und öffentlichen Einrichtungen geprüft. Ebenso werden die verfügbaren Ressourcen an erneuerbaren Energien und Abwärme bewertet. Das zukünftige Versorgungsszenario, auch „Zielbild“ genannt, beschreibt eine Vision, wie die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 klimafreundlich gestaltet werden kann. Dabei werden Gebiete identifiziert, die sich für den Ausbau von Wärmenetzen oder

dezentrale Versorgung eignen. Für das Jahr 2030 werden Zwischenziele festgelegt, um den Fortschritt zu messen.

Auf Basis dieser Analysen werden Strategien und konkrete Maßnahmen entwickelt, um die identifizierten Potenziale zu nutzen und den Wärmebedarf klimafreundlich zu decken. Dabei werden sowohl großräumige Maßnahmen als auch lokale Projekte berücksichtigt. Besonders wichtig ist die Auswahl und Priorisierung von fünf Maßnahmen, die innerhalb der nächsten fünf Jahre umgesetzt werden sollen, um die Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren. Ziel ist es, einen Fahrplan zu erstellen, der die Stadt bei der Umstellung auf eine nachhaltige Wärmeversorgung unterstützt. Die Ergebnisse dienen der Verwaltung und dem Gemeinderat als Grundlage für weitere Planungen im Bereich Stadtentwicklung und Energie. Während des gesamten Prozesses wird darauf geachtet, andere städtische Vorhaben, wie Bauleitplanung oder regionale Entwicklungsprojekte, einzubeziehen.

3 Eignungsprüfung

3.1 Bauliche Struktur des Untersuchungsgebietes

Die Eignungsprüfung untersucht das gesamte Betrachtungsgebiet auf Teilgebiete, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Hierbei wird vor allem die Informationen zur Siedlungsstruktur berücksichtigt. Zudem werden Informationen zu Energieinfrastrukturen und Bedarfsabschätzungen berücksichtigt.

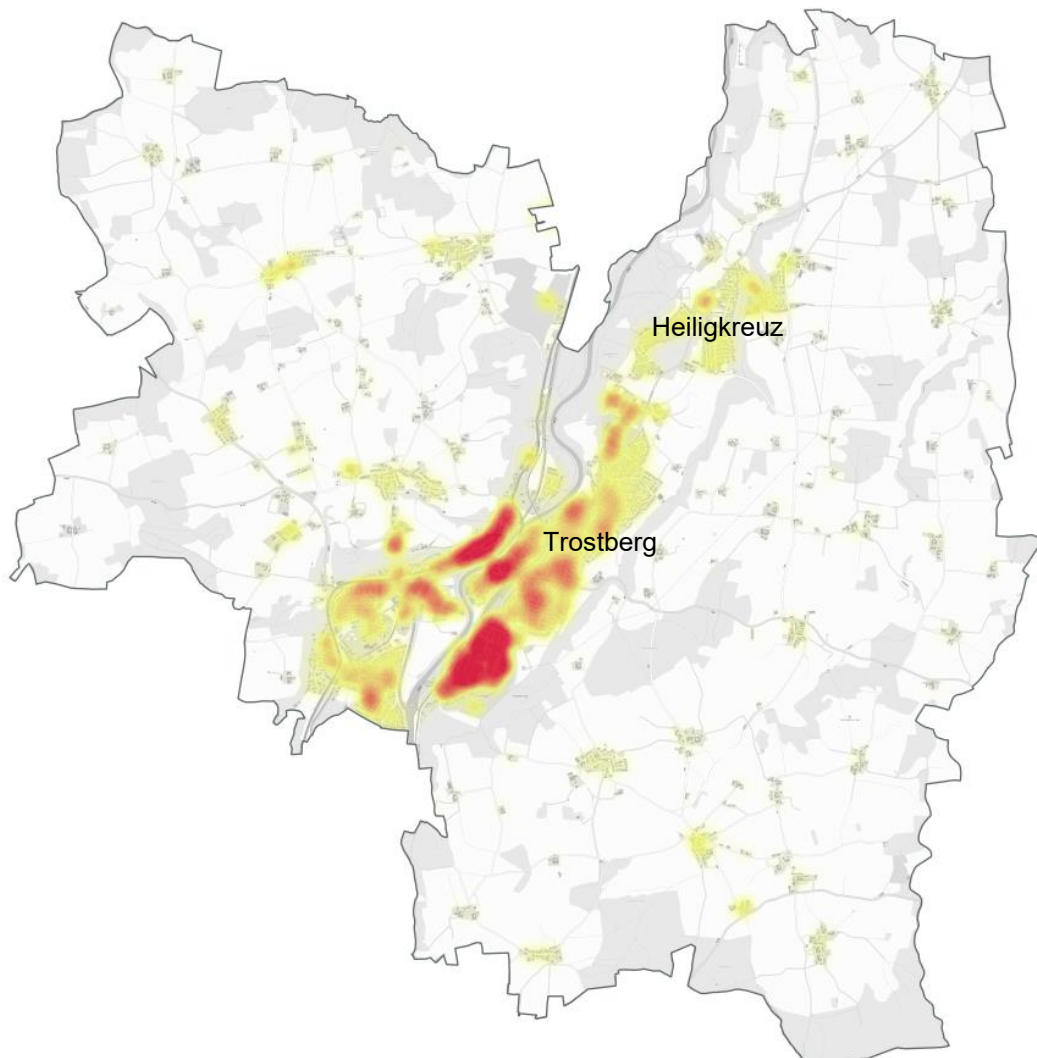


Abbildung 2: Untersuchungsgebiet kommunale Wärmeplanung Stadt Trostberg [Kurzgutachten ENIANO]

Das Stadtgebiet lässt sich im Wesentlichen in das Gebiet der Stadt Trostberg und Heiligkreuz sowie weitere 93 Ortsteile unterteilen. Aufgrund der Siedlungsstrukturen und der geringen Wärmebelegungsdichten sind lediglich Trostberg und Heiligkreuz als Eignungsgebiete näher zu betrachten. Für die beiden Gebiete ist dadurch eine vollständige Wärmeplanung erforderlich. Alle anderen Gebiete werden nicht näher als Eignungsgebiete für Wärme- bzw. Wasserstoffnetze untersucht.

4 Bestandsanalyse

4.1 Datengrundlage

Zur Ermittlung von Wärme- und Leistungsbedarf wurden die Daten aus dem bestehenden Wärmekataster ausgewertet und auf Plausibilität geprüft. Die Daten wurden mit den aktuellen Gasverbrauchsdaten abgeglichen und aktualisiert. Auch die Daten aus bereits bestehenden Anlagen und Konzepten, wie dem Transformationsplan des bestehenden Wärmeverbunds des Schulcampus wurden berücksichtigt. Desweiteren wurden Gebäude, die bisher nicht im GIS enthalten waren bzw. die keinen Wärmebedarf im Wärmekataster aufweisen, erfasst und mittels Informationen zu Baualtersklasse, Gebäudeart und Energienutzungsfläche der Wärmebedarf ermittelt. Als weitere Datengrundlage zur Ermittlung der aktuellen Beheizungsstruktur im Gemeindegebiet wurden, die Zensusdaten von 2022 herangezogen. Die Ergebnisse der SOBOS Studie vom Regionalwerk Chiemgau Rupertiwinkel wurden im Bereich der Potenzialanalyse ebenfalls mit einbezogen.

4.2 Wärmekataster der Stadt Trostberg

Der Wärmebedarf für die einzelnen Gebäude wurde zunächst auf Basis der Daten aus dem Wärmekataster ermittelt. Hierbei wurden unter anderem Informationen zu Gebäudegröße, Gebäudetyp, Baualtersklasse, Nutzungsart, spezifische Heizlast und Sanierungsgrad der Nutzenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser berücksichtigt. Zudem wurden alle nicht-beheizten Gebäude, wie beispielsweise Trafohäuschen oder Garagen rausgefiltert.



Abbildung 3: Ausschnitt Wärmekataster Trostberg [QGIS; eigene Darstellung]

4.3 Gasverbrauchsdaten Netzbetreiber Energienetze Bayern (ESB)

Nach Informationen des Gasnetzbetreibers Energienetze Bayern sind in Trostberg derzeit 1.048 Entnahmestellen an das bestehende Gasnetz angeschlossen. Diese teilen sich in Großverbraucher (4), Gewerbe, öffentliche Liegenschaften, große Wohnkomplexe (18) und private Haushalte (1.026) bei einem jährlichen Gesamtgasverbrauch von 336 GWh gemittelt über die letzten drei Jahre auf. Abbildung 4 zeigt, die Verteilung der Entnahmestellen im Stadtgebiet Trostberg. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich das Gasnetz über die gesamte Stadt mit einer Gesamtlänge von über 35 km erstreckt.

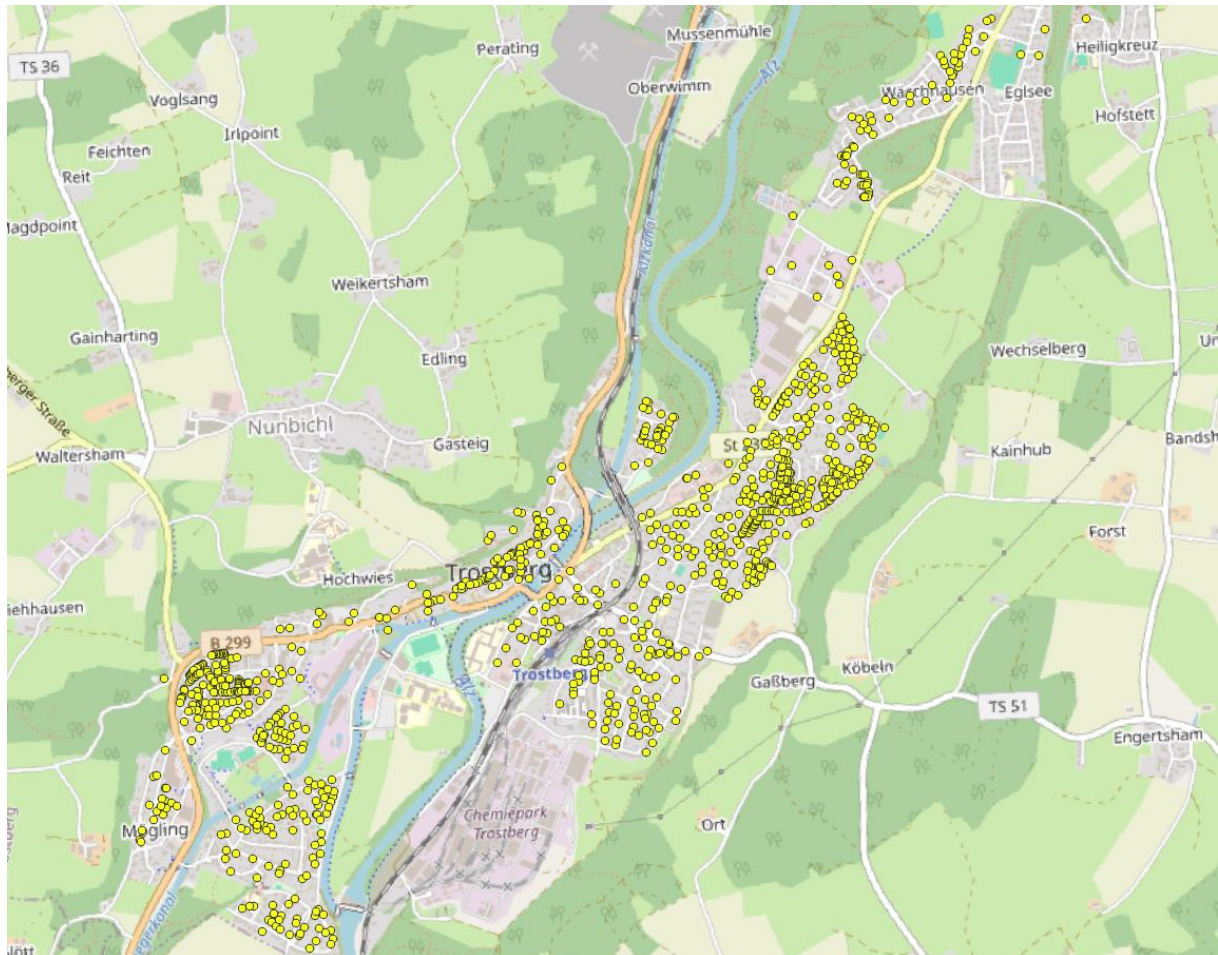


Abbildung 4: Anschlussnehmer Gasnetz im Stadtgebiet Trostberg [Planauskunft Energienetze Bayern; eigene Darstellung]

4.4 Energieträger im Bestand

Für die Erfassung der im Bestand zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger wurden neben der Gasverbrauchsdaten auch die Ergebnisse des Zensus von 2022 herangezogen. Unter Berücksichtigung der genannten Datenquellen ergibt sich nachfolgende Aufteilung. Die Grafik bezieht sich allerdings nur auf die Anzahl der eingesetzten Wärmeerzeuger nicht aber auf die tatsächliche Wärmemenge, die durch die Energieträger bereitgestellt wird.

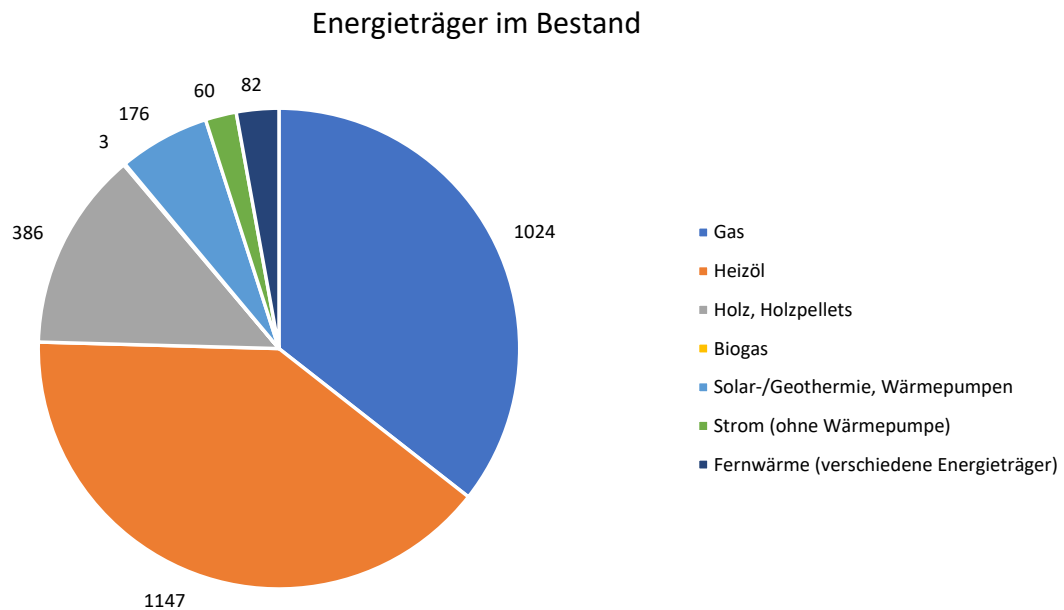


Abbildung 5: Anzahl der Energieträger im Bestand

4.5 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Das Stadtgebiet teilt sich im Wesentlichen in die Bereiche Wohnen und Gewerbe bzw. Industrie. Im Süden der Stadt liegt das Industriegebiet der Fa. AlzChem und BASF. Weiter westlich befindet sich der Standort der Fa. Rieger. Nördlich der Stadt ist das Gewerbegebiet mit dem EDEKA-Zentrallager. Nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Baualtersstruktur des Stadtgebietes. Hierbei ist zu erkennen, dass der Großteil der Gebäude in den Jahren vor 1990 gebaut wurde. Im Westen liegt das Altstadtgebiet, das im Zuge der Wärmeplanung gesondert in Kapitel 8.1 betrachtet wird.

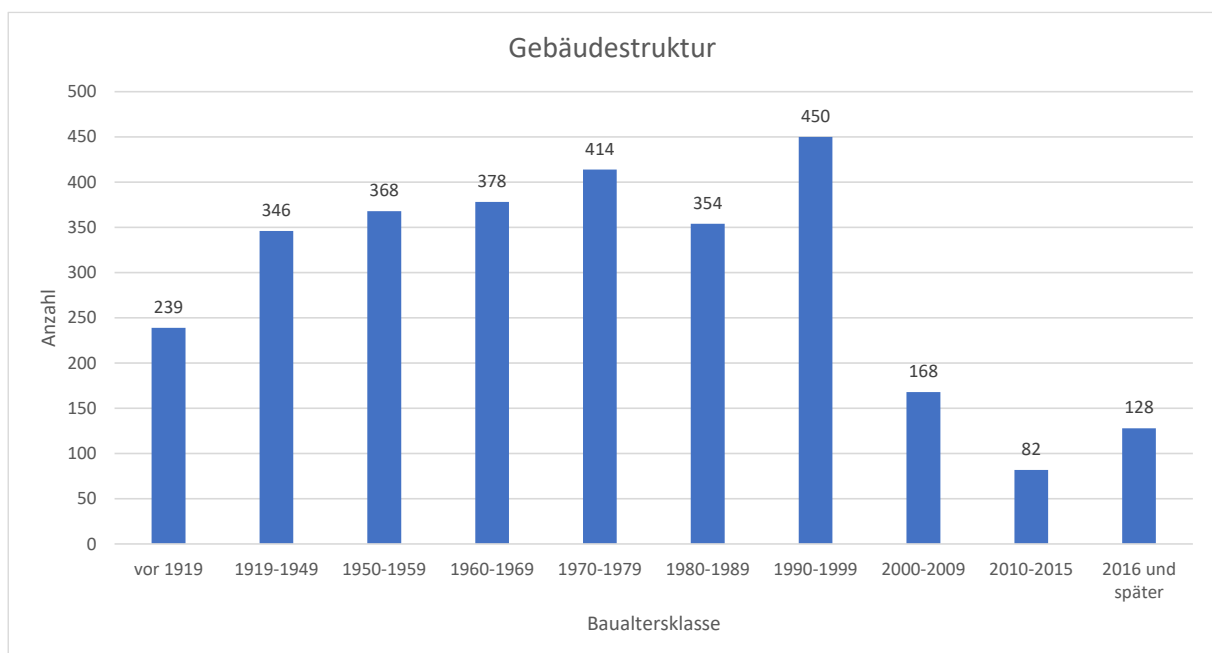


Abbildung 6: Gebäudestruktur nach Baualtersklassen

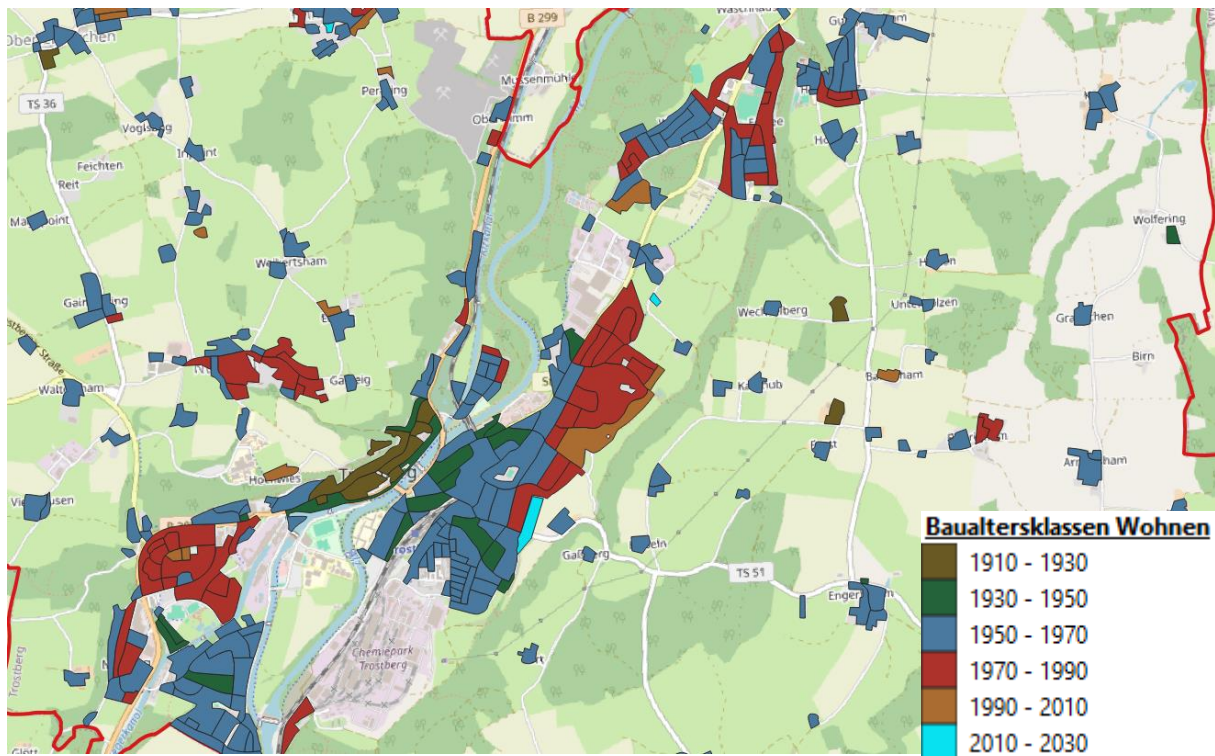


Abbildung 7: Baualtersklassen [RIWA GIS, eigene Darstellung]

4.6 Wärmenetz im Bestand

Die Stadtwerke Trostberg betreiben derzeit ein Wärmenetz im Wärmeverbund des Schulcampus Trostberg. Das Wärmenetz wird derzeit über Biogas-/Klärgas-BHKWs beheizt. Die Energiezentrale befindet sich am Standort der Alois-Böck-Turnhalle. Eine weitere Energiezentrale mit Erdgaskesseln im Schulkomplex der Grund- und Mittelschule dient zur Spitzenlastabdeckung. Derzeit sind nachfolgende Gebäude am Wärmenetz angeschlossen. Der Wärmebedarf des Wärmeverbunds liegt aktuell bei ca. 2,5 GWh/a bei einer Leistung von etwa 2,9 MW.

