nigl + mader

Abschlussbericht

Kommunale Wärmeplanung Tittling

Im Auftrag der ILE Passauer Oberland

31.03.2026

Passauer Oberland

Projektleitung: Matthias Obermeier / Sebastian Weisz

Bearbeitung: Eva Greindl

Auftraggeber / Bauherr	ILE Passauer Oberland (vertreten durch Gemeinde Neukirchen vorm Wald)

Auftragnehmer	Nigl + Mader GmbH Passauer Straße 6 94133 Röhrnbach

Die Erstellung der Machbarkeitsstudie wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung durch Mittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger: Z-U-G gGmbH

Förderkennzeichen: 67K29188

Inhalt

Einleitung 5
A Bestandsanalyse Tittling 10
A.1 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur 10
A.1.1 Ermittlung des überwiegenden Gebäudetyps 10
A.1.2 Ermittlung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude 11
A.1.3 Analyse der Siedlungstypologien 12
A.2 Analyse der Energieinfrastruktur 14
A.2.1 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger in Gebäuden, einschließlich Hausübergabestationen 14
A.3 Ermittlung der Energiemengen im Bereich Wärme 16
A.3.1 Bedarfswerte Wärme 16
A.3.2 Verbrauchswerte Wärme 18
A.3.3 Endenergie Wärme 20
A.3.4 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme 24
A.4 Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme 30
A.4.1 Analyse der aus der Endenergie Wärme resultierenden THG-Emissionen 30
A.5 Eignungsprüfung 33
A.5.1 Bewertung der Eignung von Teilgebieten für Wärmenetze 33
A.5.3 Definition von Gebieten, in denen eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann 34
B. Potenzialanalyse 35
B.1 Energieeinsparung / Effizienz 35
B.1.1 Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden 35
B.1.1.1 Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden 35
B.1.2 Effizienzsteigerung in industriellen und gewerblichen Prozessen 39
B.1.2.1 Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung in industriellen und gewerblichen Prozessen 39
B.2 Nutzung unvermeidbarer Abwärme 40
B.2.1 Analyse der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme 40
B.3 Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien 42
B.3.1 Ermittlung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien . 42
B.5 Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung 76
B.5.1 Ermittlung der vorhandenen Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung 76
C Zielszenario Tittling 93
C.1 Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung 93
C.1.1 Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden 93
C.2 Einteilung des beplanten Gebiets nach Wärmeversorgungsart 96

und Einsparpotenzialen 96
C.2.1 Einteilung der Grundstücke und Baublöcke in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 97
D Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen 100
ÖB Öffentlichkeitsbeteiligung 112
ÖB.1 Kommunikationsstrategie 112
ÖB.2 Durchführung für die wesentlichen Akteure 114
ÖB.3 Durchführung für die Bürgerschaft 115

Einleitung

Die **ILE Passauer Oberland** hat im Rahmen ihrer strategischen Energie- und Klimaschutzaktivitäten eine kommunale Wärmeplanung erarbeitet, die den Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in den kommenden Jahrzehnten aufzeigt. Die Ausarbeitung erfolgte unter fachlicher Begleitung eines spezialisierten Planungsbüros und orientierte sich am bundesweit geltenden Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung der zuständigen Bundesministerien.

Als interkommunaler Zusammenschluss mehrerer Gemeinden ist die ILE Passauer Oberland stark ländlich geprägt. Die räumliche Struktur mit weit gestreuten Siedlungsbereichen sowie umfangreichen Schutz- und Vorranggebieten stellt besondere Anforderungen an eine nachhaltige Wärmeinfrastruktur. Nutzungskonflikte und naturschutzrechtliche Vorgaben mussten daher frühzeitig in die planerischen Überlegungen integriert werden.

Im Zuge der Analysephase wurden vorhandene Versorgungsstrukturen, Energieverbräuche und lokale Ressourcen systematisch untersucht. Dabei zeigten sich insbesondere gute Voraussetzungen für den Ausbau solarthermischer Anwendungen, vor allem im Bereich dezentraler Versorgungslösungen. Darüber hinaus wurden gewerbliche Abwärmepotenziale sowie weitere erneuerbare Energiequellen hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Nutzbarkeit bewertet.

Die gewonnenen Erkenntnisse aus Bestandsaufnahme, Potenzialermittlung, Szenarienentwicklung und Maßnahmenplanung wurden kontinuierlich mit den beteiligten Kommunen, relevanten Fachstellen sowie regionalen Energieakteuren abgestimmt. Auf dieser Grundlage entstand ein praxisnaher Orientierungsrahmen für die zukünftige, klimafreundliche Wärmeversorgung im Gebiet der ILE Passauer Oberland.

Rechtliches Thema:

Mit dem Inkrafttreten des **Wärmeplanungsgesetzes (WPG)** im Januar 2024 wurde die kommunale Wärmeplanung deutschlandweit zur Pflichtaufgabe der Städte und Gemeinden. Ziel des Gesetzes ist es, die Transformation der Wärmeversorgung strukturiert zu steuern und den schrittweisen Übergang zu erneuerbaren Energien im Hinblick auf die angestrebte Treibhausgasneutralität bis 2045 verbindlich zu organisieren.

Gemäß § 4 WPG sind alle Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern verpflichtet, spätestens bis zum 30. Juni 2028 einen kommunalen Wärmeplan vorzulegen. Für Gemeinden unter 10.000 Einwohnern – wie sie in der **ILE Passauer Oberland** überwiegend vertreten sind – sieht § 22 WPG ein vereinfachtes Verfahren vor. Dieses ermöglicht methodische Erleichterungen bei Datenerhebung und Ausarbeitung.

Zu den gesetzlich festgelegten Kernelementen zählen insbesondere eine systematische Bestandsanalyse der aktuellen Wärmeversorgung, eine Bewertung vorhandener Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmequellen, die räumliche Darstellung geeigneter Versorgungsgebiete sowie die Entwicklung eines Zielszenarios. Der Wärmeplan ist gemäß § 25 WPG alle fünf Jahre fortzuschreiben. Zudem ist nach § 13 WPG eine strukturierte Beteiligung der Öffentlichkeit vorgesehen. Ergänzend zum Bundesrecht regeln landesspezifische Vorschriften die konkrete Umsetzung. In Bayern wurde hierfür Anfang 2025 eine Anpassungsverordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Bestimmungen erlassen, die insbesondere das vereinfachte Verfahren weiter konkretisiert.

Im Zusammenspiel mit dem **Gebäudeenergiegesetz (GEG)** ergeben sich aus der Wärmeplanung mittelbar Fristen für den Einbau neuer Heizungsanlagen. Grundsätzlich schreibt das GEG vor, dass neu installierte Heizungen mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Für Bestandsgebäude im Gebiet der **ILE Passauer Oberland** gilt diese Verpflichtung ab dem 1. Juli 2028.

Der kommunale Wärmeplan selbst entfaltet jedoch keine unmittelbare Rechtswirkung in Bezug auf verbindliche Versorgungsgebiete. Er weist zunächst lediglich potenzielle Eignungsgebiete für Wärmenetze oder Wasserstoffnetze aus. Erst wenn die jeweilige Gemeinde auf Grundlage des Wärmeplans durch gesonderten Beschluss förmlich ein solches Gebiet festlegt, tritt eine Sonderregelung in Kraft: In diesen offiziell ausgewiesenen Gebieten greift die 65-Prozent-Vorgabe bereits im Monat nach dem entsprechenden Ratsbeschluss.

Partizipative Beteiligung

Der partizipative Beteiligungsprozess hat das Ziel, mit den an der späteren Umsetzung zuständigen Akteuren, akzeptierte Ergebnisse und Maßnahmen zu finden. Dazu zählen konkret die Stadtverwaltung als auch die Stadtwerke.

Das zentrale Format für die Kommunikation waren hierbei regelmäßige stattgefundene Besprechungstermine mit den Gemeinden. Je nach Projektphase wurden in etwa vierteljährlichen Abständen die aktuellen Zwischenstände präsentiert und laufende Projektthemen gemeinsam besprochen.

Zum Kommunikations- und Partizipationskonzept gehörte, je Projektphase die jeweils relevanten Akteure in die regelmäßigen Termine einzubeziehen.

Informative Beteiligung

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung über den Start und die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert.

Nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung ist es geplant in der Öffentlichkeitsveranstaltung die Ergebnisse der Öffentlichkeit vorzustellen. Nach einer Präsentation der Ergebnisse sollen an Thematischen relevanten Bereiche des anstehenden Transformationsprozesses der Öffentlichkeit nähergebracht werden.

Neben der Information der Öffentlichkeit spielt ebenfalls die Information des Gemeinderats und der kommunalpolitischen Gremien und Verwaltung sowie in Ausschüssen eine Rolle. Die Zwischenergebnisse wurden am 20.10.2025 vorgestellt. Dabei wurden die Ergebnisse der Bestands-, der Potenzialanalyse und des Zielfotos präsentiert. Ebenfalls wurde der Ausblick auf die letzte Projektphase vorgestellt. Ziel der Vorstellungen war es über die Relevanz der kommunalen Wärmeplanung und den aktuellen Stand zu informieren sowie das weitere Vorgehen zu erläutern. Dadurch konnten Fragen und Anmerkungen eingeholt und in die weitere Bearbeitung integriert werden. Besonders im Hinblick auf den Abschluss der kommunalen Wärmeplanung, der ein Beschluss im Gemeinderat von zwei bis drei Umsetzung bestimmten Maßnahmen vorsieht, ist die frühzeitige Information essenziell, um die Akzeptanz und Mitwirkung zu optimieren.

Die finale Präsentation im Gremium fand am 24.03.2026 statt.

Ziele und methodische Vorgehensweise

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der ILE Passauer Oberland wurde zunächst eine umfassende Bestandsanalyse durchgeführt. Ziel dieses Arbeitsschrittes war es, die bestehende Wärmeversorgungsstruktur systematisch zu erfassen und darauf aufbauend den aktuellen Energiebedarf sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen im Wärmesektor zu ermitteln.

Hierfür wurden unter anderem die Gebäudestrukturen, Baualtersklassen und Nutzungsarten untersucht. Ebenso erfolgte eine Erhebung der vorhandenen Gas- und Wärmenetze, bestehender Heizzentralen, Speicheranlagen sowie dezentraler Heizsysteme. Auf Grundlage dieser Daten wurden der Wärmebedarf, der tatsächliche Wärmeverbrauch und die damit verbundenen Emissionen berechnet. Die Ergebnisse ermöglichen eine räumlich differenzierte und verursachergerechte Zuordnung der Energieverbräuche innerhalb der Mitgliedskommunen. Gleichzeitig bilden sie die fachliche Grundlage für die anschließende Potenzialanalyse, in der zukünftige Wärmebedarfe sowie mögliche Anteile erneuerbarer Energien an der Wärmedeckung abgeschätzt werden.

Die Aufbereitung, Verschneidung und kartografische Darstellung der Daten erfolgte mithilfe der Energiemanagement- und Kartierungssoftware ENEKA. Dadurch konnten gebäudescharfe Analysen erstellt und räumliche Zusammenhänge transparent abgebildet werden.

Rechtliche Grundlage und Datenschutz

Für die Erstellung einer belastbaren kommunalen Wärmeplanung ist die Verarbeitung zahlreicher Daten erforderlich. Aufgrund der Vorgaben der Datenschutz-Grundverordnung bedarf jede Erhebung, Speicherung und Nutzung von Daten einer klaren gesetzlichen Grundlage. Diese ist in § 10 Absatz 1 des Wärmeplanungsgesetzes geregelt. Demnach ist die planungsverantwortliche Stelle berechtigt, die für Bestands- und Potenzialanalysen erforderlichen Daten zu erheben und zu verarbeiten.

In Verbindung mit §§ 15 und 16 sowie Anlage 1 des Wärmeplanungsgesetzes wird konkretisiert, welche Datentypen zur Aufgabenerfüllung herangezogen werden dürfen. Hierzu zählen insbesondere Wärmeverbrauchs- und Bedarfsdaten, Angaben zu Gebäuden wie Lage, Nutzung, Baujahr und Nutzfläche, Informationen zu dezentralen Heizungsanlagen sowie Daten zu zentralen Infrastrukturen der Wärmeversorgung und den angeschlossenen Wärmeerzeugern.

Personenbezogene Daten sind dabei grundsätzlich ausgeschlossen. Verbrauchsdaten von Einfamilienhäusern dürfen ausschließlich in aggregierter, das heißt anonymisierter Form verarbeitet werden. Gleiches gilt für Informationen zu dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik sowie gebäudebezogene Detaildaten, sofern ein Personenbezug möglich wäre.

Nach § 6 Satz 2 des Wärmeplanungsgesetzes kann die planungsverantwortliche Stelle externe Fachbüros mit der Durchführung einzelner Arbeitsschritte beauftragen. In diesem Fall erhalten die beauftragten Dritten im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben Zugriff auf die erforderlichen Daten.

Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse sowie sensible Informationen zu kritischen Infrastrukturen sind gemäß § 11 Absatz 4 als vertraulich zu kennzeichnen und unterliegen einem besonderen Schutz. Eine Veröffentlichung solcher Daten ist ausgeschlossen. § 12 des Wärmeplanungsgesetzes regelt darüber hinaus die Mindestanforderungen an die Datensicherheit. Die Verarbeitung muss so erfolgen, dass ein angemessenes Schutzniveau gewährleistet ist. Veröffentlichungen erfolgen ausschließlich in anonymisierter und aggregierter Form, sodass Rückschlüsse auf einzelne Betriebe oder Einrichtungen wirksam ausgeschlossen werden können.

Daten der Kommunalverwaltungen

Zu Beginn des Planungsprozesses wurden in den Mitgliedskommunen der ILE Passauer Oberland relevante Grundlagendaten erhoben und zusammengeführt. Diese wurden in den jeweiligen Fachabteilungen gesammelt und dem beauftragten Planungsbüro zur weiteren Bearbeitung bereitgestellt.

Ein zentraler Bestandteil war das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem, das unter anderem Informationen zu Gebäudegrundflächen, Nutzungsarten, Adressen sowie Flurstücken und Flächennutzungen enthält. Ergänzend wurden vorhandene Fachplanungen und Konzepte berücksichtigt, darunter Bebauungspläne, Energieberichte kommunaler Liegenschaften, bestehende Quartierskonzepte, geplante Neubaugebiete sowie kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte. Ebenso wurden Verzeichnisse denkmalgeschützter Gebäude, Listen kommunaler Liegenschaften sowie Daten zu bestehenden Wärmenetzen einbezogen. Diese Informationen bilden die strukturelle Grundlage für die räumliche Analyse der Wärmeversorgung.

Daten der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger

Die bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger verfügen über wesentliche Informationen zu Feuerungsanlagen und Heizsystemen in den Gebäuden des Projektgebiets. Das Wärmeplanungsgesetz schafft hierfür eine ausdrückliche Erhebungsgrundlage. Die bereitgestellten Daten lagen in digitaler, tabellarischer Form vor und konnten in die verwendete Analysesoftware importiert werden. Dadurch war eine gebäudescharfe Zuordnung möglich.

Übermittelt wurden insbesondere Angaben zur Adresse, zur Art und Nummer der Feuerstätte, zum eingesetzten Brennstoff, zur Nennwärmeleistung, zum Baujahr der Anlage, zu Heizwert- beziehungsweise Brennwertangaben sowie zur Art der Beheizung, etwa als Zentral- oder Einzelraumheizung. Diese Informationen ermöglichen eine differenzierte Bewertung der bestehenden Heizungsstruktur im Gebiet der ILE Passauer Oberland.

Daten der Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber

Eine wichtige Datengrundlage stellen die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger dar. Diese bilden den tatsächlichen Energieeinsatz ab und erlauben eine realitätsnahe Einschätzung der aktuellen Versorgungssituation. Da Verbrauchswerte jedoch durch Witterung, Nutzungsänderungen oder Effizienzmaßnahmen schwanken können, wurden sie ergänzend zu berechneten Bedarfswerten ausgewertet und je nach Fragestellung getrennt oder kombiniert analysiert.

Die Netzbetreiber stellten gebäudebezogene beziehungsweise aggregierte Daten zu Strom-, Gas- und Wärmeverbräuchen zur Verfügung. Darüber hinaus wurden Informationen zu bestehenden und geplanten Infrastrukturen übermittelt. Hierzu zählen unter anderem Gas- und Wärmenetze, Wärmezentralen mit Angaben zu Temperaturniveau, Erzeugungsart, installierter Leistung und abgegebener Wärmemenge, installierte Kraft-Wärme-Kopplungsleistungen, elektrische Speicherkapazitäten sowie Photovoltaikanlagen mit Anzahl und Leistung. Zusätzlich wurden Daten zum Wärmestromverbrauch, differenziert nach Direktstrom und Wärmepumpenstrom, sowie Angaben zu Großverbrauchern und zum Abwassernetz berücksichtigt. Diese Informationen ermöglichen eine integrierte Betrachtung von Erzeugung, Verteilung und Verbrauch.

Ergänzende Datenerhebung

Neben den direkt bereitgestellten Informationen wurden weitere strukturelle und demografische Daten durch eigenständige Recherche zusammengetragen. Grundlage hierfür bildeten unter anderem amtliche Statistiken, Geodaten, Gebäudemodelle, das Marktstammdatenregister sowie Katasterdaten. Erfasst wurden beispielsweise Baujahre, Gebäudegrundflächen, Gebäudenutzungen, Gebäudehöhen, vorhandene Wärmeversorgungsarten, bestehende Versorgungsanlagen, Bevölkerungszahlen, Gebäudeadressen sowie die genaue Abgrenzung des Projektgebiets.

Durch die Zusammenführung dieser vielfältigen Datenquellen konnte für die ILE Passauer Oberland eine belastbare, datenschutzkonforme und räumlich differenzierte Analyse der bestehenden Wärmeversorgung erstellt werden. Diese bildet die fachliche Grundlage für die Entwicklung von Szenarien und Maßnahmen auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

A Bestandsanalyse Tittling

A.1 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Tittling zählt rund 4.260 Einwohner und misst 20,8 km² Fläche, die sich auf die 30 folgenden Gemeindeteilen aufteilt: Anschießing, Badlhof, Böhmreut, Dobl, Eisensteg, Englburg, Gehersberg, Gneisting, Göttersberg, Hohenwart, Hörmannsdorf, Hötzendorf, Kothingrub, Lanzendorf, Loizersdorf, Masering, Muth, Preming, Pretz, Roitham, Rothau, Rothaumühle, Schneidermühl, Siebenhasen, Stützersdorf, Taubenweid, Tittling, Tresdorf, Wildenberg und Windorf.

A.1.1 Ermittlung des überwiegenden Gebäudetyps

Anzahl der Gebäude	Gebäudetypen	Wärmeverbrauch
921	Einfamilienhaus	27,8 GWh/a
44	Mehrfamilienhaus	3,9 GWh/a
140	Gemischt genutzte Gebäude	5,5 GWh/a
127	Reihenhaus	5,4 GWh/a
126	Sonstige Wohngebäude	6,2 GWh/a
929	Nichtwohngebäude	15 GWh/a
1.972	Nicht Wärmeversorgt	0

Tabelle 1: Gebäudetyp mit der jeweiligen Anzahl

A.1.2 Ermittlung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude

Im vorliegenden Kartenausschnitt sind die überwiegenden Baualtersklassen der Baublöcke dargestellt. Diese Darstellung zeigt, aus welchen Zeiträumen der Großteil der Gebäude innerhalb der jeweiligen Baublöcke stammt. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf die städtebauliche Entwicklung sowie auf die zeitliche Abfolge der Bebauung im Untersuchungsgebiet ziehen. Die Analyse der Baualtersklassen liefert zudem wichtige Hinweise auf die Struktur, den Erhaltungszustand und mögliche Entwicklungs- oder Sanierungsschwerpunkte innerhalb des Bestands.

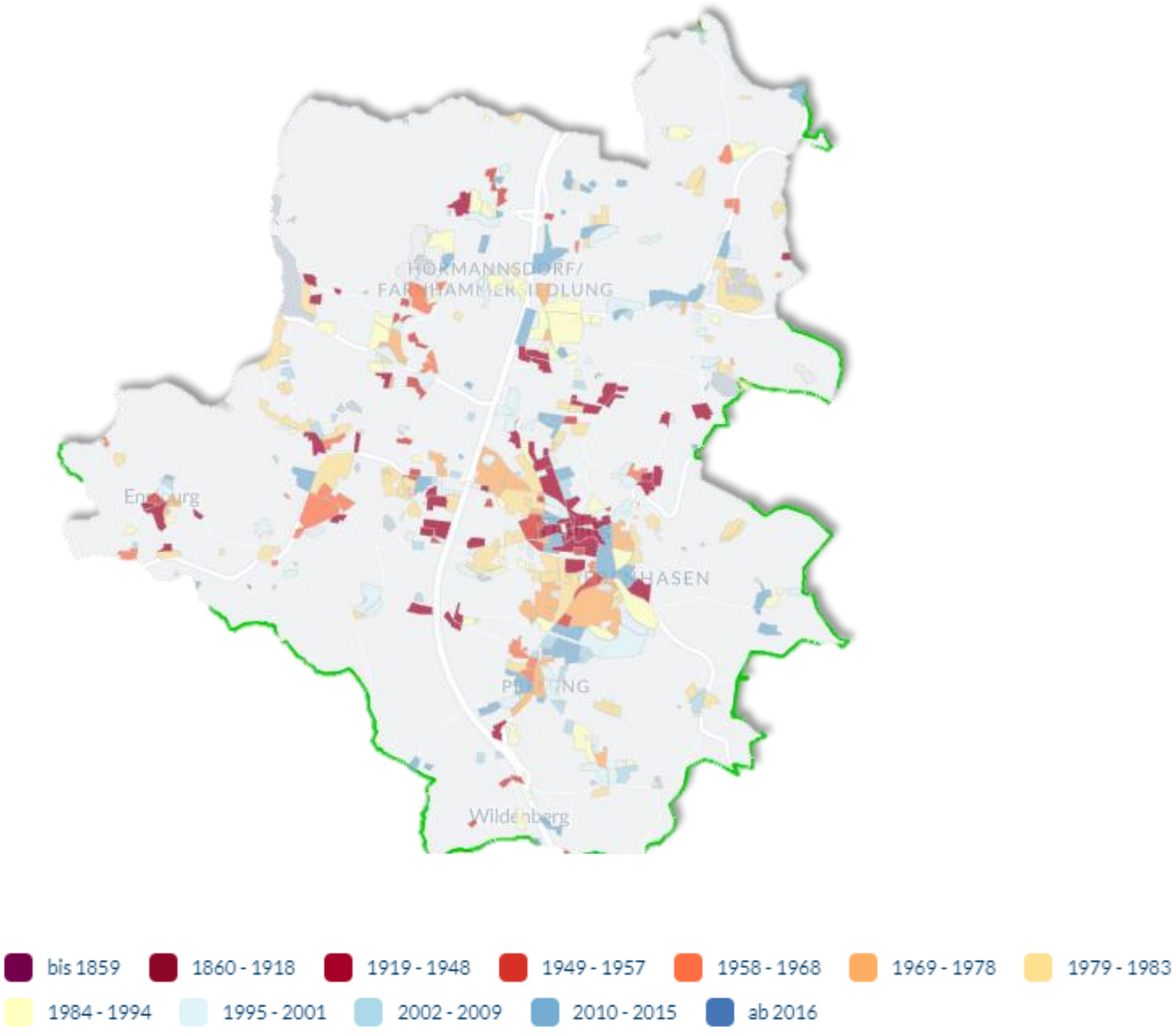


Abbildung 1: Baublockbezogene Darstellung Baualtersklassen

A.1.3 Analyse der Siedlungstypologien

In der folgenden Abbildung ist die Gebäudenutzung auf Baublockebene aggregiert dargestellt. Diese Darstellung gibt einen Überblick über die funktionale Gliederung des Untersuchungsgebiets und zeigt, welche Nutzungsarten in den einzelnen Baublöcken dominieren. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Siedlungstypologien, wie reine Wohngebiete, Mischgebiete oder gewerblich geprägte Bereiche, klar voneinander abgrenzen. Die Analyse der Nutzungsverteilung bildet eine wichtige Grundlage für das Verständnis der städtebaulichen Struktur und ihrer räumlichen Zusammenhänge.

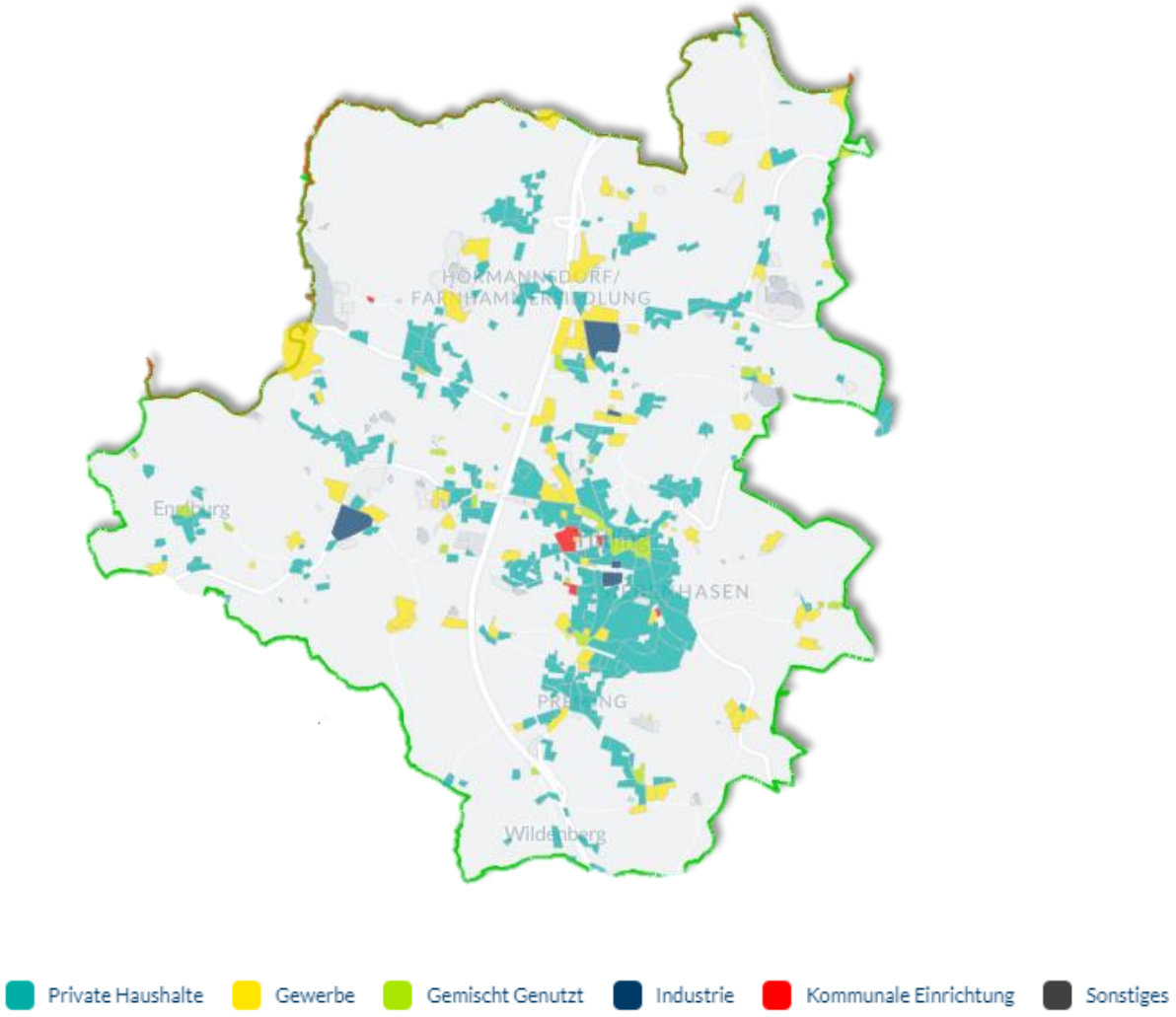


Abbildung 2: Baublockbezogene Darstellung des Siedlungstypen

Im folgenden Diagramm sind die Baualtersklassen der Gebäude nach Biskosektoren eingefärbt dargestellt. Die Darstellung verdeutlicht die zeitliche Entwicklung der Bebauung und zeigt, in welchen Bereichen ältere oder neuere Strukturen überwiegen.

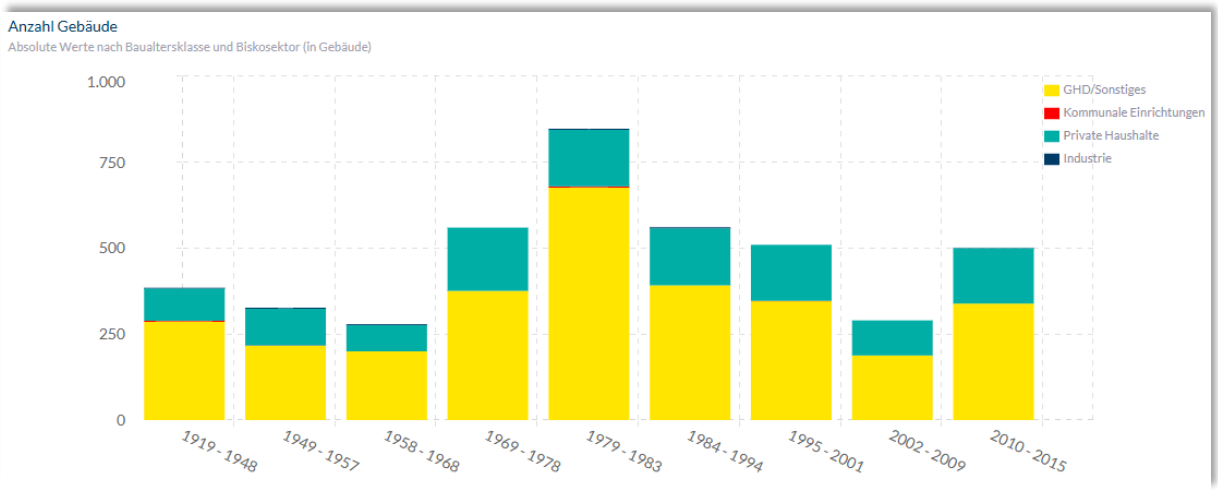


Abbildung 3: Anzahl der Gebäude nach Baualtersklassen

Die Tabelle zeigt die Anzahl der Gebäude in verschiedenen Sektoren sowie deren jeweiligen jährlichen Wärmeverbrauch. Sie unterscheidet zwischen privaten Haushalten, GHD/Sonstigem, Industrie und kommunalen Einrichtungen.

Anzahl der Gebäude	Sektor	Wärmeverbrauch
1.219	Private Haushalte	43,4 GWh
3.021	GHD/Sonstiges	18,5 GWh
12	Industrie	1,0 GWh
7	Kommunale Einrichtungen	0,9 GWh

Tabelle 2: Anzahl der Gebäude aufgeteilt auf Sektor und Wärmeverbrauch

A.2 Analyse der Energieinfrastruktur

A.2.1 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger in Gebäuden, einschließlich Hausübergabestationen

Die folgende Abbildung zeigt die Versorgungsarten auf Baublockebene. Dadurch wird ersichtlich, welche Heizsysteme in den einzelnen Bereichen dominieren und in welchem Umfang dezentrale Wärmeerzeuger oder Hausübergabestationen genutzt werden. Die Darstellung ermöglicht eine erste Einschätzung der bestehenden Wärmeinfrastruktur und ihrer räumlichen Verteilung im Untersuchungsgebiet.

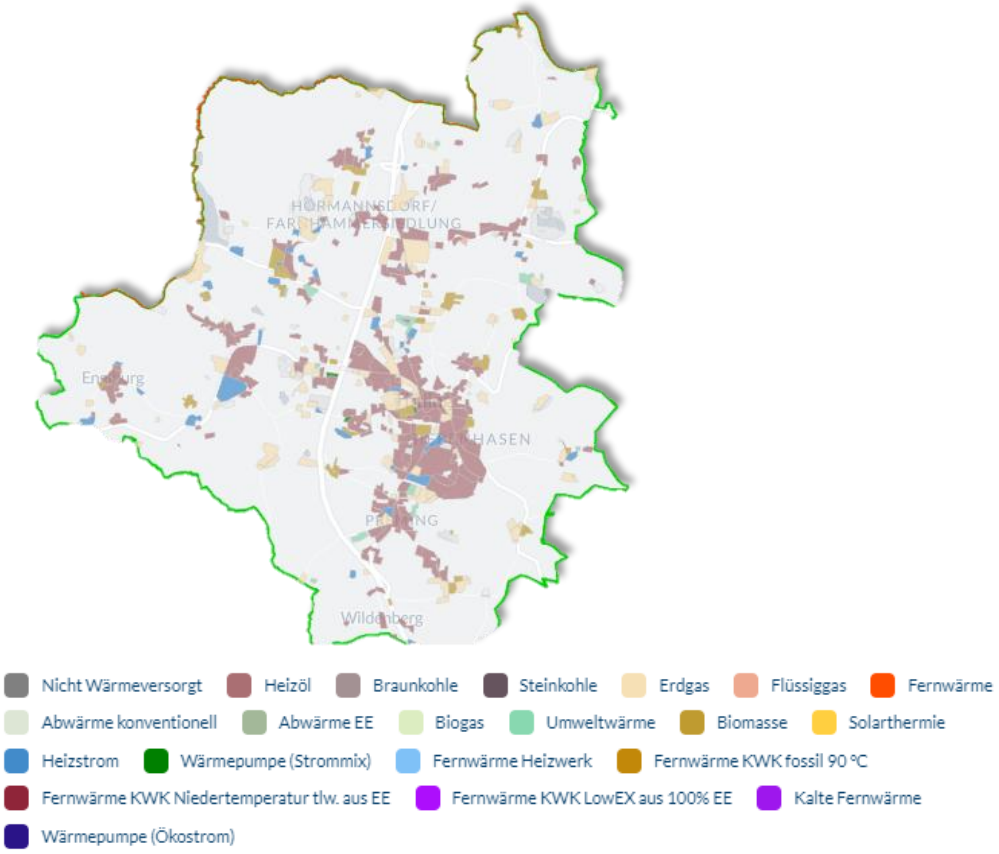


Abbildung 4: Baublockbezogene Darstellung nach Energieträgern

Die Tabelle gibt einen Überblick über verschiedene Arten von Wärmeerzeugern, deren Verbreitung sowie den jeweils damit verbundenen Wärmeverbrauch. Sie unterscheidet unter anderem zwischen fossilen, elektrischen und erneuerbaren Wärmeerzeugungssystemen sowie Fernwärme.

Art der Wärmeerzeuger	Anzahl der Wärmeerzeuger	Wärmeverbrauch
Heizöl	1.006	34,7 GWh
Erdgas	606	13,5 GWh
Flüssiggas	43	2,1 GWh
Heizstrom	246	6,1 GWh
Wärmepumpe Strommix	90	1,6 GWh
Wärmepumpe Ökostrom	21	0,4 GWh
Holzpellets & Holzhackschnitzel	254	4,7 GWh
Scheitholz	13	0,4 GWh
Fernwärme	7	0,2 GWh

Tabelle 3: Übersicht der Wärmeerzeuger nach Typ, Anzahl und Jahreswärmeverbrauch

A.3 Ermittlung der Energiemengen im Bereich Wärme

A.3.1 Bedarfswerte Wärme

A.3.1.1 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf für den Bereich Tittling wird auf Grundlage der in Kapitel 4.2 genannten Datengrundlagen sowie der berechneten Bedarfsdaten ermittelt. Diese berechneten Bedarfe werden unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren wie den Gebäudenutzungen, Gebäudegrundflächen, Baualtersklassen, Sanierungsständen, Wetterdaten und weiteren Parametern kalkuliert. Durch die hohe Diversität und Anzahl der Daten wird die Datengüte erheblich verbessert, was wiederum die gesamte Kommunale Wärmeplanung optimiert. Insgesamt ergibt sich für das Passauer Oberland Gebiet Tittling ein Wärmebedarf der Nutzenergie von **83,2 GWh/a** was auf die 4260 Einwohner gerechnet einen Wärmebedarf von **19,5 MWh/a pro Kopf** ergibt.

In der Nachfolgenden Abbildungen ist der Wärmebedarf der einzelnen Baublöcke dargestellt.

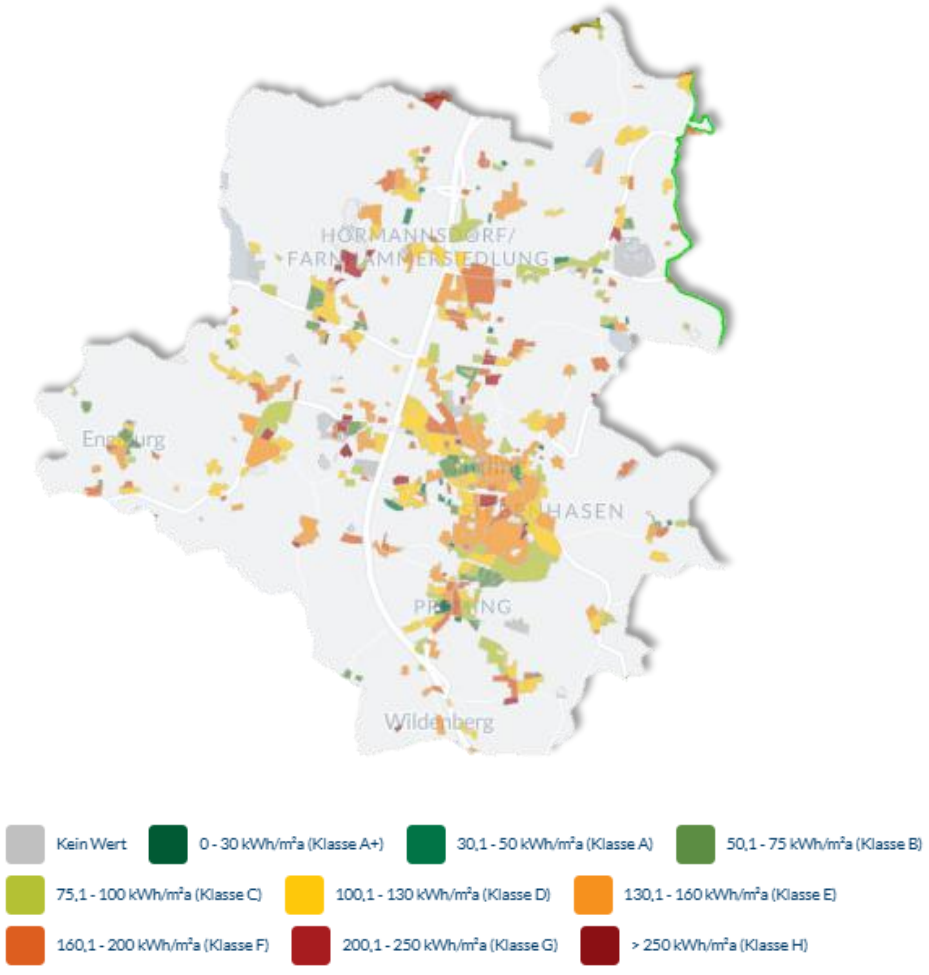


Abbildung 5: Wärmebedarf - Nutzenergie pro m² Gebäudenutzfläche

Diese Abbildung veranschaulicht die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs und ermöglicht es, die Gebiete mit dem höchsten Wärmebedarf zu identifizieren. Ein höherer Wärmebedarf deutet zudem auf ein großes Einsparpotenzial hin.

Bisko-Sektor	Anzahl der Gebäude	Wärmebedarf (Nutzenergie)
Private Haushalte	1.219	44,4 GWh
Industrie	12	4,2 GWh
Kommunale Einrichtung	7	1,0 GWh
GHD / Sonstiges	3.021	33,5 GWh
Summe	4.259	83,2 GWh

Tabelle 4: Übersicht der Bisko-Sektoren aufgeteilt auf Anzahl und Wärmebedarf

A.3.2 Verbrauchswerte Wärme

A.3.2.1 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmeverbrauchs

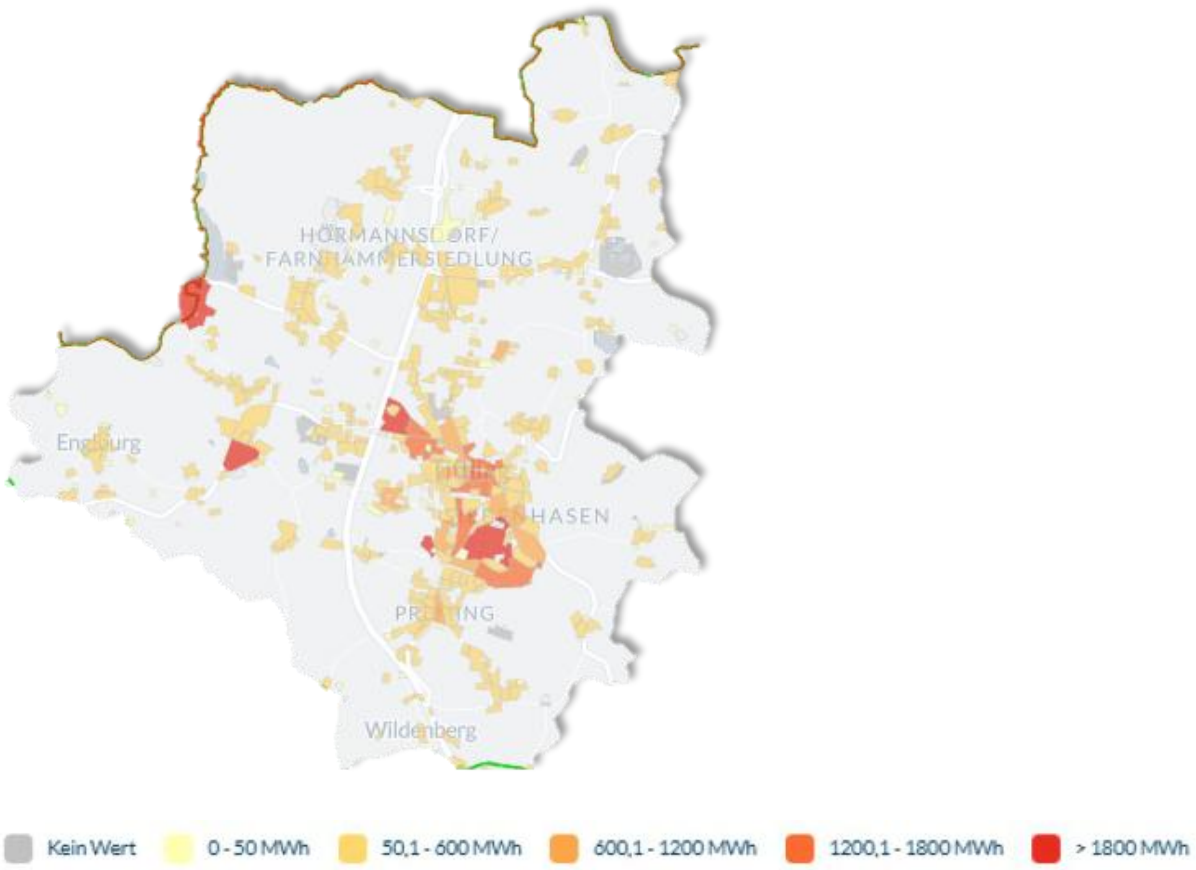


Abbildung 6: Wärmeverbrauch - Gemischt

Die Abbildung zeigt die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs und ermöglicht es, Bereiche mit besonders hohem Verbrauch zu erkennen. Ein erhöhter Wärmebedarf weist zudem auf ein beträchtliches Einsparpotenzial hin.

In der folgenden Tabelle sind die Wärmeverbrauchswerte für das Gemeindegebiet Tittling nach den BISKO-Sektoren aufgeschlüsselt. Diese Aufteilung ermöglicht eine detaillierte Betrachtung des Wärmeverbrauchs in den einzelnen Nutzungsbereichen.

Bisko-Sektor	Anzahl der Gebäude	Wärmeverbrauch
Private Haushalte	1.219	43,4 GWh
Industrie	12	1,0 GWh
Kommunale Einrichtung	7	0,9 GWh
GHD / Sonstiges	3.021	18,5 GWh
Summe	4.259	63,8 GWh

Tabelle 5: Übersicht der Bisko - Sektoren aufgeteilt auf Anzahl und Wärmeverbrauch

A.3.3 Endenergie Wärme

A.3.3.1 Erfassung und Darstellung des aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchs Wärme

Für die Einschätzung des aktuellen Stands auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sind die im Wärmesektor eingesetzten Endenergieträger von entscheidender Bedeutung. Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung erfordert, dass fossile und damit erheblich emissionsintensive Energieträger durch zukunftsfähige, emissionsfreie Alternativen ersetzt werden.

Bedeutung der Bestandsanalyse

Um diese umfangreiche Transformationsaufgabe erfolgreich zu bewältigen, ist ein tiefgreifendes Verständnis der gegenwärtigen Energieträgerzusammensetzung unerlässlich. Die Bestandsanalyse liefert hierzu wichtige Erkenntnisse in zwei Hauptdimensionen:

1. **Einsatz in den Nutzungssektoren**: Dies zeigt auf, wie die verschiedenen Energieträger in unterschiedlichen Bereichen (z.B. Wohngebäude, Gewerbe, Industrie) genutzt werden.
2. **Verteilung nach Energieträgern**: Diese Perspektive gibt Aufschluss über den Anteil und die Bedeutung einzelner Energieträger am Gesamtenergiemix.

Diese detaillierte Analyse bildet die Grundlage für die Entwicklung zielgerichteter Strategien zur Umstellung auf klimaneutrale Wärmeversorgungssysteme. Sie ermöglicht es, Prioritäten zu setzen und maßgeschneiderte Lösungen für verschiedene Sektoren und Energieträger zu entwickeln.

Im folgenden Kreisdiagramm sind die Endenergiebedarfe im Bereich Wärme nach Biskosektoren dargestellt. Bei einem **Gesamtverbrauch** von **63,8 GWh/a** nimmt der Sektor **Private Haushalte** den höchsten Anteil mit 43,4 **GWh/a** ein der zweite Sektor **GHD / Sonstiges** nimmt **18,5 GWh/a** ein der dritte Sektor **Industrie** nimmt **1,0 GWh/a** ein und der vierte und letzte Sektor **Kommunale Einrichtungen** nimmt **0,9 GWh/a** ein.

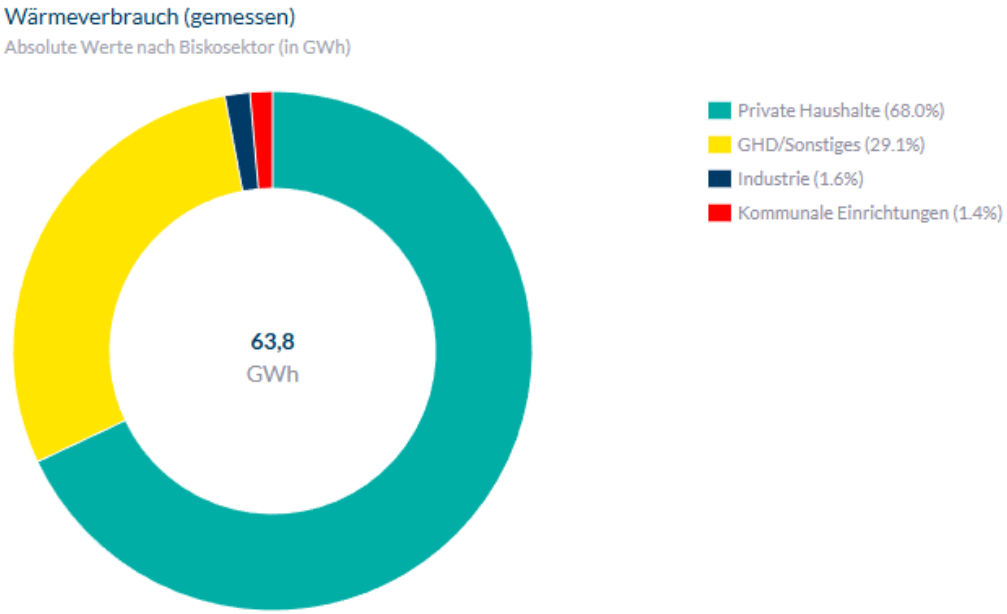


Abbildung 7: Wärmeverbrauch der Gemeinde Tittling

Kommunalen Einrichtungen

Das Passauer Oberland (Tiefenbach ausgenommen) besitzt **7 kommunale Einrichtungen**, die sich über das Projektgebiet verteilen. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

- Verwaltungsgebäude: 0
- Feuerwehr: 1
- Schulen: 2
- Kindertagesstätten: 3
- Rathaus: 1

In der folgenden Abbildung sieht man rot markiert die Standorte der Einrichtungen.

Kommunale Liegenschaften	
Adresse	**Wärmeverbrauch**
Posthalstraße 2	205,2 MWh/a
Erlenstraße 9	111,0 MWh/a
Theodor-Heuss-Straße 9	132,0 MWh/a
Theodor-Heuss-Straße 1	394,9 MWh/a
Marktplatz 10	44,7 MWh/a
Seestraße 18a	0,0

Tabelle 6: Übersicht der Kommunalen Liegenschaften



Abbildung 8: Karten mit den gekennzeichneten Kommunalen Liegenschaften

A.3.3.2 Erfassung und Darstellung des aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchs Wärme

Die Analyse des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern zeigt deutlich den weiterhin dominanten Anteil fossiler Energieträger am gesamten Endenergiebedarf. Der gesamte **Endenergieverbrauch** in Tittling beträgt **63,8 GWh/a**. Dabei entfällt der größte Anteil mit **34,7 GWh/a** auf **Heizöl**, gefolgt von **Erdgas** mit **13,5 GWh/a**. Der Anteil von **Biomasse** beträgt **5,1 GWh/a**, der von **Wärmepumpe 2,0 GWh/a** und der von **Heizstrom 6,1 GWh/a**. Die folgende Tabelle zeigt die Endenergiemenge nach Versorgungsart der Gebäude im Tittling.

Versorgungsart Wärme		Endenergiemenge
Fernwärme	Heizwerk fossil 120°C	
	Heizwerk fossil 90°C	0
	KWK fossil 90°C	0
	KWK Niedertemperatur tlw. aus EE	0,2 GWh
	KWK LowEX aus 100% EE	0
Erdgas		13,5 GWh/a
Heizstrom		6,1 GWh/a
Heizöl		34,7 GWh/a
Flüssiggas		2,1 GWh/a
Braunkohle		0
Solarthermie		0
Biomasse (Holzpellets)		5,1 GWh/a
Umweltwärme	Wärmepumpe - Strommix	1,6 GWh/a
	Wärmepumpe - Ökostrom	0,4 GWh/a
	kalte Fernwärme (Geothermie und dezentrale Wärmepumpen)	0
Biogas		0
Abwärme konventionell		0
Abwärme EE		0
Steinkohle		0

Tabelle 7: Übersicht der Versorgungsarten mit den jeweiligen Wärmeverbrauch

A.3.4 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

A.3.4.1 Erstellung von Wärmedichte-Karten

Die Wärmebedarfsdichte ist ein wichtiger Indikator für die Eignung von Gebieten für eine zentrale (leitungsgebundene) Wärmeversorgung mit Wärmenetzen oder dezentrale Einzelheizungen.

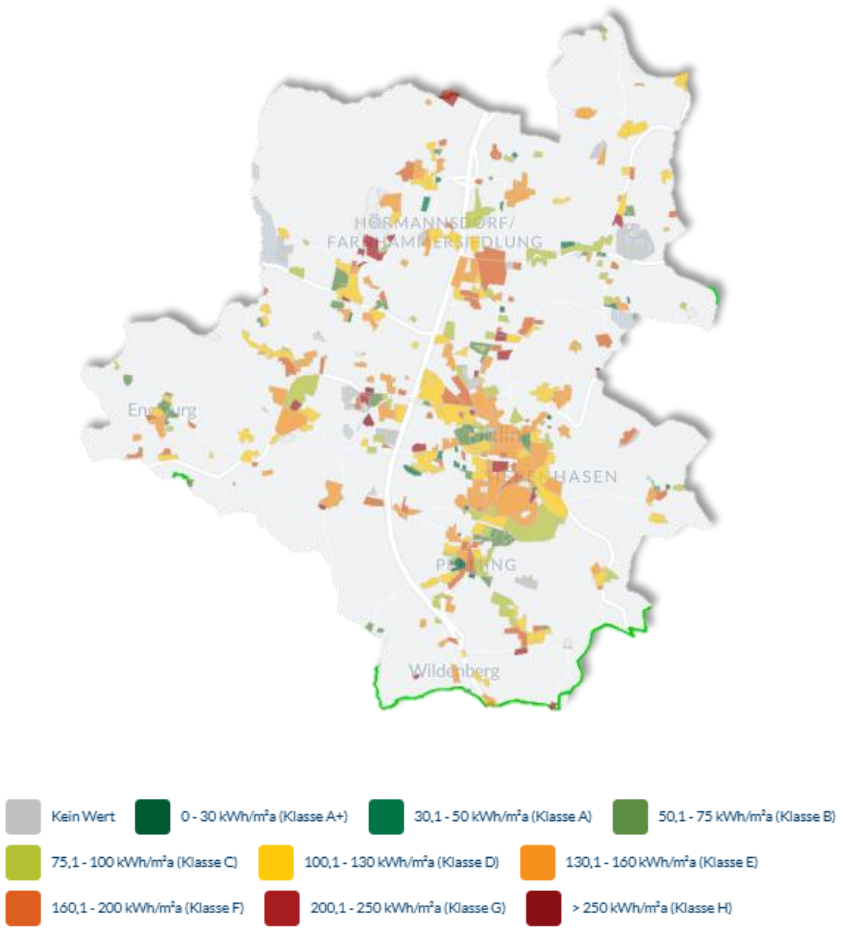


Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung des Wärmebedarfs

Wärmebedarfsdichte

Wärmesenken oder auch der Bedarf an Wärme kann in unterschiedlicher Form in Erscheinung treten. Entweder als Wärmeenergie für die Durchführung meist industrieller Prozesse (sog. Prozesswärme) oder als Heizenergie für die Erwärmung von Wohn-/Arbeitsräumen oder Brauch-/Trinkwarmwasser. Standorte, die einen nennenswerten Bedarf an Prozesswärme (Dampferzeuger, Trocknungsanlagen etc.) haben, kommen meist nur vereinzelt vor und sind in Ihrer räumlichen Verteilung eher wenig komplex. Die weiteren Betrachtungen konzentrieren sich daher speziell auf den Bedarf an Raumwärme und Warmwasser auf Gebäudeebene.

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Parameter zur Flächendichte in Tittling

Parameter	Wert
Fläche von Tittling	20,8 km²
Anzahl der Gebäude	4.259
Anzahl der Einwohner	4.260
durchschnittliche Wärmedichte [pro km²]	3,07 GWh/km²

Tabelle 8: Parameter der Gemeinde Tittling

A.3.4.2 Erstellung von Wärmeliniendichte-Karten

Die Abbildung zeigt die Wärmeliniendichte-Karte der Gemeinde Tittling. Dargestellt ist der jährliche Wärmebedarf als Nutzenergie pro Meter Straßenabschnitt. Die Karte veranschaulicht, in welchen Bereichen der Gemeinde ein besonders hoher oder niedriger Wärmebedarf besteht. Hohe Wärmeliniendichten deuten auf eine konzentrierte Bebauung mit entsprechend hohem Energiebedarf hin, während niedrigere Werte auf weniger dicht besiedelte Gebiete bzw. niedrigere Wärmeverbräuche schließen lassen. Diese Darstellung dient als Grundlage für die Planung und Bewertung möglicher Maßnahmen zur effizienten Wärmeversorgung und Energieeinsparung.

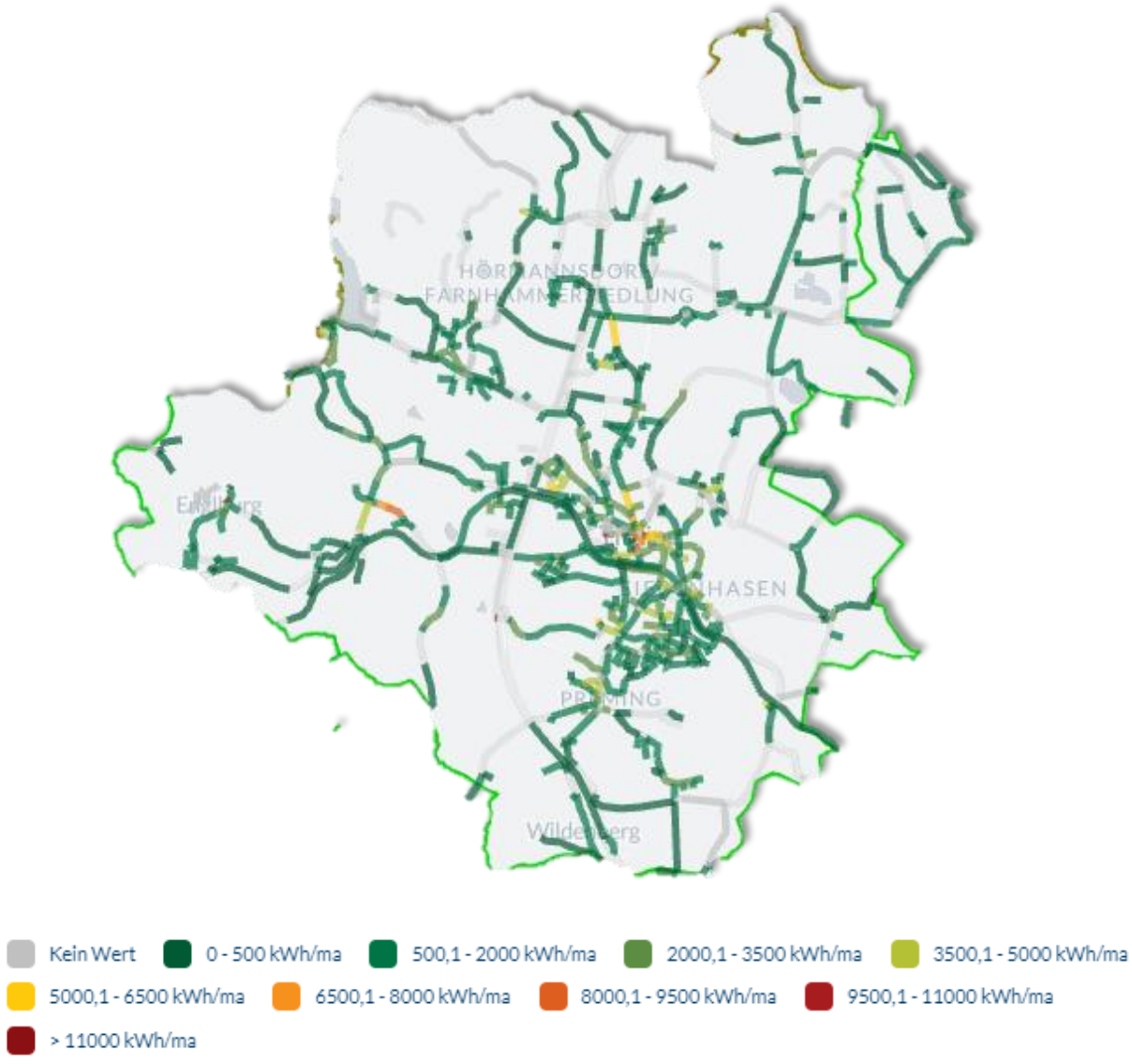


Abbildung 10: Straßenbezogene Darstellung des Wärmebedarfs

A.3.4.3 Identifikation potenzieller Großverbraucher

Nach dem Einspielen der in Abschnitt A Bestandsanalyse genannten Daten in die Software und in enger Abstimmung mit der Kommune konnten Großverbraucher identifiziert werden. Diese Großverbraucher wurden anschließend direkt kontaktiert, um potenzielle Abwärme- und Energieeffizienzpotenziale zu ermitteln. Dabei wurden sowohl Unternehmen aus dem Gewerbe und der Industrie als auch öffentliche Einrichtungen einbezogen. Sie wurden befragt, Angaben zu ihrem Energiebedarf, Wärmeenergiebedarf sowie -verbrauch zu machen und, wenn nötig, weitere spezifische Informationen zu liefern. In Tittling wird jedes Gebäude mit einem Wärmebedarf über 400 MWh/a als Großverbraucher angesehen.