- Grund- und Mittelschule
- Realschule (Bestand) → möglicherweise Rückbau nach Sanierung des Gymnasiums
- Realschule (Neubau)
- Gymnasium (Sanierung)
- AB-Turnhalle
- Landkreisturnhalle
- Kindergarten

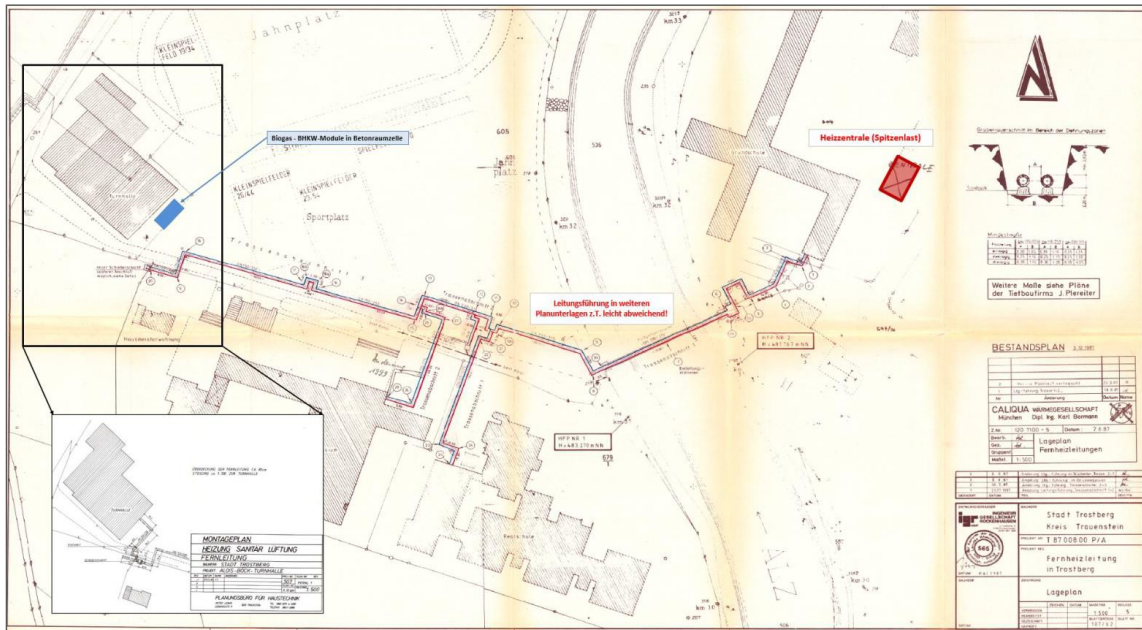


Abbildung 8: Bestandswärmenetz im Wärmeverbund Schulcampus Trostberg [Stadtwerke Trostberg]

Das Institut für Energietechnik IfE GmbH erarbeitet derzeit einen Transformationsplan (BEW) für das bestehende Wärmenetz. Hierbei wird unter anderem untersucht, wie der derzeitige Anteil fossiler Brennstoffe zukünftig durch regenerative Energieträger ersetzt werden kann. Die Ergebnisse sollen noch dieses Jahr vorgestellt werden. Derzeit liegen noch keine konkreten Ergebnisse vor.

4.7 Leistungs- und Wärmebedarf

Auf Basis der Daten aus dem Wärmekataster, GIS-Daten und Gasverbrauchsdaten wurde der Wärmebedarf der Stadt Trostberg inkl. aller gewerblichen und industriellen Gebäude (GHD) sowie kommunaler Liegenschaften ermittelt. Der jährliche Gesamtwärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser im gesamten Gebiet Trostberg liegt derzeit bei etwa 136 GWh.

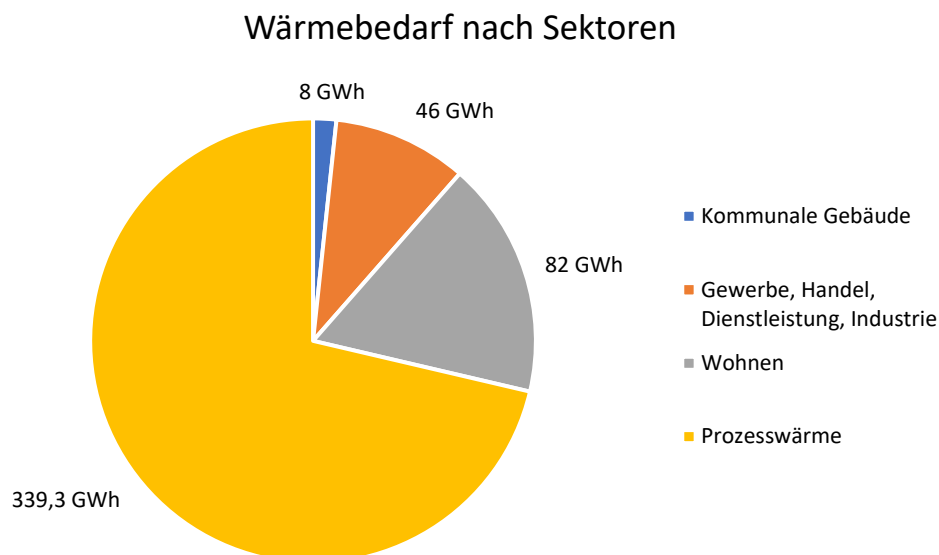


Abbildung 9: Jährlicher Wärmebedarf nach Sektoren

Für eine erste Abschätzung, welche Gebiete das höchste Potenzial für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung aufweisen, wurden einzelne Cluster gebildet (Abbildung 10). Diese wurden in Anhängigkeit von Gebietsstruktur, Gebäudeart und örtlichen Gegebenheiten eingeteilt. Für jedes Cluster wurde der Gesamtwärmebedarf ermittelt. Zusätzlich wurde gebietsweise die Netzlänge für eine mögliches Wärmenetz anhand der Straßenzüge abgeschätzt und die Wärmelinien-dichte im Megawattstunden je Trassenmeter Verteilung (MWh/Trm.) als Indikator für die Wärmenetz-zeignung berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

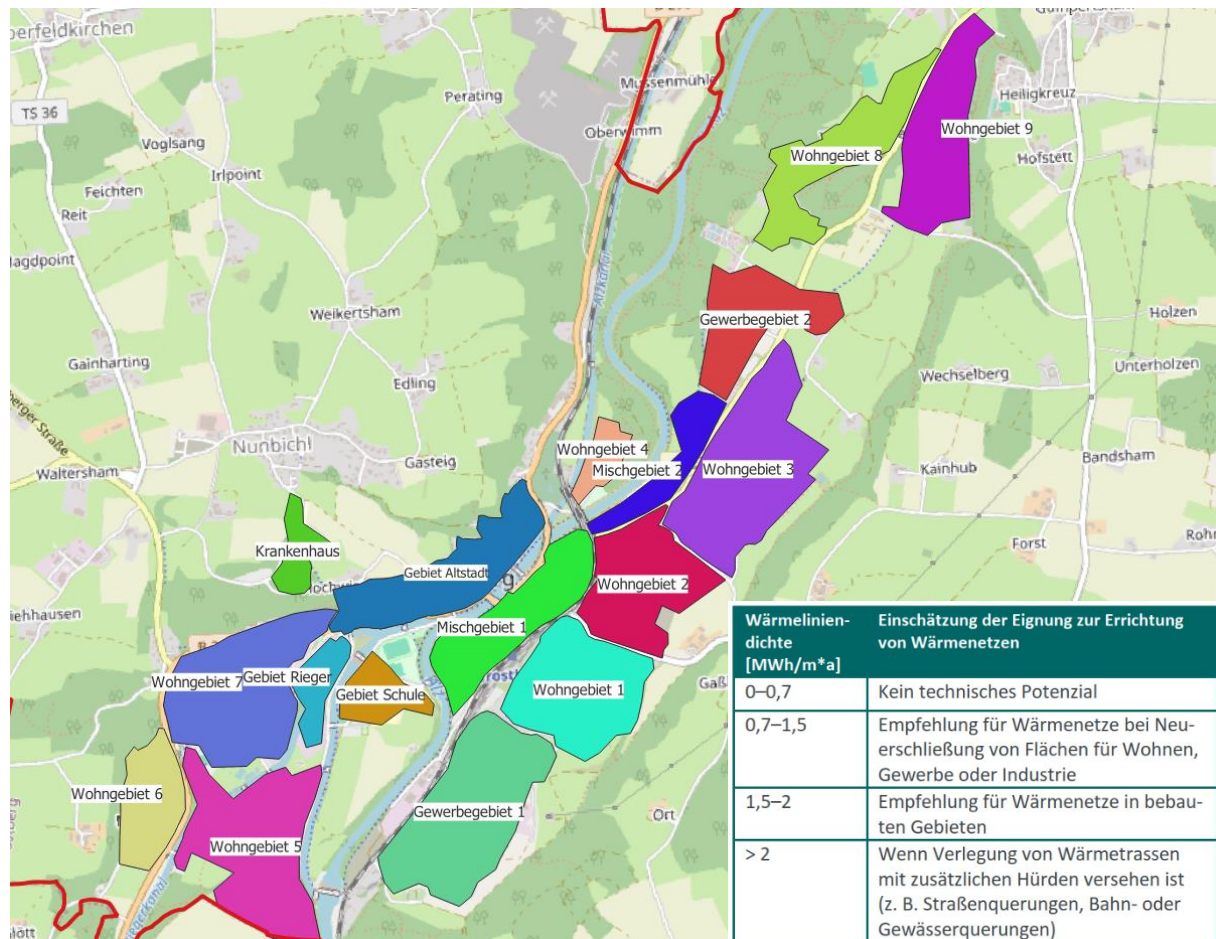


Abbildung 10: Clustereinteilung Stadt Trostberg [Tabelle Wärmelinien-dichte aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK]

Tabelle 1: Wärmebedarf nach Versorgungsgebieten

ID	Bezeichnung	Gesamtwärmebedarf [MWh]	Raumwärme [MWh]	Warmwasser [MWh]	Anzahl Gebäude	Wärmedichte [MWh/Trm.]
3	Mischgebiet 1	7761	7266	632	155	3,1
6	Mischgebiet 2	1658	1567	91	72	1,1
2	Wohngebiet 1	9560	8735	870	281	2,4
4	Wohngebiet 2	7029	6399	629	208	2,5

5	Wohngebiet 3	7684	7081	603	395	1,6
8	Gebiet Schule	2500	2250	250	18	3,7
9	Wohngebiet 4	1058	980	78	50	1,3
10	Wohngebiet 5	7537	6973	644	319	1,4
11	Wohngebiet 6	2450	2320	576	91	1,5
12	Wohngebiet 7	8272	7619	982	311	2,1
16	Wohngebiet 8	3618	3364	254	161	1,0
17	Wohngebiet 9	4061	3757	304	207	1,25
15	Sanierungsgebiet Altstadt	10405	9543	1235	251	2,9
7	Gewerbegebiet 2	2740	5014	351	51	1,7

Unter Berücksichtigung der Tabelle Wärmelinienindichte aus dem Leitfaden Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK ist festzustellen, dass einige Gebiete aufgrund der geringen Wärmebelegungsdichte nach der ersten Einschätzung nicht für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung infrage kommen. Die im Folgenden näher untersuchten Fokusgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung sind in Tabelle 1 grün hinterlegt.

5 Potenzialanalyse (erneuerbare Energien)

5.1 Biomasse

5.1.1 Allgemeines

Forstwirtschaftliches Potenzial

Vor der Potenzialermittlung zur Wärmeerzeugung mittels Biomasse in Form von Holz, soll zunächst auf das Thema „Nachhaltigkeit“ in Bezug auf Biomasse eingegangen werden.

Holz als temporärer CO₂-Speicher

Während des Wachstums wird Kohlenstoff aus der Umgebung im Holz gebunden. Wird das Holz verbrannt, wird das gebundene CO₂ wieder frei. Somit kann Holz als temporärer CO₂-Speicher betrachtet werden. Aus diesem Grund wäre es falsch Biomasse grundsätzlich als umweltfreundliche Energiequelle zu betrachten. Betrachtet man ausschließlich das bei der Verbrennung freiwerdende CO₂, so ergeben sich Emissionen, die weit über den Emissionen von Erdgas oder Heizöl liegen. Da es viele Jahre dauert bis das CO₂ durch neue Bäume im Rahmen von Aufforstungen gebunden wird, ist es langfristig nicht sinnvoll Waldbestände zur Wärmeerzeugung abzuholzen.

Nutzung von Biomasse

Neben dem Energiesektor werden auch im Bausektor erhebliche CO₂-Emissionen verursacht. Um diese zu verringern, muss auf nachwachsende Rohstoffe wie Holz zurückgegriffen werden. Aus diesem Grund ist es wichtig mit der nachhaltig verfügbaren Biomasse zu haushalten und diese nicht ausschließlich zur Wärmeerzeugung zu verwenden. Doch auch bei nachhaltig gewonnener Biomasse ist nicht alles für den Bausektor nutzbar. Dünne Zweige und Äste mit einem Durchmesser von unter 7 cm (mit Rinde) liegen unter der sogenannten Derbholz-Grenze und stellen somit einen für den Bausektor nicht mehr wirtschaftlich verwertbaren Anteil am Rohholz dar. Aufgrund wirtschaftlicher Aspekte und hohen Qualitätsansprüchen, wird das Holz häufig nicht mehr bis zur Derbholzgrenze aufgearbeitet. Das übrigbleibende Waldrestholz eignet sich dabei wiederum zur Wärmeerzeugung. Sonstige Ausschuss- und Nebenprodukte wie Rindenabzug, Ernteverluste und Sägereestholz sind ebenfalls nachhaltige Biomassequellen für die Energieerzeugung. Der Anteil an Sägenebenprodukten liegt bei Nadelholz (ohne Rinde) bei ca. 40 %. Diese Annahmen werden nachfolgend für die Einschätzung des Potenzials aus Biomasse hinzugezogen.

5.1.2 Potenzial aus Biomasse der Stadt Trostberg

Laut Regionalatlas Deutschland beträgt der Anteil der Fläche für Wald an der Gesamtfläche der Stadt Trostberg 22,3 % (vgl. Abbildung 11). Bei einer Gesamtfläche von 51,4 km² ergibt sich somit eine Waldfläche von 1.146 Hektar. Abschätzungen zufolge fällt pro Jahr ein Holzbrennstofftertrag in Höhe von 11,6 m³/ha, bestehend aus Waldrestholz, Durchforstungsholz sowie Sägenebenprodukten an. Aus diesem Bestand können somit ca. 13.296 m³ nachhaltige Biomasse jährlich generiert werden. Unter Annahme eines Hackgutgewichts von 0,25 Tonnen je m³ entspricht dies ca. 3.324 Tonnen nachhaltiger Biomasse. Bei einem Jahresnutzungsgrad von 0,85 ergibt sich ein Wärmepotenzial in Höhe von 8,9 GWh_{th}/a aus Biomasse. Das bedeutet, dass etwa 6,5 % des Wärmebedarfs (ohne Prozesswärme) der Stadt Trostberg regenerativ zur Verfügung stehen. Derzeit befinden sich ca. 386 Wärmeerzeuger (13 %

aller Heizungen im Bestand) mit Biomasse in Form von Holz, Hackgut oder Pellets im Betrieb [Zensus 2022]. Unter der Annahme, dass auch 13 % (ca. 11 GWh/a) der Wärmeerzeugung aus Biomasse erfolgt, ist die nachhaltig verfügbare Menge an Biomasse bereits „aufgebraucht“.

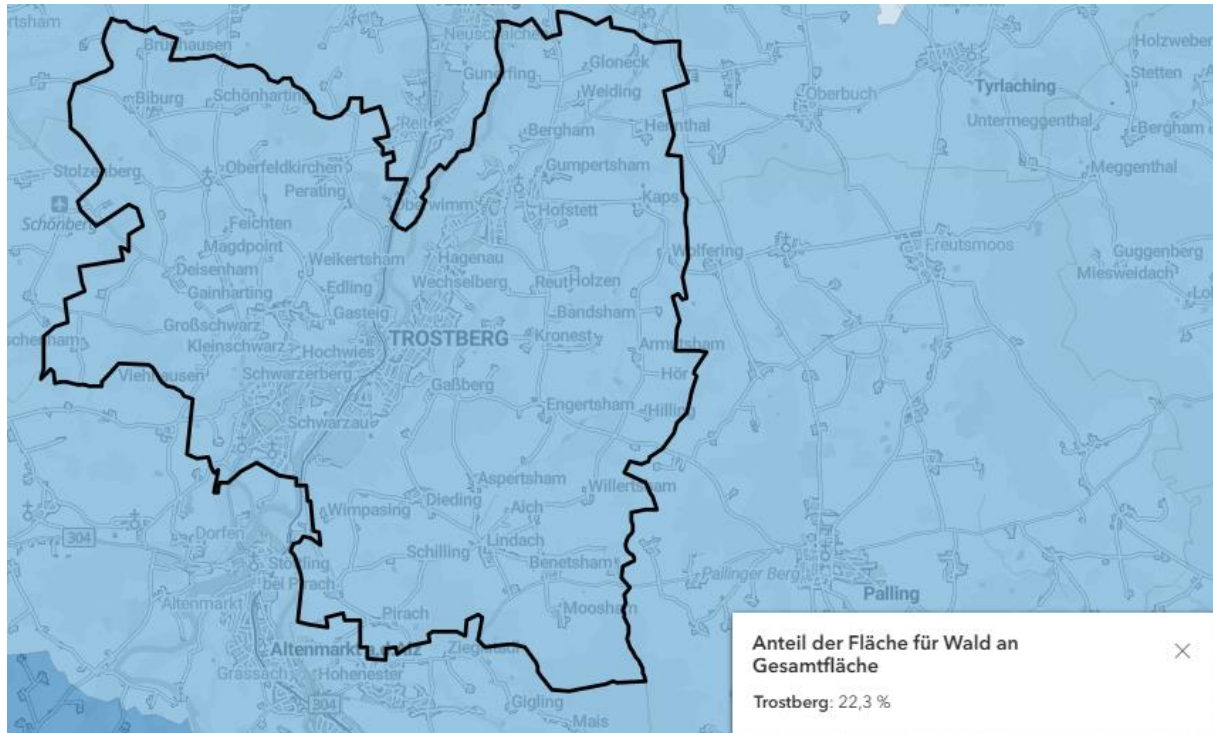


Abbildung 11: Anteil Waldfläche Gemeinde Trostberg [Quelle: Regionalatlas Deutschland]

5.2 Umweltwärme

Als Umweltwärme wird die thermische Energie bezeichnet, welche in der Umgebungsluft, dem Erdreich oder Wasser vorhanden ist. Da die Temperaturen dieser Quellen i.d.R. weit unter den für die Heizung benötigten Temperaturen liegen, bedarf es einer Temperaturanhebung mittels Wärmepumpe. Unterschieden werden grundsätzlich drei Wärmepumpenarten in Abhängigkeit der Wärmequelle.

- **Luft-Wasser-Wärmepumpen** – Nutzung der Umgebungsluft als Quelle
- **Sole-Wasser-Wärmepumpen** – Nutzung der Erdwärme mittels Erdsonden oder Erdkollektoren
- **Wasser-Wasser-Wärmepumpen** – Nutzung von Grundwasser, Fluss / Seewasser, sowie Abwasser

Im Folgenden soll das Potenzial verschiedener Wärmequellen auf deren nachhaltige Verfügbarkeit untersucht werden.