Abbildung 11: Standortbezogene Darstellung der regionalen Großverbraucher

Folgende Abbildung zeigt die Standorte der Großverbraucher:

Adresse	Art	Wärmeverbrauch
Martkplatz 12	Privater Haushalt	475,8 MWh/a
Theodor-Heuss-Straße 1	Kommune	394,9 MWh/a
Dreiburgenstraße 26	GHD / Sonstiges	1,2 GWh/a
Hörmannsdorf 24	Industrie	399,0 MWh/a
Ernst-Heynen-Straße 1	Industrie	??
Englburg 49	GHD / Sonstiges	450,7 MWh/a
Maseringer Straße 9	GHD / Sonstiges	4,6 GWh/a

Tabelle 9: Auflistung der Großverbraucher mit den jeweiligen Wärmeverbrauch

A.3.4.4 Ermittlung relevanter Energiekennzahlen

Der Wärmeverbrauch für das gesamte kommunale Gebiet wird teilweise auf Grundlage der berechneten Bedarfsdaten ermittelt. Diese berechneten Bedarfe werden unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren wie den Gebäudenutzungen, Gebäudegrundflächen, Baualtersklassen, Sanierungsständen, Wetterdaten und weiteren Parametern kalkuliert. Durch die hohe Diversität und Anzahl der Daten wird die Datengüte erheblich verbessert, was wiederum die gesamte Kommunale Wärmeplanung optimiert. Insgesamt ergibt sich für Tittling ein Wärmeverbauch von 32,1 GWh/a was auf die 2.445 Einwohner gerechnet einen Wärmebedarf von 13,13 MWh/a pro Kopf ergibt.

Im folgenden Kartenausschnitt wird durch eine Heatmap-Darstellung der Wärmeverbrauch als Nutzenergie pro m² Gebäudenutzfläche visualisiert. Die Darstellung verdeutlicht, dass im Ortskern der höchste Wärmebedarf vorliegt.

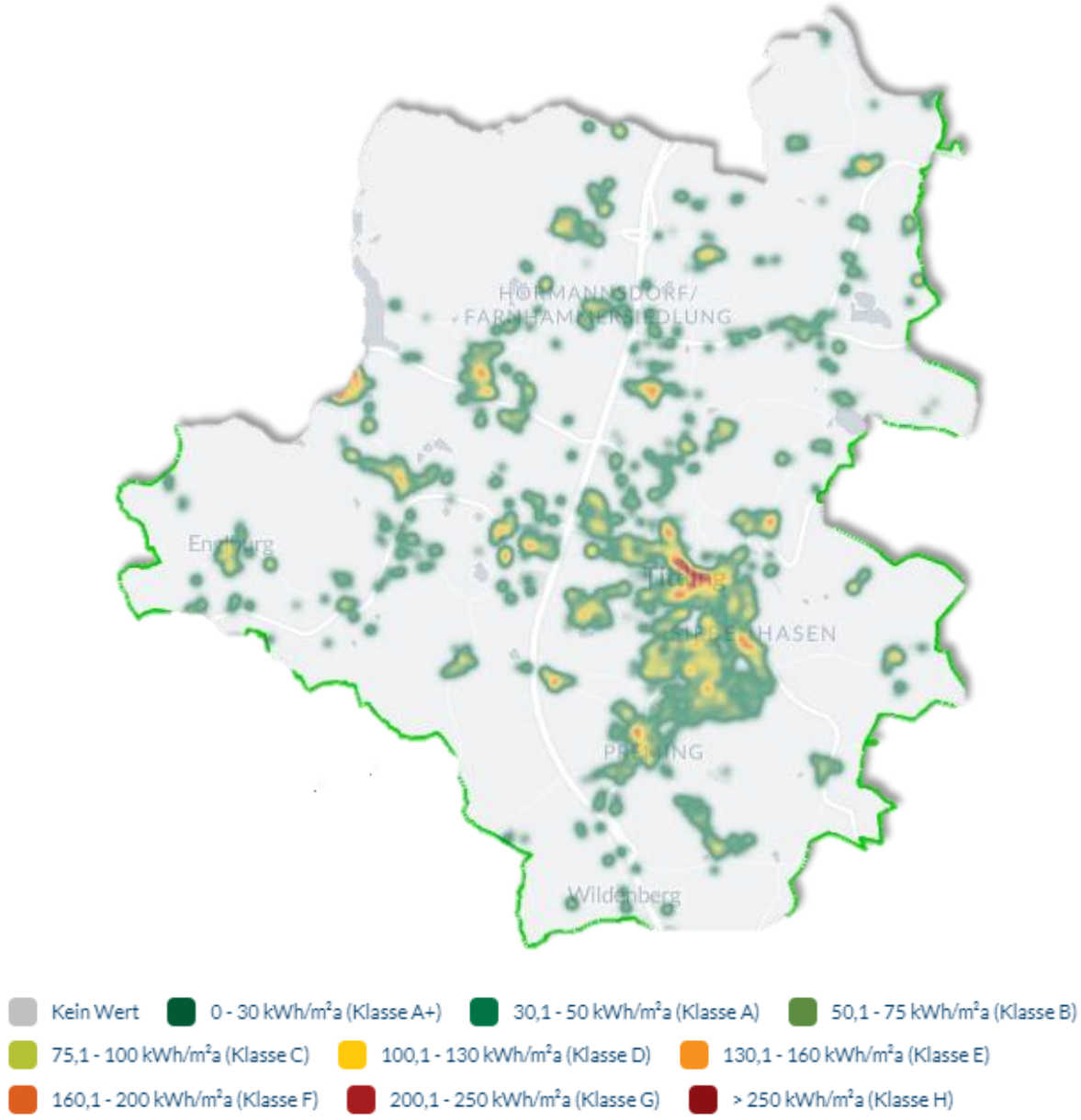


Abbildung 12: Heatmap der Gemeinde Tittling

A.4 Ermittlung der THG-Emissionen im Bereich Wärme

A.4.1 Analyse der aus der Endenergie Wärme resultierenden THG-Emissionen

In Tittling betragen die **CO_2-Emissionen** des **Wärmesektors** etwa 24,3 kt/a was eine pro Kopf CO_2-Emission von 5,7 t/a ausmacht. Die Verteilung der CO_2-Emissionen auf die Biskosektoren setzt ich wie im folgenden Kreisdiagramm dargestellt zusammen:

- Private Haushalte: 12.448,6 t/a
- GHD / Sonstiges: 10.538,4 t/a
- Industrie: 1.090 t/a
- Kommunale Einrichtungen: 212,1 t/a

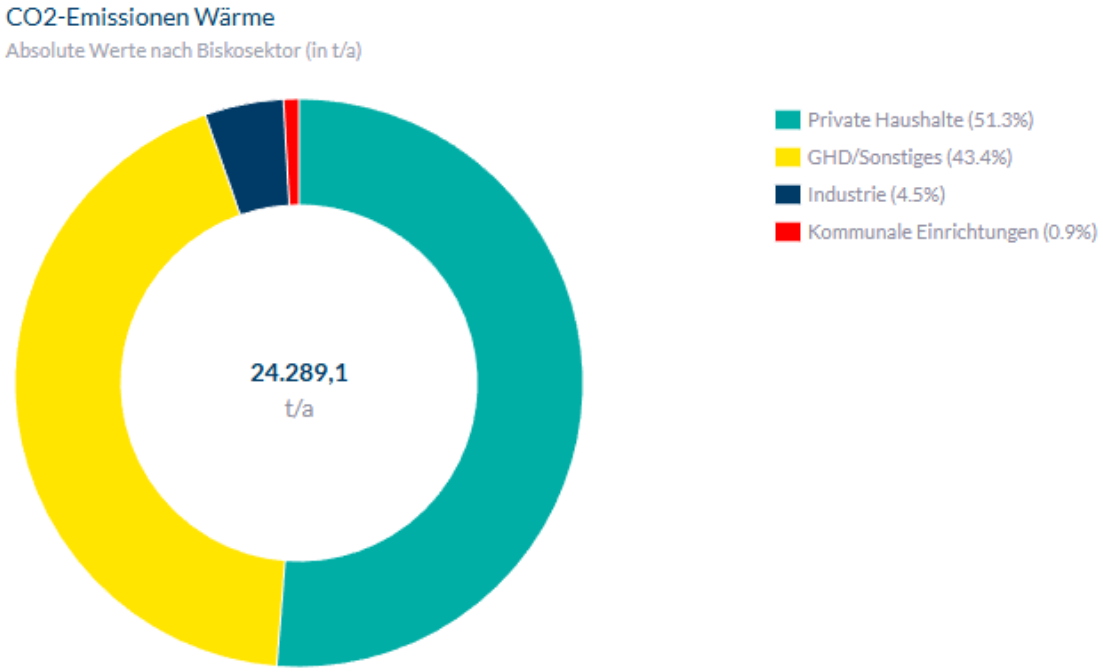


Abbildung 13: Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t/a

In folgender Abbildung werden die CO_2-Emissionen von Tittling Baublockebene dargestellt.

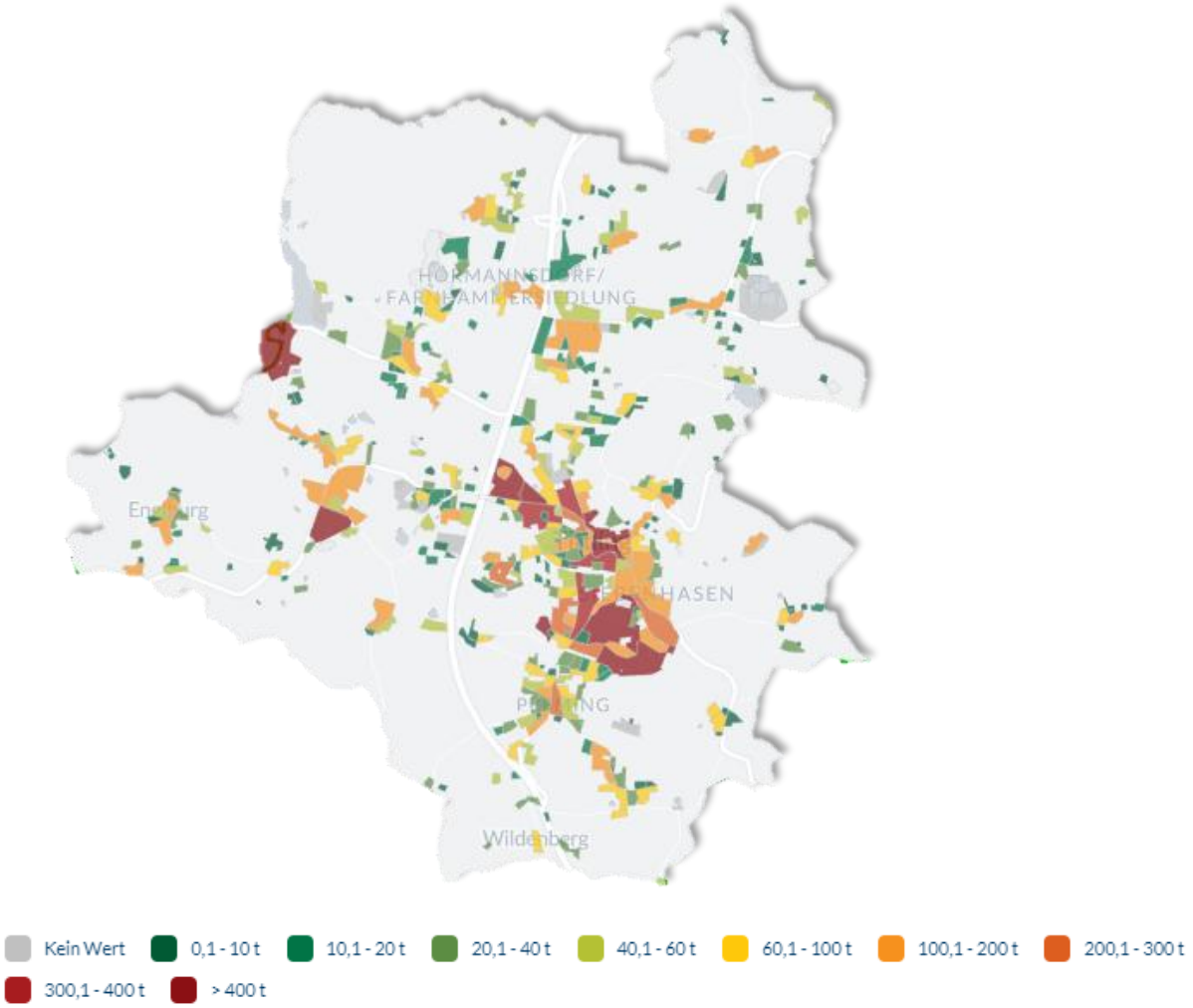


Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t

Im folgenden Kartenausschnitt wurde eine Heatmap-Darstellung gewählt, um die räumliche Verteilung der Emissionen im Kommunalgebiet zu visualisieren. Die Karte zeigt auf, dass sich speziell im Hauptort und in Industriegebieten aufgrund der höheren Wärmedichte Emissionsschwerpunkte herausbilden.

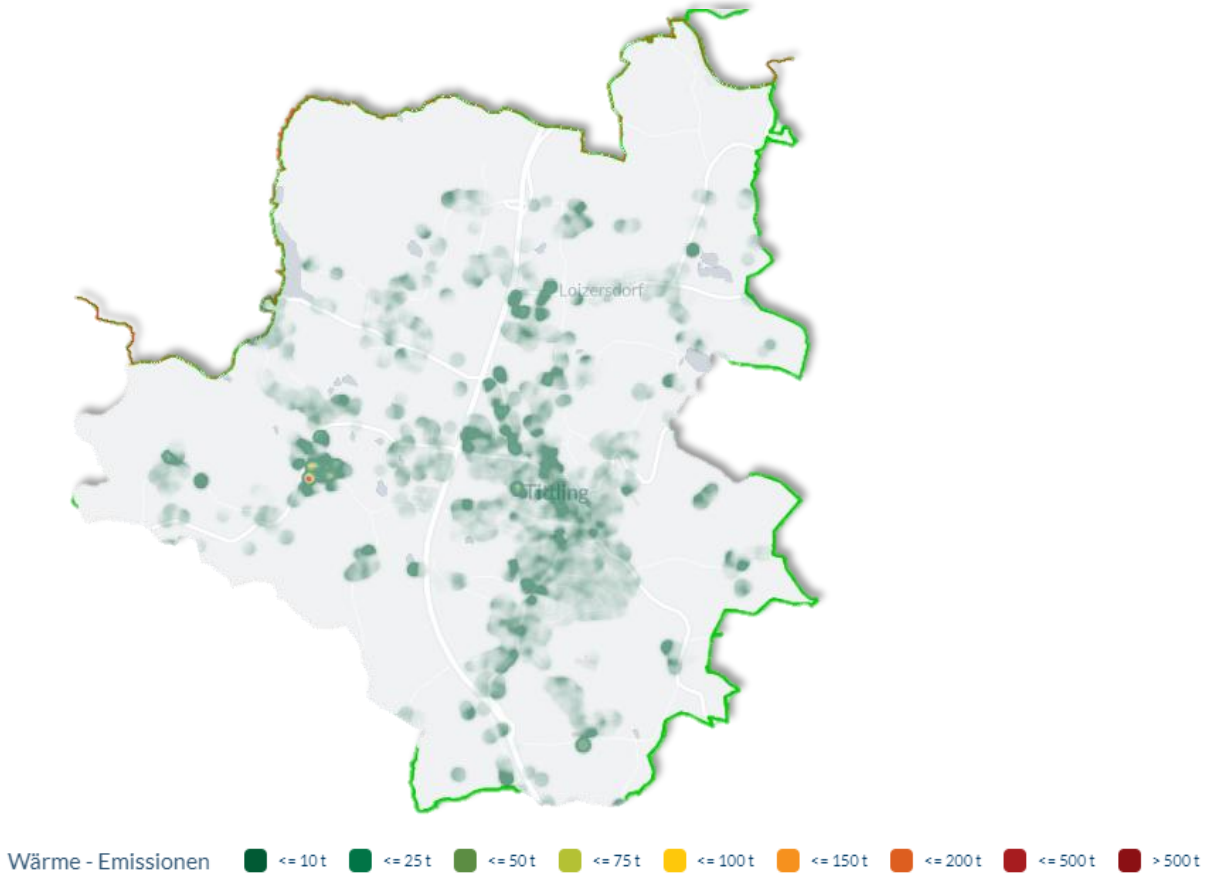


Abbildung 15: Heatmap Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t

CO_2-Faktoren der eingesetzten Energieträger werden als CO_2-Äquivalent (also inkl. aller Treibhausgasemissionen) inkl. Vorketten verwendet. Diese Faktoren bilden zusammen mit dem Endenergiebedarf (jeweils Strom und Energieträger zur Wärmebedarfsdeckung) die CO_2-Emissionen des Gebäudes bzw. des Projektgebietes. Je nach Energieträger werden die CO_2-Faktoren ausfolgenden Quellen bezogen:

- Strommix: Statista oder BMU

- Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle, Biomasse (Holzpellets), Steinkohle, Biogas, Abwärme: AGFW-Arbeitsblatt FW 309-Teil 1 (Stand: Mai 2021)

- Solarthermie, Umweltwärme: "Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger –Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016 (Climate Change 23/2017)

Die konkreten Emissionsfaktoren sind im Anhang aufgeführt. Die mit diesem Verfahren ermittelte Menge repräsentiert die Treibhausgas-Emissionen, die in der Bestandsanalyse im Bereich der Wärmeversorgung erfasst wurde.

A.5 Eignungsprüfung

Die Analyse der Wärmebelegungsdichte im gesamten Gemeinde Tittling zeigt, dass sich der Wärmebedarf überwiegend auf den erweiterten Ortskern konzentriert. In den umliegenden Ortsteilen verteilt sich die Bebauung hingegen deutlich auf kleinere Siedlungseinheiten. Diese Gegebenheiten bieten keine ausreichenden Potenziale für eine wirtschaftliche Erschließung durch ein leitungsgebundenes Wärmenetz.

Zudem besteht außerhalb des bestehenden Gasnetzes keinerlei leitungsgebundene Infrastruktur. Eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff erscheint unter diesen Voraussetzungen wirtschaftlich nicht darstellbar.

Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse wurde entschieden, ausschließlich der erweiterte Hauptort näher zu betrachten und planerisch zu vertiefen. Das außerhalb dieses Eignungsgebiets liegende Ortsteile werden im Rahmen des kommunalen Wärmeplans als potenzieller Raum für eine dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen. Seitens der Gemeinde sind dort keine Maßnahmen zur Errichtung eines zentralen Wärmenetzes oder einer Wasserstoffinfrastruktur vorgesehen.

Die Möglichkeit zur Errichtung privater Wärme- oder Wasserstoffnetze bleibt von dieser Planung unberührt und ist weiterhin zulässig.

A.5.1 Bewertung der Eignung von Teilgebieten für Wärmenetze

In Regionen, in denen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung aufgrund hoher Investitions- und Betriebskosten als wirtschaftlich nicht tragfähig eingeschätzt wird, bieten dezentrale Versorgungslösungen eine realistische und häufig vorteilhafte Alternative. Besonders in Gebieten mit niedriger Wärmebedarfsdichte erweisen sich dezentrale Systeme – wie beispielsweise Wärmepumpen oder Biomasseheizungen – als geeignete Optionen zur lokalen Deckung des Energiebedarfs.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurde die Eignung einzelner Teilräume für eine dezentrale Wärmeversorgung anhand folgender Kriterien bewertet:

- Wärmebedarfsdichte: Als wesentlicher Faktor für die Entscheidung zwischen zentraler und dezentraler Versorgung.
- Vorhandensein von Ankergebäuden: Dazu zählen größere Liegenschaften mit überdurchschnittlichem Wärme- oder Prozesswärmebedarf.
- Siedlungsstruktur und Anteil denkmalgeschützter Bausubstanz: Diese Aspekte beeinflussen sowohl die technische Realisierbarkeit als auch die energetischen Möglichkeiten.
- Perspektiven zur Nutzung leitungsgebundener Infrastruktur: Einschätzung, ob mittelfristig ein Wärmenetz oder eine Wasserstoffanbindung sinnvoll erschlossen werden kann.

Auf Basis dieser Kriterien lässt sich abschätzen, in welchen Gebieten eine dezentrale Wärmeversorgung nicht nur notwendig, sondern auch nachhaltig umsetzbar ist.

Eignungsgebiete für Fernwärme:

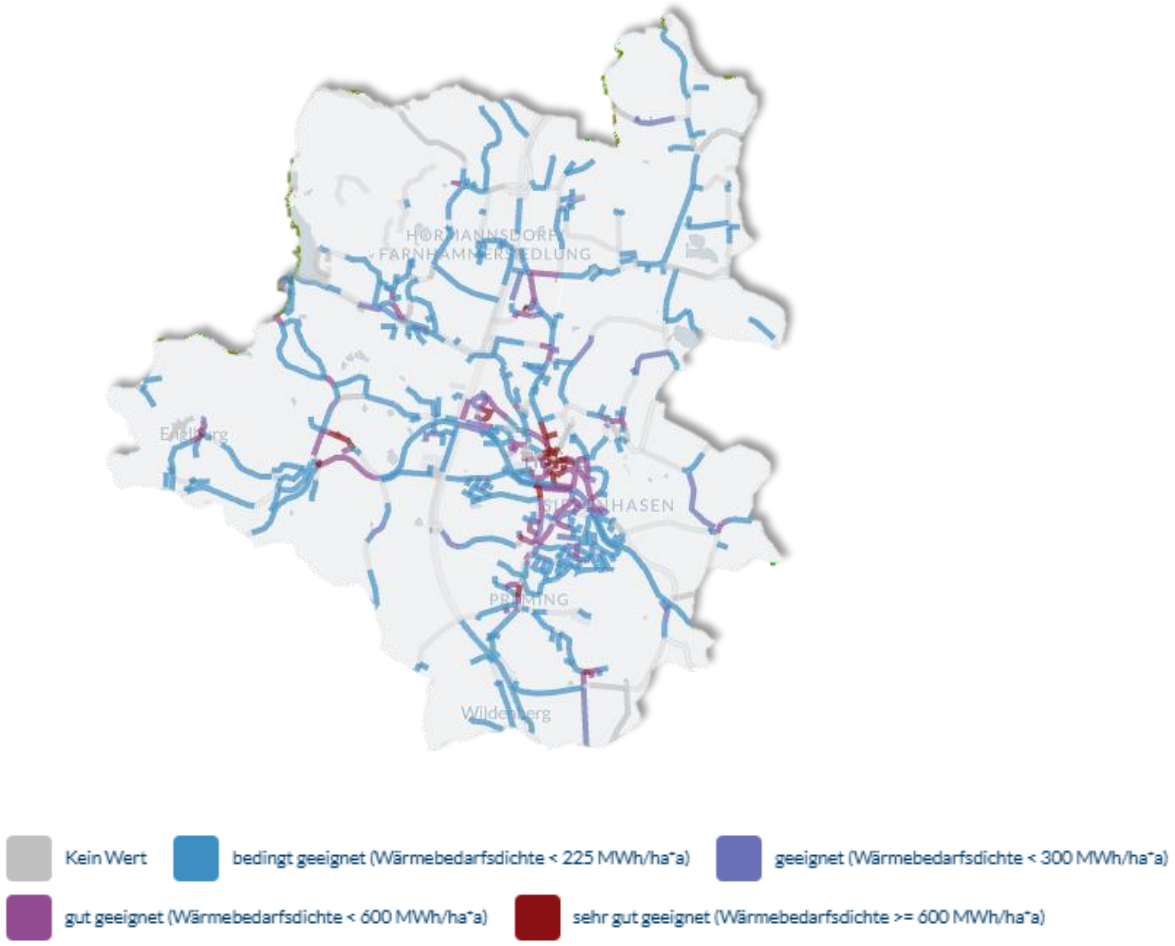


Abbildung 16: Fernwärmeeignungsgebiete

A.5.3 Definition von Gebieten, in denen eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann

Veröffentlichung Eignungsprüfung gemäß § 14 Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Im Rahmen der Eignungsprüfung nach § 14 WPG wurden für die Gemeinde Tittling die Gebiete hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz und ein Wasserstoffnetz geprüft.

Dabei wurde festgestellt, dass insbesondere der Ortskern aufgrund der bestehenden Siedlungsstruktur und Wärmedichte als potenziell geeignetes Gebiet für ein Wärmenetz in Betracht kommt.

Für die übrigen Gemeindeteile wird eine verkürzte Wärmeplanung gemäß § 14 Abs. 6 WPG durchgeführt, da dort die Voraussetzungen für ein flächendeckendes Wärmenetz nicht gegeben sind.

B. Potenzialanalyse

In der ILE Passauer Oberland haben wir die Potenzialanalyse bewusst für alle beteiligten Gemeinden gemeinsam durchgeführt. Ziel war es, vorhandene Synergien bestmöglich zu nutzen, da sich viele Potenziale in den Kommunen ähneln und sich entsprechende Ansätze zur Nutzung dieser Potenziale gut übertragen lassen. Durch die gemeinsame Betrachtung können Erkenntnisse effizient gebündelt und Maßnahmen entwickelt werden, die für mehrere Gemeinden gleichzeitig anwendbar sind und somit einen zusätzlichen Mehrwert für die gesamte Region schaffen.

B.1 Energieeinsparung / Effizienz

B.1.1 Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

B.1.1.1 Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Eine Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden ist auf zwei verschiedenen Wegen möglich zu erreichen einmal durch eine Sanierung der bestehenden Gebäudehülle was die Transmissionswärmeverluste verringert und somit auch den Wärmebedarf. Der andere Weg ist die Effizienzsteigerung in der Anlagetechnik, sowohl im Privaten Bereich als auch in industriellen und gewerblichen Prozessen.

Das Sanierungspotenzial spiegelt den baulichen Zustand jedes einzelnen Gebäudes wider. Dieser wird vereinfacht in den Kategorien "unsaniert", "teilsaniert" und "vollsaniert" ausgedrückt. Hinter jeder Kategorie steht eine für den Gebäudetyp und Baualtersklasse typische Bauteilbeschaffenheit von Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke (alle Bauteile der Gebäudehülle) und Belüftung.

Um das Sanierungspotenzial ermitteln zu können muss zuerst der aktuelle Sanierungstand aufgezeigt werden. Von den 37.760 Gebäuden im Passauer Oberland sind 1.897 Gebäude voll-, 21.104 teil- und 14.759 Gebäude unsaniert.

Die folgende Abbildung zeigt den Aktuellen Sanierungsstand der Gebäude Baublock aggregiert auf gebäudescharfen Berechnungen.

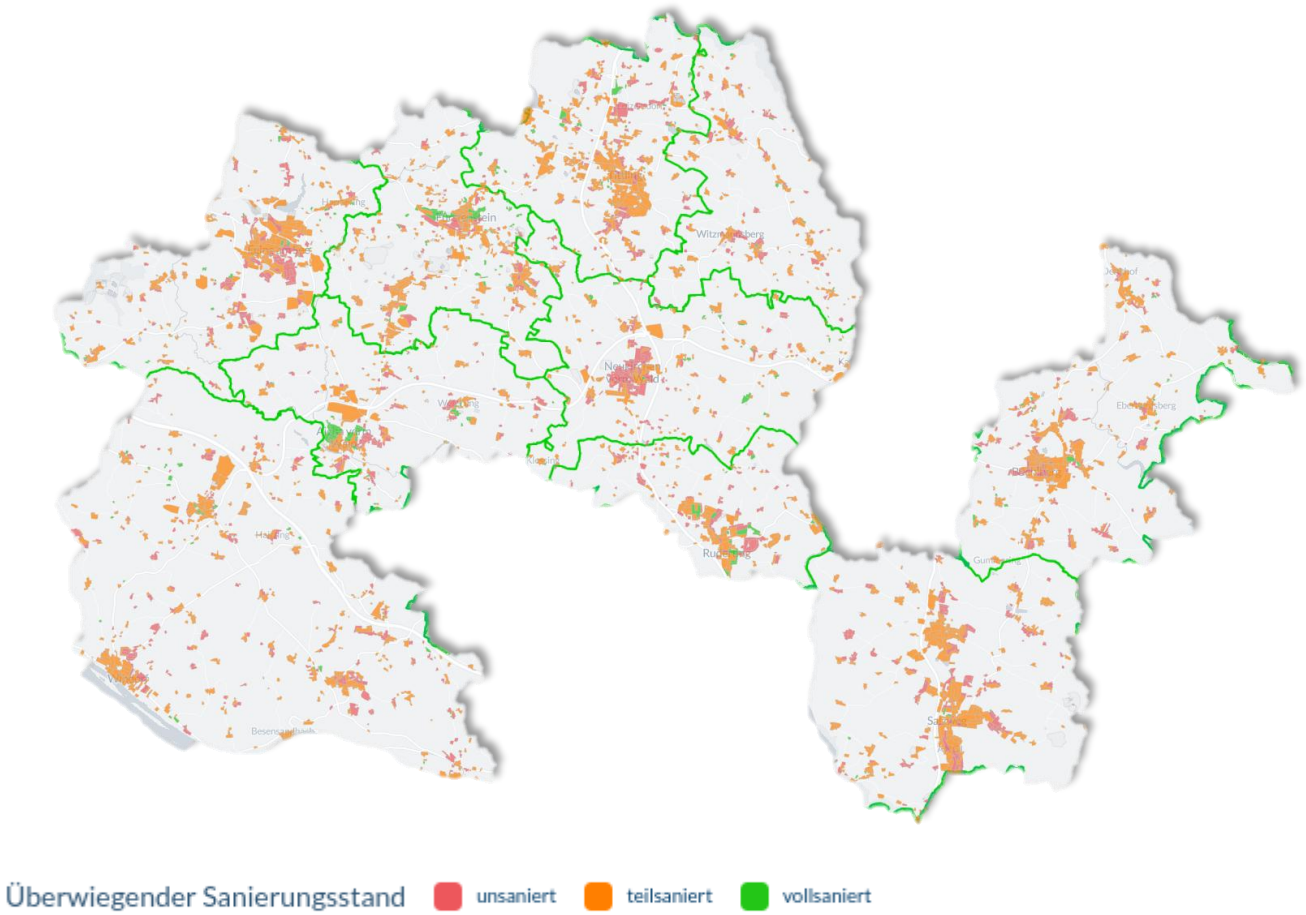


Abbildung 17: Sanierungsstand IST-Zustand

Im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen wird hier keine Prognose für ein konkretes Jahr erstellt, die auf der Annahme basiert, dass großflächige Sanierungen der schlechtesten Gebäude durchgeführt werden, um anschließend den Wärmebedarf neu zu berechnen. Stattdessen wird ein Reduktionspotenzial ermittelt, das durch Sanierungen der Gebäudehülle und Optimierung der Lüftung in verschiedenen Stufen für das gesamte Gebiet erzielt werden kann. Ob und wann dieses Potenzial unter realistischen Rahmenbedingungen tatsächlich erreicht werden kann, bleibt vorerst unklar. Dennoch werden die räumlichen Veränderungen visualisiert, sodass sie auch unabhängig als Entscheidungsgrundlage für zukünftige Maßnahmen dienen können.

Der folgende Kartenausschnitt zeigt das Sanierungspotenzial durch eine prozentual angegebene möglich Energieeinsprung.

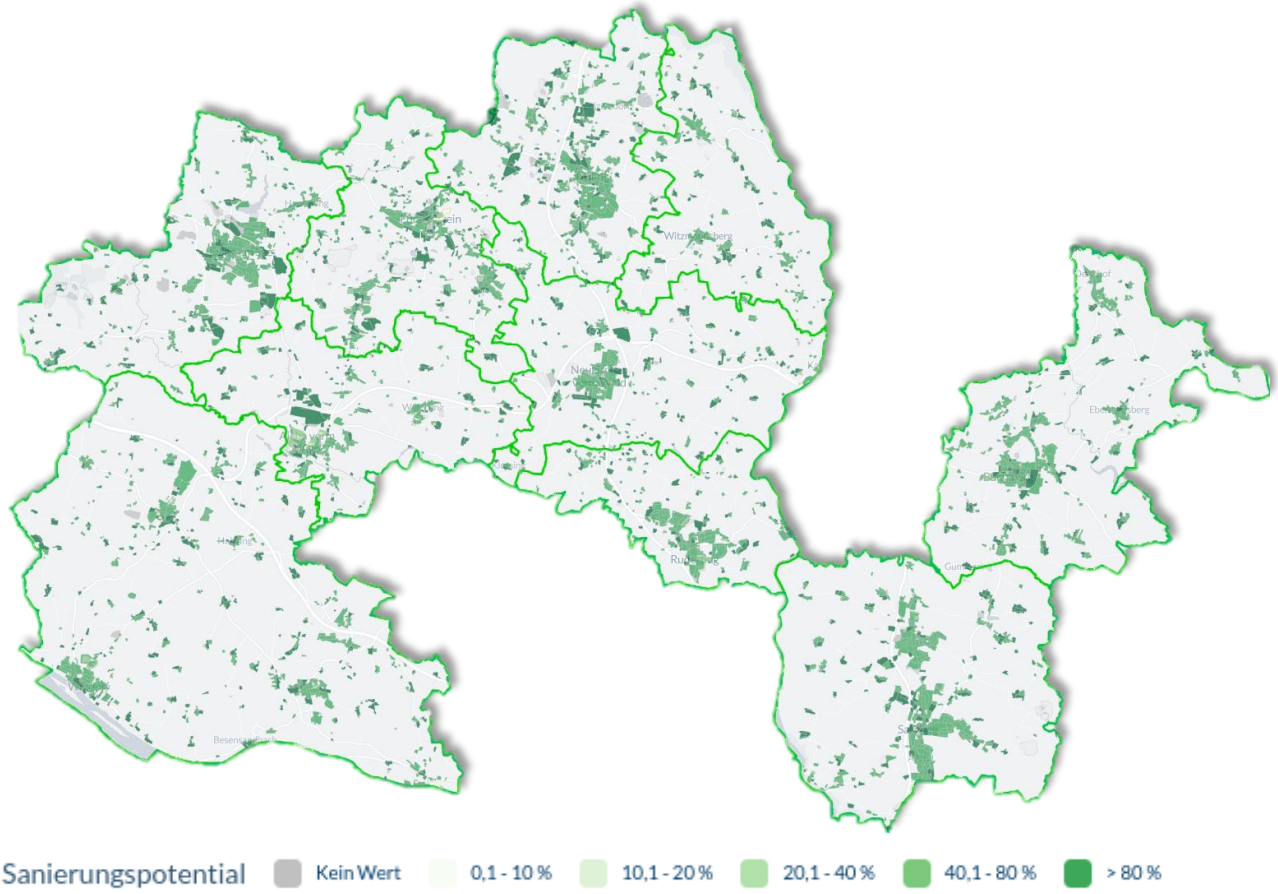


Abbildung 18: Mögliches Sanierungspotenzial

Die folgende Tabelle zeigt die Reduzierung des Wärmebedarfes im Passauer Oberland nach Ausschöpfung der Sanierungspotenziale.

Gebäudetyp	Wärmebedarf IST - Zustand	Wärmebedarf Soll - Zustand
Einfamilienhaus	261,96 GWh/a	86,05 GWh/a
Reihenhaus	45,50 GWh/a	11,07 GWh/a
Mehrfamilienhaus	17,68 GWh/a	4,55 GWh/a
Großes Mehrfamilienhaus	0	0
Hochhaus	0	0
Sonstige Wohngebäude	51,11 GWh/a	14,78 GWh/a
Nichtwohngebäude	311,05 GWh/a	39,93 GWh/a
Gesamt	687,30 GWh/a	156,38 GWh/a

Tabelle 10: Reduzierung des Wärmebedarfs nach kompletter Sanierung

Durch die vollständige Ausschöpfung der Sanierungspotenziale im Bestand reduziert sich der Wärmebedarf im Projektgebiet, differenziert nach Gebäudetypen. Die maximal möglichen Sanierungspotenziale ergeben sich aus den derzeit bestmöglichen Energiestandards (U-Werte) der Bauteile, wie es die Förderbedingungen des BAFA (Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen) vorgeben.

BAFA-Bauteilrichtlinien:

- Dachkonstruktion / Oberste Geschossdecke U-Wert 0,14 W/(m²·K)
- Außenwand U-Wert 0,20 W/(m²·K)
- Fenster U-Wert 0,95 W/(m²·K)
- Boden gegen Erdreich U-Wert 0,25 W/(m²·K)

Fazit – Sanierungspotenzial Gebäudehülle

Die Analyse zeigt ein **sehr hohes Einsparpotenzial** durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle. Vor allem unsanierte und teilsanierte Gebäude bieten große Möglichkeiten zur Reduzierung der Transmissionswärmeverluste.

Auf Basis der gebäudescharfen Bewertung können Gebäude mit besonders hohem Modernisierungsbedarf gezielt identifiziert und priorisiert werden. Unter Anwendung der aktuellen Standards des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ergibt sich ein theoretisches Reduktionspotenzial von rund **77 % des aktuellen Wärmebedarfs**.

Damit stellt die Gebäudesanierung einen zentralen Hebel zur nachhaltigen Senkung des Wärmebedarfs und zur Unterstützung der Wärmewende dar.

B.1.2 Effizienzsteigerung in industriellen und gewerblichen Prozessen

B.1.2.1 Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung in industriellen und gewerblichen Prozessen

Im Rahmen der Analyse wird davon ausgegangen, dass Unternehmen aufgrund gesetzlicher Vorgaben verpflichtet sind, ein Energiemanagementsystem einzuführen. Diese Vorgaben sehen eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz von etwa 1 % pro Jahr vor. Auf Grundlage dieser Annahme wird davon ausgegangen, dass alle betrachteten Unternehmen die genannten Anforderungen erfüllen.

Folglich wird angenommen, dass auch das Unternehmen ein entsprechendes Energiemanagementsystem implementiert hat. Durch die systematische Erfassung, Überwachung und Optimierung von Energieverbräuchen ist davon auszugehen, dass Effizienzsteigerungen in den industriellen Prozessen realisiert werden. Diese Verbesserungen resultieren insbesondere aus optimierten Produktionsabläufen, dem Einsatz energieeffizienterer Technologien sowie einer erhöhten Transparenz der Energieverbräuche.

In der weiteren Betrachtung werden daher Effizienzsteigerungen in den Industrieprozessen berücksichtigt, die sich aus der kontinuierlichen Umsetzung des Energiemanagementsystems ergeben.

Fazit – Energieeinsparpotenziale in industriellen Prozessen

Die Einführung von Energiemanagementsystemen ermöglicht Unternehmen eine kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz von etwa 1 % pro Jahr. Effizienzgewinne entstehen vor allem durch optimierte Produktionsabläufe, den Einsatz moderner Technologien und eine verbesserte Transparenz der Energieverbräuche.

Praktisch wird das Potenzial jedoch größtenteils im Winter direkt im Betrieb genutzt, während im Sommer vorhandene Überschüsse oft nicht benötigt werden. Insgesamt ist das Einsparpotenzial zwar vorhanden, aber nur begrenzt extern nutzbar.

B.2 Nutzung unvermeidbarer Abwärme

B.2.1 Analyse der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme

Trotz äußerst unterschiedlicher Faktoren rund um die Nutzung von Abwärmequellen werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung systematisch alle relevanten Abwärmequellen räumlich und ihrem technischen Potenzial nach erfasst. Schwierig dabei gestaltet sich die Bestimmung eines eigentlichen Abwärmepotenzials, welches sich in einem Wärmenetz nutzen lässt. Eine eindeutige Definition eines Grenzwerts der Wärmemenge und des Abwärmeniveaus liegt nicht vor.

Abwärmequellen unterscheiden sich nach folgenden Kriterien: Art, Temperaturniveau und Zeitprofil der Wärmequelle, Lage der Quelle relativ zu Wärmekunden, Vorhandensein eines Wärmenetzes, potenzieller Betreiber eines Wärmenetzes, Eigentümerstruktur des Unternehmens, Größe der Kommune und Wärmeabsatz. Dort, wo Abwärme anfällt, sie sich nicht vermeiden lässt, sich nicht innerbetrieblich nutzen lässt und sie sich technisch-wirtschaftlich für ein Wärmenetz erschließen lässt, ist sie immer Teil der lokalen Wärmewendestrategie und sollte bei großen Abwärmemengen auch immer Teil einer interkommunalen

Wärmeplanung sein. Entscheidend zur Erschließung eines ausreichend großen Abwärmepotenzials ist immer die Kooperationsbereitschaft des Betriebs. Je nach Temperaturniveau der Abwärme ergeben sich unterschiedliche Erschließungsmöglichkeiten:

- nieder- und mittelkalorische Abwärmequellen mit Groß-Wärmepumpen oder mittels kalten Nahwärmenetzen mit dezentralen Wärmepumpen
- hochkalorische Quellen mit Direkteinspeisung in Wärmenetze

Anhand von vorliegenden gebäudescharfen Wärmebedarfe/-verbräuchen und abgefragter Informationen über die Branchen und Prozesse können erste Abschätzungen zum Abwärmepotenzial getroffen werden. Im nächsten Schritt wurden die Unternehmen kontaktiert und unter anderem Informationen zu Wärmeträger, - leistung, -menge, Abnehmer, Auskopplungsaufwand, Verfügbarkeit und Temperaturniveau eingeholt.

Hinweise auf größere potenzielle Abwärmequellen sind vor allem große Energiekunden von Strom und Gas.

Ein lokaler Industriebetrieb verfügt grundsätzlich über Abwärmepotenziale, die theoretisch zur Unterstützung der kommunalen Wärmeversorgung genutzt werden könnten. Derzeit bestehen jedoch zeitliche Einschränkungen, da die Abwärme überwiegend zu anderen Zeiten als dem Bedarf der Wärmenetze anfällt.

Zusätzlich sind weitere Fragen zu klären:

- Art und Menge der verfügbaren Abwärme (z. B. Prozesswärme, Kühlanlagen, Produktionsabfälle)
- Technische Schnittstellen zur Einspeisung in das bestehende oder geplante Wärmenetz
- Wirtschaftliche Machbarkeit, einschließlich Investitions- und Betriebskosten, sowie mögliche Fördermöglichkeiten
- Rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen, wie Verträge, Eigentumsrechte und Verantwortlichkeiten

Auf Grundlage dieser Untersuchung könnte geprüft werden, ob sich die Abwärme durch Speicherlösungen, zeitliche Verschiebung oder Hybridkonzepte sinnvoll in die lokale Wärmeversorgung integrieren lässt. Eine erfolgreiche Integration würde die Energieeffizienz des Unternehmens erhöhen und die kommunale CO_2-Bilanz verbessern, auch wenn die Nutzung derzeit technisch und organisatorisch noch eingeschränkt ist.

Fazit – Potenzial zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme

Die Analyse zeigt, dass lokale Abwärmequellen grundsätzlich ein wichtiges Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung darstellen. Insbesondere große Industriebetriebe verfügen über Abwärme, die theoretisch in Wärmenetze eingespeist werden könnte.

Praktisch bestehen jedoch zeitliche, technische und organisatorische Einschränkungen: Die Abwärme fällt häufig zu anderen Zeiten als der Bedarf in den Wärmenetzen an, und die Integration erfordert technische Schnittstellen, Speicherlösungen oder zeitliche Verschiebung.

Trotz dieser Herausforderungen kann die Nutzung unvermeidbarer Abwärme die Energieeffizienz der Betriebe erhöhen und die CO_2-Bilanz der Kommune verbessern, wenn entsprechende Konzepte und Kooperationen umgesetzt werden.

B.3 Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien

Basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wird im Rahmen der Potenzialanalyse dargestellt, welche Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien und klimaneutraler Wärmequellen bis zum Zieljahr realisierbar sind. Durch die Substitution fossiler Energieträger mit erneuerbaren Quellen sinken die spezifischen, treibhausgasrelevanten Emissionen aufgrund der besseren Emissionswerte der erneuerbaren Energien.

Regional betrachtet führt die verstärkte Nutzung lokaler Ressourcen wie Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und Erdwärme zu einer erhöhten Wertschöpfung, insbesondere in Form von positiven Beschäftigungseffekten. Darüber hinaus verringert sich durch den Einsatz erneuerbarer Energien die Importabhängigkeit, wodurch fossile Ressourcen für die zunehmend wichtige stoffliche Verwertung in der Industrie gesichert bleiben.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Potenziale für die Nutzung klimaneutraler Wärme innerhalb der Kommune analysiert und im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bewertet.

Folgende Potenziale der erneuerbaren Energien wurden analysiert:

- Außenluft
- Biomasse
- Geothermie
- Solarthermie
- Umweltwärme aus Gewässern und Abwasser

B.3.1 Ermittlung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien

Außenluft:

Das Potenzial der Außenluft als Wärmequelle ist grundsätzlich fast überall nutzbar, insbesondere für Gebäude mit niedrigem Wärmebedarf. Voraussetzung für einen effizienten Betrieb ist ein hoher energetischer Standard der Gebäudehülle, idealerweise kombiniert mit Flächenheizungen.

Außenluft-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme und heben diese in einem thermodynamischen Prozess auf ein für Heizung oder Warmwasser geeignetes Temperaturniveau an. Sie können auch bei niedrigen Außentemperaturen effektiv arbeiten. In der kommunalen Wärmeplanung wird die Nutzung von Außenluft grundsätzlich als technisch machbar betrachtet, wobei insbesondere Luft-Luft-Wärmepumpen für Gebäude ohne zentrale Heizungsanlage relevant sind.

Die Bewertung der Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen erfolgte auf Basis des spezifischen Wärmebedarfs. Nichtwohngebäude sowie Gebäude mit sehr hohem Wärmebedarf nach einer Vollsanierung (>150 kWh/m²a) wurden von der Bewertung ausgeschlossen. Die Technologieauswahl bleibt dabei offen; es wird keine bevorzugte Wärmepumpen- oder Wärmequellenart festgelegt.

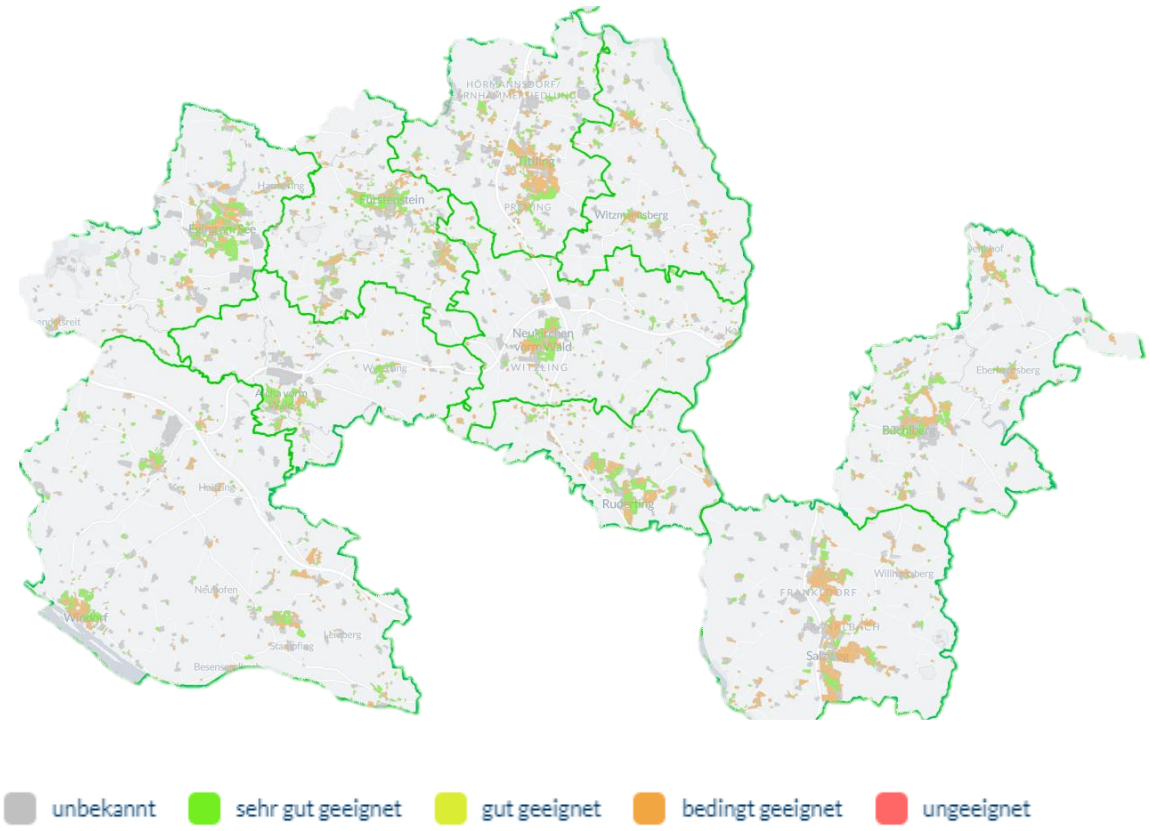


Abbildung 19: Mögliche Wärmepumpeneignung

Das Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen wurde anhand gebäudespezifischer Merkmale wie Flurstücksgröße, spezifischem Wärmebedarf und Gebäudetyp sowie technischer Parameter wie Jahresarbeitszahl, Vollaststunden und Wärmeentzug des Bodens bewertet. Die Gebäude wurden in fünf Kategorien von „sehr gut geeignet" bis „nicht geeignet" eingestuft. Für die Bewertung des Potenzials von Außenluft-Wärmepumpen wurde ausschließlich die Kategorie „sehr gut geeignet" herangezogen.

Außenluft-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme und heben diese mithilfe eines thermodynamischen Prozesses auf das für Heizung oder Warmwasser erforderliche Temperaturniveau an. Im Rahmen der Potenzialanalyse wird grundsätzlich von einer technischen Machbarkeit ausgegangen. Ausgenommen sind stark verdichtete Innenstadtbereiche oder Standorte mit hohen Prozesstemperaturen, da dort die Aufstellflächen begrenzt sind und zusätzliche Anforderungen an Schall- und Immissionsschutz zu beachten sind.

Fazit – Potenzial Außenluft

Die Analyse zeigt, dass Außenluft-Wärmepumpen grundsätzlich eine technisch realisierbare Lösung für die dezentrale Wärmeversorgung darstellen. Sie eignen sich insbesondere für Wohngebäude mit niedrigem Wärmebedarf, während stark verdichtete Innenstadtbereiche oder Gebäude mit hohen Prozesstemperaturen von der Nutzung ausgeschlossen werden müssen. Die Bewertung auf Basis gebäudespezifischer Parameter ermöglicht eine gezielte Identifikation der „sehr gut geeigneten" Gebäude, für die der Einsatz von Außenluft-Wärmepumpen effizient und wirtschaftlich sinnvoll ist. Insgesamt bietet diese Technologie eine flexible Option, um den Anteil erneuerbarer Wärme in der Region zu erhöhen, insbesondere in Einzelversorgungsgebieten ohne Anschluss an zentrale Wärme- oder Fernwärmenetze

Biomasse:

Abfall- und Reststoffe

Das Wärmepotenzial von Biomasse aus Abfall und Reststoffen bietet eine vielversprechende Möglichkeit, erneuerbare Energiequellen zu nutzen und gleichzeitig die Menge an nicht verwertbaren Abfällen zu reduzieren. Abfälle aus der Landwirtschaft, der Lebensmittelindustrie sowie aus Haushalten und Gewerbe enthalten wertvolle organische Stoffe, die durch Verbrennung oder Vergärung in Wärmeenergie umgewandelt werden können. Diese Reststoffe, die ansonsten auf Deponien landen oder unsachgemäß entsorgt werden, stellen eine nachhaltige Ressource dar, um die Energieversorgung zu diversifizieren und die CO_2-Emissionen zu verringern. Die Nutzung von Abfall und Reststoffen als Biomasse zur Wärmeproduktion trägt so nicht nur zur Reduzierung von Abfallmengen bei, sondern leistet auch einen Beitrag zur Energiewende, indem sie eine umweltfreundliche und zuverlässige Wärmequelle bereitstellt. In dieser Analyse wird das Potenzial dieser Biomassequelle untersucht und als alternative Wärmequelle im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung beleuchtet.

Laut den Daten des Bayrischen Landesamt für Umwelt (LfU, 2023) ergibt sich eine Gesamtmenge Biomasse Privatmüll von **230 kg pro Kopf**, dieser setzt sich wie folgt zusammen:

- 144,6 kg Bioabfälle pro Einwohner
- 71,9 kg Altpapier und Altholz pro Einwohner
- 4 kg Alttextilien pro Einwohner

Auf das gesamte Projektgebiet bezogen (38.392 EW) ergibt sich eine **Gesamtmenge** an Bioabfällen aus dem Privaten Sektor von **8.830,2 t** die sich wie folgt zusammensetzt:

- 5.551,5 t Bioabfälle
- 2.760,4 t Altpapier und Altholz
- 153,6 t Alttextilien

Neben den Abfall- und Reststoffen aus dem privaten Bereich sind auch die Biomasseabfälle und - Reststoffe aus dem Gewerbe- und Industriesektor nicht zu vernachlässigen. Allerdings liegen die Daten des LfU lediglich in einer landesweiten Gesamtsumme für das Jahr 2021 vor. Daher wurde die Menge auf die Einwohnerzahl Bayerns heruntergebrochen, was zu einem Wert von **402 kg** Biomasseabfällen **pro Kopf** in Bayern führt der sich wie folgt zusammensetzt:

- 201 kg Abfälle pro Einwohner aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft und Herstellung und Verarbeitung von Nahrungsmitteln
- 134 kg Abfälle pro Einwohner aus der Holzbearbeitung und der Herstellung von Platten, Möbeln, Zellstoffen, Papier und Pappe
- 67 kg Abfälle aus der Leder-, Pelz- und Textilindustrie

Auf das ganze Projektgebiet bezogen (38.392 EW) ergibt sich eine **Gesamtmenge** an Bioabfällen und Reststoffen aus dem Gewerbe- und Industriesektor von **15.433,6 t** die sich wie folgt zusammensetzt:

- 7.716,8 t Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft und Herstellung und Verarbeitung von Nahrungsmitteln
- 5.144,5 t Abfälle aus der Holzbearbeitung und der Herstellung von Platten, Möbeln, Zellstoffen, Papier und Pappe
- 2.572,3 t Abfälle aus der Leder-, Pelz- und Textilindustrie

Laut dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg können pro Tonne Bioabfall etwa 85 bis 130 m^3 Biogas gewonnen werden. Da die Ermittlung der Güte dieser Abfälle sehr komplex und aufwendig ist, gehen wir

vom unteren Wert von 85 m³ Biogas pro Tonne Bioabfall aus. In diese Kategorie fallen die **Bioabfälle** aus dem privaten Bereich sowie Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft und der Herstellung und Verarbeitung von Nahrungsmitteln. Daraus ergibt sich ein jährliches Potenzial von etwa 1.127.806 m³ Biogas. Der typische Heizwert von Biogas liegt bei etwa 6 kWh/m³. Wenn wir nun die Menge an Biogas in einem fiktiven Brennwertkessel mit einem Wirkungsgrad von 90 % zur Wärmeerzeugung nutzen, ergibt sich ein Wärmepotenzial von etwa **6.090,2 MWh/a** für das Passauer Oberland.

Der Heizwert von **Holz, Papier und Abfällen aus der Möbel- und Plattenherstellung** kann je nach Art leicht variieren. Deshalb nehmen wir auf Grundlage von Erfahrungswerten einen Heizwert von 4,2 kWh/kg an, bei einem Wirkungsgrad der Verbrennungsanlagen von 80 %. Daraus ergibt sich ein Potenzial von etwa **26.560,5 MWh/a**.

Der Heizwert von **Alttextilien sowie Abfällen aus der Leder-, Pelz- und Textilindustrie** variiert stark und liegt zwischen 3,06 und 6,32 kWh/kg. Wir nehmen einen durchschnittlichen Heizwert von 4,3 kWh/kg an und gehen von einem Wirkungsgrad von 60 % aus. Daraus ergibt sich ein Potenzial von etwa **7.032,8 MWh/a**.

Das **gesamte Potenzial** der **„Biomasse Abfälle und Reststoffe"** beträgt somit **39.683,5 MWh/a**, was ein Wärmedeckungspotenzial von 5 % ausmacht.

Fazit Potenzial Biomasse:

Die Analyse zeigt, dass Biomasse aus Abfällen und Reststoffen im Gebiet der ILE Passauer Oberland ein erhebliches Potenzial für die Wärmeversorgung bietet. Allein aus privaten Haushalten, Gewerbe und Industrie lassen sich jährlich rund 39.700 MWh Wärme gewinnen, was einer Deckung von etwa 5% des regionalen Wärmebedarfs entspricht. Ein Teil dieses Potenzials wird bereits genutzt, beispielsweise durch Verbrennungsanlagen wie im ZAW Hengersberg.