5.2.1 Flusswasser (Alz bzw. Alzkanal)

Die beiden Fließgewässer Alz und Alzkanal fließen durch die Stadt Trostberg. In der nachfolgenden Potenzialermittlung werden beide Fließgewässer unabhängig voneinander betrachtet. Als Temperaturdaten wurden die Messdaten am Standort Altenmarkt verwendet. Die Temperaturdaten für Trostberg sind mit einer geringfügigen Abweichung zu verwenden, da nach der Messstelle in Altenmarkt die Traun in die Alz mündet, wodurch diese geringfügig abgekühlt wird.

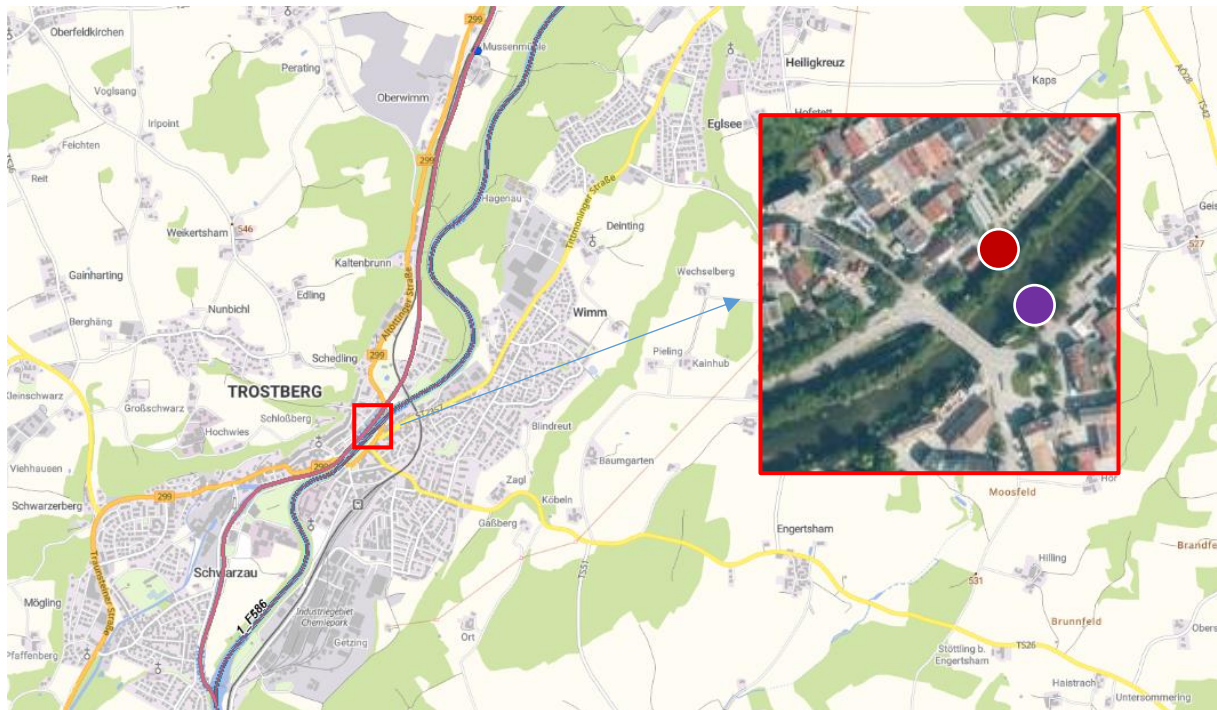


Abbildung 12: Messstellen Abflussmenge der Fließgewässer Alz (lila) und Alzkanal (rot)

Eine zentrale Kenngröße für die Genehmigungsfähigkeit möglicher Flusswasser-Wärmepumpen ist die Einhaltung der zulässigen Mischtemperatur nach der Wiedereinleitung des genutzten Wassers in das Gewässer. Gemäß den Vorgaben des Landesamts für Umwelt (LfU) darf die Temperaturabsenkung des Gewässers maximal 1,5 K betragen. Diese Begrenzung stellt sicher, dass die gewässerökologische Funktion des Fließgewässers nicht beeinträchtigt wird. Weitere Anforderungen, die aus gewässerökologischer Sicht berücksichtigt werden müssen, sind die vom LfU geforderte Temperatur von 3 °C bei der Wiedereinleitung nach vollständiger Durchmischung. Nachfolgende Abbildung zeigt den jährlichen Verlauf der Mischtemperatur nach Wiedereinleitung unter Berücksichtigung eines definierten Entnahmestroms. Im Folgenden sind die Gewässertemperatur (blau) und die Mischtemperatur nach Wiedereinleitung des Teilstroms (orange) dargestellt. Außerdem ist der Verlauf des Entnahmevolumenstroms (grün) in m³/s dargestellt.

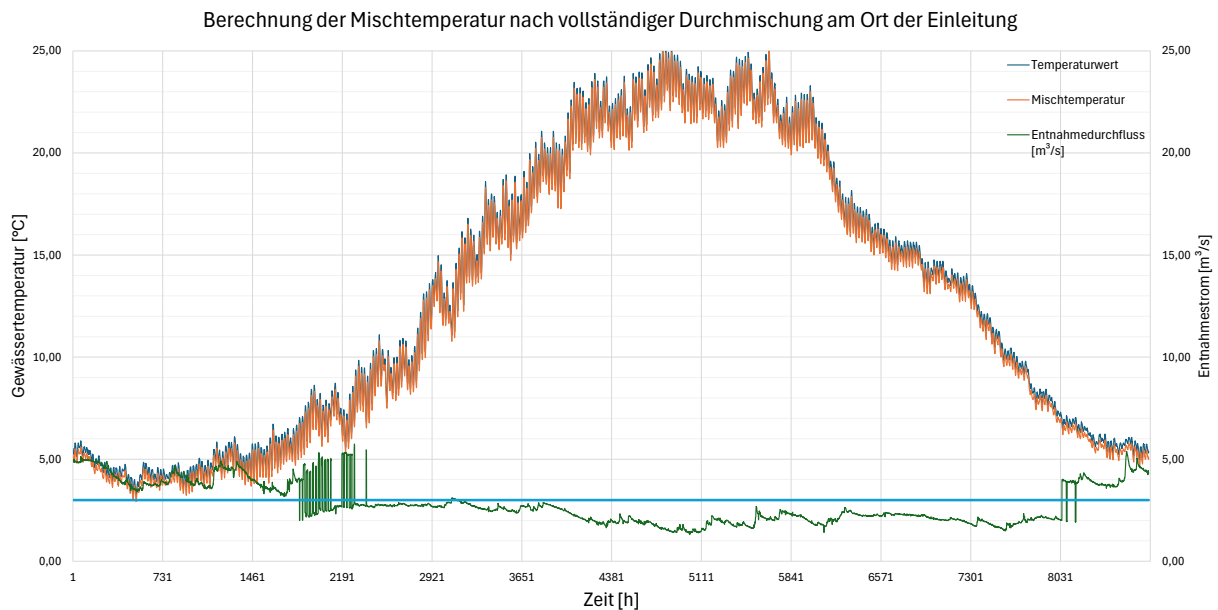


Abbildung 13: Jährlicher Verlauf der Mischtemperatur (orange), Gewässertemperatur (blau) und Entnahmemengenstrom (grün)

5.2.1.1 Wärmepotenzial Alzkanal

Grundlage für die Abschätzung des Potenzials der thermischen Nutzung des Flusswassers ist der Entnahmestrom, der sich in Abhängigkeit der Mischtemperatur ergibt und der jährliche Temperaturverlauf des Flusswassers. In nachfolgender Abbildung ist der jährliche Verlauf des Alzkanals der vergangenen drei Jahre dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Volumenstrom über das Jahr teilweise sehr stark schwankt. Man kann ebenfalls feststellen, dass sich auch der Verlauf der einzelnen Jahre stark unterscheidet. Der minimale Abfluss der letzten drei Jahre liegt laut den Messwerten bei ca. 15 m³/s.

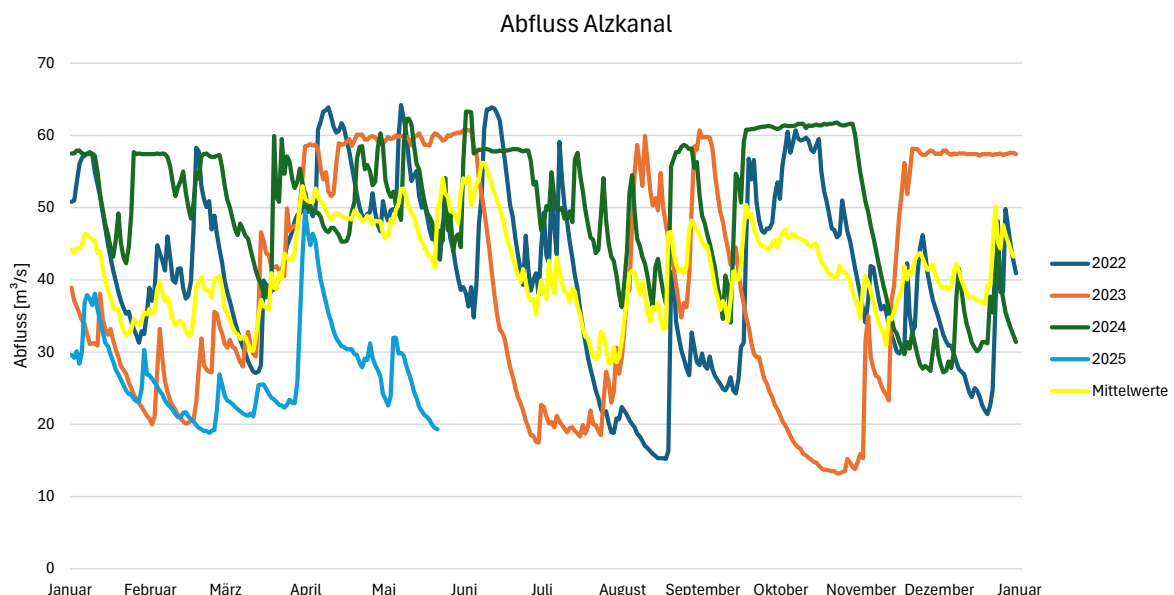


Abbildung 14: Abflussmenge Alzkanal Jahresverlauf

Unter Berücksichtigung des Entnahmestroms und der elektrischen Leistung in Abhängigkeit des COP, ergibt sich ein enormes Wärmepotenzial. Mit dem Ergebnis aus Abbildung 15 ist zu erkennen, dass das vorhandene Potenzial zur thermischen Nutzung des Alzkanals zum einen sehr hoch ist und zum anderen aufgrund des konstanten Abflusses und der Temperaturen über das ganze Jahr auf einem sehr hohen Niveau zur Verfügung steht. Zur grundsätzlichen Machbarkeit und einer möglichen Einbindung der Wärmepumpe gab es bereits einen ersten Abstimmungstermin mit den Alzkraftwerken Heider. Im Zuge der Verstetigungsstrategie und Kommunikation sollen hier weitere Gespräche folgen, wenn die thermische Nutzung des Alzkanals näher betrachtet wird. In nachfolgender Abbildung ist das theoretische Potenzial zur thermischen Nutzung des Alzkanals dargestellt, das unter Berücksichtigung gewässerökologischer und technischer Rahmenbedingungen sowie der Messdaten vom Gewässerkundliche Dienst Bayern berechnet wurde. Für eine tatsächliche Planung und Umsetzung ist zusätzlich die technische Auslegung der Anlagenkomponenten zu berücksichtigen.

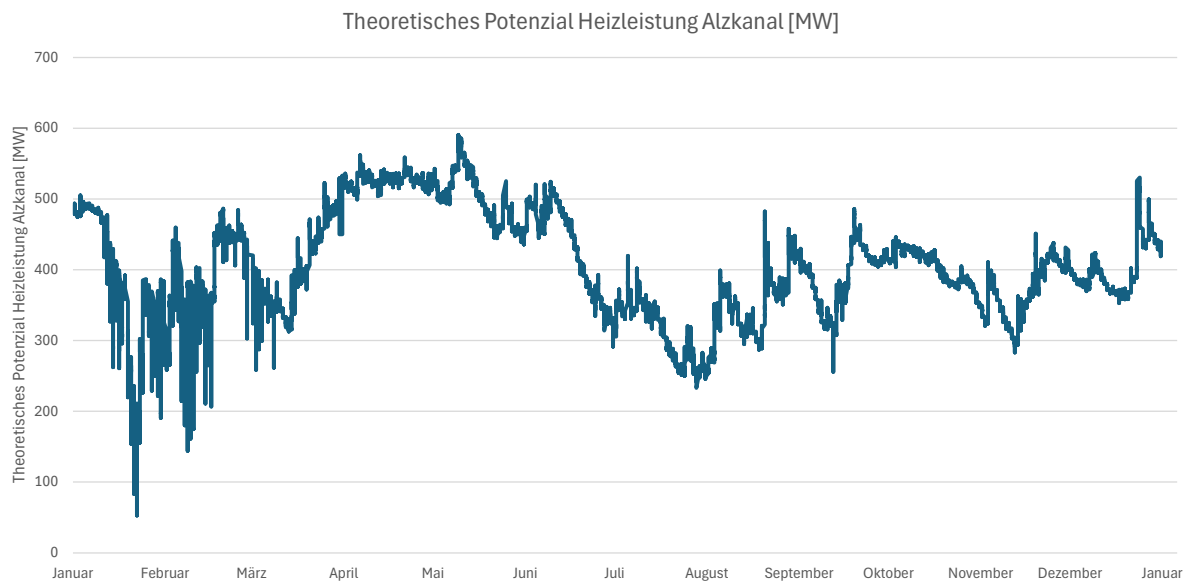


Abbildung 15: Theoretisches Wärmeleistungspotenzial Alzkanal unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen des LfU zur Wärmegewinnung aus Fließgewässern

5.2.1.2 Wärmepotenzial Alz

Das Potenzial der Alz ist wesentlich geringer im Vergleich zum Alzkanal. Das liegt daran, dass der maximale Volumenstrom und der jährliche Verlauf der Abflussmenge deutlich geringer sind und zum Teil stark variiert. Der minimale Abfluss liegt, wie in Abbildung 16 dargestellt, bei etwa 8 m³/s, was bedeutet, dass dennoch ein Potenzial vorhanden ist. Da das Potenzial des Alzkanals deutlich höher ist und aufgrund der technischen Vorteile durch die Regelung von Durchfluss bzw. Wasserstand wird die Alz als natürliches Fließgewässer nicht weiter betrachtet.

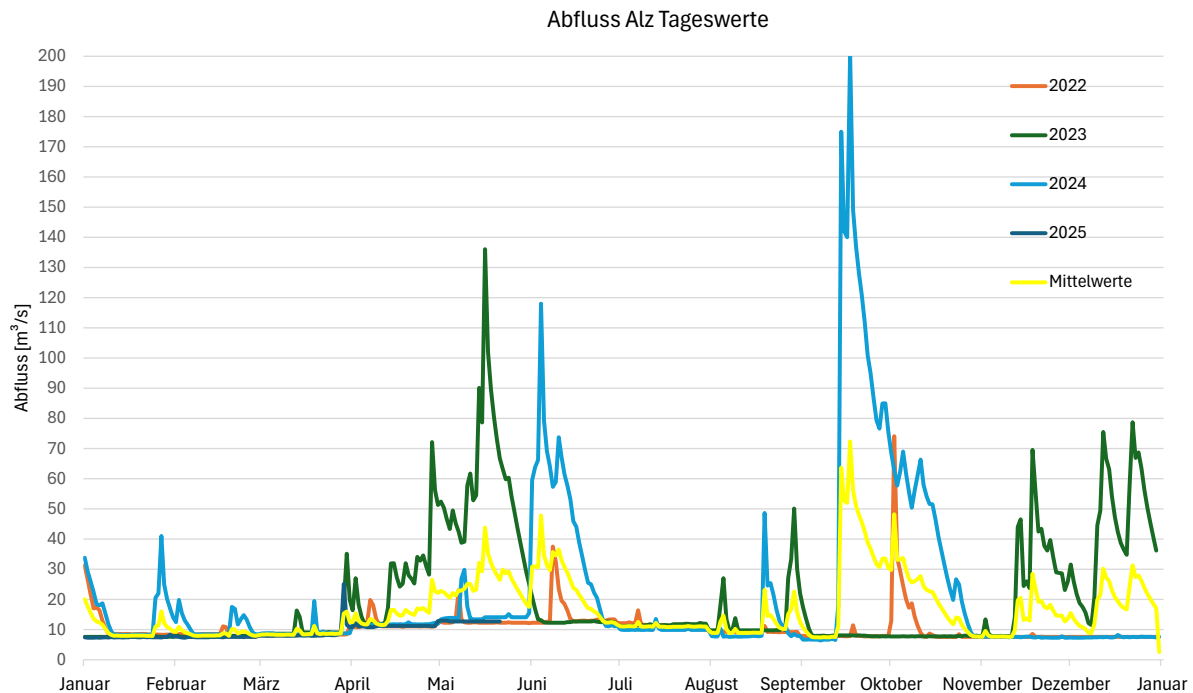


Abbildung 16: Abflussmenge Alz Jahresverlauf

5.3 Geothermie

5.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie stellt eine wichtige Option für eine dezentrale, regenerative Wärmeversorgung dar. Sie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme in Tiefen bis ca. 400 m und bei Temperaturen von bis zu 25 °C – sowohl zur Heizung als auch zur Kühlung von Gebäuden. Ihr großer Vorteil liegt in der flächigen Verfügbarkeit und der saisonal stabilen Temperaturverhältnisse im Untergrund. Die Ermittlung des Potenzials zur Nutzung oberflächennaher Wärme werden drei Systeme genauer betrachtet:

- Erdwärmesonden,
- Erdwärmekollektoren und
- Grundwasserwärmepumpen.

Als Grundlage zur Bewertung des Bodens hinsichtlich seiner Eignung zur Nutzung der Systeme dient die Datensatzdokumentation der ENIANO GmbH, welche Datenquellen der TU-München des Lehrstuhls für Hydrogeologie nutzen.

Im Folgenden wird das Potenzial für zentrale Anlagen eingeordnet. Die Nutzung dezentraler Versorgungs durch oberflächennahe Geothermie wird in Kapitel 8.2 genauer erläutert.

5.3.1.1 Erdwärmesonden

Ermittlung des Potenzials

Die Datengrundlage enthält die thermische Entzugsleistung [kW] für die maximal umsetzbare Anzahl von bis zu 20 Erdwärmesonden pro Flurstück. In die Berechnung fließen standortspezifische Rahmenbedingungen ein:

- die zulässige Bohrtiefe,
- Mindestabstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen,
- ein Sondenabstand von mindestens 6 Metern sowie
- definierte Ausschlussgebiete (z.B. Wasserschutzbereiche).

Das Potenzial wird ausschließlich für Flächen mit vorhandenem Wärmebedarf ausgewiesen. Die Ergebnisse bieten eine erste Einschätzung zur Eignung eines Standorts für die Nutzung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene. Die Berechnungen basieren auf geologisch-hydrogeologischen Grundlagendaten des Bayerischen Landesamts für Umwelt. Eine detaillierte Bewertung im Einzelfall ist lokal möglich. Abbildung 17 (links) zeigt das geringe Potenzial von Erdwärmesonden im Stadtkern. Für das Umland ist eine Einzelfallprüfung notwendig. Der Grafik rechts ist zu entnehmen, dass die Wärmeleitfähigkeit bis 80 m Tiefe in Trostberg zwischen 1,2 und 2,2 W / (m K). In Abbildung 18 ist die spezifische Wärmeentzugsleistung je Flurstück dargestellt. Sie beschreibt die Summe der Entzugsleistung für die maximale Anzahl von 20 Erdwärmesonden auf einem Flurstück. Aus der Farbcodierung wird ersichtlich, dass im Großteil des Versorgungsgebietes von Trostberg mit einer Entzugsleistung max. 10 kW gerechnet werden kann. Im Umkreis gibt es vereinzelt Potenziale mit bis zu 50 kW Entzugsleistung.

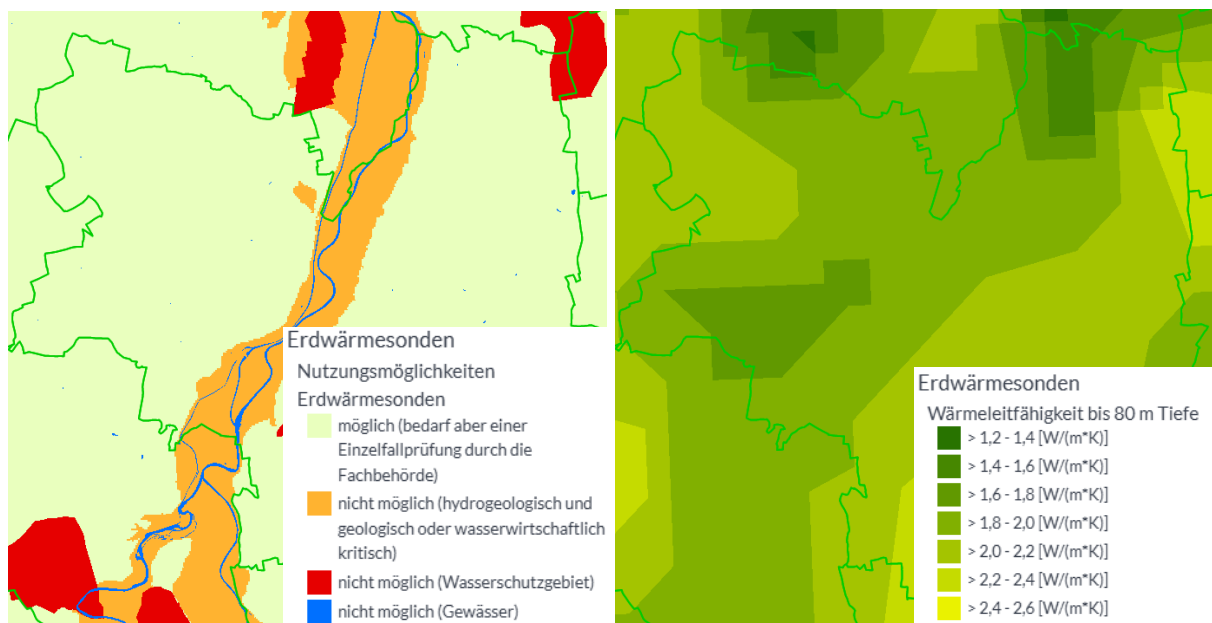


Abbildung 17: Nutzungsmöglichkeiten (links), Wärmeleitfähigkeit bis 80 m Tiefe (rechts) von Erdwärmesonden [Umweltatlas; LfU]

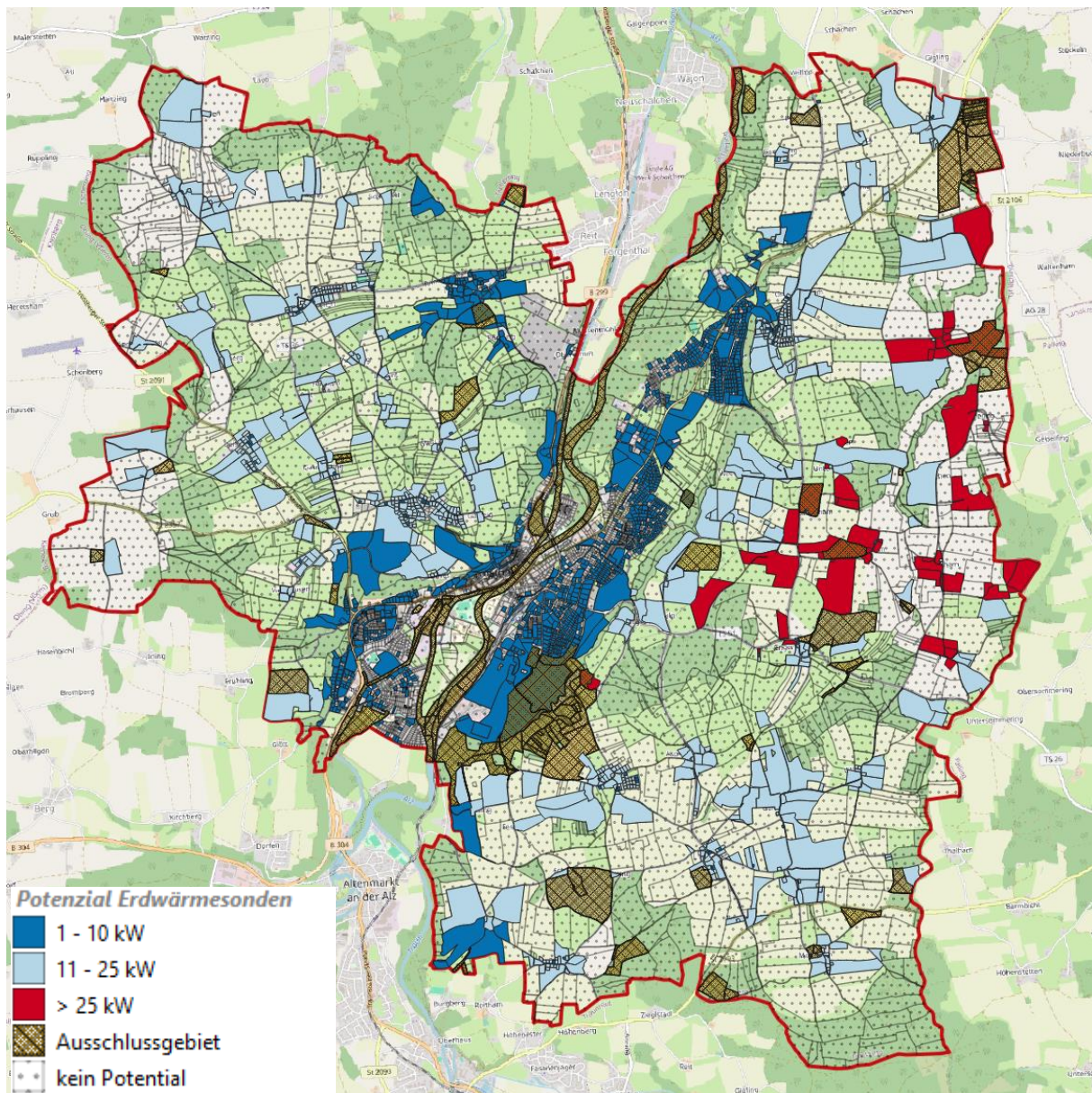


Abbildung 18: Spezifische Wärmeentzugsleistung von Erdwärmesonden

Einordnung des Potenzials

Die geologischen Bedingungen des Untergrunds lassen prinzipiell eine Nutzung von Erdwärmesonden zu. Ob sich die restliche Fläche tatsächlich für die Nutzung von Erdwärmesonden eignet, gilt es mit einer Einzelfallprüfung durch eine Fachbehörde zu klären.

Um das Potenzial besser abschätzen zu können, wird der Flächenbedarf eines Sondenfeldes zur Bereitstellung von 2,9 MW Wärmeleistung ermittelt. 2,9 MW würden dabei wie in Kapitel 4.6 beschrieben, die fossile Versorgung des Wärmenetzes „Schulcampus“ substituieren. In der Berechnung soll mit Hilfe einer Hochtemperaturwärmepumpe eine Vorlauftemperatur von 85 °C erreicht werden. Die Berechnung wurde auf Basis folgender Annahmen durchgeführt:

- Spezifische Entzugsleistung: 50 W/m [Daten LfU und VDI 4640-2]

- Jahresbetriebsstunden: 1800 h
- Länge je Sonde: 80 m
- Abstand der Sonden zueinander: 6 m [Empfehlung VDI 4640-2]
- Wärmepumpenkältemittel: Ammoniak

Als Ergebnis wurde eine benötigte Gesamt-Sondenlänge von ca. 39 km ermittelt. Mit der angenommenen Länge von 80 m je Sonde müssten somit insgesamt 488 Sonden auf einer Fläche von mindestens 17.550 m² installiert werden, um eine Wärmeleistung von 2,9 MW zu erhalten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Sonden gegenseitig beeinflussen können und die Effizienz eines Sondenfeldes mit steigendem Abstand der Sonden zueinander zunimmt. Wird der Abstand nun von 6 m auf 10 m vergrößert verbessert sich zwar die Effizienz des Sondenfeldes, jedoch erhöht sich der Platzbedarf auf 48.800 m². Aufgrund der Dimensionen der Versorgung von Trostberg wäre die Integration von Erdwärmesonden mit einem hohen Platzbedarf und hohen Kosten verbunden. Deshalb wird die Errichtung eines Erdsondenfeldes nicht weiter betrachtet.

5.3.1.2 Erdwärmekollektoren

Ermittlung des Potenzials

Das Potenzial wird je nach Systemart und Höhenlage anhand der örtlichen Heizbedarfe ermittelt. Dabei werden auch Abstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie bestimmte Ausschlussflächen berücksichtigt. Bereiche, für die keine nutzbare Energie angegeben ist, gelten als nicht geeignet. Vor Ort kann im Einzelfall eine genauere Prüfung vorgenommen werden. Auch hier ist die Datengrundlage das Kurzgutachten der ENIAO GmbH. Die Abbildung 19 (links) zeigt, dass innerhalb der Gemeindegrenzen eine Errichtung von Erdwärmekollektoren mit Ausnahme des Wasserschutzgebietes möglich ist. Die Wärmeleitfähigkeit des Bodens schwankt zwischen 1,0 – 2,6 W/(mK).

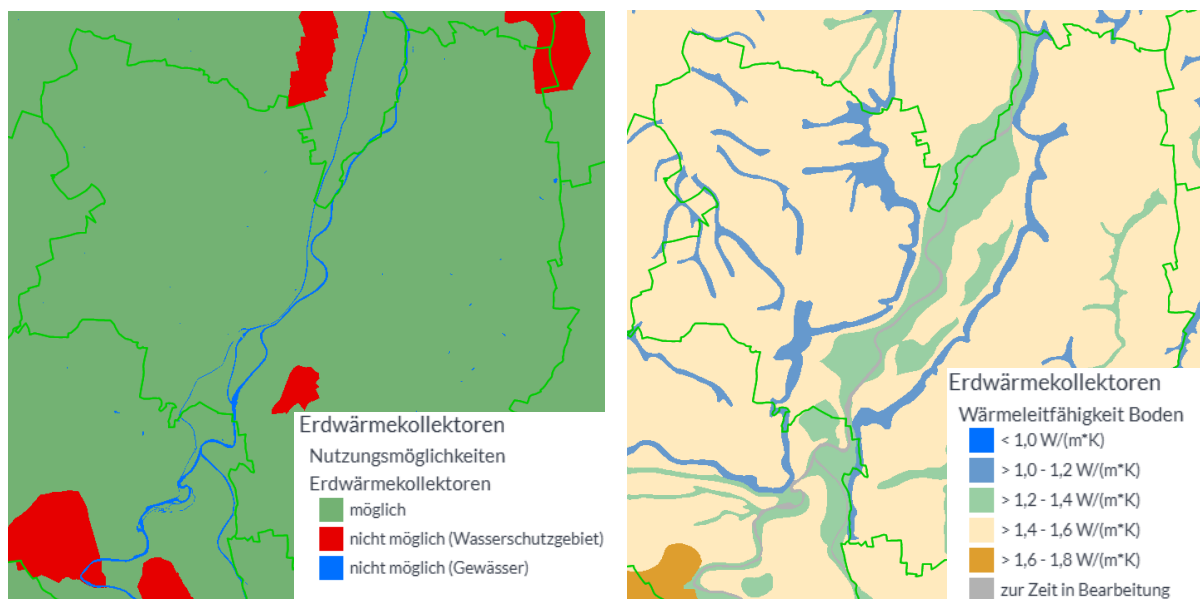


Abbildung 19: Nutzungsmöglichkeiten (links) Wärmeleitfähigkeit des Bodens (rechts) für Erdwärmekollektoren [Umweltatlas; LfU]

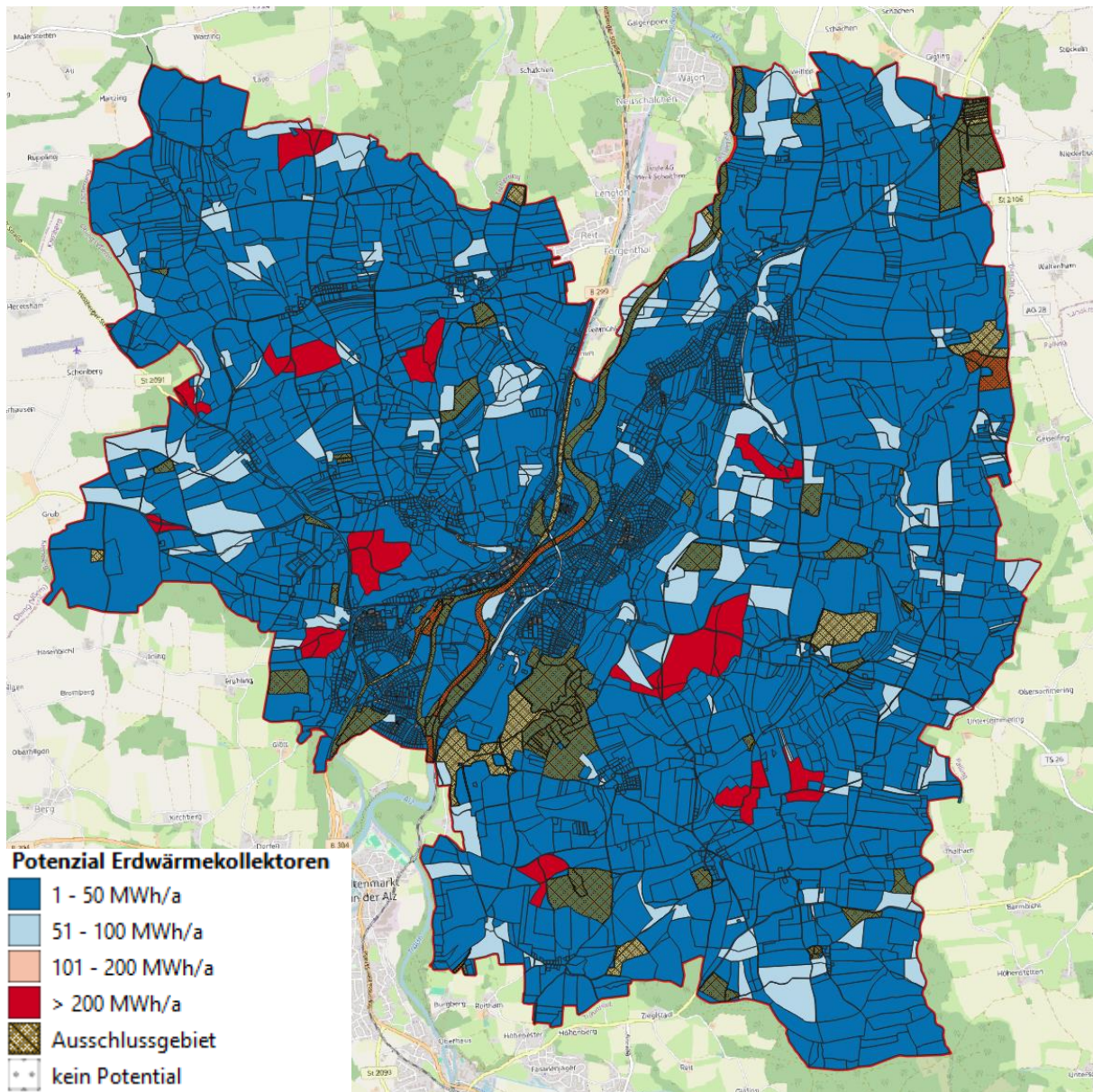


Abbildung 20: Potenzial Erdwärmekollektoren

Einordnung des Potenzials

Bei Erdwärmekollektoren ist aufgrund der geringen Verlegetiefe von nur wenigen Metern keine Einzelfallprüfung nötig. Somit könnten Erdkollektorstärkungen, nach einer Einzelfallprüfung, fast im gesamten Gemeindegebiet realisiert werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass Erdwärmekollektoren nicht überbaut werden dürfen. Die Abbildung 20 zeigt das Potenzial zur Nutzenergie in MWh/a für horizontale Kollektoren bezogen auf die nutzbare Fläche des Flurstücks. Die meisten Flächen bewegen sich im Bereich von 5-50 MWh pro Jahr.

Um das Potenzial abzuschätzen, wird auch hier der Flächenbedarf für die Erzeugung von 2,9 MW Wärmeleistung ermittelt. Die Berechnung erfolgt unter Anwendung folgender Annahmen:

- Vorlauftemperatur Fernwärmenetz: 85 °C
- Spezifische Entzugsleistung: 25 W / m² [Daten LfU und VDI 4640-2]
- Jahresbetriebsstunden: 1.800 h
- Wärmepumpenkältemittel: Ammoniak

Daraus ergibt sich eine nötige Kollektorfläche von etwa 78.500 m². Wie bei den Erdwärmesonden ist auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit einer solchen Wärmepumpenanlage fragwürdig. Deshalb wird die Errichtung eines Erdkollektorfeldes nicht weiter betrachtet.

5.3.1.3 Grundwasserwärmepumpen

Ermittlung des Potenzials

Die Potenzialabschätzung für die thermische Nutzung des Grundwassers erfolgt auf Basis eines maximal möglichen Abstands von mindestens 10 Metern zwischen Förder- und Schluckbrunnen. Dabei werden die geltenden Mindestabstände zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie eine Temperaturspreizung von 5 K berücksichtigt. Zusätzlich fließen die rechtlichen Vorgaben zu Aufstau und Absenkung des Grundwassers sowie festgelegte Ausschlussgebiete in die Bewertung ein.

Flurstücke, für die keine Entzugsleistung angegeben ist, gelten als ungeeignet für eine Grundwassernutzung. Die Ergebnisse bieten eine erste standortbezogene Einschätzung und dienen als Orientierung für die mögliche Nutzung dieser Technologie auf Flurstücksebene.

In Abbildung 21 wird ersichtlich, dass Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet Trostberg grundsätzlich möglich sind. Ausnahme ist hierbei das Wasserschutzgebiet im Südlichen Teil der Stadt (rot gekennzeichnet). In vielen Flächen ist eine Einzelfallprüfung notwendig. Aus Abbildung 22 geht hervor, dass in den Versorgungsgebieten ein hohes Potenzial von 250-500 kW zur Verfügung steht.