Darüber hinaus besteht ein zusätzliches, langfristig nutzbares Potenzial aus der regionalen Wald- und Forstwirtschaft. Die aktuellen Wachstumsraten der Wälder übersteigen den derzeitigen Holzverbrauch, sodass hier kontinuierlich nachwachsende Rohstoffe für die Wärmeproduktion zur Verfügung stehen. Damit stellt die Nutzung von Abfällen und Forstbiomasse nicht nur eine effiziente und CO_2-arme Ergänzung zur Energieversorgung dar, sondern bietet auch eine nachhaltige, planbare Ressource, die die regionale Energieautonomie stärkt und die Energiewende unterstützt.

Geothermie:

Geothermie, auch Erdwärme genannt, nutzt die natürliche Wärme des Erdinneren, die hauptsächlich durch den Zerfall radioaktiver Elemente und die Restwärme aus der Entstehungszeit der Erde entsteht. Mit zunehmender Tiefe steigen die Temperaturen, wodurch sich geothermische Energie besonders für die Wärmeversorgung eignet. Man unterscheidet zwischen oberflächennaher Geothermie, die vor allem für die Heizung von Gebäuden eingesetzt wird, und Tiefengeothermie, die aufgrund höherer Temperaturen größere Wärmeversorgungssysteme speist.

Die Nutzung von Erdwärme bietet den Vorteil, dass sie unabhängig von Witterung und Tageszeit verfügbar ist und somit eine zuverlässige, klimafreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellt. Zur Umsetzung können unterschiedliche Techniken eingesetzt werden, darunter zentrale Kollektoren, dezentrale Sonden, zentrale Sonden oder die Nutzung von Grundwasser.

In Bayern ist die Nutzung geothermischer Anlagen insbesondere in Wasserschutzgebieten und geologisch sensiblen Zonen streng reguliert. Vor der Errichtung einer Erdwärmesondenanlage muss die Bodenbeschaffenheit geprüft werden, da die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse die Dimensionierung und Effizienz der Anlagen entscheidend beeinflussen. Ein zentraler Parameter für die Abschätzung des Potenzials ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die räumlich variiert und von unter 1,0 W/(m·K) bis über 4,0 W/(m·K) reicht.

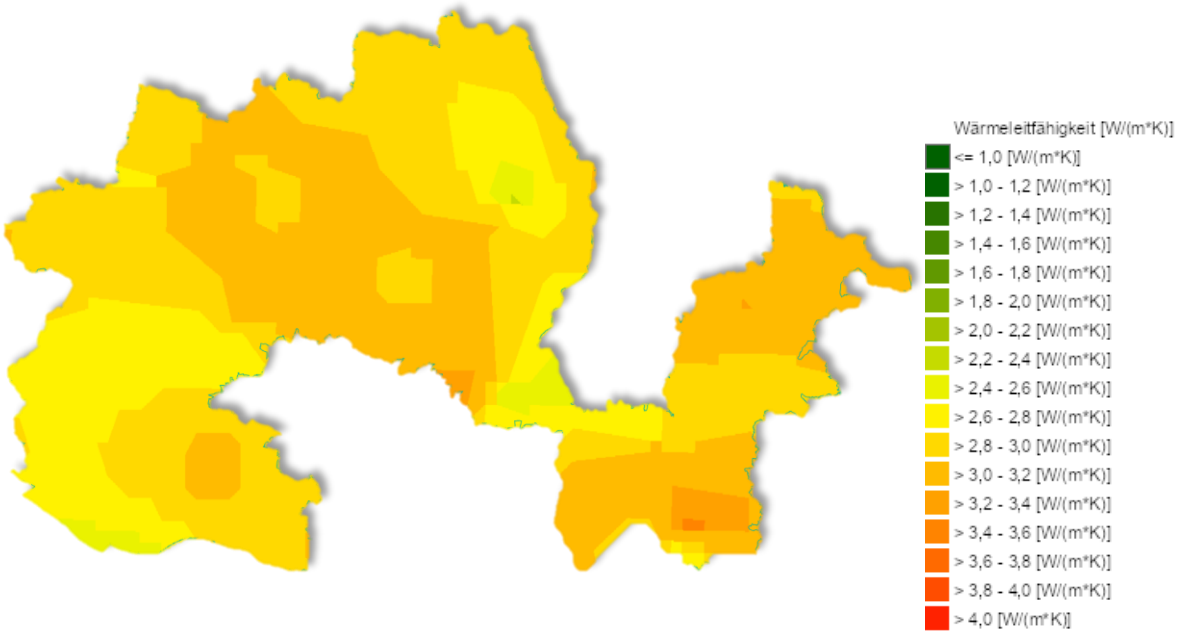


Abbildung 20: Mögliche Wärmeleitfähigkeit der ILE Passauer Oberland

Quelle:
https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=824681,5409486&z=12&r=0&l=atkis&cnids=122,112&mid=0

Der folgende Kartenausschnitt zeigt schon bestehende Bohrungen, Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen im Passauer Oberland.

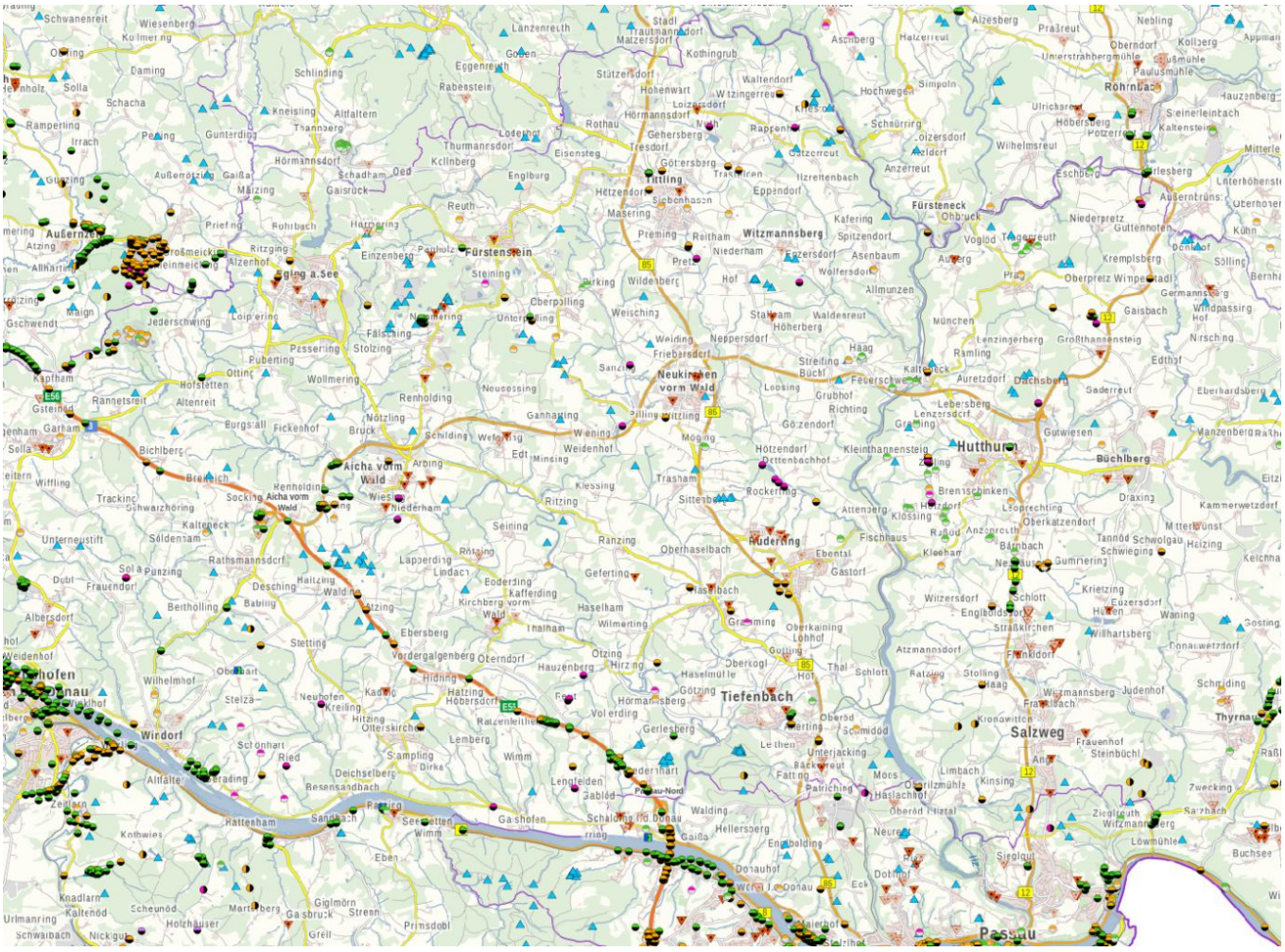


Abbildung 21: Bestehende Bohrung der ILE Passauer Oberland

Quelle:
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de&dn=lfu_domain-geologie

Ermittlung der potenziellen Flächen:

Das Gemeindegebiet des Passauer Oberlands umfasst insgesamt 257,43 km². Für die Nutzung von Freiflächen, beispielsweise für Solar- oder andere Energieprojekte, werden drei Szenarien betrachtet, bei denen 15 %, 10 % bzw. 5 % der landwirtschaftlichen Flächen der Gemeinden genutzt werden. Dadurch bleibt ausreichend Fläche für die landwirtschaftliche Produktion erhalten, um die regionale Lebensmittelversorgung weiterhin sicherzustellen. Eine Übersicht der einzelnen Gemeinden mit den jeweiligen Flächenanteilen wird in der Tabelle dargestellt.

Gemeinde	Fläche in km²	Landwirtschaftliche Fläche in km²	15 % in km²	10 % in km²	5 % in km²
Aicha vorm Wald	20,40	9,73	1,4595	0,973	0,4865
Büchlberg	28,11	15,47	2,3205	1,547	0,7735
Eging am See	23,71	9,50	1,4250	0,950	0,4750
Fürstenstein	19,39	6,59	0,9885	0,659	0,3295
Neukirchen vorm Wald	24,37	13,13	1,9695	1,313	0,6565
Ruderting	13,01	6,46	0,9690	0,646	0,3230
Salzweg	32	14,90	2,2350	1,490	0,7450
Tittling	20,79	9,41	1,4115	0,941	0,4705
Windorf	56,97	29,46	4,4190	2,946	1,4730
Witzmannsberg	18,68	10,34	1,5510	1,034	0,5170
Gesamt	257,43	124,99	18,7485	12,499	6,2495

Tabelle 11: Darstellung der angenommenen Szenarien

Der folgende Kartenausschnitt zeigt zur Visualisierung die Fläche des Projektgebiets und die Flächen der angenommenen Freiflächen (15 %, 10 % und 5 %).

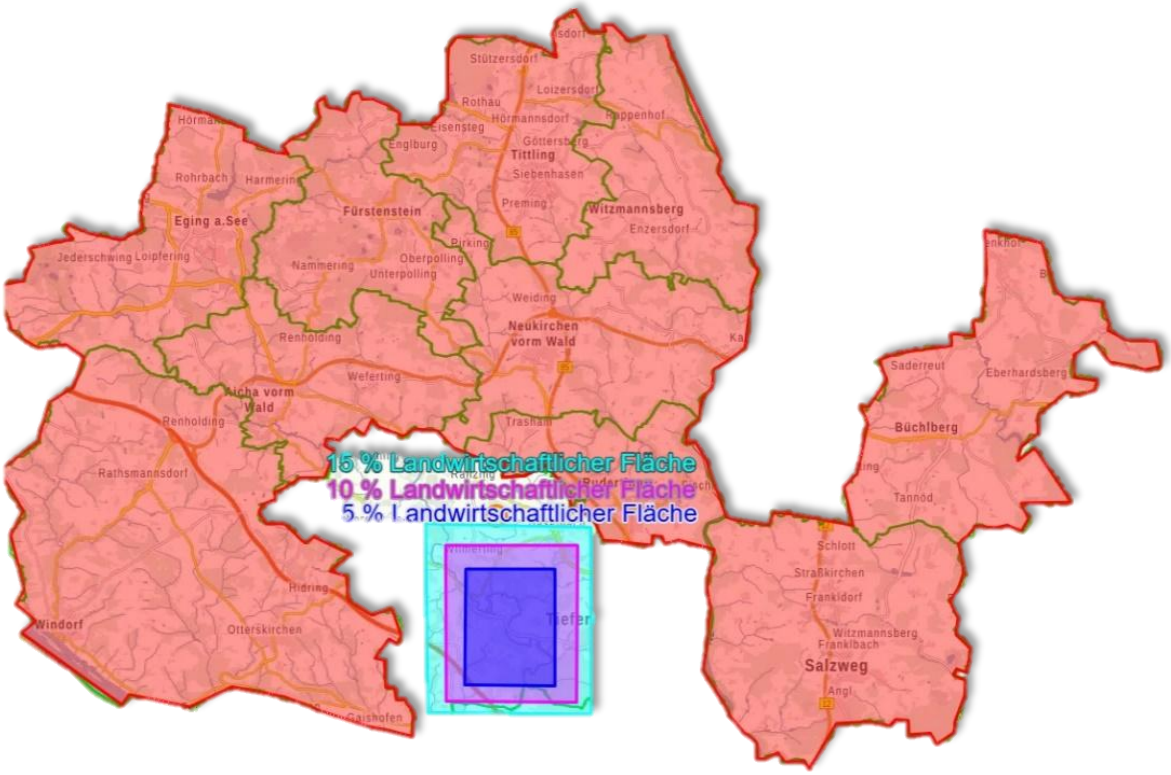


Abbildung 22: Darstellung der 5%, 10%, 15% auf das Gebiet

Quelle: Energie-Atlas Bayern – der Kartenviewer des Freistaats Bayern zur Energiewende

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden theoretisch hohe Flächenanteile von 15 %, 10 % und 5 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen angesetzt, um das maximale mögliche Erzeugungspotenzial erneuerbarer Energien aufzuzeigen. In der praktischen Umsetzung ist die Nutzung dieser Flächen jedoch durch landwirtschaftliche Bewirtschaftung, Naturschutzvorgaben und Akzeptanzfragen deutlich eingeschränkt. Das Zielszenario und der Maßnahmenkatalog berücksichtigen daher realistisch verfügbare Flächen, die durch energetische Sanierungen, dezentrale Lösungen und Clusterbetrachtungen optimiert werden, um Synergien zu nutzen und den tatsächlichen Flächenbedarf für erneuerbare Energieerzeugung zuverlässig abzuschätzen.

Geothermie – Kollektoren zentral:

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Geothermie – zentrale Kollektoren" wird die Nutzung von Flächenkollektoren auf Freiflächen im Außenbereich betrachtet. Diese Kollektoren liegen nur 1 bis 3 Meter tief im Erdreich und entziehen diese Wärme, die anschließend mittels Wärmepumpen auf das für Heizzwecke erforderliche Temperaturniveau angehoben wird. Für die Berechnungen wird eine Bodentemperatur von 10 °C sowie eine Entzugsleistung von 25 W/m² (VDI 4640) zugrunde gelegt.

Das Potenzial der zentralen Flächenkollektoren ergibt sich abhängig vom Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche:

- Bei 15 % der Fläche: 844 GWh/a, was rund 105 % des regionalen Wärmebedarfs deckt.
- Bei 10 % der Fläche: 563 GWh/a, entsprechend ca. 70% des Wärmebedarfs.
- Bei 5 % der Fläche: 281 GWh/a, was etwa 35% des Wärmebedarfs entspricht.

Damit zeigt sich, dass die Nutzung von zentralen Geothermie-Kollektoren auf Freiflächen ein erhebliches theoretisches Wärmepotenzial bietet, das den regionalen Wärmebedarf in allen Szenarien deutlich übersteigen kann.

Fazit – Geothermie zentrale Kollektoren

Die Analyse verdeutlicht, dass zentrale Flächenkollektoren auf Freiflächen ein sehr hohes theoretisches Potenzial für die Wärmeversorgung der ILE Passauer Oberland besitzen. Selbst bei einer Nutzung von nur 5 % der landwirtschaftlichen Fläche könnten etwa 35 % des regionalen Wärmebedarfs gedeckt werden, während 10 % bzw. 15 % der Fläche rund 70 % bzw. 105 % des Bedarfs abdecken würden. Praktisch müssen jedoch Faktoren wie landwirtschaftliche Nutzung, Naturschutzauflagen und Flächenverfügbarkeit berücksichtigt werden. Insgesamt zeigt das Szenario, dass oberflächennahe Geothermie eine zuverlässige und erneuerbare Wärmequelle mit großem Potenzial für die Region darstellt.

Geothermie – Sonden dezentral:

Dezentrale Erdwärmesonden sind vertikale Bohrungen von 40 bis 100 Metern Tiefe, in denen eine Wärmeträgerflüssigkeit (Sole) zirkuliert. Sie entziehen dem Erdreich Wärme, die über eine Wärmepumpe auf Heizzwecke nutzbares Temperaturniveau angehoben wird. Im Vergleich zu oberflächennahen Systemen sind sie weniger von saisonalen Temperaturschwankungen beeinflusst und benötigen weniger Fläche, weshalb sie sich besonders für dicht bebauten oder platzbegrenzten Grundstücke eignen. Die Effizienz hängt von Bodenbeschaffenheit, Bohrtiefe und korrekter Dimensionierung ab.

Tab. 1: Mögliche spezifische Entzugsleistungen von Erdwärmesonden (Tabelle nach VDI 4640 Blatt 2)		
Geologischer Untergrund	spezifische Entzugsleistungen in W/m	
	für 1800 h	für 2400 h
Kies, Sand, trocken	< 25	< 20
Kies, Sand, wasserführend	65 bis 80	55 bis 65
Kies, Sand mit starkem Grundwasser-fluss (nur für Einzelanlagen)	80 bis 100	80 bis 100
Ton, Lehm, feucht	35 bis 50	30 bis 40
Kalkstein (massiv)	55 bis 70	45 bis 60
Sandstein	65 bis 80	55 bis 65
saure Magmatite (z. B. Granit)	65 bis 85	55 bis 70
Gneis	70 bis 85	60 bis 70

Tabelle 12: Entzugsleistungen

Für die Ermittlung des Potenzials dezentraler Erdwärmesonden wurden drei Szenarien entwickelt, die unterschiedliche Nutzungsgrade der Bohrungen pro Gebäude abbilden:

- Szenario 1: 100 % der Gebäude erhalten eine Bohrung – maximales theoretisches Potenzial.
- Szenario 2: 75 % der Gebäude – realistisches, ambitioniertes Potenzial.
- Szenario 3: 50 % der Gebäude – moderate Nutzung, nur am besten geeignete Gebäude.

Berechnungsannahmen: Bohrtiefe 100 m, 1.800 Betriebsstunden/Jahr, spezifische Wärmeentzugsleistung 45 W/m. Die Tabelle zeigt die Anzahl der Bohrungen, das jährliche Wärmepotenzial und den Anteil am Gesamtwärmebedarf je Szenario.

Szenario	Szenario 1 (100%)	Szenario 2 (75%)	Szenario 3 (50%)
Anzahl Bohrungen	37.760	28.320	18.880
Potenzial in GWh/a	306	229	153
Wärmedeckungspotenzial	38,3 %	28,7 %	19,2 %

Tabelle 13: Wärmedeckungspotenzial der jeweiligen Szenarien

Fazit – Geothermie Sonden dezentral

Die Analyse zeigt, dass Erdwärmesonden auf einzelnen Grundstücken ein erhebliches Potenzial für die Wärmeversorgung der ILE Passauer Oberland bieten. Bei einer maximalen Nutzung aller geeigneten Gebäude könnten rund 38 % des regionalen Wärmebedarfs von 798,1 GWh/a gedeckt werden. Realistischere Szenarien mit 75 % bzw. 50 % der Gebäude würden etwa 29 % bzw. 19 % des Bedarfs abdecken.

Es ist jedoch zu beachten, dass bei Gebäuden mit hohem Wärmebedarf oftmals mehrere Bohrungen pro Grundstück erforderlich sind, um den Bedarf vollständig zu decken. Die Realisierung dieses Potenzials hängt daher stark von den Kosten, der wirtschaftlichen Machbarkeit und der Genehmigungsfähigkeit ab. Aufgrund ihres geringen Flächenbedarfs und der Unabhängigkeit von saisonalen Temperaturschwankungen eignen sich Erdwärmesonden besonders für dicht bebaute oder flächenbegrenzte Grundstücke. Insgesamt stellen sie eine zuverlässige, erneuerbare und lokal verfügbare Wärmequelle dar, die einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der regionalen Wärmeversorgung leisten kann.

Geothermie – Sonden zentral:

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Geothermie – Sonden zentral" wird die Wärmegewinnung über zentrale Erdwärmesondenfelder untersucht. Ein Sondenfeld besteht aus mehreren vertikalen Bohrungen, die typischerweise 40 bis 100 Meter tief sind, in denen Sole zirkuliert und Wärme aus dem Erdreich aufnimmt. Diese Wärme wird über eine zentrale Wärmepumpe auf nutzbares Temperaturniveau für Heizzwecke gebracht.

Zentrale Sondenfelder ermöglichen eine effiziente Nutzung der Erdwärme, da mehrere Sonden gebündelt betrieben werden können, und eignen sich insbesondere für größere Gebäude oder Nahwärmenetze. Die Effizienz hängt von den geologischen Bedingungen, der Bohrtiefe und der korrekten Dimensionierung ab.

Für die Berechnung des theoretischen Potenzials im Passauer Oberland wurden nutzbare Freiflächen von 15%, 10 % und 5 % der landwirtschaftlichen Fläche herangezogen. Unter der Annahme eines orthogonalen Rasters mit 10 m Bohrabstand lässt sich daraus die maximale Anzahl der Bohrungen ermitteln.

Somit lässt sich folgende Formel ableiten:

$$n = \frac{A}{s^2}$$

n = Anzahl Bohrungen

A = Nutzbare Freiflächen

s = ist der benötigte Bohrabstand von 10 m

$$\Rightarrow \quad n = \frac{18{,}7485}{10^2} \cdot \frac{10^6 m}{m}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{A}{100}$$

- ⇨ 187.485 Bohrungen bei 15 % der Landwirtschaftlichen Fläche
- ⇨ 124.990 Bohrungen bei 10 % der Landwirtschaftlichen Fläche
- ⇨ 62.495 Bohrungen bei 5 % der Landwirtschaftlichen Fläche

Das Potenzial der dezentralen Geothermie über Erdwärmesonden im Passauer Oberland wurde für 15 %, 10 % und 5 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen berechnet. Theoretisch ergeben sich daraus maximal 187.485, 124.990 bzw. 62.495 Bohrungen. Diese Berechnung basiert auf idealisierten quadratischen Flächen; in der Praxis kann die tatsächlich realisierbare Anzahl aufgrund der unterschiedlichen Grundstücksgrößen, -formen und Nutzungen abweichen.

Für die Potenzialberechnung wird eine Bohrtiefe von 100 m und eine spezifische Wärmeentzugsleistung des Bodens von 45 W/m zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich eine Wärmeleistung von 4,5 kW pro Sonde. Multipliziert mit der Anzahl der Bohrungen und den jährlichen Betriebsstunden von 1.800 h ergibt sich ein theoretisches jährliches Wärmepotenzial von etwa 1.518 GWh bei 15 % Flächennutzung, 1.012 GWh bei 10 % und 506 GWh bei 5 %.

Dies entspricht einem Wärmedeckungspotenzial von rund 190 %, 127 % bzw. 63 % des regionalen Wärmebedarfs.

Fazit – Geothermie über zentrale Sondenfelder

Die Potenzialanalyse zeigt, dass zentrale Erdwärmesonden auf landwirtschaftlichen Freiflächen ein sehr hohes theoretisches Wärmepotenzial bieten. Je nach angenommenem Flächenanteil (15 %, 10 % oder 5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche) könnten rund 1.518 GWh/a, 1.012 GWh/a bzw. 506 GWh/a Wärme erzeugt werden, was einem Wärmedeckungspotenzial von 190 %, 127 % bzw. 63 % des regionalen Wärmebedarfs entspricht.

Es handelt sich jedoch um ein maximales theoretisches Potenzial, das in der Praxis kaum vollständig realisierbar ist. Die Berechnungen basieren auf idealisierten quadratischen Flächen und einem regelmäßigen Bohrungsraster, während die tatsächlichen Grundstücke im Passauer Oberland unterschiedliche Geometrien und Nutzungseinschränkungen aufweisen. Zusätzlich müssen technische Machbarkeit, Bohrtiefe, geologische Bedingungen, Kosten, Genehmigungsfähigkeit sowie Flächenkonflikte berücksichtigt werden. Auch ist nicht jedes Gebäude für eine Anbindung an ein zentrales Sondenfeld geeignet.

Daher dient das Potenzial vor allem als theoretische Orientierung. Die tatsächliche Umsetzung wird deutlich geringer ausfallen und muss im Rahmen konkreter Planungen individuell geprüft und angepasst werden.

Geothermie – Grundwasser:

Grundwasser kann als Umweltwärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden, entweder zentral über Großwärmepumpen in Wärmenetzen oder dezentral in einzelnen Gebäuden. Das abgekühlte Wasser wird anschließend über Injektionsbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt. Für die Nutzung sind die hydrogeologischen Gegebenheiten entscheidend, insbesondere der Grundwasserleitertyp, die Gesteinsdurchlässigkeit, die hydraulische Situation (Flurabstand, Fließrichtung) sowie die Mächtigkeit des Grundwassers.





Abbildung 23: Darstellung hydrogeologischen Einheiten

Quelle:
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de&dn=lfu_domain-geologie

Ein großer Teil des Passauer Oberlandes liegt im hydrogeologischen Bereich des kristallinen Grundgebirges, bestehend aus Graniten, Gneisen, Granodioriten und Gangmagmatiten. Das Grundgebirge ist hydraulisch sehr heterogen, weist überwiegend geringe Grundwasserführung auf Klüften und Störungen auf und hat eine mittlere Transmissivität von $2{,}0 \cdot 10^{-5}$ m²/s. Der Kluftanteil liegt zwischen 0,1 und 2 %.

Die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen ist in diesem Gebiet herausfordernd, da die geringe Ergiebigkeit, stark variierende hydraulische Eigenschaften und die hohe Gesteinsfestigkeit die Effizienz und die Installationskosten beeinflussen. In lokal stärker geklüfteten Bereichen oder entlang von Störungszonen können bessere Bedingungen bestehen. Auch Wasserchemie und Tiefenabhängigkeit sind zu berücksichtigen. Stimulationsmaßnahmen zur Verbesserung der Wasserführung erhöhen jedoch das Risiko induzierter Seismizität.

Für die Planung ist eine sorgfältige standortspezifische Untersuchung unerlässlich. Auf Basis geologischer und hydrologischer Daten sowie digitaler Geländemodelle wurde eine Karte zur Abschätzung der Entzugsleistung von Grundwasserwärmepumpen in Brunnenpaaren erstellt. Die Identifikation der potenziell nutzbaren Flächen erfolgt exemplarisch, hier am Beispiel der Gemeinde Windorf.

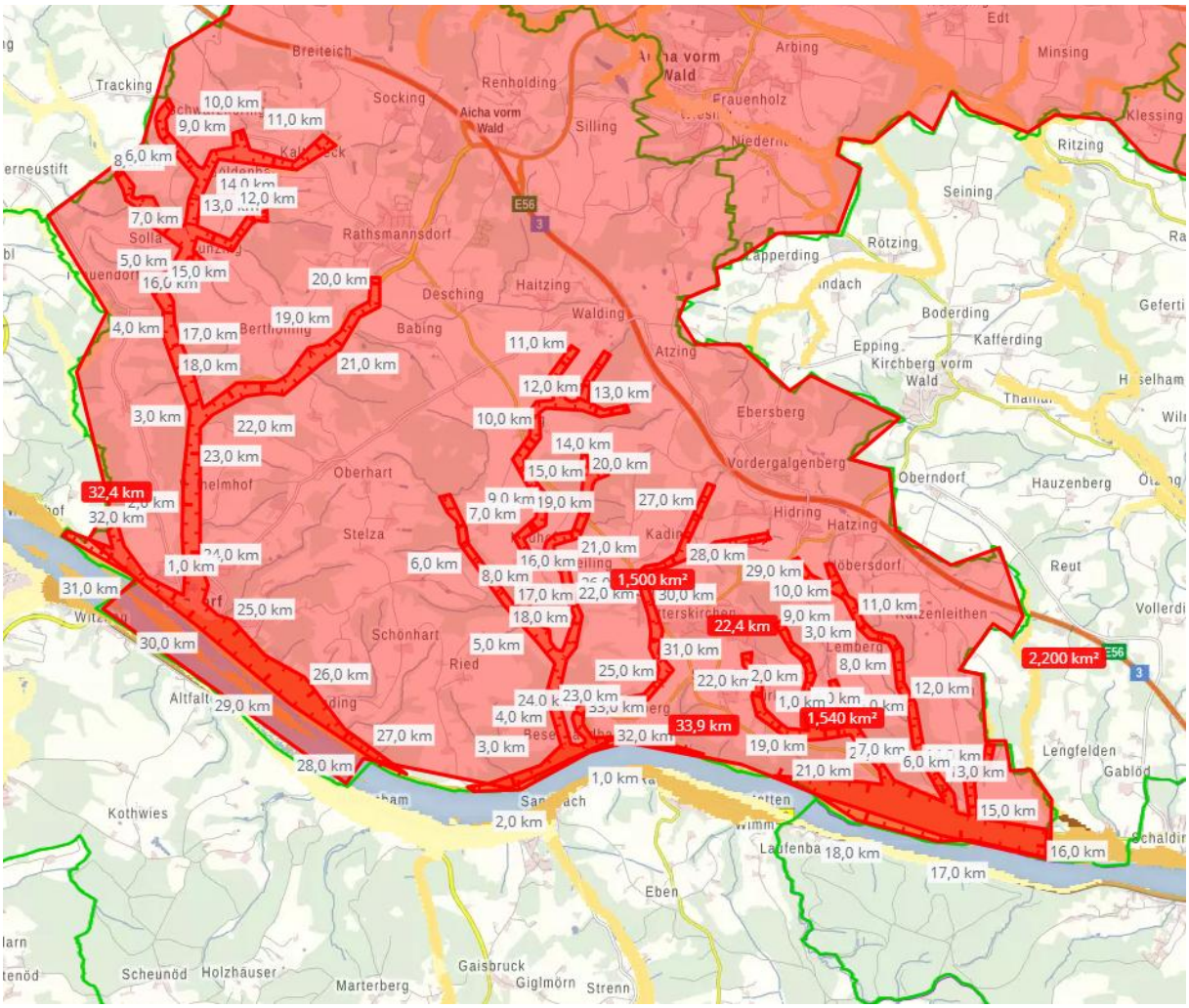


Abbildung 24: Entzugsleistung bei Brunnen - potentielle Fläche am Beispiel Windorf

Quelle: https://atlas.bayern.de/?c=821070,5398520&z=12&r=0&l=atkis&mid=1

Die potenziell nutzbare Fläche für Grundwasserwärme wurde mithilfe eines Polygonzugs aus der Karte des Energieatlas ermittelt. Zur Vereinfachung wird die Fläche wie bei der Analyse „Geothermie – Sonden zentral" als Quadrat angenommen. Die Anzahl der Bohrungen pro Seite ergibt sich aus der Division der Seitenlänge durch den Bohrabstand (10 m bzw. 100 m). Unter der Annahme eines orthogonalen Rasters ergibt sich die Gesamtzahl der Bohrungen als Produkt der Bohrungen in x- und y-Richtung. Da Grundwasserwärme in Brunnenpaaren entnommen wird, wird die Gesamtzahl der Bohrungen durch zwei geteilt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt das Grundwassernutzungspotenzial sowie die geschätzte Anzahl möglicher Brunnenpaare je Gemeinde unter Berücksichtigung der Bohrabstände laut Bayrischem Landesamt für Umwelt (LfU).