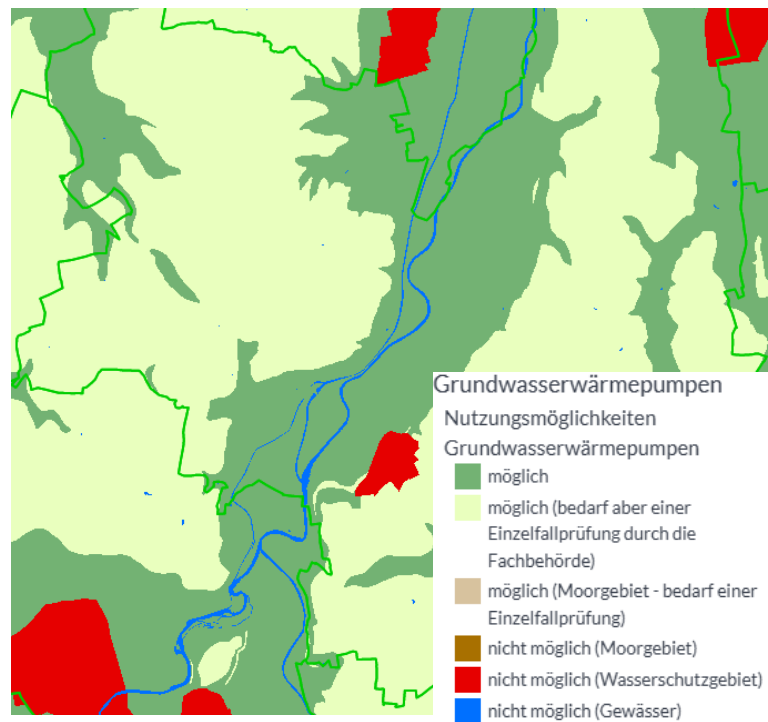


Abbildung 21: Nutzungsmöglichkeiten einer Grundwasserwärmepumpe [Umweltatlas; LfU]

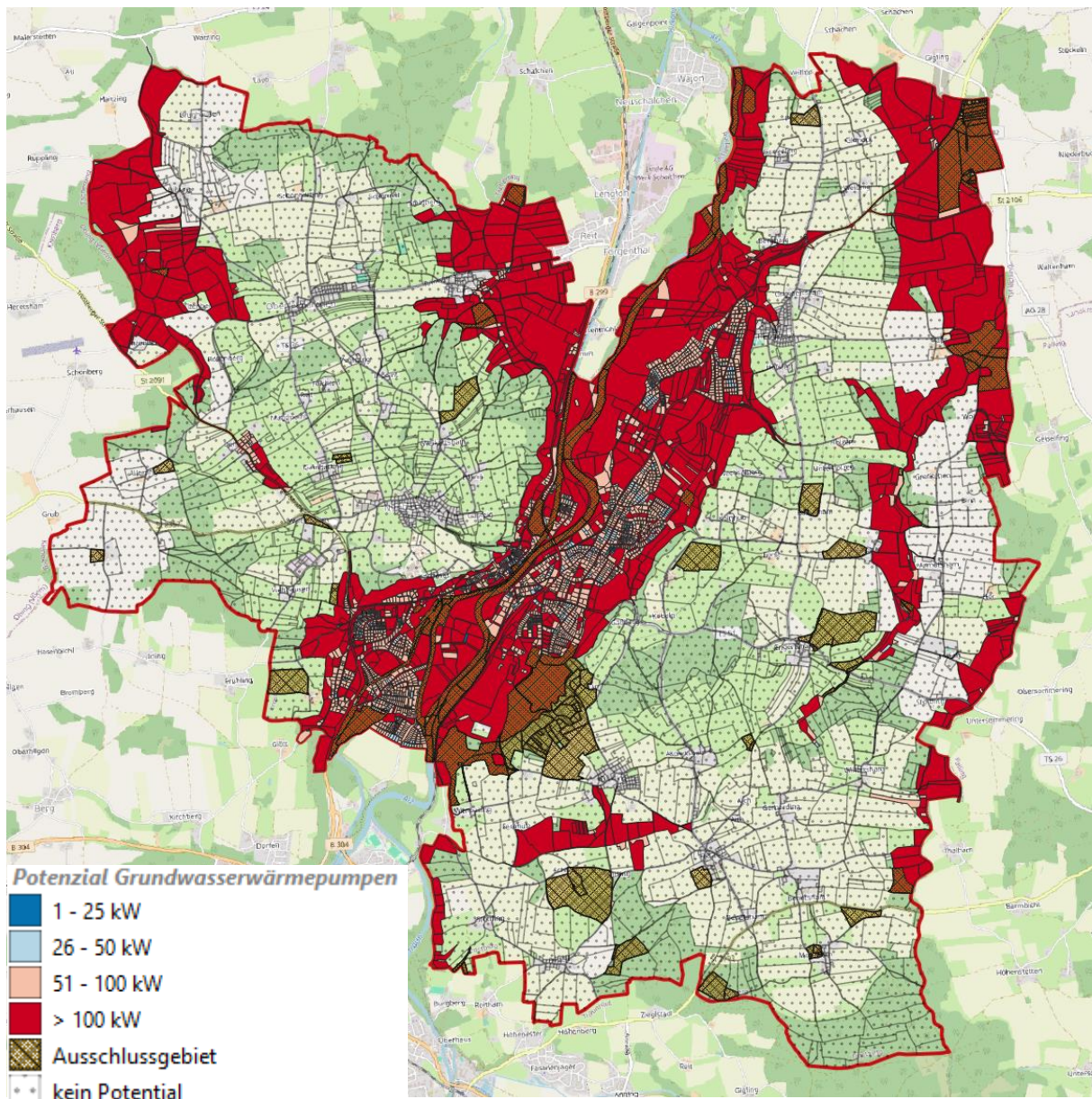


Abbildung 22: Entzugsleistung Grundwasserwärmepumpe

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Effizienz einer Grundwasserwärmepumpe ist die Temperatur des Grundwassers. Prinzipiell verbessert sich die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe mit steigender Quelltemperatur. Hinsichtlich des Erschließungsaufwands und Förderhöhe stellt der sogenannte Grundwasserflurabstand eine zentrale Kenngröße dar. Er ist das Maß für den Höhenunterschied zwischen der Erd- und Grundwasseroberfläche. Je größer der Flurabstand ist, desto unwirtschaftlicher wird die Anlage, da sowohl der Erschließungsaufwand als auch die Förderhöhe zunehmen. Ideal ist dabei ein Flurabstand von bis zu 15 m. Ab 40 m ist ein wirtschaftlicher Betrieb von GWWP, aufgrund der großen Förderhöhe, nur noch für große Anlagen möglich. In Trostberg wurde vom Lehrstuhl für Hydrogeologie der Technischen Universität München ein Grundwasserflurabstand von 3-17 m ermittelt.

Einordnung des Potenzials

Im Zuge der Potenzialermittlung, soll die erforderliche Schüttleistung zur Erreichung einer Wärmeleistung von 2,9 MW ermittelt werden. Die Berechnung erfolgt unter Anwendung folgender Annahmen:

- Grundwassertemperatur: 10 °C
- Temperaturspreizung: 6 K
- Vorlauftemperatur: 85 °C

Hieraus ergibt sich das nötige Fördervolumen zu 281 m³ / h. Ob eine solche Wärmepumpe wirtschaftlich genutzt werden kann, hängt stark vom Standort ab. Ob ein Standort ausreichend Schüttleistung liefert, muss mithilfe von einer Probebohrung und einem Pumpversuch ermittelt werden.

5.3.1.4 Zusammenfassung oberflächennahe Geothermie

In nachfolgender Tabelle werden die Auslegungsergebnisse der unterschiedlichen Wärmequellen für eine Wärmeleistung von je 2,9 MW dargestellt. Da jede Wärmepumpe nur dann als vollständig nachhaltig betrachtet werden kann, wenn der benötigte Strom auch regenerativ erzeugt wird, ist die Nutzung von Öko-Strom oder beispielsweise die Errichtung einer PV-Anlage vor Ort mitzudenken.

Tabelle 2: Zusammenfassung Umweltwärmepotenzial

System	Wärmeleistung gesamt	Verdampferleistung (Anteil Umweltwärme)	Verdichterleistung (Anteil Strom)	Wärmequelle
Erdkollektor	2,9 MW	1963 kW	937 kW	78.500 m ²
Erdsonde	2,9 MW	1963 kW	937 kW	39 km / 17.550 m ²
Grundwasser	2,9 MW	1963 kW	937 kW	281 m ³ /h

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass alle untersuchten Varianten zur Nutzung von Umweltwärme für die Versorgung eines Wärmenetzes aufgrund der hier geforderten Leistungen nur schwer realisierbar sind. Die hohen Flächenbedarfe, Schüttleistungen sowie das schlechte Kosten/Nutzen-Verhältnis stellen ein Hemmnis dar. Deshalb wird dieses Potenzial nicht weiter betrachtet.

5.3.2 Mitteltiefe Geothermie

Voraussetzungen für die Potenzialermittlung mitteltiefer und tiefer Geothermie ist die Kenntnis über die geologischen Strukturen aus Untergrunduntersuchungen, wie z.B. Bohrungen und Seismik. Im näheren Umfeld von Trostberg sind einige Bohrungen vorhanden, die über die mitteltiefe geothermische Situation aussagekräftige Daten liefern könnten. Zur genauen Erfassung der geologischen Gegebenheiten und des geothermischen Potenzials wäre eine umfangreichere Explorationskampagne (geologisch: Aufsuchungskampagne) erforderlich. Nachfolgende Abbildung 23 zeigt die Bohrungen im Umkreis von Trostberg, die im Zuge einer Explorationskampagne herangezogen werden könnten.

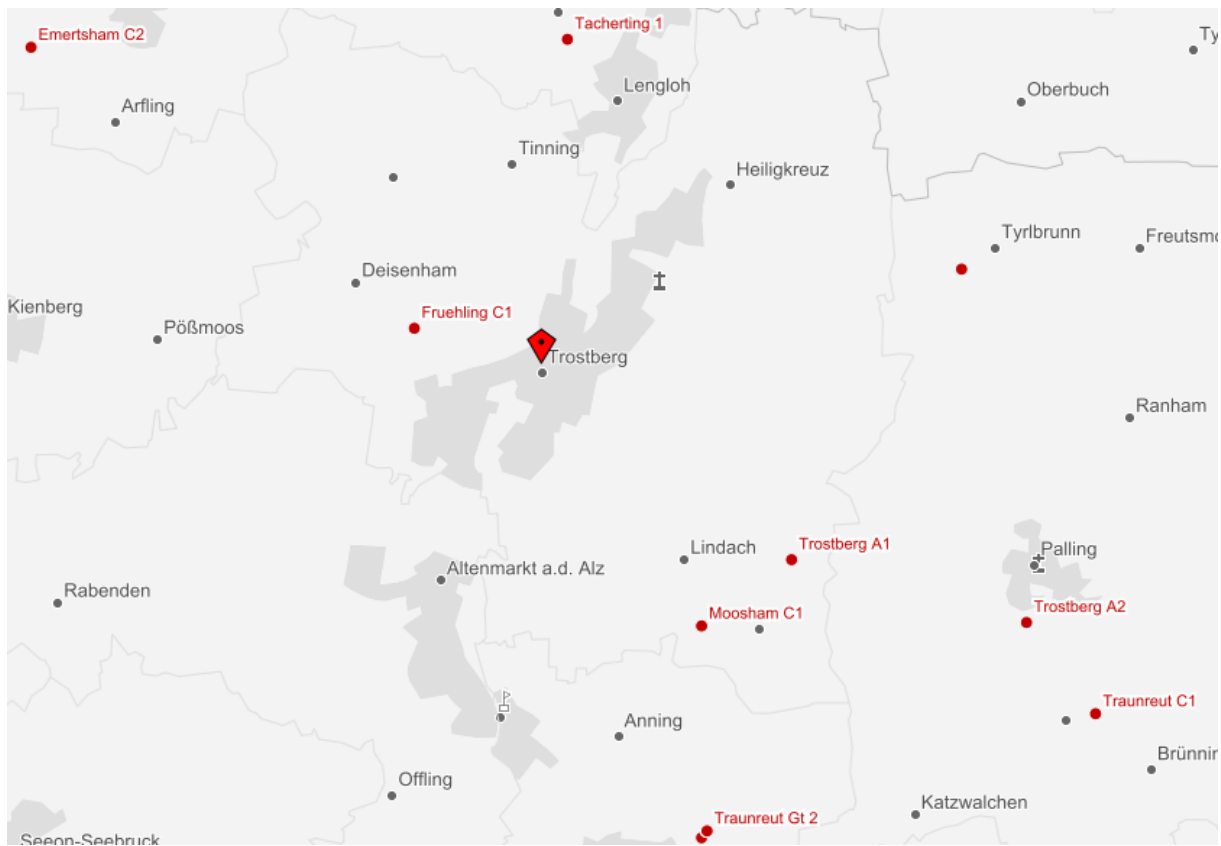


Abbildung 23: Bestehende Bohrungen [Rote Punkte] in der Umgebung von Trostberg

5.3.3 Tiefe Geothermie

Die Stadt Trostberg liegt im Grenzbereich des Süddeutschen Molassebeckens und hat mit Blick auf die geographische Lage durchaus das Potenzial zur Wärmegewinnung aus Tiefengeothermie. Nach derzeitigem Stand gibt es bereits mehrere Studien und Voruntersuchungen zum geothermischen Potenzial und ein mögliches überregionales Konzept zur Versorgung aus tiefer Geothermie.

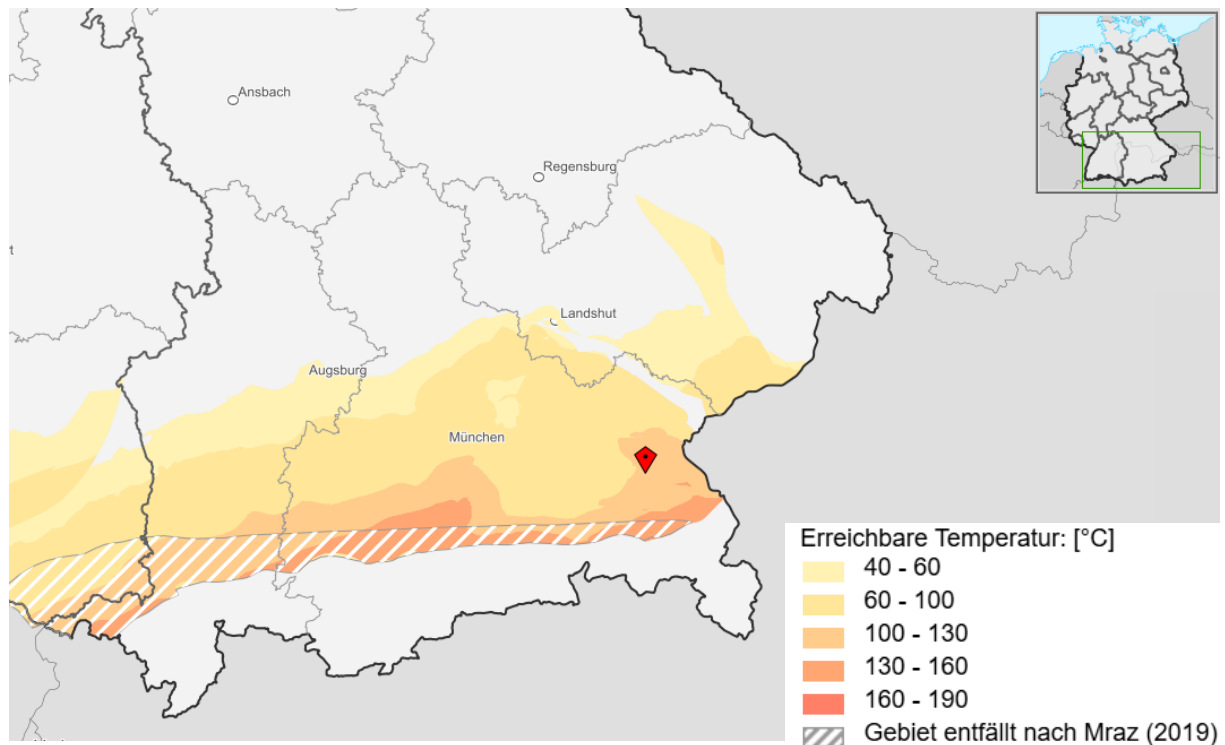


Abbildung 24: Potenzialgebiete tiefe Geothermie [GeotlS]

5.3.3.1 Ergebnisse SOBOS Studie

Das Regionalwerk Chiemgau - Rupertiwinkel hat in einer überregionalen Studie für den SOBOS (Südostbayern-Oberösterreich-Salzburg) - Wärmeverbund eine interkommunale Wärmeverteilung aus Geothermie näher voruntersucht. Die Ergebnisse der Studie sind in Anlage 1 beigefügt.

5.3.3.2 Ergebnisse POS (Probability of Success) - Studie

In Deutschland wurden seit Anfang des 21. Jahrhunderts Studien zur Geothermiebohrung durchgeführt, die sich auf das sogenannte Fündigkeitsrisiko beziehen. Dieses Risiko beschreibt die Chance, bei einer Bohrung kein ausreichend großes oder qualitativ hochwertiges, geothermisches Reservoir zu finden. Die Menge an Wärme, die eine Bohrung liefern kann, ist abhängig von Dichte und Wärmekapazität des Thermalwassers, dem Volumenstrom sowie der Temperaturdifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangstemperatur. Die Qualität des Fluids, also seine chemische Zusammensetzung, spielt ebenfalls eine Rolle. Ob eine Bohrung als erfolgreich gilt, hängt von festgelegten Mindestwerten für die Fördermenge und Temperatur ab, die vom Projektentwickler basierend auf wirtschaftlichen Überlegungen festgelegt werden. Es gibt keine festen Grenzwerte für die Fündigkeit, diese wird individuell für jedes Projekt bestimmt. Zur Einschätzung der Erfolgchancen werden Daten aus bestehenden Bohrungen in der Umgebung herangezogen. Die Erfolgswahrscheinlichkeit wird getrennt für die Schüttung und die Temperatur berechnet und anschließend multipliziert. Für die Bewertung wird eine gewichtete Durchschnittsformel verwendet, bei der Faktoren wie Entfernung zu anderen Bohrungen oder geologische Strukturen berücksichtigt werden.

Basierend auf der POS-Studie der GEOS Freiberg GmbH, ergibt sich bzgl. der thermischen Kapazität aus tiefer Geothermie für Trostberg, bezogen auf zwei Dubletten folgende Wahrscheinlichkeiten:

Tabelle 3: Wahrscheinlichkeit und thermische Kapazität aus tiefer Geothermie für Trostberg

Wahrscheinlichkeit [%]	Potenzial [MW _{th}]
P 80:	50
P 70:	66
P 60:	74
P 55:	76
P 50:	78

Laut ersten Ergebnissen der Studie liegt der Erwartungswert bei einer Schüttung von 287 l/s und einer Temperatur zwischen 105 und 114°C. Die tatsächlichen Daten bzgl. Schüttung und Temperatur können erst mit dem Langzeitpumpversuch nach dem Abteufen der Bohrungen ermittelt werden.

5.4 Wasserstoff / Biomethan

Das Potenzial für die Versorgung mit Wasserstoff oder Gasen aus biogenen Ausgangsmaterialien ist zum jetzigen Zeitpunkt kaum abzuschätzen. In der Forschung zur Produktion, Speicherung und Verteilung von Wasserstoff gibt es seit einigen Jahren viel Bewegung. Es gibt bereits einige Pilotprojekte zur Transformation von Gasnetzen, bisher jedoch nur im kleinen Ausmaß. Im Kerngebiet der Stadt Trostberg befindet sich, wie in Kapitel 4.3 bereits beschrieben, ein Gasnetz der Energienetze Bayern. Durch eine mögliche Transformation hin zu einem Wasserstoffnetz könnten so etwa 37 % des Stadtgebiets klimaneutral mit Wärme versorgt werden, vorausgesetzt es handelt sich um grünen Wasserstoff, der mittels erneuerbarer Energien gewonnen wurde. Die Transformation des bestehenden Gasnetzes hin zu einem Wasserstoffnetz ist zum aktuellen Zeitpunkt jedoch nicht absehbar und wird daher nicht näher betrachtet.

5.5 Abwärme

5.5.1 Abwasser

Das Potenzial der Abwärme aus Kläranlagen bietet eine zentrale Möglichkeit, Wärme aus geklärtem Abwasser zu gewinnen. Im Gegensatz zur Nutzung der Abwasserwärme in den Kanälen wird hier die Wärme aus dem gereinigten Wasser am Auslauf der Kläranlage genutzt. Ein großer Vorteil dabei ist, dass eine negative Beeinflussung der biologischen Prozesse in der Kläranlage verhindert wird. Außerdem kann das gekühlte Abwasser im Sommer sogar positive Effekte für die Gewässer haben, in die es eingeleitet wird. Die Wärme wird durch Wärmetauscher aus dem Abwasser entzogen. Diese zentrale Wärmequelle kann direkt mit Großwärmepumpen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit kleineren, dezentralen Wärmepumpen für verschiedene Anwendungen genutzt werden. Im Vergleich zur Nutzung in den Kanälen sind hier größere Wassermengen und höhere Temperaturunterschiede möglich, was größere Entfernungen zwischen den Nutzern erlaubt. Nach Rücksprache mit der Betriebsleitung der Kläranlage wurde das Potenzial als sehr gering eingeschätzt, da die enthaltene Wärme im Zulauf der Kläranlage für die biologischen Klärprozesse benötigt wird. Aufgrund des geringen

Wärmepotenzials und der örtlichen Gegebenheiten einer möglichen Einbindung des Abflusses der Kläranlage wird die Abwärmenutzung der Kläranlage nicht weiter betrachtet.

5.5.2 Industrielle Abwärme

Unvermeidbare Abwärme ist Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, einer Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder in das Wasser abgeleitet werden würde; Abwärme gilt, als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann [§3 Abs.1 Nr. 13 WPG]. Abwärme aus fossilen KWK Prozessen zählt ebenfalls nicht als erneuerbare Abwärmequelle.

Abwärme, die bei Industrie- und Gewerbebetrieben bei Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen entsteht und momentan ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, gilt als klimafreundliche Wärmequelle. Das Ziel der Abwärmenutzung ist es, diese Energie sinnvoll zu nutzen, um außerhalb des eigenen Betriebs Wärme bereitzustellen. Bei der kommunalen Wärmeplanung wird geprüft, wie die Abwärme in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz für andere Zwecke genutzt werden kann, wobei Faktoren wie Temperatur, Wärmemenge und das Wärmeträgermedium eine Rolle spielen. Im Gegensatz dazu wird die interne Nutzung der Abwärme innerhalb eines Betriebs oder Prozesses in der Regel nicht in die kommunale Wärmeplanung einbezogen.

5.5.2.1 Fa. Rieger

Laut Informationen der Plattform für Abwärme vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gibt es einige Abwärmequellen der Fa. Rieger aus den Prozessen. Allerdings liegen diese in den meisten Fällen als Abgas vor. Um diese nutzbar zu machen ist ein erheblicher Umbau der bestehenden Anlagen erforderlich, wodurch diese im Zuge der Wärmeplanung nicht näher betrachtet werden.

5.5.2.2 Fa. AlzChem

Für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser nutzt die Firma AlzChem bereits Abwärme aus den eigenen Prozessen. Die Prozesswärme wird mittels Wärmeübertrager auf das interne Wärmenetz übertragen, wodurch der gesamte Standort mit Wärme versorgt wird. [Umwelterklärung AlzChem] Laut Informationen der Plattform für Abwärme vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gibt es weitere Abwärmequellen der Fa. AlzChem. Allerdings liegen diese in den meisten Fällen als Abgas vor. Um diese nutzbar zu machen ist ein erheblicher Umbau der bestehenden Anlagen erforderlich, wodurch diese im Zuge der Wärmeplanung nicht näher betrachtet werden. Zudem schwankt die Verfügbarkeit aufgrund unregelmäßiger Produktionszeiten. Nach Abstimmung mit der Fa. AlzChem gibt es ein weiteres Abwärmepotenzial aus Kühlwasser. Das erwärmte Kühlwasser wird derzeit nach den analytischen Untersuchungen in die Alz eingeleitet. Das abgeschätzte Potenzial liegt derzeit bei ca. 254 GWh bei einer Leistung von 29 MW. Mit Hilfe von Wärmepumpen könnte dieses Potenzial nutzbar gemacht und zur Wärmeversorgung der Stadt Trostberg eingesetzt werden.

5.6 Strom

5.6.1 Freiflächen PV-Anlagen

Laut Statistikdaten des Energieatlas Bayern liegt die installierte Leistung für Dachflächen-PV-Anlagen in Trostberg bei 19,5 MWp bei einer Stromproduktion von 14,5 GWh/a. Für Freiflächenanlagen ist eine Leistung von 0,01 MWp bei einer Strommenge von 5,4 MWh angegeben [Energieatlas]. Derzeit sind zwei weitere Freiflächen PV-Anlagen geplant. Eine Anlage soll bei Waltersham, eine weitere soll bei Tinning entstehen. Anbei die wichtigsten Daten aus den Planungsunterlagen.

Tabelle 4: Daten zu geplanten Freiflächen PV-Anlagen

Anlage	Fläche [ha]	Leistung [MWp]	Anzahl Module
Freiflächen-PV bei Waltersham	2	2	2.432
Freiflächen-PV bei Tinning	2,7	2,3 (Ausrichtung: Süd)	3411
		2,8 (Ost-West)	4074

5.6.2 Windkraft

Es gab bereits Voruntersuchungen der Stadt Trostberg gemeinsam mit anderen Kommunen für die Errichtung einer Windkraftanlage. Als Ergebnis ist ein vorhandenes Potenzial festgestellt worden. Derzeit gibt es jedoch keine konkreten Planungen für die Errichtung einer Windkraftanlage in Trostberg.

5.6.3 Wasserkraft

Die Alzkraftwerke Heider betreiben das Kraftwerk in Trostberg. Mit Hilfe von Generatoren wird so jährlich eine Strommenge von 17,7 GWh (Stand 2023) bei einer Leistung von 3,2 MW erzeugt [Energieatlas].

5.7 Zusammenfassung Potenzialanalyse (erneuerbare Energien)

Abschließend sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse für die Wärmeerzeugung in nachfolgende Tabelle 5 nochmals zusammengefasst. Insgesamt ist festzuhalten, dass in den Bereichen Abwärme, Flusswasser und auch Geothermie ein sehr hohes Potenzial vorhanden ist.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse

Energieträger	Verfügbares Potenzial	Beschreibung / weitere Informationen
Biomasse	8,9 GWh/a	Potenzial bereits „aufgebraucht“
Flusswasser (Alz/Alzkanal)	>350 GWh je nach Abfluss (vgl. Kapitel 5.2.1)	Potenzial abhängig vom Entnahmestrom und von der Temperatur
Mitteltiefe Geothermie	Schwer abzuschätzen; Potenzial vermutlich vorhanden	Explorationskampagne erforderlich
Tiefe Geothermie	670 GWh	Bei P 55 (vgl. Kapitel 5.3.3.2)
Abwärme	Sehr hoch	Abwärme Kühlwasser Fa. AlzChem

6 Potenzialanalyse (Energieeinsparung)

6.1 Industrie

Sowohl die Firma AlzChem als auch die Fa. Rieger haben aufgrund der energieintensiven Produktionsprozesse einen sehr hohen Wärmebedarf. Beide Unternehmen untersuchen kontinuierlich Prozesse hinsichtlich der Optimierung des Energiebedarfs und der Energieeinsparung. Das größte Einsparpotenzial liegt hier im Bereich der Wärmerückgewinnung. Hierbei wird die in den Prozessen anfallende Abwärme durch Wärmeübertrager erneut nutzbar gemacht und entweder als Prozesswärme rückgeführt oder für die firmeninterne Warmwasserbereitung genutzt, wodurch große Mengen an Erdgas bzw. Heizöl eingespart werden können. Das konkrete Einsparpotenzial ist nicht abzuschätzen und wird daher in dieser kommunalen Wärmeplanung nicht näher betrachtet.

6.2 Wohnen

6.2.1 Sanierung

Neben der Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien, verfolgt die Bundesregierung eine ambitionierte Sanierungsagenda. Teil dieses Vorhabens sind diverse Fördermöglichkeiten (zinsverbilligte Kredite, Zuschüsse), welche die Bürger zur Sanierung ihrer Gebäude motivieren und dabei unterstützen sollen. Ziel ist die langfristige energetische Ertüchtigung von Bestandsgebäuden sowie die Errichtung energieeffizienter Neubauten.

Auf Basis von Daten des Umweltbundesamtes wird mit einer Sanierungsrate von insgesamt 0,4 % pro Jahr gerechnet. Dies entspricht in etwa der Annahme, dass jährlich 2 % der Gebäude so saniert werden, dass 20 % des Energiebedarfs eingespart wird. Unter Berücksichtigung der angenommenen Sanierungsrate von 0,4 % könnten so bis 2045 im Wohnbereich etwa 6 GWh eingespart werden. Das entspricht einer Einsparung von ca. 8 % am Gesamtwärmebedarf für den Bereich Wohnen.

7 Zielszenarien und Entwicklungspfad

7.1 Status Quo

Hauptziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen durch Substitution der fossilen Energieträger in Kombination mit der Einsparung an Wärmeenergie. Dieses Ziel soll mit Hilfe verschiedener Strategien und Maßnahmen erreicht werden. Für die Erstellung der Gesamtbilanz der CO₂-Emissionen im Gebäudebestand wurden alle Wohngebäude betrachtet. Die Gesamtmenge an emittierten Treibhausgasen für den Bereich Wohnen liegt bei 16.655 Tonnen pro Jahr und damit knapp unter 1,5 t CO₂-äq. je Einwohner. Unter Berücksichtigung der Daten aus der Bestandsanalyse wurde mit Hilfe der jeweiligen Emissionsfaktoren [AGFW - FW 309 - 6] der einzelnen Energieträger die aktuellen THG-Emissionen aller Gebäude für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowie den Bereich Prozesswärme ermittelt und in nachfolgender Abbildung 25 dargestellt. Der Gesamtwärmebedarf liegt bei 136 GWh/a für Raumwärme und Warmwasser bzw. 339,3 GWh/a für Prozesswärme. Die Gesamtemissionen betragen 92.400 t/a, die THG-Emissionen für den Bereich Prozesswärme liegen bei ca. 65.000 t/a, da die Wärme zum Großteil aus Erdgas bereitgestellt wird.

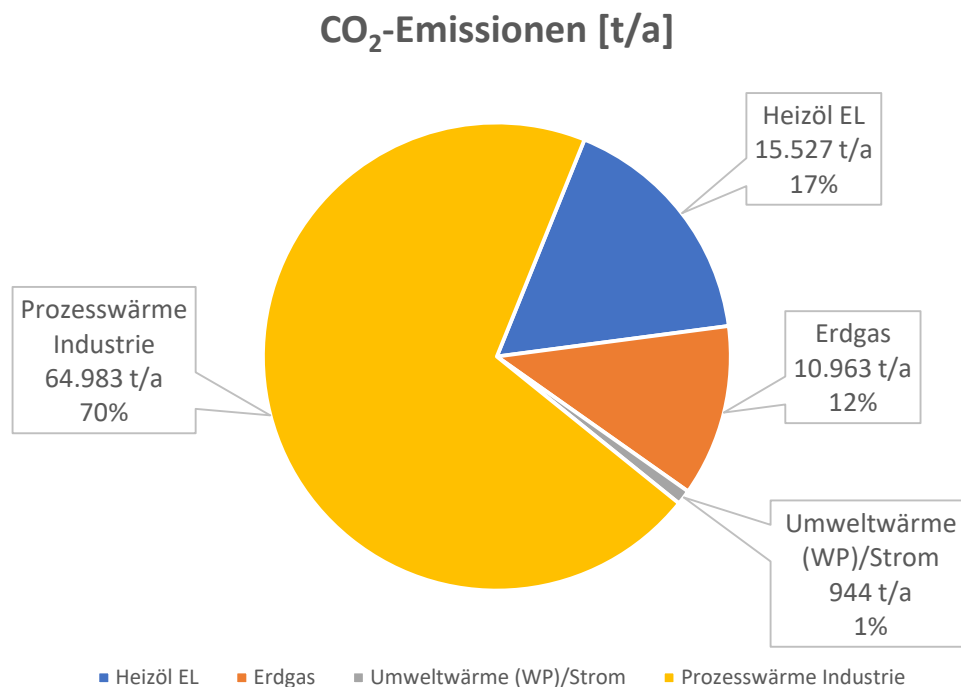


Abbildung 25: Jährliche CO₂-Emissionen für die Wärmeversorgung nach Energieträgern

7.2 Sanierung

Wie in Kapitel 6.2.1 bereits beschrieben, ist durch die angenommene Sanierungsrate ein Einsparpotenzial (bis 2045) von ca. 6 GWh bzw. 8 % des Gesamtwärmebedarfs im Bereich Wohnen vorhanden. Unter Annahme der aktuellen Energieträger im Bestand (vgl. Kapitel 4.4) liegt das CO₂-Einsparpotenzial bei ca. 1.219 t/a. Die aktuelle Sanierungsrate lag laut Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. bei 0,69 % bezogen auf die Gebäudeanzahl. Diese ist im Vergleich zu den Vorjahren sogar etwas rückläufig. Mit Blick auf den Gebäudebestand der Stadt Trostberg liegt vor allem im Sanierungsgebiet Altstadt ein hohes Potenzial zur Energie- und damit auch zur THG-Minderung.

7.3 Ausbau Fernwärme

Mit Blick auf die Klimaschutzziele des Wärmeplanungsgesetzes und der angestrebten THG-Minderung bis 2045 ist der Ausbau von Wärmenetzen mit regenerativen Energieträgern wie Geothermie ein Schlüssel zum Erfolg. Ziel ist es, bis 2045 alle fossilen durch regenerative Energieträger zu substituieren. In nachfolgender Abbildung ist der Pfad zur Treibhausgasneutralität unter Berücksichtigung der angestrebten Maßnahmen für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dargestellt. Durch den Ausbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung in den Fokusgebieten (vgl. Kapitel 4.7) und die Substitution dezentraler Öl- und Gaskessel werden alle fossilen Energieträger sukzessive durch regenerative ersetzt, wodurch sich die THG-Emissionen bis zum Zieljahr um ca. 96% reduzieren. Zusätzliche Maßnahmen wie Sanierung von Gebäuden und der Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung (Photovoltaik, Wind- bzw. Wasserkraft) tragen zusätzlich zur Minderung der THG-Emissionen bei.

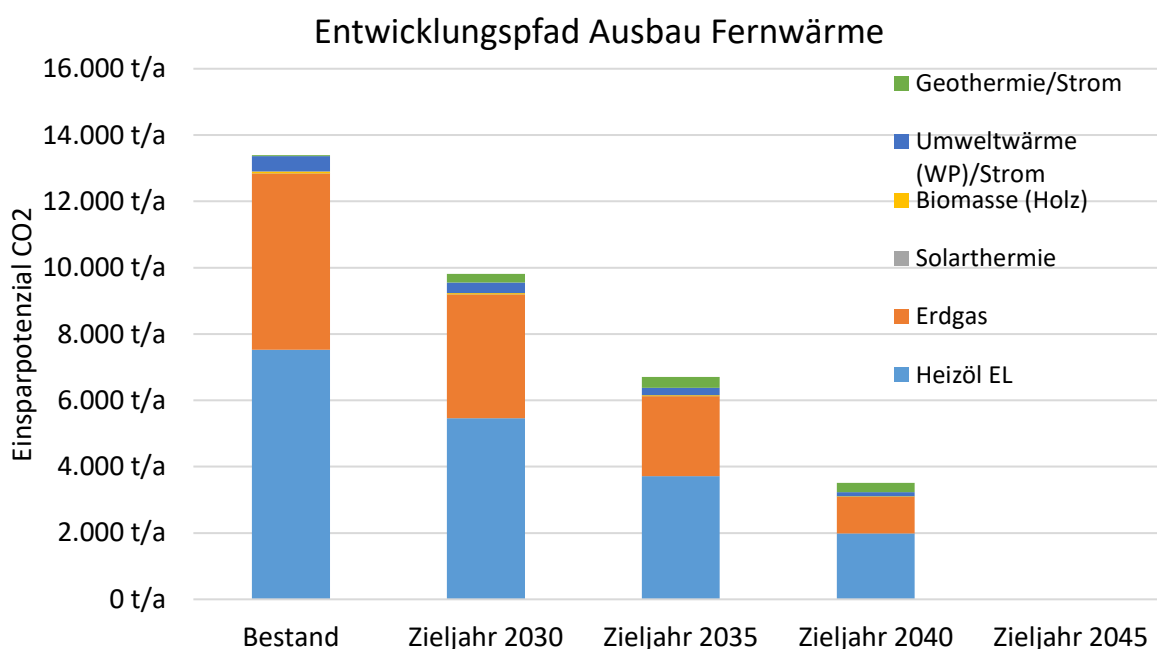


Abbildung 26: Entwicklungspfad Ausbau Fernwärme

7.4 Zielpfad gesamt

Neben dem Ausbau der leitungsgebunden Wärmeversorgung sind im Bereich der dezentralen Wärmeversorgung und im industriellen Bereich weitere Maßnahmen erforderlich, um die THG-Minderungsziele bis 2045 zu erreichen. Mit den Ergebnissen der Potenzialanalyse in Kapitel 5.3.1 sind im Bereich außerhalb der Fokusgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung vor allem Wärmepumpen mit Nutzung der oberflächennahen Geothermie eine Möglichkeit zur Substitution der fossilen Energieträger. Im Bereich Prozesswärme ist der Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen näher zu untersuchen. Hier sollte auf die bisherigen Konzepte aufgebaut werden, um den Anteil von Erdgas im Bereich der Dampferzeugung bis zum Zieljahr durch regenerative Energieträger zu ersetzen. Im nachfolgenden Kapitel sind einige Strategien und Maßnahmen zur Erreichung der Zielszenarien und der THG-Minderungsziele näher beschrieben.

7.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

7.5.1 Wärmeverkauf leitungsgebundene Wärmeversorgung

Grundlage für den Wärmeverkauf ist ein Tarifmodell mit unterschiedlichen Kostenbestandteilen. Ein Fernwärmetarif gliedert sich im Wesentlichen in die zwei Bestandteile Kapitalkosten und laufende Kosten. Die Kapitalkosten lassen sich in einen Baukostenzuschuss (BKZ) zur Beteiligung an den gesamten Netzbaukosten und Hausanschlusskosten (HAK), die sich meist nach der verlegten Netzlänge auf dem privaten Grundstück bemessen, aufteilen. Die laufenden Kosten (vgl. Fernwärmetarif Abbildung 27 grüner Balken) setzen sich aus Grundpreis, Messpreis und Arbeitspreis zusammen und sind abhängig von der Anschlussleistung bzw. der jährlich bezogenen Wärmemenge. BKZ und HAK (vgl. Fernwärmetarif Abbildung 27 blauer Balken) dienen der Kapitalkostenminderung des Betreibers und bemessen sich an der angeschlossenen Leistung. Zur Umlage der Baukosten auf die Endverbraucher gibt es genaue gesetzliche Regelungen. Die Kosten für das Verteilnetz können gemäß § 9 AVBFernwärmeV (Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme) zu maximal 70 % über den Baukostenzuschuss auf die Kunden umgelegt werden, der Rest muss ggf. auch in den Grundpreis einfließen. Die Kosten für Hausanschlüsse können gemäß § 10 AVBFernwärmeV über Hausanschlusskosten zu maximal 100 % auf die Kunden umgelegt werden.

7.5.2 Kostenvergleich Einfamilienhaus (Vollkostenrechnung) - qualitativ

Der Kostenvergleich in Abbildung 27 zeigt verschiedene Heizsysteme eines typischen Einfamilienhauses im Gebäudebestand und dient als Orientierung für einen wettbewerbsfähigen Fernwärmetarif einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Der Fernwärmetarif richtet sich an den Vollkosten für den Einbau und Betrieb eines dezentralen Konkurrenzheizsystems. Neben dem Fernwärmetarif sind auch mögliche Konkurrenzsysteme wie eine dezentrale Pelletheizung oder Luft-Wärmepumpen dargestellt. Grundlage für die Berechnung der Kapitalkosten und der laufenden Kosten sind aktuelle Angebote, Förderungen und gesetzliche Preisvorgaben für Haushalts- und Wärmepumpenstrom. Zukünftige Preisschwankungen und gesetzliche Maßnahmen können zu einer nicht unerheblichen Veränderung der Jahresgesamtkosten führen. Um auf Preisveränderungen in der Wärmeerzeugung reagieren zu können, beinhalten Fernwärmetarife beim Arbeits- und Grundpreis üblicherweise eine Preisgleitklausel.

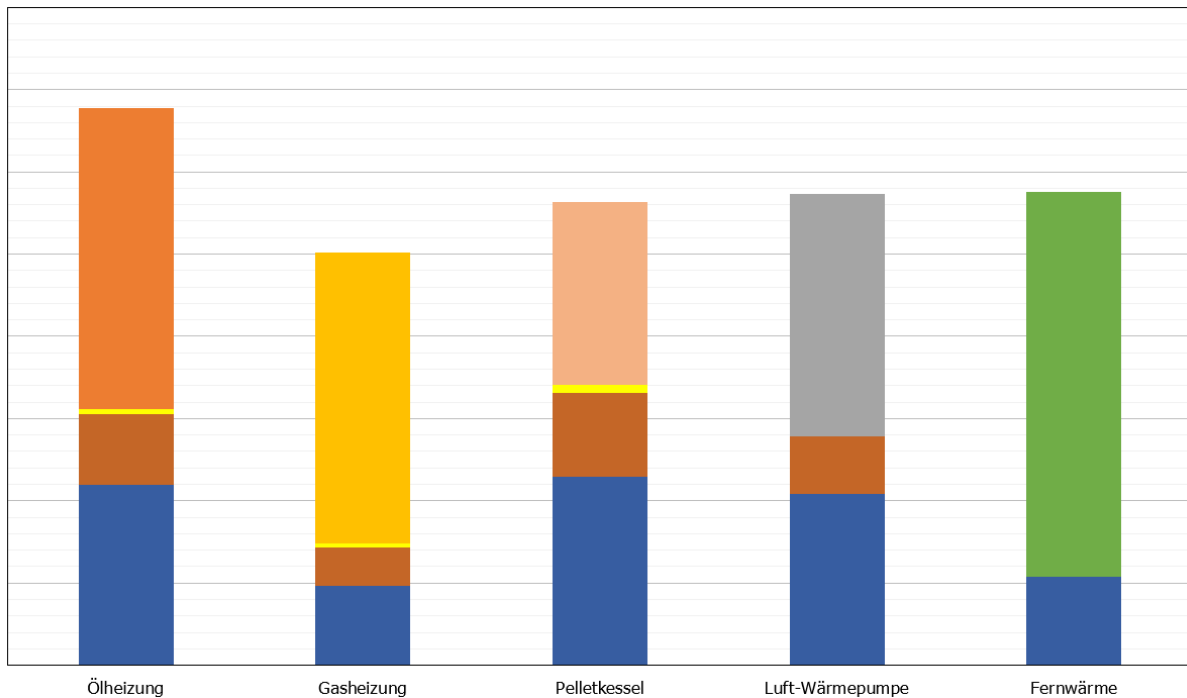


Abbildung 27: Kostenvergleich (qualitativ) der Jahresgesamtkosten fossiler und regenerativer Wärmeerzeugersysteme für ein Einfamilienhaus im Bestand

Der Jahresgesamtkostenvergleich wurde für ein typisches Einfamilienhaus berechnet. Hierfür wurde für jeden Wärmeerzeuger ein Jahresnutzungsgrad hinterlegt, um die nötige Menge an Energieträgern zu bestimmen. Die Investitionskosten der einzelnen Wärmeerzeuger wurden aus aktuellen Angeboten ermittelt und auf die kalkulatorische Nutzungsdauer umgerechnet. Zudem wurden betriebsgebundene und sonstige Kosten für Kaminkehrer, Wartung, Reinigung, CO₂ – Steuer, Hilfsenergie sowie für Versicherung und Verwaltung miteinbezogen. Der Fernwärmetarif für den Anschluss und den Wärmebezug durch eine mögliche leitungsgebundene Wärmeversorgung orientiert sich an den jährlichen Kosten der Konkurrenzsysteme Pelletheizung und Luft-Wärmepumpe, da diese die beste regenerative Alternative im Vergleich zum Fernwärmeanschluss bieten. Einer der wichtigsten Faktoren für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist die Anschlussdichte. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass der Fernwärmetarif im Vergleich zu den alternativen Heizsystemen konkurrenzfähig ist, um eine möglichst hohe Anschlussquote zu generieren.