Gemeinde	Fläche in km²	Anzahl der Brunnenpaare bei einem Abstand von 10 m	Anzahl der Brunnenpaare bei einem Abstand von 100 m
Aicha vorm Wald	1,9	9500	95
Büchlberg	1,6	8000	80
Eging am See	2	10000	100
Fürstenstein	1	5000	50
Neukirchen vorm Wald	1,6	8000	80
Ruderting	0,9	4500	45
Salzweg	1,1	5500	55
Tittling	1,1	5500	55
Windorf	5,2	26000	260
Witzmannsberg	1,3	6500	65
Gesamt	17,7	88500	885

Tabelle 14: Anzahl der Brunnenpaare pro Gemeinde

Die folgende Tabelle zeigt die flächenanteilig ermittelte Entzugsleistung pro Brunnenpaar je Gemeinde und das daraus resultierende Wärmepotenzial.

Gemeinde	Entzugsenergie pro Brunnenpaar in MWh/a (Abstand 10 m)	Entzugsenergie pro Brunnenpaar in MWh/a (Abstand 100 m)	Wärmepotenzial in MWh/a (Brunnen Abstand von 10 m)	Wärmepotenzial in MWh/a (Brunnen Abstand von 100 m)
Aicha vorm Wald	1,90	19,00	18.050	1.805
Büchlberg	1,19	11,9	9.520	952
Eging am See	1,78	17,8	17.800	1.780
Fürstenstein	2,00	20,00	10.000	1.000
Neukirchen vorm Wald	2,00	20,00	16.000	1.600
Ruderting	2,00	20,00	9.000	900
Salzweg	1,36	13,57	7.480	746
Tittling	1,91	19,12	10.505	1.052
Windorf	4,85	18,29	126.100	4.755
Witzmannsberg	1,83	18,31	11.895	1.190
Gesamt			236.350	15.780

Tabelle 15: Entzugsenergie pro Gemeinde

Daraus ergibt sich ein Wärmedeckungspotenzial von 30 % bei einem Brunnenabstand von 10 m und ein Wärmedeckungspotenzial von 2 % bei einem Abstand von 100 m. Jedoch ist die vorliegende hydrologische Einheit „Homogenisierte Ultrametamorphite mit granitischem Gefüge (Diatexite)", wie zuvor ausführlich erläutert, nicht prädestiniert für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.

Fazit – Grundwasserwärme:

Die Analyse zeigt, dass das theoretische Potenzial der Grundwasserwärme im Passauer Oberland bei idealisierten Bedingungen (Bohrabstände 10 m) ein Wärmedeckungspotenzial von bis zu 30 % des regionalen Wärmebedarfs erreichen könnte. Bei realistischeren Abständen von 100 m sinkt das Potenzial jedoch drastisch auf etwa 2 %.

Aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen der hydrogeologischen Einheit „Homogenisierte Ultrametamorphite mit granitischem Gefüge (Diatexite)" – eingeschränkte Grundwasserführung, heterogene hydraulische Eigenschaften und geringe Transmissivität – ist die praktische Nutzung von Grundwasserwärmepumpen stark limitiert.

Zudem ist die Annahme eines orthogonalen Bohrrasters mit sehr geringen Abständen (10 m) rein theoretisch; in der Praxis können solche Abstände weder umgesetzt noch genehmigt werden. Das tatsächliche Potenzial liegt daher deutlich unter den

theoretischen Werten, und eine standortspezifische Prüfung inklusive hydrogeologischer Untersuchungen und Genehmigungsverfahren ist zwingend erforderlich.

Tiefengeothermie:

Tiefengeothermie nutzt die im tiefen Untergrund gespeicherte Wärme in Tiefen von mehreren hundert bis mehreren tausend Metern. Aufgrund der hohen Temperaturen eignet sie sich für die großflächige Wärmeversorgung, industrielle Anwendungen, Nahwärmenetze und bei ausreichend heißen Reservoiren auch für die Stromerzeugung.

Grundsätzlich wird zwischen zwei Verfahren unterschieden:

- Hydrothermale Geothermie: Nutzung von Heißwasser-Aquiferen, erschlossen über mindestens zwei Bohrungen (Dublette). Das Wasser kann direkt oder nach Zwischenschaltung von Wärmepumpen genutzt werden, bei Temperaturen > 80 °C ist auch Stromproduktion möglich.
- Petrothermale Geothermie (Enhanced Geothermal Systems, EGS): Nutzung der im Gestein gespeicherten Wärme, häufig in gering permeablen Tiefengesteinen wie Granit. Hier werden natürliche oder künstliche Risse hydraulisch aktiviert, um Wärme über ein geschlossenes Wassersystem zu gewinnen.

Die Verfügbarkeit hydrothermaler Ressourcen in Bayern ist vor allem auf den Süden beschränkt, während petrothermale Reservoire meist durch unzureichende Daten zu Gesteinsformationen, Störungszonen und thermischen Eigenschaften schwer abschätzbar sind.

Für das Passauer Oberland ergibt sich daraus: Das Gebiet liegt weder im Fränkischen Becken noch im Südbayerischen Molassebecken – den beiden Regionen mit voraussichtlich guten Tiefengeothermiebedingungen in Bayern. Daher kann ein Nutzungspotenzial nur grob als sehr gering eingestuft werden. Eine konkrete Bewertung ist ohne detaillierte geologische und thermodynamische Untersuchungen nicht möglich.

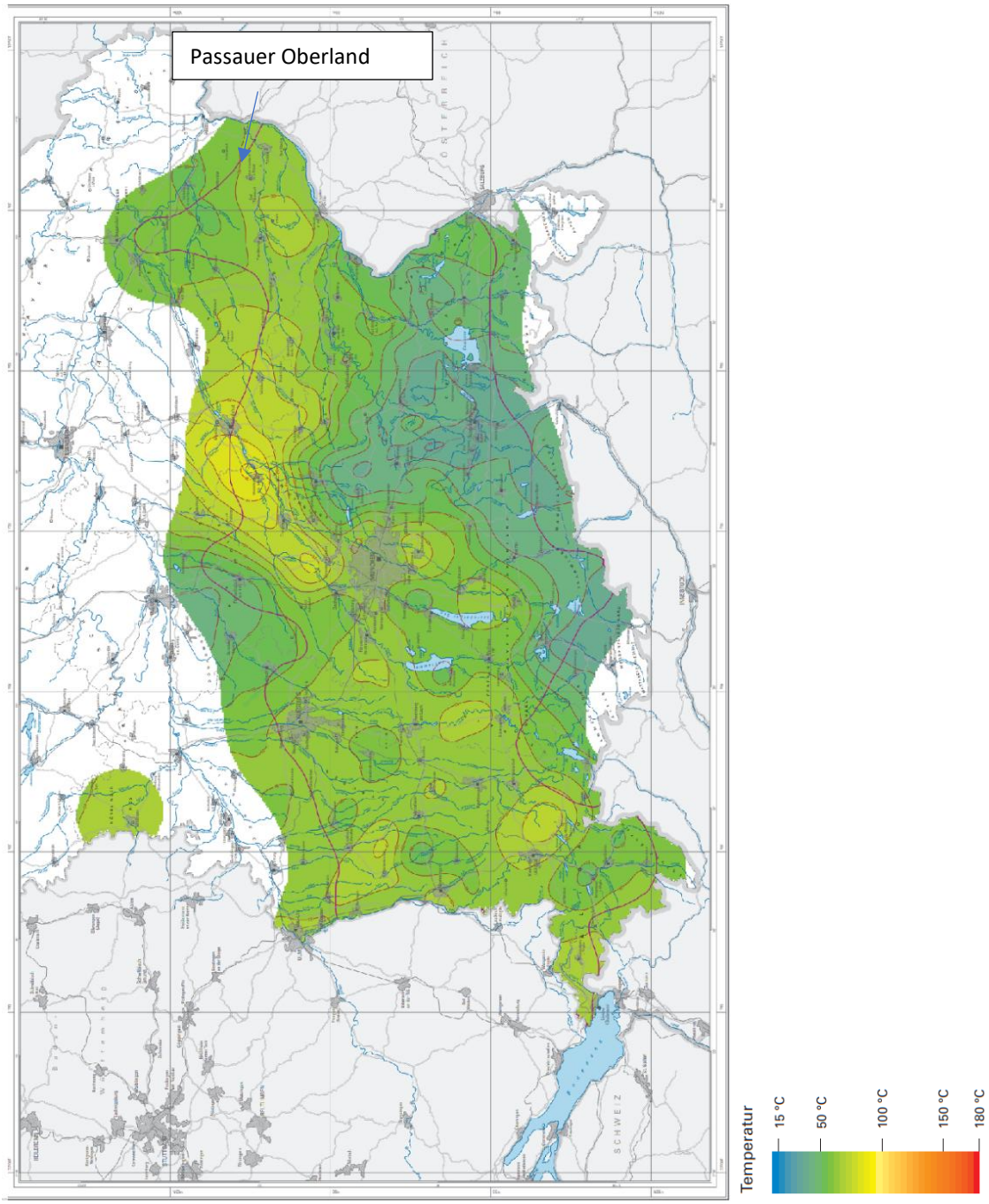


Abbildung 25: Geothermie Atlas

Die Abbildung zeigt die Untergrundtemperatur in 1.000 m Tiefe unter NHN. In Nordbayern ist das hydrothermale Potenzial nur gering ausgeprägt. Alternativ könnte das petrothermale Potenzial der Festgesteine genutzt werden, das grundsätzlich deutlich höhere Energiemengen für Wärme- und Stromerzeugung erschließt als die hydrothermale Geothermie. Bisher existieren jedoch noch keine wirtschaftlich realisierten Projekte in diesem Bereich.

Quelle: Bayrischer Geothermieatlas, Landesamt für Umwelt

Link: Tiefengeothermie - Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Fazit Tiefengeothermie:

Die Tiefengeothermie bietet grundsätzlich Potenzial für die Gewinnung von Wärme und Strom aus tiefen geologischen Formationen. Für das Passauer Oberland ist das hydrothermale Potenzial jedoch sehr gering, da geeignete Thermalwasseraquiferen kaum vorhanden sind. Auch die Nutzung petrothermaler Systeme in Festgesteinen ist aufgrund fehlender Daten zur Geologie, Störungszonen und thermodynamischen Leitfähigkeit sowie bisher nicht realisierter Projekte wirtschaftlich und technisch unsicher. Somit kann Tiefengeothermie im Passauer Oberland derzeit nur als theoretisches Potenzial betrachtet werden, eine praktische Umsetzung ist kurzfristig nicht realistisch.

Solarthermie:

Solarthermie – dezentral

Dezentrale Solarthermieanlagen bestehen aus Solarkollektoren, die auf Dächern oder Fassaden installiert werden, um Sonnenenergie direkt in Wärme umzuwandeln. Die Kollektoren verfügen über spezielle Absorberflächen, die die Sonnenstrahlung aufnehmen und in thermische Energie umwandeln. Die erzeugte Wärme wird in einem Pufferspeicher gespeichert und kann sowohl für die Warmwasserbereitung als auch zur Unterstützung der Heizung genutzt werden.

Die Vorteile dezentraler Solarthermie liegen unter anderem in:

- erhöhter Energieautarkie und Unabhängigkeit,
- einfacher Integration in bestehende Gebäude,
- Nutzung im gesamten BISKO-Sektor,
- Zugriff auf verschiedene Förderprogramme.

Die folgende Abbildung zeigt das Potenzial der dezentralen Solarthermie und stellt baublockbezogen dar, welchen Anteil des eigenen Wärmebedarfs eine Solaranlage theoretisch decken kann.

.

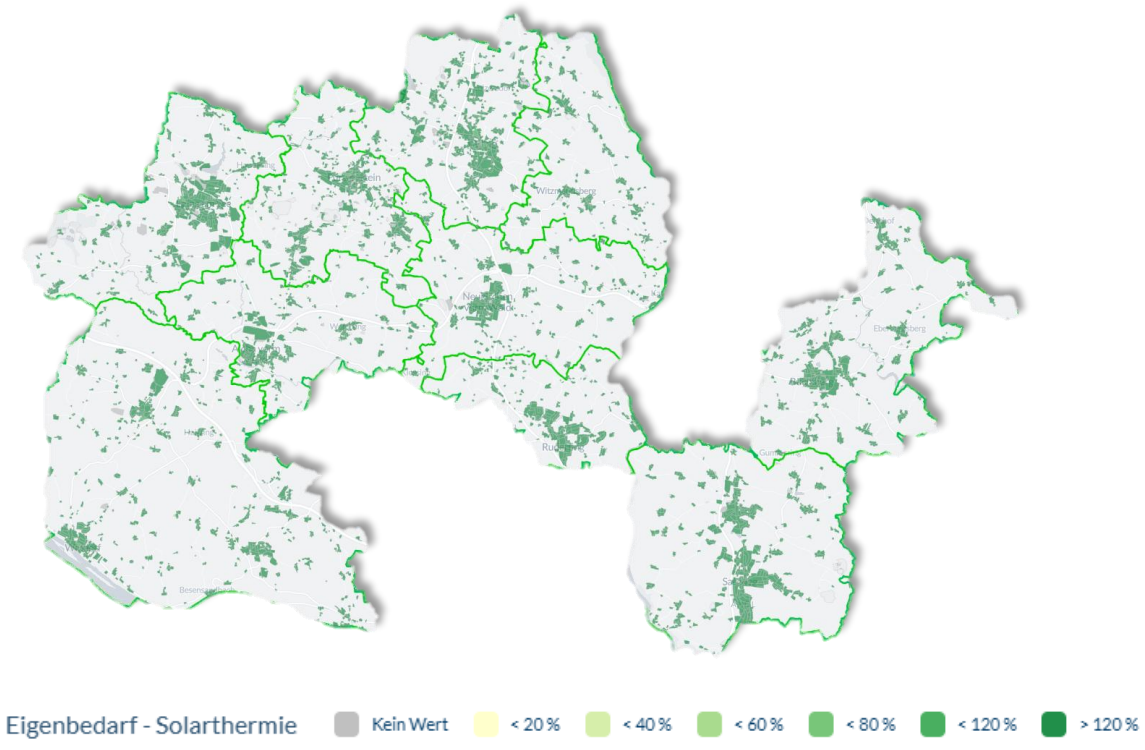


Abbildung 26: Eigenbedarf Solarthermie

Aus der Analyse geht hervor, dass die dezentrale Solarthermie im Passauer Oberland ein erhebliches Potenzial besitzt. Die meisten Baublöcke könnten durch die Installation von Solarthermieanlagen auf ihren Dächern mehr als 120 % ihres Eigenverbrauchs decken. Dabei wurden gebäudescharf die verfügbaren Dachflächen, deren Ausrichtung, Dachform,

Dachaufbauten sowie die geografische Lage berücksichtigt, basierend auf den bereitgestellten Daten der INFAS 360 GmbH.

Fazit – Dezentrale Solarthermie:

Die Potenzialanalyse zeigt, dass die dezentrale Solarthermie auf den Dächern der Gebäude im Passauer Oberland eine besonders hohe energetische Relevanz hat. Die meisten Baublöcke könnten ihren Eigenverbrauch vollständig oder sogar zu über 120 % durch Solarthermieanlagen decken. Damit stellt die Nutzung von Solarthermie auf allen geeigneten Gebäuden eine effiziente, umweltfreundliche und sofort umsetzbare Möglichkeit dar, den Wärmebedarf der Region zu reduzieren. Die tatsächliche Umsetzung hängt dabei von baulichen Gegebenheiten wie Dachfläche, Ausrichtung und Aufbau sowie von wirtschaftlichen und organisatorischen Faktoren ab.

Solarthermie – zentral:

Zentrale Solarthermieanlagen werden überwiegend als Freiflächenanlagen realisiert und können große Wärmemengen in ein Wärmenetz einspeisen. Neben der direkten Versorgung von Gebäuden können solche Anlagen auch zur Regeneration von Kaltwärmenetzen oder zur Effizienzsteigerung von Erdwärmesonden beitragen. Überschüssige Wärme, die vor allem in den Sommermonaten erzeugt wird, kann in Groß- oder saisonalen Speichern zwischengespeichert werden. So lässt sich der Wärmedeckungsanteil über das Jahr erhöhen, indem die gespeicherte Energie bei Bedarf direkt genutzt oder mittels Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau des Netzes angehoben wird.

Zur Ermittlung des Wärmepotenzials werden Wärmebedarf und Bereitstellungspotenzial bilanzierend gegenübergestellt. Durch die Verwendung von Monatsbilanzen lassen sich die zeitlichen Unterschiede zwischen Erzeugung und Verbrauch präzise abbilden. Für die Flächenwahl der Freiflächenanlagen können grundsätzlich die gleichen Flächen wie für geothermische Anlagen herangezogen werden. Für die Berechnung wird ein Wirkungsgrad von 60 % angesetzt, wie er für Vakuumröhrenkollektoren üblich ist.

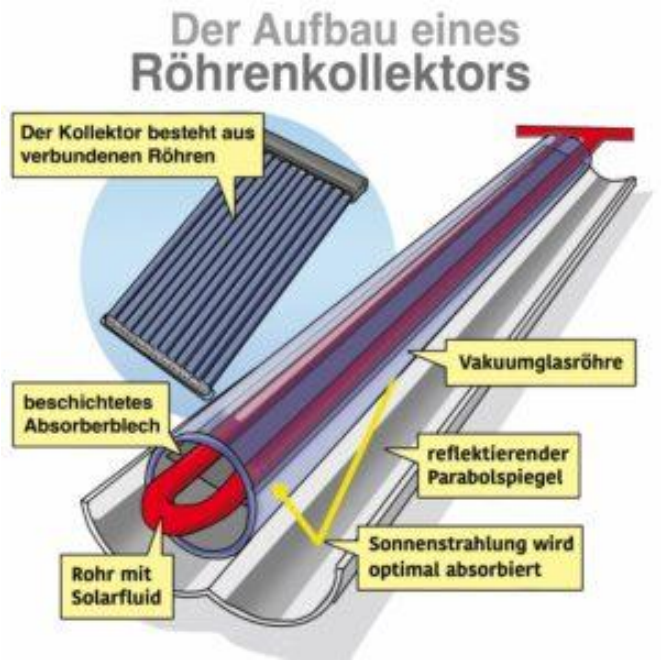


Abbildung 27: Aufbau eines Röhrenkollektors

Quelle: https://www.solaranlage-ratgeber.de/solarthermie/solarthermie-technik/solarthermie-kollektoren-im-vergleich

Die folgende Tabelle zeigt die Globalstrahlung im Jahr 2024 in Kringell (Nähe Passauer Oberland) laut LfU.

Quelle: Globalstrahlung: Monatsgrafik Kringell

Monat	Globalstrahlung in Summe Wh/m²	Wärmepotenzial auf 15 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh	Wärmepotenzial auf 10 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh	Wärmepotenzial auf 5 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh
Januar	28.113	316,3	210,8	105,4
Februar	39.496	444,3	296,2	148,1
März	89.187	1003,3	668,9	334,4
April	126.463	1422,6	948,4	474,2
Mai	159.258	1791,5	1194,3	597,2
Juni	171.201	1925,9	1283,9	642,0
Juli	174.695	1965,2	1310,1	655,1
August	161.611	1818,0	1212,0	606,0
September	98.683	1110,1	740,1	370,0
Oktober	59.946	674,3	449,6	224,8
November	25.535	287,3	191,5	95,8
Dezember	24.487	275,5	183,6	91,8
Gesamt	1.158.675	13.034,1	8.689,4	4.344,7

Tabelle 16: Globalstrahlung 2014 Standort Kringell

Da in dieser Berechnung noch keine Abstandsflächen berücksichtigt wurden werden diese in folgender Tabelle mit einem Faktor von 0,7 mit einberechnet.

Monat	Wärmepotenzial auf 15 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh	Wärmepotenzial auf 10 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh	Wärmepotenzial auf 5 % der landwirtschaftlichen Fläche in GWh
Januar	221,4	147,6	73,8
Februar	311,0	207,3	103,7
März	702,3	468,2	234,1
April	995,8	663,9	331,9
Mai	1.254,1	836,0	418,0
Juni	1.348,1	898,7	449,4
Juli	1.375,6	917,1	458,5
August	1.272,6	848,4	424,2
September	777,1	518,0	259,0
Oktober	472,0	314,7	157,4
November	201,1	134,1	67,0
Dezember	192,8	128,6	64,3
Gesamt	9.124	6.083	3.041

Tabelle 17: Wärmepotenzial auf die jeweiligen Flächen

Das theoretische Potenzial für „Zentrale Solarthermie" im Passauer Oberland ergibt sich wie folgt:

- Bei Nutzung von 15 % der landwirtschaftlichen Fläche: rund 9.124 GWh/a
- Bei Nutzung von 10 % der landwirtschaftlichen Fläche: rund 6.083 GWh/a
- Bei Nutzung von 5 % der landwirtschaftlichen Fläche: rund 3.041 GWh/a

In der Praxis ist dieses Potenzial jedoch nicht vollständig realisierbar, da in dieser vereinfachten Berechnung wichtige Einflussfaktoren unberücksichtigt bleiben:

- Verschattung durch Gebäude, Bäume oder andere Objekte
- Wärmeverluste in Leitungen und Speichern

Diese Aspekte führen dazu, dass das tatsächlich nutzbare Solarthermie-Potenzial deutlich geringer ausfallen würde.

Fazit – Zentrale Solarthermie:

Das theoretische Potenzial der zentralen Solarthermie im Passauer Oberland ist erheblich, insbesondere bei der Nutzung größerer landwirtschaftlicher Flächen. Allerdings steht die gewonnene Solarwärme vor allem in den Sommermonaten zur Verfügung, während der Hauptwärmebedarf der Gebäude in den Wintermonaten liegt.

Um die saisonale Differenz zwischen Erzeugung und Bedarf auszugleichen, wären große Wärmespeicher oder saisonale Speichersysteme notwendig. Ohne solche Speicher kann das Potenzial im Winter nur teilweise genutzt werden. Hinzu kommen praktische Einschränkungen wie Verschattung, Wärmeverluste in Leitungen und Speicher sowie Flächenverfügbarkeit, die das realistisch nutzbare Potenzial weiter reduzieren.

Insgesamt bleibt das Potenzial der zentralen Solarthermie daher vor allem theoretisch und kann nur unter optimalen Bedingungen und mit geeigneten Speichersystemen in einem Teilmaßstab realisiert werden.

Umweltwärme aus Gewässern:

Im Passauer Oberland fließen die Ilz, die Donau und die Gaißa. Die Ilz durchquert Witzmannsberg, Neukirchen vorm Wald, Ruderting und Tiefenbach, bevor sie in Passau in die Donau mündet. Die Donau verläuft unter anderem durch Windorf und Tiefenbach. Die Gaißa entsteht in Aicha vorm Wald aus der Vereinigung von Großer und Kleiner Ohe und mündet östlich von Passau-Schalding in die Donau.

Das Wärmepotenzial dieser Flüsse kann über Flusswärmepumpen genutzt werden. Entscheidende Daten zu Pegelständen, Abflussmengen und Wassertemperaturen liefert der Gewässerkundliche Dienst Bayern, während das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf Vorgaben zur Umsetzbarkeit bereitstellt. Für die Gaißa können aufgrund fehlender Temperaturdaten keine Potenzialberechnungen erfolgen.

Für die Abschätzung des Flusswasserpotenzials werden praxisnahe Werte aus bestehenden Projekten herangezogen: eine Wasserentnahme von 200 l/s und eine maximale Abkühlung des Flusswassers um 5 °C.

Ilz

Der Abfluss der Ilz weist aufgrund ihres Einzugsgebiets im Bayerischen Wald ausgeprägte saisonale Schwankungen auf. In den Winter- und Frühjahrsmonaten führen Niederschläge und Schneeschmelze zu erhöhten Wasserständen, während in den Sommer- und Herbstmonaten deutlich geringere Abflüsse auftreten können.

Für die Nutzung der Umweltwärme aus der Ilz ist daher sicherzustellen, dass auch bei Niedrigwasser die ökologisch erforderlichen Mindestabflüsse eingehalten werden. Eine Wasserentnahme zur Wärmenutzung ist gemäß den Vorgaben des Wasserwirtschaftsamtes nur dann zulässig, wenn ausreichend Abfluss vorhanden ist und die Wassertemperatur mindestens 5 °C beträgt.