8 Strategie- und Maßnahmenkatalog

Für jedes Teilgebiet wurde auf Grundlage örtlicher Gegebenheiten, bestehender Infrastrukturen, Ergebnisse von Bestands- und Potenzialanalyse eine Maßnahme beschrieben. Diese sind nachfolgend für jedes Teilgebiet näher ausgeführt und als konkrete Umsetzungspläne formuliert. Die genannten Maßnahmen sind für die einzelnen Teilgebiete weiter zu verfolgen, um die zur Erreichung der Energie- und THG-Minderungs-Ziele zu erreichen.

8.1 M1 Sanierungsgebiet Altstadt

Der gesamte Wärmebedarf des Sanierungsgebiets Altstadt liegt derzeit bei 10,4 GWh pro Jahr. 36 % und damit knapp über 1/3 aller Gebäude sind derzeit am Gasnetz angeschlossen. Die Wärmeliniedichte im Sanierungsgebiet liegt mit 2,9 MWh/Trm. (ohne Hausanschlussleitungen) bzw. 2,1 MWh/Trm. (inkl. Hausanschlussleitungen) im Bereich der Wärmenetzeignung mit erhöhten Anforderungen [Leitfaden Wärmeplanung; BMWK]. Der Bau eines Wärmenetzes im Bereich der Altstadt wäre aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wie beispielsweise das Kopfsteinpflaster, die enge Bebauung und die Topografie mit erheblichen Mehrkosten im Vergleich zur Neuerschließung oder bestehenden Wohngebieten verbunden. Aufgrund der hohen Wärmeliniedichte wäre eine leitungsgebundene Wärmeversorgung im Detail zu prüfen. Eine mögliche Wärmequelle bietet der Alzkanal, der in unmittelbarer Nähe an der Altstadt vorbeigeleitet wird. Der Großteil des Gebietes liegt außerhalb der Potenzialgebiete für Erdwärmesonden. Das Potenzial für Grundwasser wäre theoretisch vorhanden, ist jedoch im Einzelfall über die Standortauskunft und mit Fachplanern näher zu untersuchen. Ausweisung des genauen Potentials siehe Kapitel 5.3.1.3.

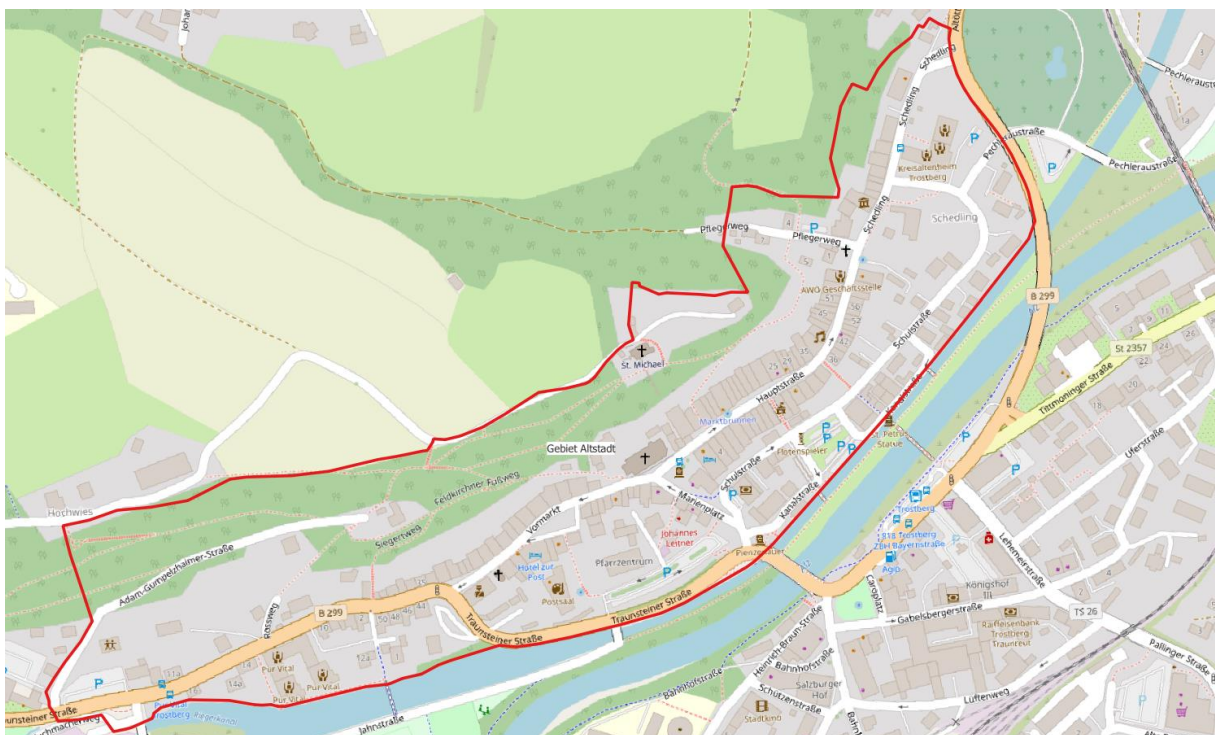


Abbildung 28: Untersuchungsgebiet Altstadt

8.2 M2 Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung

Für alle Gebäude in Gebieten, die nicht oder in nicht absehbarer Zeit leitungsgebunden über ein Wärmenetz versorgt werden können wurden in Kapitel 5 bereits die vorhandenen Potenziale bewertet. Hier ist im Einzelfall zu prüfen welcher Energieträger verfügbar ist und wie dieser bestmöglich genutzt werden kann. Für die Nutzung dezentraler Versorgungen durch oberflächennahe Geothermie wird bei potenzieller Eignung (kein Ausschlussgebiet – siehe Kapitel 5.3.1) empfohlen, die Standortauskunft des Umweltatlases zu nutzen. Dort sind die standortspezifischen Eigenschaften, eine Ersteinschätzung zur Eignung oberflächennaher Entzugssysteme sowie allgemeine Rahmenbedingungen dargestellt. Zudem erfolgt eine differenzierte Bewertung hinsichtlich der drei gängigen technischen Systeme und es werden Hinweise zu möglichen nächsten Schritten für die Umsetzung gegeben. Ein Schema für den Ablauf zur Installation einer oberflächennahen Geothermieanlage kann der Abbildung 29 bzw. Anlage 2 entnommen werden. In der Abbildung wird die Reihenfolge nach der Effizienz der Systeme dargestellt.

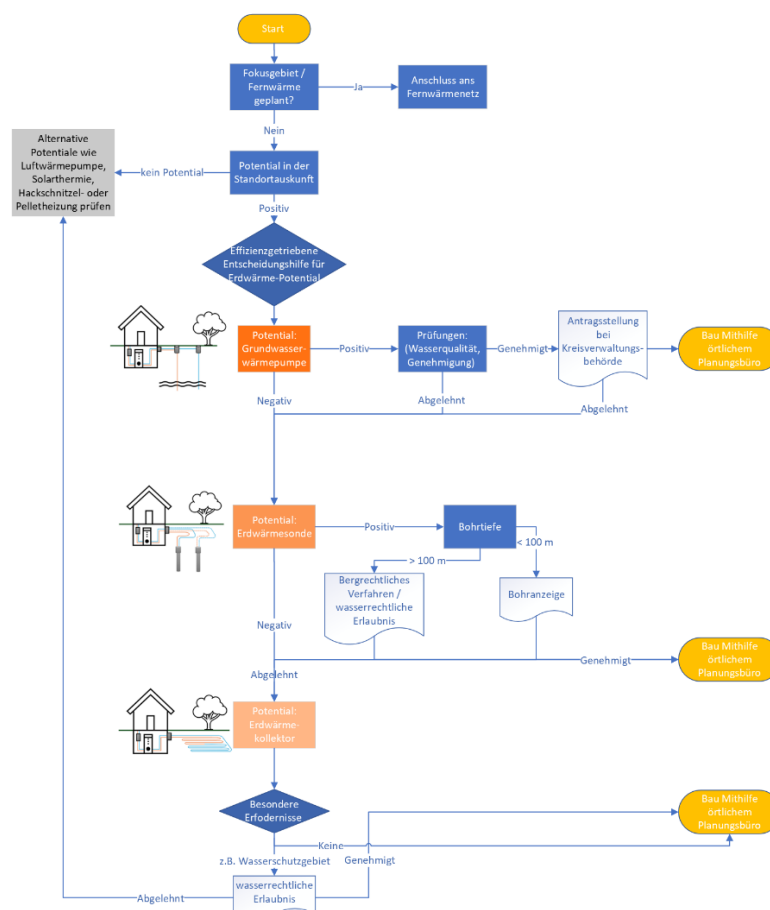


Abbildung 29: Entscheidungshilfe und Genehmigungsanleitung zur Erstellung dezentraler, oberflächennaher Geothermieanlagen

8.2.1 Energieberatung

Jeder Bürger der Stadt Trostberg hat die Möglichkeit einer kostenlosen Energieberatung durch die Energieagentur Südostbayern GmbH. Hierbei können Fragen zum Thema Sanierung, erneuerbare Energien oder auch hinsichtlich der Förderung gestellt werden. Genaue Informationen können auf der Homepage der **Stadt Trostberg → Umwelt & Klima → Beratungsangebot** entnommen werden.

8.3 M3 Geothermie

Mit den Erkenntnissen der Potenzialanalyse (vgl. Kapitel 5.3.3), ist eine zentrale Wärmeversorgung durch Geothermie in Trostberg durchaus möglich. Aufgrund des hohen Potenzials könnte die gesamte Stadt versorgt werden, weshalb langfristig eine komplette Erschließung der Stadt mit einem Wärmenetz anzustreben ist. Bei entsprechenden Vorlauftemperaturen könnte die Geothermie auch für die beiden Großabnehmer (Fa. Alzchem und Fa. Rieger) in Kombination mit Hochtemperaturwärmepumpen interessant sein. Hierzu gibt es bereits erste Überlegungen und Konzepte seitens der Unternehmen, wie eine mögliche Einbindung in die Prozesswärmebereitung aussehen könnte.

8.3.1 Netzausbau

Die Erschließung der gesamten Stadt Trostberg (ohne Altstadt) - unter Annahme einer Anschlussdichte von 70 % (1.600 Anschlussnehmer) - umfasst einen Netzausbau von etwa 55 km Wärmenetz. Davon sind etwa 57 % Verteilnetz und 43 % Hausanschlussleitungen. Je nach Standort der Energiezentrale bzw. Wärmeübergabestation ist ein möglicher Netzausbau der in Kapitel 4.7 genannten Fokusgebiete aufgrund der hohen Wärmebelegungsdichte und dem damit verbundenen Wärmeabsatz bevorzugt zu untersuchen. Zudem ist ein Netzausbaukonzept zu entwickeln, das eine positive Wirtschaftlichkeit zeigt.

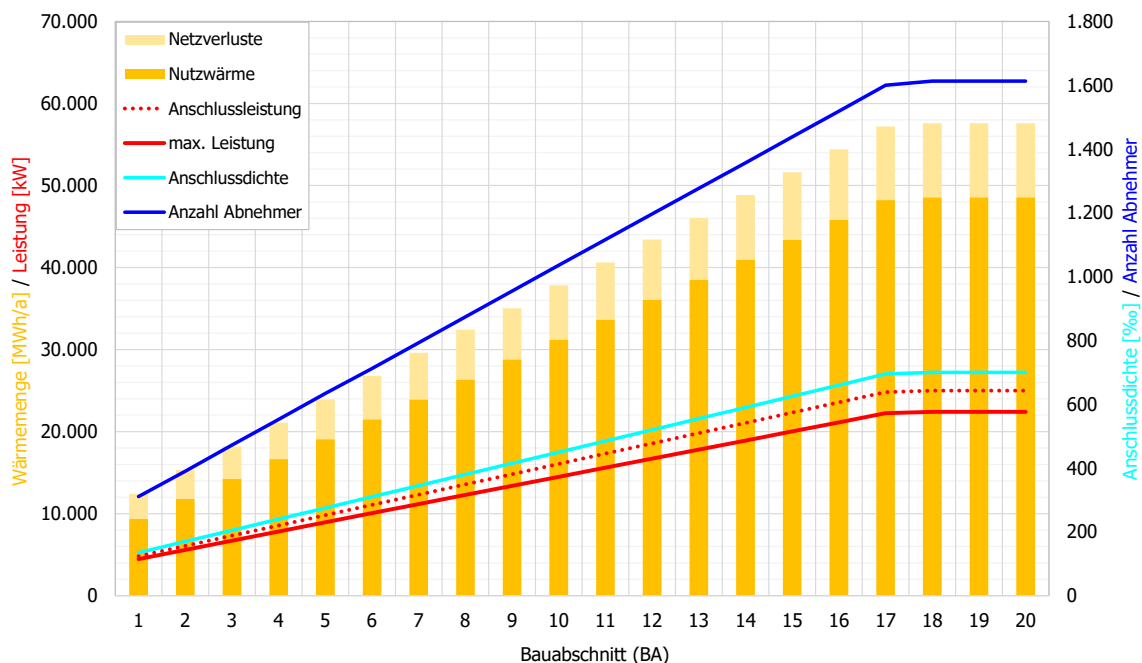


Abbildung 30: Mögliche Netzausbaustufen für eine Erschließung des gesamten Stadtgebietes

8.3.2 Weiteres Vorgehen

Die Maßnahme zur Erschließung des gesamten Stadtgebietes mit Fernwärme ist im nächsten Schritt in einer Machbarkeitsstudie näher zu untersuchen. Hierbei ist zu prüfen, wie ein möglicher Netzausbau aussehen kann, wo eine Einbindung der Geothermie möglich ist und wie sich das Gesamtprojekt hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung des Investitionskostenrahmens darstellt. Ein ständiger Austausch zwischen Stadt und Industrie ist ebenfalls notwendig, um Strategien und Überlegungen abzustimmen und alle Beteiligten regelmäßig über geplante Maßnahmen im Bereich der Wärmeversorgung zu informieren.

8.4 M4 Abwärmenutzung Alzchem

Wie in Kapitel 5.5.2 beschrieben, benötigt die Firma Alzchem eine sehr hohe Menge an Kühlwasser zur Abkühlung der Prozesse. Hierzu gab es vor einigen Jahren bereits erste Überlegungen zur Einbindung der Abwärme aus dem Kühlwasser der Fa. Alzchem. Nach ersten Konzepten wurde die Planung bisher nicht im Detail weitergeführt. Mit einer Verfügbarmachung des vorhandenen Potenzials könnte ein Großteil des gesamten Stadtgebiets mit Wärme versorgt werden. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus müssten Wärmepumpen eingesetzt werden, um den Temperaturhub auf 85 °C Netzhauttemperatur zu ermöglichen. Das Netzausbaukonzept ist vergleichbar mit den Ausbaustufen in Kapitel 8.3.1. Die Einbindung der Abwärmequelle könnte im Bereich zwischen den Rückhaltebecken und dem Einlauf in die Alz erfolgen, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt.



Abbildung 31: Möglicher Anbindepunkt Abwärmennutzung

8.4.1 Weiteres Vorgehen

Für die weitere Betrachtung dieser Maßnahme ist im nächsten Schritt eine Machbarkeitsstudie zu erstellen, um zu prüfen, wie die Einbindung der Abwärme aussehen könnte und wie sich die Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung des Investitionskostenrahmens darstellen lässt. Hierbei sollte ein möglicher Endausbau des Wärmenetzes, der Gesamtinvestitionskosten für Wärmenetz, Anlagentechnik und Gebäude in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung gegenübergestellt und bewertet werden.

8.5 M5 Industrie

Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wurde das Thema Wärmeversorgung mit Vertretern der Papierfabrik Rieger und des Chemieparks Alzchem besprochen. Hierbei wurde zum einen die aktuelle Wärmeversorgung der Unternehmen aber auch mögliche Alternativen und Konzepte vorgestellt. Die Papierfabrik untersucht derzeit alternative Energiekonzepte, unter anderem die Nutzung von Industrierärmepumpen und Geothermie. Auch die Fa. Alzchem ist bestrebt möglichst viel Energie bei den einzelnen Prozessen einzusparen und alle anfallenden Produkte und Abwärmequellen bestmöglich stofflich oder energetisch zu nutzen. Die Ergebnisse aus den Abstimmungen werden im Zuge der weiteren Konzepterstellung und bei künftigen Planungen berücksichtigt.

8.5.1 Kommunikation

Eine Maßnahme hinsichtlich der kommunalen Wärmeplanung ist die Verbesserung der Kommunikation zwischen Stadt und Industrie. Es gibt bereits Gespräche zwischen den beiden Akteuren, diese waren bisher jedoch wenig erfolgreich. Wie sich im Zuge der kommunalen Wärmeplanung gezeigt hat, gibt es ein großes Potenzial hinsichtlich Wärmeabnahme und Bereitstellung der beiden großen Industrieunternehmen. Ziel dieser Maßnahme ist es die Kommunikation zu verbessern, um vorhandene oder zukünftige Potenziale nutzbar zu machen. Mögliche Verbesserungen in der Kommunikation sind nachfolgend aufgelistet:

- Abstimmungen in kürzeren Abständen
- Zielorientierter Austausch (Was plant die Stadt? Was plant die Industrie?)
- Beteiligung der relevanten Mitarbeiter im Bereich der Energieversorgung sowohl auf Seiten der Stadt als auch der Industrieunternehmen

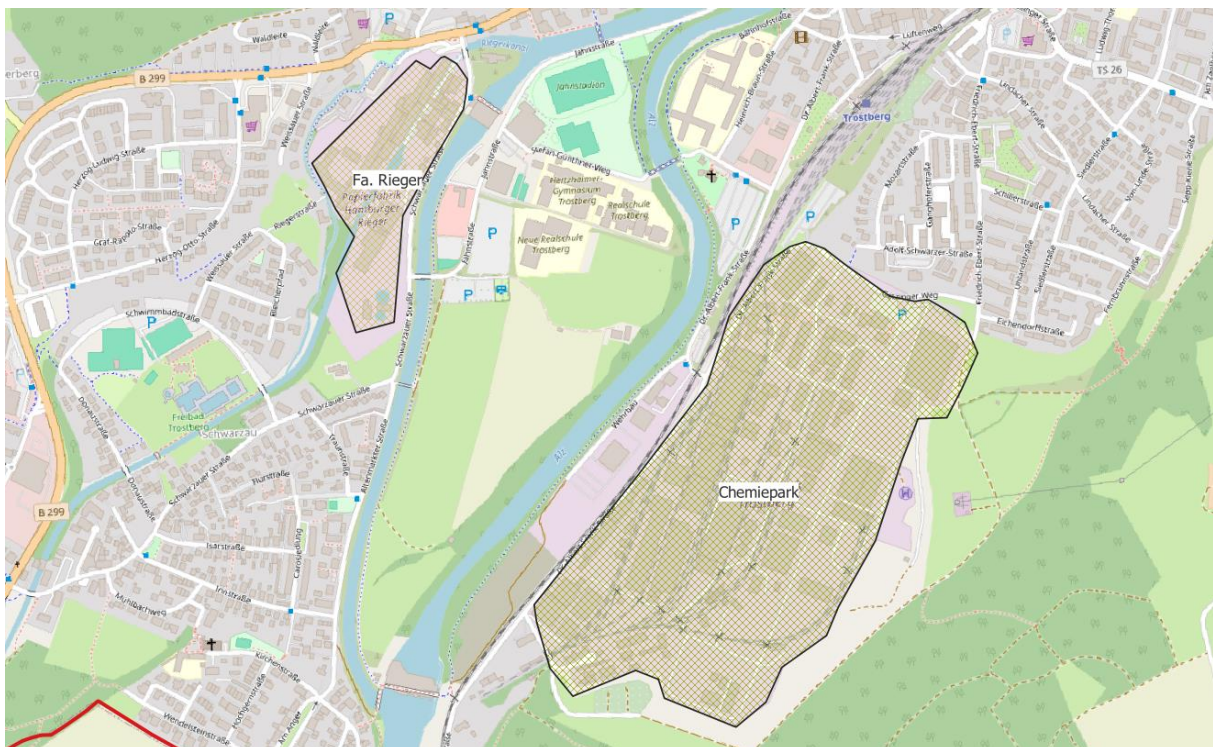


Abbildung 32: Gebiete der Fa. Rieger und des Chemieparks der Fa. Alzchem

9 Akteursbeteiligung

Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wurden zahlreiche Akteure aus den verschiedensten Bereichen beteiligt. Die Informationen und Ergebnisse aus den Abstimmungen sowie die zur Verfügung gestellten Daten wurden in der Ausarbeitung der einzelnen Bereiche dieser kWP (Bestands- und Potenzialanalyse, Strategie- und Maßnahmen) berücksichtigt. Im nachfolgenden sind alle Akteure aufgelistet, die an dieser kommunalen Wärmeplanung angefragt und beteiligt waren.