Abfluss Ilz

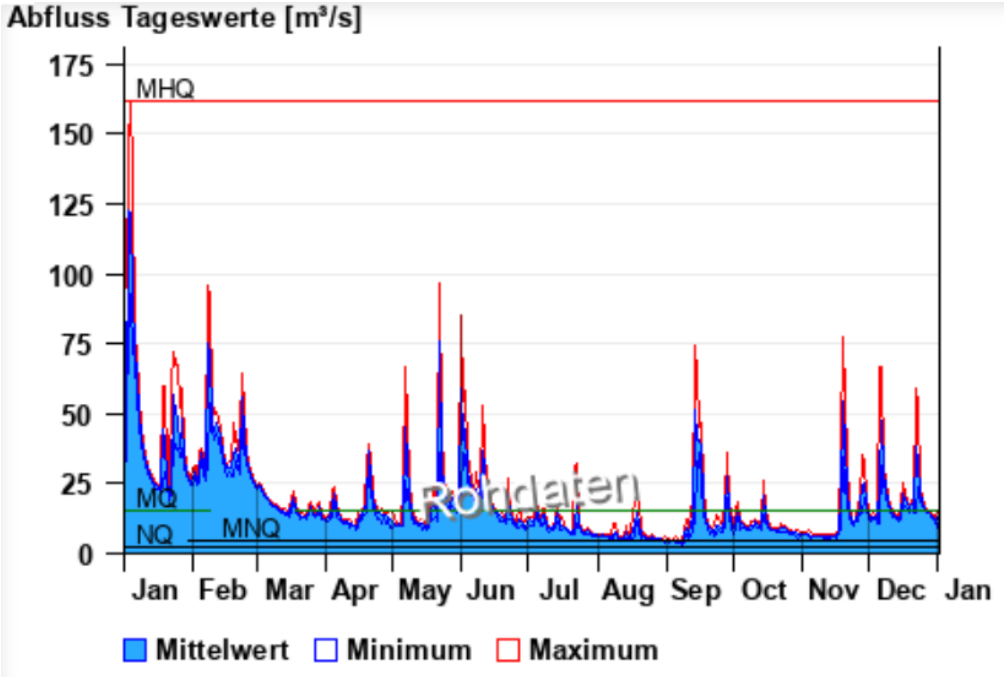


Abbildung 28: Abflussmenge der Ilz

Quelle: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/passau/kalteneck-17406005/jahreswerte

- Niedrigwasserabfluss **NQ** 2,4 m³/s
- Mittlerer Niedrigwasserabfluss **MNQ** 4,6 m³/s
- Mittlerer Abfluss **MQ** 15,7 m³/s
- Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 162 m³/s
- Hochwasserabfluss **HQ** 419 m³/s

Wasserstand

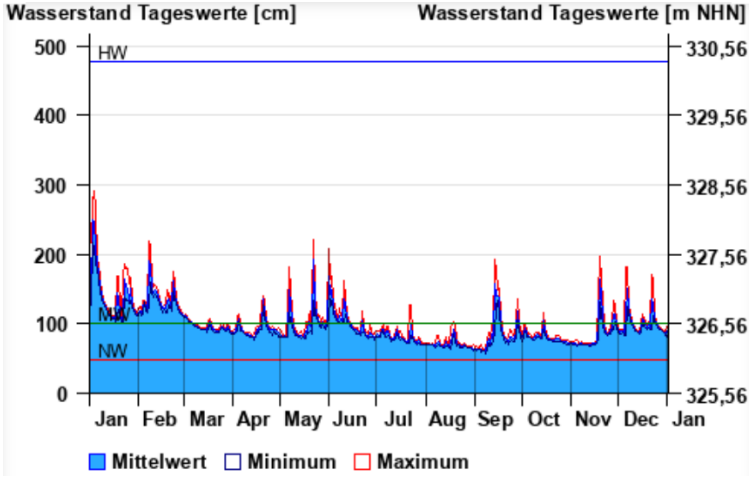


Abbildung 29: Wasserstand der Ilz

Quelle: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/passau/kalteneck-17406005/jahreswerte

Wassertemperatur

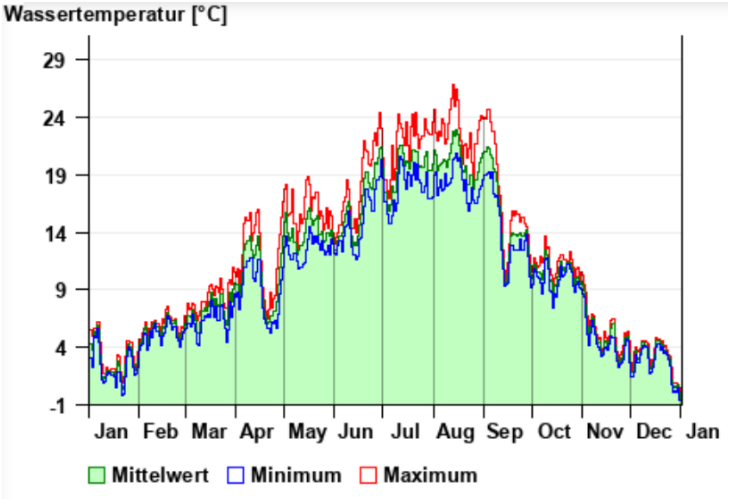


Abbildung 30: Wassertemperatur der Ilz

Quelle: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/passau/kalteneck-17406005/jahreswerte

Rechnung der Potenziellen Wärmeleistung des Ilz $Q° = m° * c_p * \Delta T$

- c_p = 4,186 kJ/kg*K
- ΔT = max. 5 K
- m° = Der Massenstrom von 200 l/s

Die folgende Tabelle zeigt die Monatsmittelwerte der möglichen Abkühlung und die daraus resultierenden Wärmeleistungen.

Monat	Mögliche Abkühlung im Mittel in K	Wärmeleistung in kW
Januar	0,44	367,84
Februar	0,91	760,36
März	2,36	1974,04
April	3,88	3243,68
Mai	5,00	4180,00
Juni	5,00	4180,00
Juli	5,00	4180,00
August	5,00	4180,00
September	4,98	4160,49
Oktober	4,84	4042,46
November	1,78	1488,08
Dezember	0,00	0,00

Tabelle 18: Mögliche Abkühlungen des jeweiligen Monats

Da die Wasserentnahme nur bei Temperaturen über 5 °C erfolgen darf, ergeben sich anhand der Daten des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern (bezogen auf 2024) folgende mögliche Betriebsstunden.

Monat	Mögliche Betriebsstunden	Potenzial in MWh
Januar	120	44,14
Februar	504	383,22
März	744	1468,68
April	720	2335,45
Mai	744	3109,92
Juni	720	3009,60
Juli	744	3109,92
August	744	3109,92
September	720	2995,56
Oktober	744	3007,59
November	240	357,14
Dezember	0	0,00
Gesamt	6.744	22.931,15

Tabelle 19: Berechnungen der Betriebsstunden des jeweiligen Potenzials

Das Wärmepotenzial der Ilz beträgt rund 22 GWh/a pro Entnahmestelle, was ein Wärmedeckungspotenzial von ca. 3 % zur Folge hat.

Donau

Das Passauer Oberland grenzt an die Donau, die ein erhebliches Wärmepotenzial bietet. Für die Festlegung der Rahmenbedingungen orientieren wir uns am Projekt der Stadtwerke Neu-Ulm, die dort bis 2026 eine Flusswärmepumpe realisieren wollen.

Pro Entnahmestelle können bis zu 200 l/s Wasser aus der Donau entnommen werden. Fällt die Wassertemperatur unter 3 °C, muss die Anlage abgeschaltet werden, was jedoch nur selten vorkommt. Laut Stadtwerkesprecher Sebastian Koch wird dadurch das Ökosystem des Flusses nicht beeinträchtigt: Zwar fließt das Wasser nach der Nutzung etwas kälter zurück, auf die Gesamttemperatur des Flusses hat dies jedoch keinen Einfluss (Quelle: SWR Aktuell).

Die folgende Tabelle gibt die Monatsmittelwerte der möglichen Temperaturabsenkung sowie die daraus resultierenden Wärmeleistungen wieder.

Monat	Mögliche Abkühlung im Mittel in K	Wärmeleistung in kW
Januar	1,57	1.311,48
Februar	3,42	2.856,81
März	4,75	3.972,35
April	5,00	4.180,00
Mai	5,00	4.180,00
Juni	5,00	4.180,00
Juli	5,00	4.180,00
August	5,00	4.180,00
September	5,00	4.180,00
Oktober	5,00	4.180,00
November	3,98	3.324,49
Dezember	1,63	1.358,50

Tabelle 20: Möglich Abkühlungen der jeweiligen Monate in der Donau

Da die Wasserentnahme nur bei Temperaturen über 3 °C erfolgen darf, ergeben sich anhand der Daten des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern (bezogen auf 2024) folgende mögliche Betriebsstunden.

Monat	Mögliche Betriebsstunden	Potenzial in MWh
Januar	384	503,61
Februar	696	1.988,34
März	744	2.955,43
April	720	3.009,60
Mai	744	3.109,92
Juni	720	3.009,60
Juli	744	3.109,92
August	744	3.109,92
September	720	3.009,60
Oktober	744	3.109,92
November	720	2.393,64
Dezember	672	912,91
Gesamt	8.352	30.222,40

Tabelle 21: Berechnungen der Betriebsstunden des jeweiligen Monats

Das Wärmepotenzial der Donau beträgt rund 30 GWh/a pro Entnahmestelle, was ein Wärmedeckungspotenzial von 3,8 % zur Folge hat.

Fazit – Umweltwärme aus Gewässern:

Das Flusswasser der Ilz und der Donau bietet im Passauer Oberland ein theoretisches Wärmepotenzial, mit dem jeweils 23 GWh/a (Ilz) bzw. 30 GWh/a (Donau) pro Entnahmestelle gewonnen werden könnten. Dabei sind die Rahmenbedingungen wie minimale Wassertemperaturen (5 °C bei der Ilz, 3 °C bei der Donau) und ökologisch zulässige Mindestabflüsse zu beachten, wodurch die tatsächliche Nutzbarkeit eingeschränkt ist.

Die Nutzung von Flusswasserwärme ist technisch nur als LowEx-Lösung für Nahwärmenetze sinnvoll, da die Wassertemperaturen in der Regel nicht hoch genug für eine direkte Wärmeverteilung sind. Das bedeutet, dass die Wärme über Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau angehoben werden muss, entweder zentral für ein Nahwärmenetz oder dezentral in den einzelnen Gebäuden. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass die saisonalen Schwankungen von Abfluss und Wassertemperatur die ganzjährige Nutzung begrenzen und entsprechende Speicher- oder Puffersysteme erforderlich machen, um Versorgungsspitzen abzufedern.

In der Praxis stellt sich somit heraus, dass das Flusswasserpotenzial zwar theoretisch hoch ist, aber nur eingeschränkt und mit zusätzlichen Wärmepumpensystemen realisierbar ist.

Umweltwärme aus Abwasser:

Die Nutzung von Abwasser als Wärmequelle ist grundsätzlich an drei Stellen möglich: innerhalb von Gebäuden mit hohem Abwasseranfall (z. B. Krankenhäuser, Hallenbäder), aus größeren Abwasserkanälen sowie direkt an Kläranlagen. Die Abwasserwärme lässt sich über Wärmetauscher zurückgewinnen und über Wärmepumpen auf nutzbare Temperaturniveaus anheben.

In der Praxis ist die Nutzbarmachung jedoch sehr aufwendig und stark eingeschränkt:

- Eine Abwasserwärmenutzung erfordert ausreichend große Mengen (z. B. Kanalstränge ≥ 0,8 m Durchmesser, über 10.000 Einwohnergleichwerte).
- Die Entfernung zwischen Wärmequelle und Nutzern sollte möglichst gering sein (max. 200 m für kleine Leistungen, bis 2 km für Großanlagen).
- Nach jeder Anlage muss eine „Erholungsstrecke" von ca. 2–3-facher Anlagenlänge eingeplant werden, um die thermische Regeneration zu gewährleisten.
- Abwasserkanäle und Kläranlagen im Passauer Oberland sind stark verteilt, die notwendigen Daten für genaue Berechnungen liegen nicht vor.

Aus diesen Gründen ist das theoretische Potenzial zwar vorhanden, aber praktisch nur sehr begrenzt nutzbar. Für das Passauer Oberland lässt sich daher feststellen, dass Abwasserwärme kein aussichtsreicher Beitrag zur kommunalen Wärmeversorgung darstellt.

B.5 Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung

B.5.1 Ermittlung der vorhandenen Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung

Um das Potenzial zur zentralen Wärmespeicherung zu ermitteln, muss zuerst geklärt werden welche Wärmemenge das Passauer Oberland in der Heizperiode benötigt dies erfolgt durch eine Prozentuale Aufteilung des Jahreswärmebedarfs nach Erfahrungswerten. Die folgende Tabelle zeigt diese Aufteilung ausgehend von einem Jahreswärmebedarf von 798.144 MWh/a

Monat	Wärmebedarf in MWh
Januar	136.170
Februar	120.532
März	96.234
April	64.382
Mai	32.027
Juni	16.076
Juli	8.072
August	8.072
September	24.013
Oktober	72.081
November	96.234
Dezember	128.092

Tabelle 22: Berechnung des Wärmespeichers

Für die Dimensionierung eines zentralen Wärmespeichers wird der monatliche Wärmebedarf des Passauer Oberlandes dem Solarthermie-Potenzial gegenübergestellt. Die Solarthermie wurde ausgewählt, da sie im Vergleich zu anderen erneuerbaren Quellen wie Geothermie die höchsten Überschüsse liefert und gleichzeitig die stärksten saisonalen Schwankungen aufweist. Während Geothermie konstant Wärme bereitstellt, kann die Solarthermie im Sommer einen Überschuss erzeugen, der über einen Speicher in den Winter übertragen werden könnte.

Die bilanzierte Kollektorfläche beträgt 130,3 ha und liefert einen jährlichen Ertrag von rund 906 GWh. Davon entfallen im Sommer etwa 454 GWh auf den Überschuss, der in einen saisonalen Großwärmespeicher eingespeist werden könnte. Unter Berücksichtigung eines Speicherwirkungsgrads von 90 % stünde diese Wärme über die Heizperiode zur Verfügung.

Das theoretische Potenzial zur zentralen Wärmespeicherung beträgt damit 454 GWh. Um diese Energiemenge in Wasser zu speichern (ΔT = 80 K, c_p = 4,186 kJ/kg·K), würde eine Wassermenge von rund 4,88 Mio. m³ benötigt. Würde der Speicher die Form eines Würfels haben, ergäbe sich eine Kantenlänge von etwa 170 m.

Praktisch ist ein derart großer Speicher jedoch nicht realisierbar: Zum Vergleich verfügt der größte in Deutschland gebaute saisonale Wärmespeicher in Berlin über lediglich 2,6 GWh. In dieser Betrachtung wurden zudem keine Verteilungsverluste berücksichtigt, und die Fläche von 130,3 ha entspricht ausschließlich der Kollektorfläche. Das dargestellte Potenzial ist daher als theoretische Größe zu verstehen.

Fazit – Wärmespeicherung:

Das Passauer Oberland verfügt theoretisch über ein großes Potenzial für eine zentrale saisonale Wärmespeicherung durch Solarthermie. Im Sommer kann ein erheblicher Überschuss an Wärme erzeugt und für die Wintermonate gespeichert werden. Praktisch ist die Umsetzung eines Speichers mit der erforderlichen Kapazität von 454 GWh jedoch unrealistisch: Der größte in Deutschland realisierte Wärmespeicher fasst lediglich 2,6 GWh. Darüber hinaus wurden in der Berechnung weder Verteilungsverluste noch technische und wirtschaftliche Einschränkungen berücksichtigt. Das dargestellte Potenzial dient daher vor allem als theoretischer Referenzwert zur Abschätzung der möglichen Nutzung von Solarthermie Überschüssen über saisonale Speicher.

Diese Potenzialanalyse untersucht die erneuerbare Stromerzeugung im Passauer Oberland, mit Fokus auf Photovoltaik (dezentral auf Dächern, zentral auf Freiflächen) und Windkraft. Ziel ist die Bewertung des Potenzials zur Deckung des regionalen Strombedarfs und zur Reduktion von CO_2-Emissionen.

Photovoltaik – dezentral:

Die Nutzung von Photovoltaik (PV) auf Gebäuden bietet eine einfache Möglichkeit, Strom- und Wärmesektoren zu verknüpfen. PV-Anlagen erzeugen Strom über Solarmodule, meist auf Dächern, der entweder direkt im Gebäude genutzt oder ins öffentliche Netz eingespeist werden kann. Durch Eigenverbrauch kann beispielsweise eine Wärmepumpe mit klimaneutralem Strom betrieben werden. Aufgrund der schwankenden Stromproduktion von PV, abhängig von Tageszeit und Saison, kann insbesondere im Winter nur ein begrenzter Teil des Strombedarfs für die Wärmepumpe gedeckt werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Photovoltaik – dezentral" werden geeignete Dachflächen untersucht. Dabei liefert der Energiekartograf ENEKA Daten zu Eignung, Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solarem Einstrahlungspotenzial. Die maximal installierbare PV-Leistung wird aus der nutzbaren Dachfläche und dem spezifischen Stromertrag berechnet. Die Abbildung zeigt den möglichen Deckungsgrad des Stromverbrauchs durch PV-Strom auf Baublockebene.

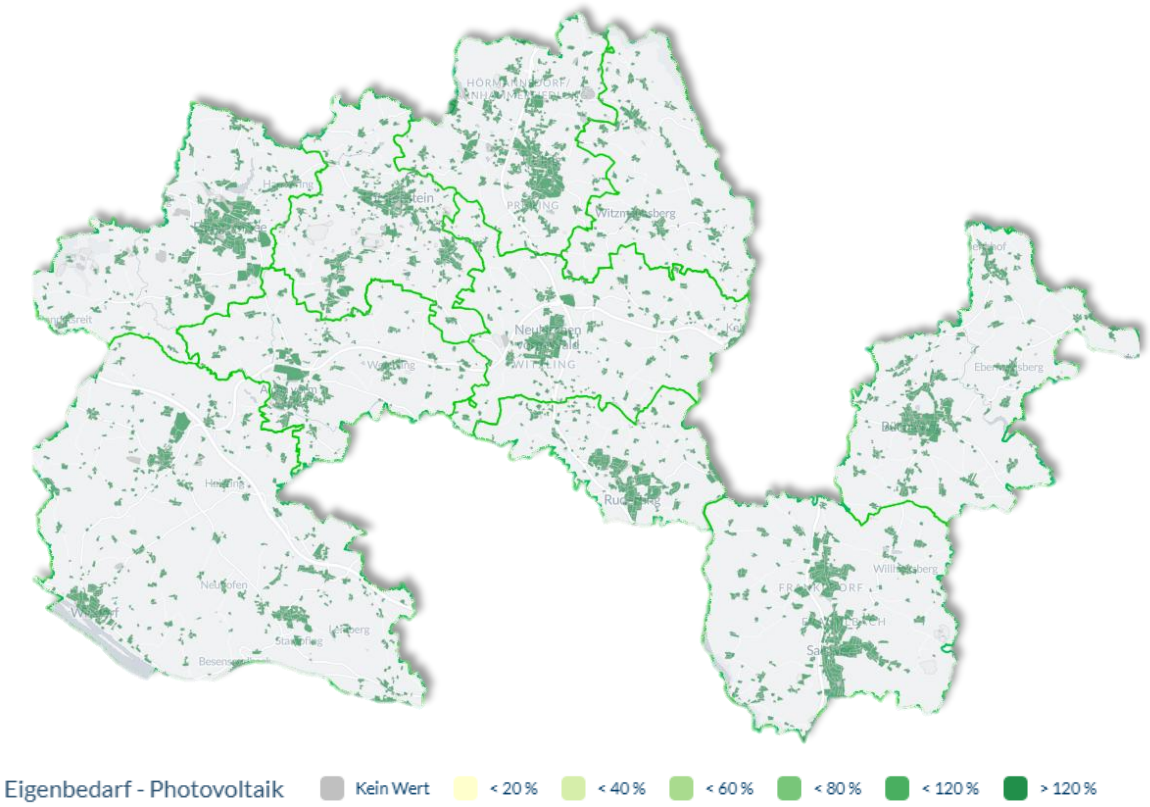


Abbildung 31: Photovoltaik Potenzial Eigenbedarf

Dieser Kartenausschnitt verdeutlicht das große Potenzial der dezentralen Photovoltaik auf Dachflächen, da der Großteil der Gebäude mit den vorhandenen Dachflächen problemlos seinen Eigenbedarf decken kann.

Fazit – Photovoltaik dezentral:

Die Analyse zeigt, dass die dezentrale Photovoltaik auf Dachflächen im Passauer Oberland ein erhebliches Potenzial besitzt. Ein Großteil der Gebäude kann mit den vorhandenen Dachflächen einen bedeutenden Anteil seines Strombedarfs selbst decken. Besonders für den Eigenverbrauch, etwa zur Versorgung von Wärmepumpen, bietet dies die Möglichkeit, Strom klimaneutral zu erzeugen und die Abhängigkeit vom öffentlichen Netz zu reduzieren.

Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Stromproduktion stark schwankt – vor allem im Winter, wenn der Wärmebedarf hoch ist, kann nur ein begrenzter Anteil des Stroms aus der PV-Anlage genutzt werden. Damit ist dezentrale PV ideal zur Eigenversorgung im Sommer und zur Reduktion von Netzbezug, während ergänzende Technologien (Speicher, Netzbezug oder alternative Energiequellen) für eine ganzjährige Versorgung notwendig sind.

Photovoltaik – zentral:

Neben der dezentralen Photovoltaik gibt es die Möglichkeit, zentral über Freiflächenanlagen Strom zu erzeugen. Diese speisen in der Regel direkt ins Netz ein, können aber auch eine Wärmepumpe zur Einspeisung in ein Nahwärmenetz versorgen. Schwankungen in der Stromproduktion lassen sich bei größeren Anlagen effizient durch Großwärmespeicher, Power-to-X-Technologien oder Elektrolyseure ausgleichen. Da Freiflächenanlagen häufig auf landwirtschaftlichen Flächen installiert werden, ist die Flächennutzung eine Herausforderung, die durch überdachte Anlagen oder vertikale PV-Wände reduziert werden kann.

Für die Potenzialberechnung werden dieselben Flächen wie bei „Geothermie – zentral" und „Solarthermie – zentral" herangezogen (15 %, 10 % und 5 % der landwirtschaftlichen Fläche). Die Globalstrahlung im Passauer Oberland wird aus dem Abschnitt „Solarthermie – zentral" übernommen. Als Wirkungsgrad wird 20 % für monokristalline Solarmodule angesetzt, und Abstandsflächen zwischen den Modulen werden mit einem Faktor von 0,7 berücksichtigt.

Die folgende Tabelle zeigt die Globalstrahlung im Jahr 2024 laut LfU.

Monat	Globalstrahlung in Summe Wh/m²	Potenzial für 15 % in GWh mit Wirkungsgrad und Abstandsflächen	Potenzial für 10 % in GWh mit Wirkungsgrad und Abstandsflächen	Potenzial für 5 % in GWh mit Wirkungsgrad und Abstandsflächen
Januar	28.113	73,79	49,19	24,60
Februar	39.496	103,67	69,11	34,56
März	89.187	234,10	156,06	78,03
April	126.463	331,94	221,29	110,65
Mai	159.258	418,02	278,68	139,34
Juni	171.201	449,37	299,58	149,79
Juli	174.695	458,54	305,69	152,85
August	161.611	424,19	282,80	141,40
September	98.683	259,02	172,68	86,34
Oktober	59.946	157,35	104,90	52,45
November	25.535	67,02	44,68	22,34
Dezember	24.487	64,27	42,85	21,42
Gesamt	1.158.675	3.041,28	2.027,52	1.013,76

Tabelle 23: Photovoltaik Berechnung zentral

Das Potenzial „Photovoltaik – zentral" beträgt rund 3.000 GWh/a bei 15 % rund 2.000 GWh/a bei 10 % und rund 1.000 GWh/a bei 5 %.

Jedoch wurden bei dieser Berechnung mögliche Verschattungseffekte außer Acht gelassen. Diese würde das Potenzial reduzieren.

Fazit – Photovoltaik zentral:

Die Analyse zeigt, dass zentral installierte Freiflächen-PV im Passauer Oberland ein erhebliches Potenzial zur Stromerzeugung bietet. Bei Nutzung von 15 % der landwirtschaftlichen Fläche könnten theoretisch rund 3.000 GWh/a erzeugt werden, bei 10 % rund 2.000 GWh/a und bei 5 % rund 1.000 GWh/a.

Dieses Potenzial kann direkt ins Stromnetz eingespeist werden oder über Wärmepumpen in Nahwärmenetze integriert werden, wodurch sowohl Strom als auch Wärme bereitgestellt werden kann. Größere Anlagen können Schwankungen in der Stromproduktion durch Speicherlösungen oder Power-to-X-Technologien ausgleichen.

Allerdings ist zu beachten, dass die Berechnung Verschattungseffekte und andere reale Einschränkungen nicht berücksichtigt. In der Praxis wird das tatsächlich nutzbare Potenzial daher deutlich geringer ausfallen. Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen erfordern zudem eine sorgfältige Planung, insbesondere zur Minimierung der Flächennutzungskonflikte.

Windkraft:

Windenergie spielt eine wichtige Rolle bei der Reduktion von CO_2-Emissionen und der Umsetzung der Energiewende. Im Passauer Oberland sind die geographischen und windtechnischen Bedingungen jedoch nur eingeschränkt für die Nutzung von Windkraft geeignet, sodass nur wenige Flächen potenziell nutzbar sind.

Ziel der Analyse ist es, die Windbedingungen im Projektgebiet systematisch zu erfassen, die Eignung möglicher Standorte zu bewerten und ökologische Aspekte der Windnutzung zu berücksichtigen. Dazu werden unter anderem Windgeschwindigkeit, Höhenlage und Einschränkungen durch Naturschutzgebiete analysiert.

Laut dem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) muss Bayern bis Ende 2027 1,1 % und bis Ende 2032 1,8 % der Landesfläche als Windenergiegebiete ausweisen. Der Regionale Planungsverband Donau-Wald zeigt jedoch, dass im Passauer Oberland aktuell keine geeigneten Potenzialflächen für Windkraft ausgewiesen sind.

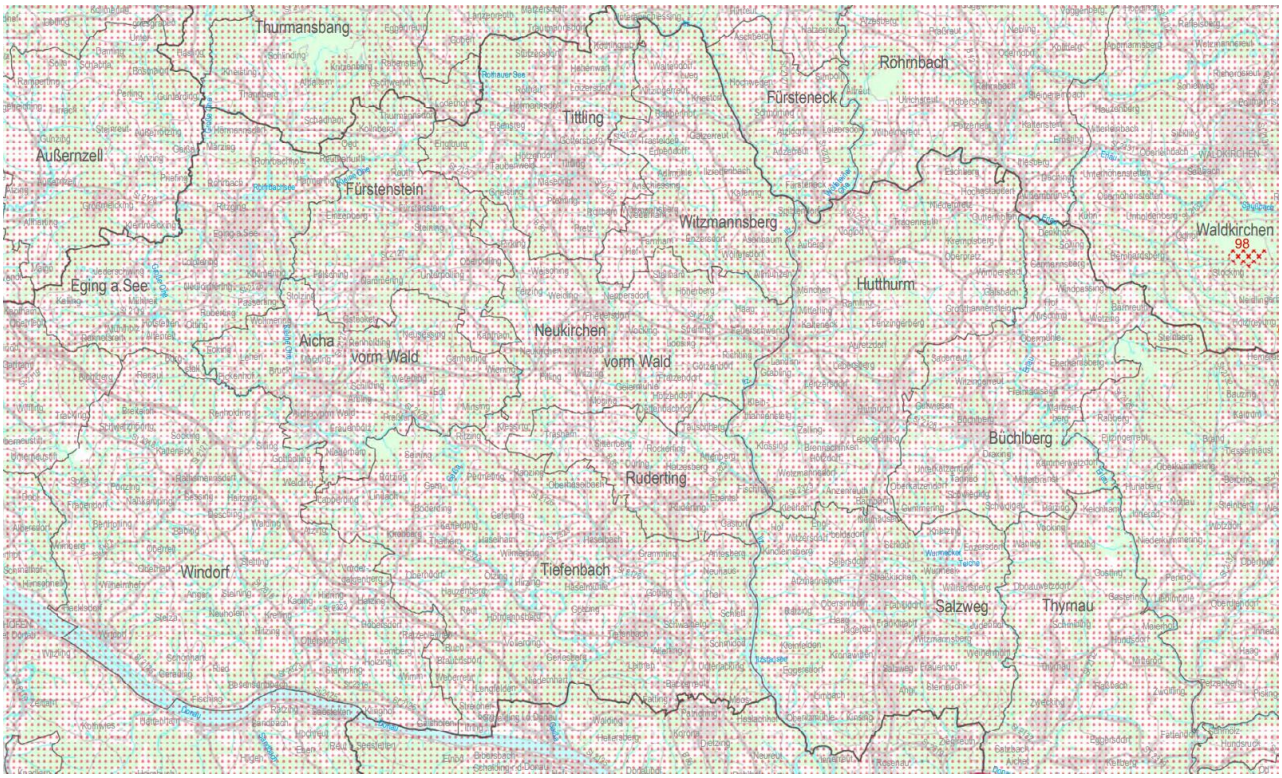
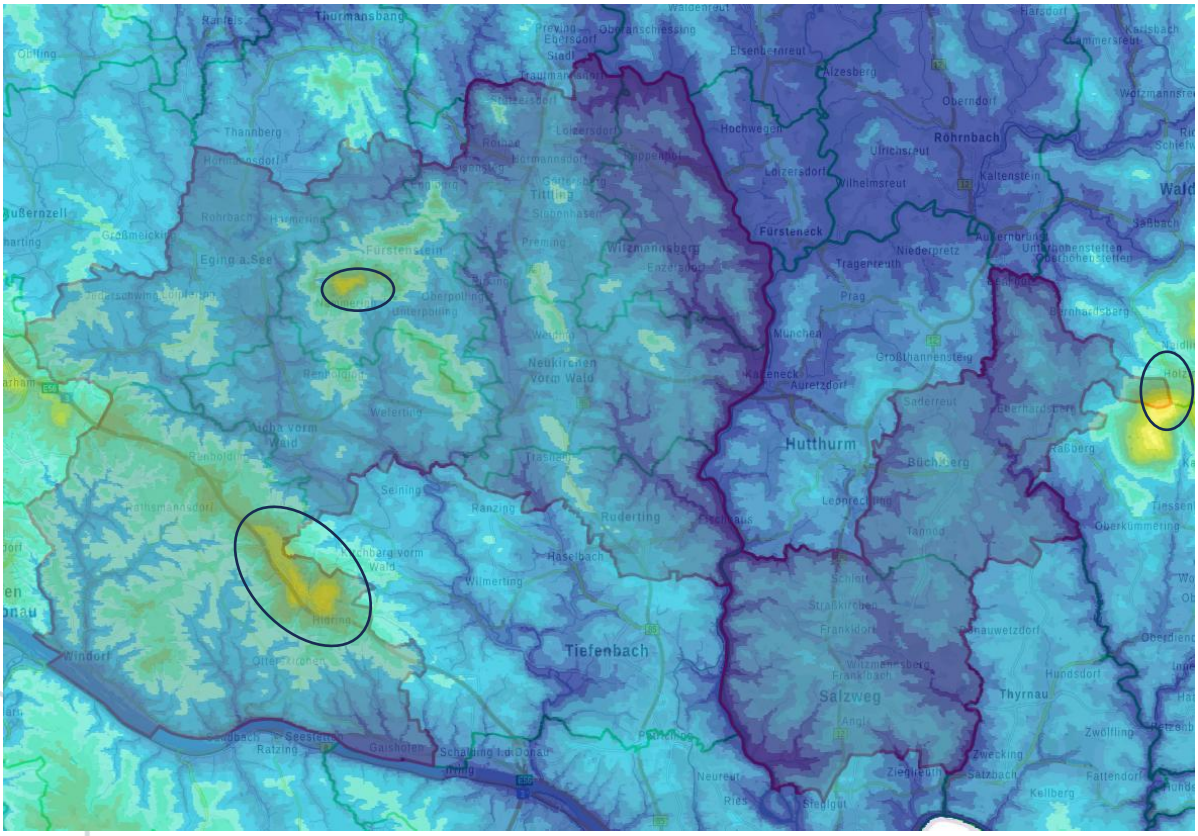




Abbildung 31: Vorangebet für Windkraftanlagen

Quelle: https://www.region-donau-wald.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Karten/R12_Windenergie.pdf

Der folgende Kartenausschnitt zeigt den Standortertrag in 100 m Höhe einer möglichen Windkraftanlage.