Tabelle 6: Beteiligte Akteure an der kommunalen Wärmeplanung

Akteure	Bestandsanalyse	Potenzialanalyse	Zielszenario	Maßnahmen
Stadt Trostberg	X	X	X	X
Stadtwerke Trostberg	X			
Regionalwerk Chiemgau - Rupertiwinkel	X	X		
Institut für Energietechnik (IfE)	X			
Alzkraftwerke Heider	X	X		
Energienetze Bayern	X		X	
Fa. Rieger	X		X	X
Fa. Alzchem	X		X	X
Geprime		X		
ENEX Power Germany GmbH		X		
RIWA-GIS Zentrum	X			

Stellungnahme der Energienetze Bayern GmbH & Co.KG zur kommunalen Wärmeplanung in Trostberg:

Planung der Transformation des bestehenden Erdgasnetz für den zukünftigen Einsatz

Die Energienetze Bayern GmbH & Co.KG treiben derzeit die Planung für die vollständige Umstellung ihres Gasnetzes auf Wasserstoff voran. Im ersten Schritt sollen die Gebiete mit direkter Anbindung an das Kernnetz umgestellt werden. In einem nächsten Schritt sollen die Bereiche umgestellt werden, die nicht unmittelbar am Kernnetz liegen. Die Stadt Trostberg fällt in diese Kategorie und wird deshalb wahrscheinlich bis 2045 umgestellt. Daher ist die physische Verfügbarkeit von Wasserstoff aus dem Kernnetz realistischweise nicht vor 2035 zu erwarten. Die Reihenfolge kann sich durch politische und Markt- Entwicklungen (insbes. Wasserstoffverfügbarkeit) aber ändern.

Aber bis dahin gilt:

- Die Energienetze Bayern werden bis dahin Ihre Versorgungspflicht im vollen Umfang erfüllen.
- Das bestehende Erdgasnetz wird weiterhin regelwerkskonform betrieben. Stilllegungen und partielle Abtrennungen sind nicht vorgesehen.
- Nach den derzeitigen technischen Erkenntnissen ist das „Trostberger-Erdgasnetz“ für den zukünftigen Wasserstoffbetrieb geeignet.
- Die Versorgung der ersten industriellen Ankerkunden mit Wasserstoff wird vorangetrieben.
- Nach GEG ist derzeit eine Wärmeversorgung über Erdgas möglich. Ab 01.01.2029 ist ein steigender Anteil Biogas vorgeschrieben (auch als „Biomethantreppe“ bezeichnet): 15 % ab 2029, 30 % ab 2035, 60 % ab 2040. Diese Lieferung kann bilanziell über das bestehende Erdgasnetz erfolgen. Verschiedene Gaslieferanten bieten derzeit schon passende Gasprodukte an bzw. haben diese entsprechend den gesetzlich vorgegebenen Fristen und Anteilen von Biomethan angekündigt.

10 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist ein zentraler Baustein für den langfristigen Erfolg der Wärmewende in Trostberg. Ziel ist es, die einmal angestoßenen Prozesse sowie die erarbeiteten Maßnahmen und Erfolge nicht nur abzusichern, sondern kontinuierlich weiterzuentwickeln und an neue Rahmenbedingungen anzupassen.

Gerade weil ein Großteil der Maßnahmen langfristig ausgelegt ist, ist es entscheidend, die gesetzten Klimaziele dauerhaft im Blick zu behalten und zu verhindern, dass sie im Alltagsgeschäft der Verwaltung oder durch politische Veränderungen an Bedeutung verlieren. Die Verstetigungsstrategie dient dabei als Instrument, um die Wärmewende auch bei veränderten technischen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen dynamisch weiterverfolgen zu können.

Wesentliche Elemente einer erfolgreichen Verstetigung sind regelmäßige Überprüfungen der Maßnahmen sowie eine schrittweise Anpassung an neue Technologien und Erkenntnisse. Hierzu gehört insbesondere die dauerhafte Verankerung des Controlling-Konzepts in der kommunalen Verwaltungsstruktur (siehe Kapitel 9).

Verstetigung durch einen Arbeitskreis Wärmewende

Zur langfristigen Koordination der Maßnahmen wird empfohlen, einen interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitskreis Wärmewende für die Stadt Trostberg zu etablieren. Dieser Arbeitskreis sollte Vertreterinnen und Vertreter aus folgenden Bereichen umfassen:

- Stadtverwaltung Trostberg
- Stadtwerke Trostberg
- Umweltverbände und zivilgesellschaftliche Gruppen
- ggf. Planungsbüros

In der Anfangsphase empfiehlt sich eine engmaschige Taktung der Sitzungen (z. B. quartalsweise), um zügig gemeinsame Strukturen und Entscheidungsprozesse aufzubauen. Wichtig ist eine klare Definition von Aufgaben, Zuständigkeiten und Kommunikationswegen innerhalb des Arbeitskreises sowie zwischen Arbeitskreis, Stadtverwaltung und externen Akteuren.

Zentrale Anlaufstelle für Bürgeranfragen

Um Transparenz zu fördern und die langfristige Akzeptanz der Bevölkerung zu sichern, sollte in Trostberg eine zentrale Kontakt- und Beratungsstelle für Fragen rund um die kommunale Wärmeplanung geschaffen werden. Diese Anlaufstelle kann etwa in das Klimaschutzmanagement oder das Bauamt integriert werden und auch Teil des oben genannten Arbeitskreises sein.

Sie dient als Schnittstelle zwischen Bürgerschaft, Fachabteilungen und Projektträgern. Anliegen, Rückmeldungen oder Verbesserungsvorschläge aus der Bevölkerung können so gezielt aufgenommen und in die strategische Weiterentwicklung der Wärmeplanung eingebracht werden. Gleichzeitig wird durch eine zentrale Informationsstruktur vermieden, dass Unklarheiten oder Missverständnisse in der Umsetzung entstehen.

11 Controlling und Monitoring

Für die wirksame Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Trostberg ist eine klare Struktur zur Fortschrittskontrolle unerlässlich. Entscheidend ist dabei das Zusammenspiel zwischen strategischer Steuerung durch die Stadtverwaltung und einer kontinuierlichen Rückmeldung aus der Praxis. Nur durch diese Rückkopplung kann gewährleistet werden, dass Maßnahmen effektiv greifen, Ziele erreicht und Maßnahmen bei Bedarf frühzeitig nachjustiert werden.

Ziel des Controllings ist es, aus der Umsetzung zu lernen, Optimierungspotenziale zu erkennen und die Wärmewende als dynamischen Prozess fortlaufend zu verbessern.

Strategische Steuerung: Von Zielen zu überprüfbaren Ergebnissen

Die Stadt Trostberg definiert im Rahmen ihrer Wärmeplanung übergeordnete Ziele wie:

- die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor,
- die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien,
- sowie die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand.

Diese Zielsetzungen werden auf unterschiedliche Bereiche wie Wohngebäude, kommunale Liegenschaften und das Gewerbe übertragen. Für die Überprüfung der Zielerreichung werden geeignete Kennzahlen herangezogen, zum Beispiel:

- Anzahl und Anteil von Gebäuden, die mit klimafreundlichen Wärmeerzeugungstechnologien wie Wärmepumpen oder Fernwärme versorgt werden
- Fördermittelvolumen im Verhältnis zu den Gesamtinvestitionen
- Netzverluste in bestehenden Wärmenetzen

Die Stadtverwaltung übernimmt die regelmäßige Auswertung dieser Indikatoren und kann auf dieser Grundlage gezielt nachsteuern.

Praxisdaten und Rückkopplung: Umsetzung messbar machen

Auf operativer Ebene liefern verschiedenste Akteure, darunter Stadtwerke, Umweltverbände, Wohnungsbaugesellschaften und private Haushalte wertvolle Daten zur Umsetzung:

- Energieverbrauch einzelner Gebäude,
- Zahl und Art durchgeführter energetischer Sanierungen,
- Rückmeldungen zur Zufriedenheit mit der Wärmeversorgung (z. B. im Zuge eines Netzanschlusses),
- Umsetzungsquoten bei geplanten Maßnahmen.

Diese Daten werden systematisch gesammelt, ausgewertet und in die strategische Bewertung der Maßnahmen zurückgeführt.

Monitoring auf Basis von Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zentrale Grundlage für das Monitoring ist die turnusmäßige Fortschreibung der Endenergie- und THG-Bilanz. Diese zeigt Entwicklungen unter anderem bei der Reduktion fossiler Brennstoffe, der Zunahme erneuerbarer Wärmetechnologien oder bei energetischen Sanierungen auf.

Die Bilanz stellt gleichzeitig die Datengrundlage für die gesetzlich vorgeschriebene Fortschreibung des Wärmeplans dar (§ 25 Wärmeplanungsgesetz). Die Überarbeitung erfolgt mindestens alle fünf Jahre und basiert auf den jeweils aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Entwicklungen vor Ort.

Indikatorgestützte Umsetzungskontrolle

Um auch zwischen den Bilanzierungszyklen ein wirkungsvolles Controlling zu ermöglichen, sollte ein praxistaugliches Set an Indikatoren entwickelt werden. Die Auswahl erfolgt auf Basis verfügbarer Datenquellen etwa vom Bayerischen Landesamt für Statistik, lokalen Versorgern oder kommunalen Fachstellen.

Ergänzend zum Gesamtverbrauch sind spezifische Kennwerte z.B. pro Kopf oder je m² Wohnfläche von besonderem Wert, da sie unabhängig von Siedlungsentwicklung und Bevölkerungswachstum eine belastbare Bewertung der Effizienz ermöglichen.

Beispielhafte Indikatoren:

Indikator	Datenquelle
Wärmeverbrauch nach Energieträger	Stadtwerke, Energieversorger
Gebäude mit Wärmepumpe oder Nahwärme	Energieberatung, Förderstellen
Sanierungsquote im Gebäudebestand	Bauamt, Energieberatung
CO ₂ -Einsparung pro Maßnahme	Bilanzierung, Förderanträge
Investitionsvolumen je Fördermaßnahme	Kommunale Verwaltung, Fördermittelgeber

Zielverfolgung und Transparenz

Die Entwicklung dieser Kennzahlen kann zu festen Zieljahren wie 2030, 2035, 2040 und 2045 mit den langfristigen Klimazielen der Stadt abgeglichen werden. So entsteht ein klarer Überblick über den Fortschritt sowohl auf kurzfristige als auch auf langfristige Sicht.

Ein transparentes, nachvollziehbares Berichtswesen ist dabei nicht nur Grundlage für eine effektive Steuerung, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Bürgerbeteiligung und Akzeptanzförderung. Offen kommunizierte Fortschritte schaffen Vertrauen und motivieren zur aktiven Mitwirkung.

Regelmäßige Fortschreibung

Die regelmäßige Aktualisierung der THG- und Endenergiebilanzen bildet das Fundament für eine zielgerichtete Anpassung der Wärmeplanung. Sie stellt sicher, dass neue Technologien, veränderte Rahmenbedingungen und gewonnene Erfahrungen berücksichtigt werden können. Die nächste Überarbeitung des Wärmeplans in Trostberg erfolgt spätestens fünf Jahre nach der Erstveröffentlichung und orientiert sich dabei an den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes.

12 Kommunikationsstrategie

Eine strukturierte, kontinuierliche und transparente Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil für das Gelingen der kommunalen Wärmeplanung in Trostberg. Die Kommunikationsstrategie verfolgt das Ziel, durch gezielte Information und aktive Einbindung aller relevanten Zielgruppen von Bürgerinnen und Bürgern über Unternehmen bis hin zu politischen Entscheidungsträgern ein hohes Maß an Akzeptanz, Verständnis und Mitwirkung zu erreichen. Dabei wird der Fokus auf einen offenen Austausch, verständliche Informationen und die Motivation zur aktiven Beteiligung gelegt.

Interne Kommunikation: Koordination innerhalb der Verwaltung

Für eine funktionierende Wärmeplanung ist ein reibungsloser Informationsfluss innerhalb der Stadtverwaltung Trostberg unverzichtbar. Die verschiedenen Fachbereiche etwa Bauamt, Umweltreferat und Klimaschutzmanagement müssen gut miteinander vernetzt sein. Hierzu sollten regelmäßige interne Besprechungen, digitale Austauschplattformen sowie kurze Statusberichte genutzt werden. Ziel ist es, den Informationsstand aller Beteiligten aktuell zu halten, Doppelarbeiten zu vermeiden und Synergien bei Maßnahmen zu nutzen.

Externe Kommunikation und Einbindung von Akteuren

Nach außen richtet sich die Kommunikationsstrategie sowohl an die breite Öffentlichkeit als auch an spezifische Akteursgruppen. Die Öffentlichkeitsarbeit sollte vielfältige Informationskanäle nutzen darunter die städtische Webseite, Pressemitteilungen, Infobroschüren, Newsletter, soziale Medien und Aushänge im Rathaus.

- Darüber hinaus ist es essenziell, gezielt Schlüsselakteure in Trostberg anzusprechen, darunter:
- lokale Wohnbauunternehmen und Genossenschaften
- größere gewerbliche Wärmeverbraucher
- Handwerksbetriebe, Planungsbüros
- Eigentümer kirchlicher und öffentlicher Liegenschaften
- Energieversorger und Netzbetreiber

Durch persönliche Gespräche, themenspezifische Workshops oder Beteiligungsformate wie Fachrunden und Arbeitskreise können diese Gruppen frühzeitig in die Entwicklung und Umsetzung eingebunden werden. So lassen sich deren Erfahrungen und Interessen effektiv berücksichtigen.

Netzwerkpflege und Kooperation

Eine aktive Netzbildung trägt entscheidend zur erfolgreichen Umsetzung bei. In Trostberg kann dies beispielsweise in enger Abstimmung mit dem Landkreis und ggf. benachbarten Kommunen erfolgen. Formate wie „Regionale Wärmewende-Treffen“ oder moderierte Erfahrungsaustausche zwischen Fachleuten, Verwaltung, Unternehmen und Zivilgesellschaft fördern das gemeinsame Lernen

und die Bündelung von Ressourcen. Ein solches Netzwerk sollte langfristig etabliert und regelmäßig gepflegt werden.

Bürgerbeteiligung: Dialog schaffen und Mitwirkung ermöglichen

Ein wesentlicher Baustein ist die direkte Einbindung der Bevölkerung. Informationsveranstaltungen, Bürgerdialoge in Quartieren, Online-Befragungen oder Sprechstunden bieten den Menschen in Trostberg die Möglichkeit, sich über Maßnahmen zu informieren, Fragen zu stellen und eigene Anregungen einzubringen. Besonders wichtig ist dabei die Kommunikation auf Augenhöhe – sachlich fundiert, aber verständlich und praxisnah.

Zudem sollte auf eine ansprechende Gestaltung der Informationsmittel geachtet werden. Neben klassischen Flyern und Broschüren sind auch digitale Formate wie Erklärvideos, interaktive Karten, QR-Codes zu Online-Infos oder kurze Info-Clips auf Sozialmedia hilfreich, um möglichst viele Zielgruppen zu erreichen.

Berichtswesen und öffentliche Transparenz

Um den Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung sichtbar zu machen, sollte Trostberg jährlich einen Energie- und Klimabericht veröffentlichen. Dieser Bericht enthält eine Übersicht zu:

- laufenden und abgeschlossenen Maßnahmen
- Fortschritten bei Zielwerten und Indikatoren
- Herausforderungen und Lösungsansätzen
- geplanten Aktivitäten im kommenden Jahr

Der Bericht kann dem Stadtrat regelmäßig vorgelegt und der Öffentlichkeit über die städtische Webseite zugänglich gemacht werden. Dieses transparente Vorgehen schafft Vertrauen und ermöglicht eine sachliche Diskussion in Politik und Bevölkerung über den Stand und die Weiterentwicklung der Wärmewende.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lageplan Gemeinde Trostberg [Bayernatlas]	6
Abbildung 2:	Untersuchungsgebiet kommunale Wärmeplanung Stadt Trostberg [Kurzgutachten ENIANO]	10
Abbildung 3:	Ausschnitt Wärmekataster Trostberg [QGIS; eigene Darstellung]	11
Abbildung 4:	Anschlussnehmer Gasnetz im Stadtgebiet Trostberg [Planauskunft Energienetze Bayern; eigene Darstellung]	12
Abbildung 5:	Anzahl der Energieträger im Bestand	13
Abbildung 6:	Gebäudestruktur nach Baualtersklassen	13
Abbildung 7:	Baualtersklassen [RIWA GIS, eigene Darstellung]	14
Abbildung 8:	Bestandswärmenetz im Wärmeverbund Schulcampus Trostberg [Stadtwerke Trostberg]	15
Abbildung 9:	Jährlicher Wärmebedarf nach Sektoren	15
Abbildung 10:	Clustereinteilung Stadt Trostberg [Tabelle Wärmeliniendichte aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK]	16
Abbildung 11:	Anteil Waldfläche Gemeinde Trostberg [Quelle: Regionalatlas Deutschland]	19
Abbildung 12:	Messstellen Abflussmenge der Fließgewässer Alz (lila) und Alzkanal (rot)	20
Abbildung 13:	Jährlicher Verlauf der Mischtemperatur (orange), Gewässertemperatur (blau) und Entnahmevolumenstrom (grün)	21
Abbildung 14:	Abflussmenge Alzkanal Jahresverlauf	21
Abbildung 15:	Theoretisches Wärmeleistungspotenzial Alzkanal unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen des LfU zur Wärmegewinnung aus Fließgewässern	22
Abbildung 16:	Abflussmenge Alz Jahresverlauf	23
Abbildung 17:	Nutzungsmöglichkeiten (links), Wärmeleitfähigkeit bis 80 m Tiefe (rechts) von Erdwärmesonden [Umweltatlas; LfU]	24
Abbildung 18:	Spezifische Wärmeentzugsleistung von Erdwärmesonden	25
Abbildung 19:	Nutzungsmöglichkeiten (links) Wärmeleitfähigkeit des Bodens (rechts) für Erdwärmekollektoren [Umweltatlas; LfU]	26
Abbildung 20:	Potenzial Erdwärmekollektoren	27
Abbildung 21:	Nutzungsmöglichkeiten einer Grundwasserwärmepumpe [Umweltatlas; LfU]	29
Abbildung 22:	Entzugsleistung Grundwasserwärmepumpe	30
Abbildung 23:	Bestehende Bohrungen [Rote Punkte] in der Umgebung von Trostberg	32
Abbildung 24:	Potenzialgebiete tiefe Geothermie [GeotIS]	33

Abbildung 25: Jährliche CO ₂ -Emissionen für die Wärmeversorgung nach Energieträgern	38
Abbildung 26: Entwicklungspfad Ausbau Fernwärme	39
Abbildung 27: Kostenvergleich (qualitativ) der Jahresgesamtkosten fossiler und regenerativer Wärmeerzeugersysteme für ein Einfamilienhaus im Bestand	41
Abbildung 28: Untersuchungsgebiet Altstadt	42
Abbildung 29: Entscheidungshilfe und Genehmigungsanleitung zur Erstellung dezentraler, oberflächennaher Geothermieranlagen	43
Abbildung 30: Mögliche Netzausbaustufen für eine Erschließung des gesamten Stadtgebietes	44
Abbildung 31: Möglicher Anbindepunkt Abwärmenutzung	45
Abbildung 32: Gebiete der Fa. Rieger und des Chemieparks der Fa. Alzchem	46
[Datenquelle]	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wärmebedarf nach Versorgungsgebieten	16
Tabelle 2:	Zusammenfassung Umweltwärmepotenzial	31
Tabelle 3:	Wahrscheinlichkeit und thermische Kapazität aus tiefer Geothermie für Trostberg	34
Tabelle 4:	Daten zu geplanten Freiflächen PV-Anlagen	36
Tabelle 5:	Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse	36
Tabelle 6:	Beteiligte Akteure an der kommunalen Wärmeplanung	47

[Datenquelle]

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Bericht SOBOS Studie

Anlage 2 Fließschema Entscheidungshilfe oberflächennahe Geothermie