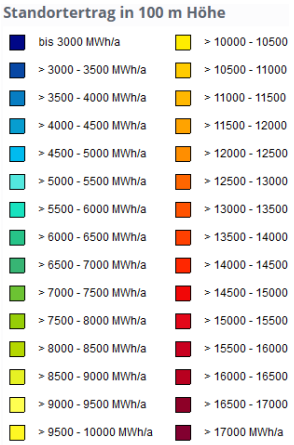


Abbildung 32: Mögliche Standorte in der ILE Passauer Oberland

Quelle: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=835804,5402383&z=12&r=0&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,f39d933f-ee92-44de-b3cb-f9d502bffbb0&l_o=1,0.8,0.8&t=wind&cnids=13,131,12,124&mid=0

Im Passauer Oberland gibt es nur drei vergleichsweise ertragreiche Standorte für Windkraft. Die Karte zeigt die bayernweite Gebietskulisse Windkraft, in der potenziell geeignete Flächen (hell- und dunkelgrün) sowie Restriktionsflächen (gelb und orange) ausgewiesen sind. Diese Einteilung erlaubt eine erste Bewertung der Eignung für Windenergieanlagen.

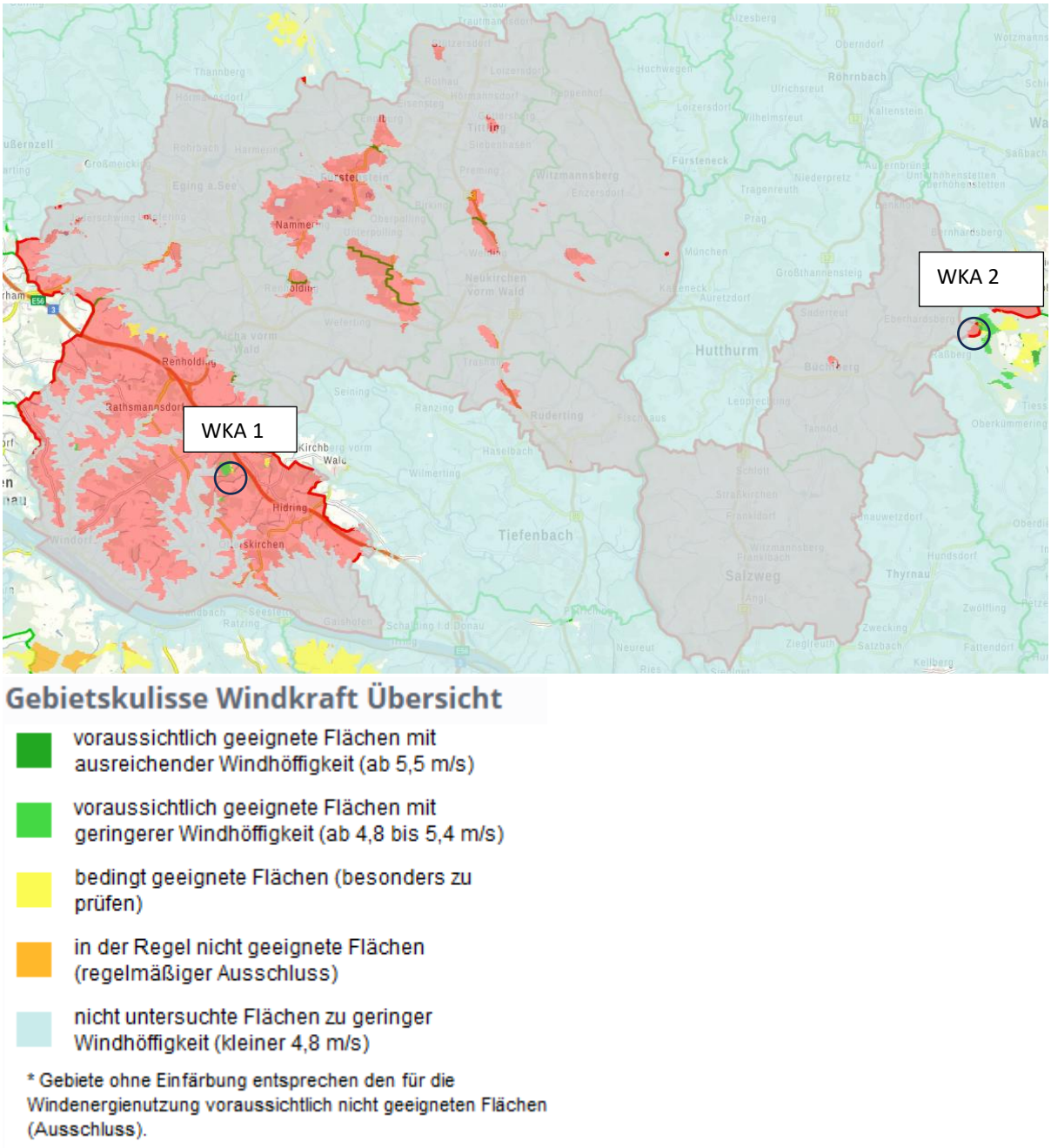


Abbildung 33: Darstellung zweier möglicher Windkraftanlagen

Quelle: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=835804,5402383&z=12&r=0&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,58106417-d43d-4dc1-b166-4d7b65c42c60&l_o=1,0.8,1&t=wind&cnids=13,131&mid=0

Wie der Kartenausschnitt zeigt, gibt es im Projektgebiet nur zwei Flächen, die die Kategorie „voraussichtlich geeignete Fläche mit geringerer Windhöffigkeit (ab 4,8 bis 5,4 m/s)" erreichen (diese Flächen sind umkreist). Die anderen Flächen sind in ungünstigere Kategorien eingeordnet.

Die folgende Tabelle zeigt die vorherrschenden Parameter an den zwei ausgewählten Standorten.

Parameter	WKA 1	WKA 2
Mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe	4,42 m/s	4,18 m/s
Mittlere Windgeschwindigkeit in 120 m Höhe	4,65 m/s	4,42 m/s
Mittlere Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe	4,88 m/s	4,64 m/s
Mittlere Windgeschwindigkeit in 160 m Höhe	5,12 m/s	4,85 m/s
Mittlere Windgeschwindigkeit in 180 m Höhe	5,35 m/s	5,04 m/s
Mittlere Windgeschwindigkeit in 200 m Höhe	5,59 m/s	5,23 m/s
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 100 m Höhe	106 W/m²	96 W/m²
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 120 m Höhe	128 W/m²	116 W/m²
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 140 m Höhe	152 W/m²	136 W/m²
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 160 m Höhe	178 W/m²	157 W/m²
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 180 m Höhe	203 W/m²	175 W/m²
Gekappte mittlere Windleistungsdichte in 200 m Höhe	230 W/m²	195 W/m²

Tabelle 24: Parameter der beiden Windkraftanlagen

Parameter	WKA 1	WKA 2
Standortertrag in 100 m Höhe	6.199 MWh/a	5.474 MWh/a
Standortertrag in 120 m Höhe	7.173 MWh/a	6.386 MWh/a
Standortertrag in 140 m Höhe	8.115 MWh/a	7.230 MWh/a
Standortertrag in 160 m Höhe	9.006 MWh/a	7.992 MWh/a
Standortertrag in 180 m Höhe	9.800 MWh/a	8.608 MWh/a
Standortertrag in 200 m Höhe	10.593 MWh/a	9.235 MWh/a

Tabelle 25: Standortertrag in den verschiedenen Höhen

Das folgende Diagramm zeigt die Startgeschwindigkeit, ab der eine Windkraftanlage (WKA) ihre Nennleistung erreicht, sowie die Windgeschwindigkeit, bei der sich eine WKA abschaltet.

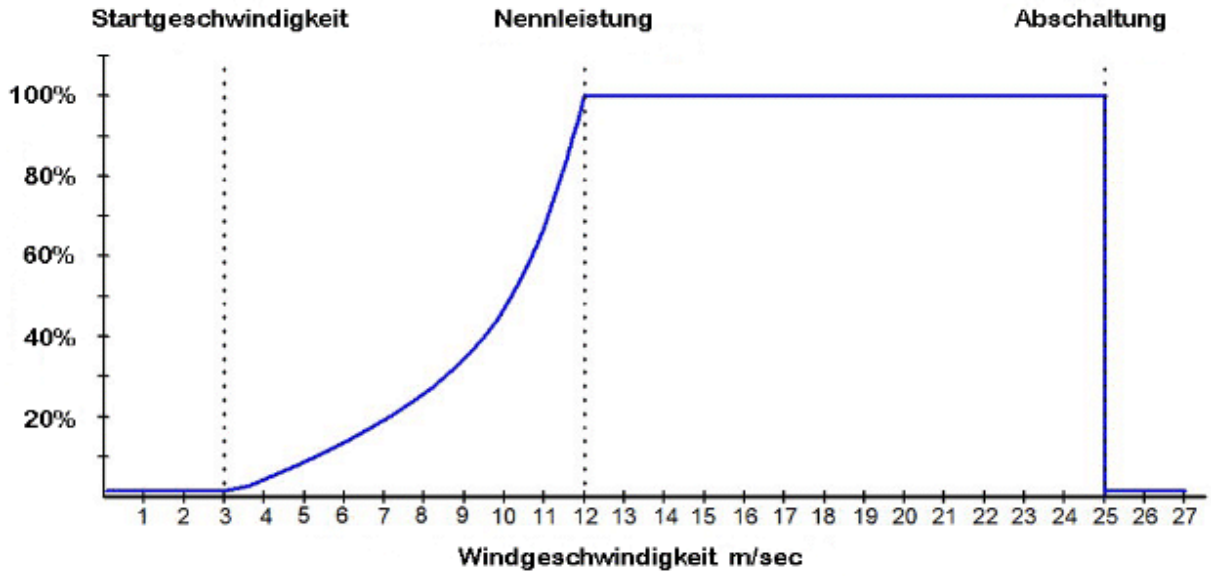


Abbildung 34: Darstellung der Startgeschwindigkeit einer Windkraftanlage

Die Windbedingungen im Passauer Oberland sind für eine wirtschaftliche Nutzung von Windkraftanlagen nur eingeschränkt geeignet. Selbst an den besten Standorten könnte eine einzelne Anlage in 200 m Höhe rund 10.593 MWh/a erzeugen, was etwa 10 % des gesamten Strombedarfs des Passauer Oberlands (103,9 GWh/a) deckt. Die zweitbeste Fläche liefert etwa 9.235 MWh/a (~9 % des Bedarfs).

Aufgrund der niedrigen mittleren Windgeschwindigkeiten, der Nichteinhaltung vorgeschriebener Mindestabstände zu Wohnbebauungen sowie ökologischer und wirtschaftlicher Einschränkungen ist die Errichtung von Windkraftanlagen in der Region derzeit nicht realisierbar. Nach der Bayerischen Bauordnung müssen in Wäldern, in der Nähe von Gewerbegebieten sowie entlang von Autobahnen und Bahntrassen mindestens 1.000 m Abstand zu Wohnbebauungen eingehalten werden. Die ertragreicheren Potenzialflächen liegen jedoch in Wäldern, und die nächstgelegene Wohnbebauung bei Atzing befindet sich nur etwa 540 m entfernt.

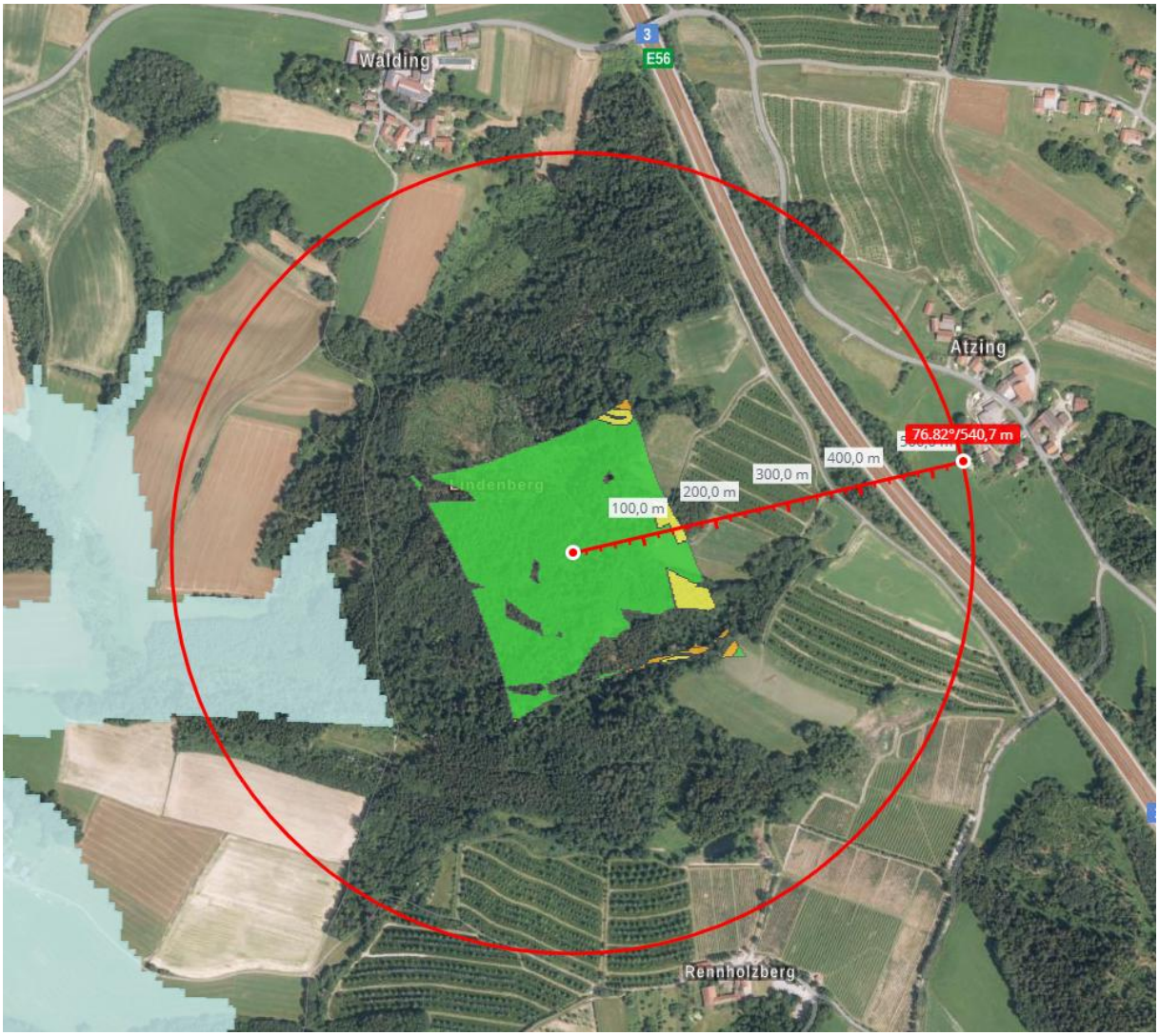


Abbildung 35: Dartstellung der Entfernungen zur Windkraftanalage

Quelle: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=842744,5395536&z=14&r=0&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,58106417-d43d-4dc1-b166-4d7b65c42c60&l_o=1,0.8,1&t=wind&cnids=13,131,12,124&mid=0

Auch die zweit Potenzialfläche unterschreitet diese 1.000 Meter Marke weit da die nächste Bebauung (Hartingerhof) nur rund 600 m entfernt ist, wie folgende Grafik zeigt.

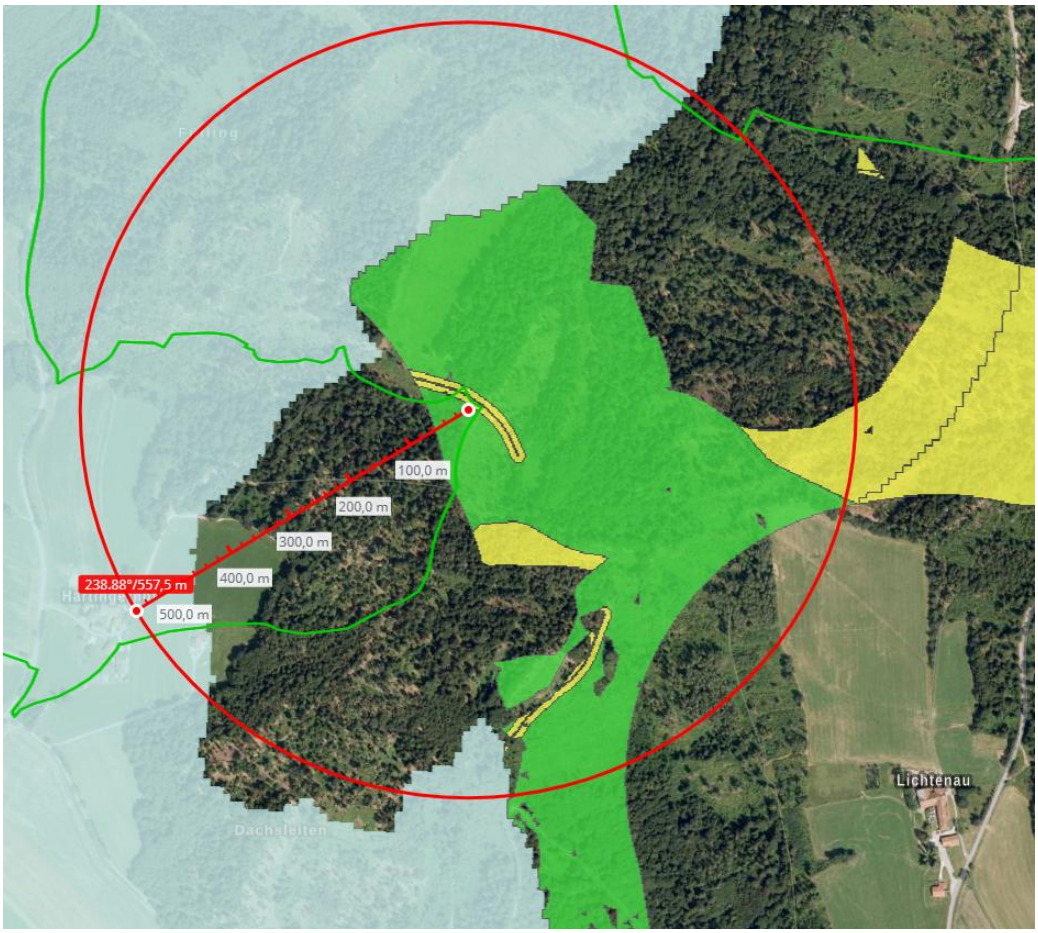


Abbildung 36: Bebauung und Darstellung der Entfernung der Windkraftanlage

Quelle: https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=842744,5395536&z=14&r=0&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,58106417-d43d-4dc1-b166-4d7b65c42c60&l_o=1,0.8,1&t=wind&cnids=13,131,12,124&mid=0

Nach der aktuellen Gesetzeslage ist die Errichtung von Windkraftanlagen im Passauer Oberland nicht möglich.

Obwohl theoretisch ein gewisses Windkraftpotenzial vorhanden ist, sind Projekte in der Praxis mit erheblichen Herausforderungen verbunden – ökologisch, ökonomisch und sozial. Naturschutzbehörden, der Flugbetrieb des Militärs und weitere Institutionen können Vorhaben verhindern. Hinzu kommt, dass die Wirtschaftlichkeit stark eingeschränkt ist, da die Anlagen aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten nur selten ihre Nennleistung erreichen würden. Auch die Akzeptanz in der Bevölkerung ist entscheidend, da Bürgerbegehren und ähnliche Initiativen Projekte oft stoppen können.

Fazit – Windkraft:

Das Potenzial für Windkraft im Passauer Oberland ist zwar theoretisch vorhanden, die praktische Umsetzung ist jedoch unter den aktuellen Rahmenbedingungen kaum realisierbar. Die wenigen geeigneten Standorte sind durch geringe Windgeschwindigkeiten, gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstände zu Wohngebieten und ökologische Restriktionen stark eingeschränkt. Hinzu kommen wirtschaftliche Einschränkungen, da Anlagen nur selten ihre Nennleistung erreichen, sowie soziale Hürden wie die Akzeptanz in der Bevölkerung. Insgesamt zeigt sich, dass Windkraft in der Region unter den gegebenen Bedingungen keine verlässliche und wirtschaftlich tragfähige Option für die Stromerzeugung darstellt.

Wasserkraft:

Wasserkraftwerke erzeugen Strom, indem sie die Energie von fließendem oder fallendem Wasser über Turbinen in mechanische Arbeit umwandeln, die anschließend von Generatoren in elektrische Energie transformiert wird. Das Potenzial zur Stromerzeugung aus Wasserkraft hängt stark von den geografischen und hydrologischen Bedingungen ab, insbesondere von stabilen Abflüssen und signifikanten Höhenunterschieden.

Im Passauer Oberland sind laut dem Energie-Atlas Bayern derzeit 12 Wasserkraftanlagen in Betrieb, die zusammen rund 16,14 GWh Strom pro Jahr liefern.

Das theoretische Leistungspotenzial einer Wasserkraftanlage lässt sich mit der Formel

$$P = Q \cdot h \cdot \eta$$

berechnen, wobei Pdie Leistung in kW, Qder Wasserdurchfluss in m³/s, $h$die Fallhöhe in Metern und ηder Gesamtwirkungsgrad der Anlage ist. Bei einem angenommenen Gesamtwirkungsgrad von 85 %, einer Fallhöhe von 6 m und dem mittleren Abfluss der Ilz von 15,7 m³/s ergibt sich daraus ein theoretisches Potenzial von etwa 785 kW.

Fazit – Wasserkraft:

Die Wasserkraft im Passauer Oberland liefert mit rund 16,14 GWh pro Jahr einen vergleichsweisen geringen Beitrag zur regionalen Stromversorgung. Einzelne Anlagen, wie entlang der Ilz, haben zwar ein theoretisches Leistungspotenzial von mehreren hundert Kilowatt, die tatsächliche Nutzung hängt jedoch stark von Abflussverlauf und Fallhöhe ab. Großflächige Stromversorgung ist daher nur begrenzt möglich. Wasserkraft eignet sich vor allem für die lokale Energieversorgung kleiner Gemeinden oder als verlässliche Ergänzung zu fluktuierenden erneuerbaren Quellen wie Photovoltaik oder Windenergie.

Biomasse:

Biomasse kann zur Stromproduktion genutzt werden, beispielsweise über Kraftwerke, Vergasung oder Fermentation. Für die Potenzialanalyse von nachwachsenden Rohstoffen und organischen Abfällen wird die mögliche Strommenge auf Basis der vorhandenen Biomasse bestimmt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Energiemengen, die in einer fiktiven Biogasanlage mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 40 % aus der vorhandenen Biomasse erzeugt werden könnten. Um Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau auszuschließen, wird nur ein Teil der landwirtschaftlichen Fläche berücksichtigt: 25 % der Agrarfläche werden für Energiepflanzen genutzt.

Phasen des Biogasprozesses

Hydrolyse:
Hochmolekulare organische Verbindungen wie Kohlenhydrate, Proteine und Fette werden durch hydrolytische Bakterien in ihre Grundbausteine zerlegt. Kohlenhydrate werden zu Einfachzuckern, Proteine zu Aminosäuren und Fette zu Fettsäuren abgebaut.

Versäuerung (Acidogenese):

Fermentative Bakterien verstoffwechseln die Produkte der Hydrolyse. Dabei entstehen niedere Fettsäuren, Alkohole, Aldehyde sowie Gase wie Wasserstoff, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Ammoniak.

Essigsäurebildung (Acetogenese):

Die Produkte der Versäuerung werden zu Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt.

Methanbildung (Methanogenese):

Methanogene Bakterien produzieren unter anaeroben Bedingungen Methan. Dies geschieht entweder durch Umwandlung von Essigsäure zu Methan und Kohlendioxid oder durch die Reaktion von Kohlendioxid mit Wasserstoff.

Power-to-X-Verfahren

Ein Elektrolyseur ermöglicht die Umwandlung von Strom in Wasserstoff. Aufgrund der geringen volumetrischen Energiedichte kann Wasserstoff jedoch nicht vollständig ins Erdgasnetz eingespeist werden, ohne dass umfangreiche Anpassungen wie neue Messgeräte, Pumpstationen und H_2-kompatible Leitungen und Endgeräte erfolgen.

Eine praktikable Alternative ist die Umwandlung von Wasserstoff zu Methan über die Methanisierung:

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

Vorteil: Das erzeugte Methan kann direkt als Erdgas genutzt werden, wodurch die bestehende Infrastruktur CO_2-neutral betrieben werden kann. Nachteil: Der Gesamtwirkungsgrad ist niedrig, da Elektrolyse, Methanisierung und Verbrennung Energieverluste verursachen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Fischer-Tropsch-Synthese, bei der durch Vergasung oder Pyrolyse gewonnenes Kohlenmonoxid (CO) zusammen mit Wasserstoff in synthetische Kraftstoffe umgewandelt wird:

$$CO + H_2 \rightarrow C_xH_yO_z$$

Synthetische Kraftstoffe eignen sich besonders zur Langzeitspeicherung von Energie. Empfehlungen für das Passauer Oberland. Für das Passauer Oberland bietet sich eine Hybridlösung aus Power-to-X-Verfahren an, um überschüssigen Strom effizient zu nutzen und gleichzeitig die vorhandene Energieinfrastruktur einzubinden:

Wasserstoff aus Elektrolyse kann, soweit das Erdgasnetz es zulässt (ca. 10–20 %), direkt eingespeist werden.

Überschüssiger Strom kann über Methanisierung in CH_4 umgewandelt und ins Erdgasnetz eingespeist werden, wodurch eine langfristige Energiespeicherung und Entkopplung von Stromproduktion und -verbrauch möglich wird.

Das Fischer-Tropsch-Verfahren ist im regionalen Kontext weniger relevant, da die Versorgung mit Wärme und Strom Vorrang hat. Überschüssiger Strom kann direkt für E-Mobilität genutzt werden.

Vergleich Großwärmespeicher vs. Power-to-X

Großwärmespeicher (z. B. Wasser-, Salz- oder Feststoffspeicher) bieten hohe Speicherkapazität, benötigen jedoch große Flächen, aufwendige Infrastruktur und verursachen zusätzliche Verluste bei Speicherung und Entnahme.

Power-to-X-Verfahren sind kompakter und erlauben eine flexible Speicherung, etwa in Wasserstoffdrucktanks. Der Nachteil liegt im geringeren Gesamtwirkungsgrad aufgrund der mehreren Umwandlungsschritte.

Fazit:
Großwärmespeicher sind direkte, aber flächen- und kostenintensive Lösungen, während Power-to-X-Verfahren flexibel und platzsparend sind, aber geringere Wirkungsgrade aufweisen. Eine Kombination beider Ansätze kann je nach regionalen Gegebenheiten des Passauer Oberlands sinnvoll sein, um die Versorgung mit erneuerbarer Energie effizient und stabil zu gestalten.

C Zielszenario Tittling

C.1 Zielszenarien und Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung

Das Zielszenario ist ein zentrales Ergebnis der Wärmeplanung und bildet die Grundlage der Umsetzungsstrategie. Es beschreibt anhand definierter Indikatoren für das gesamte beplante Gebiet die langfristige Entwicklung hin zu einer Wärmeversorgung, die auf erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme basiert. Zudem steht das Zielszenario im Einklang mit der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.

C.1.1 Entwicklung von Szenarien und Entwicklungspfaden

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden für das Passauer Oberland verschiedene Zielszenarien entwickelt, die eine langfristig klimafreundliche und sichere Wärmeversorgung ermöglichen sollen. Diese Szenarien orientieren sich an den aktuell gültigen Klimaschutzzielen der Bundesregierung und berücksichtigen insbesondere die angestrebte Reduktion der Treibhausgasemissionen in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045.

Grundlage der Szenarien bildet eine detaillierte Analyse des heutigen Wärmebedarfs sowie der regional verfügbaren Potenziale zur Energieeinsparung und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Darauf aufbauend wurden mehrere mögliche Entwicklungspfade erarbeitet, die aufzeigen, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung Schritt für Schritt erreicht werden kann.

Diese Entwicklungspfade enthalten eine räumlich differenzierte Betrachtung der erforderlichen Maßnahmen – etwa zur energetischen Sanierung von Gebäuden oder zur Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme. Dabei wurden auch wirtschaftliche Aspekte wie die Wärmegestehungskosten, technische Umsetzbarkeit und Versorgungssicherheit berücksichtigt. Zusätzlich wurden Gebiete mit einem bestehenden Anschluss- und Benutzungszwang an zentrale Wärmenetze gesondert betrachtet.

Die Zielszenarien und Pfade zeigen auf, wie die Region sich in Richtung Klimaneutralität entwickeln kann – mit klaren Zwischenzielen und unter Berücksichtigung regionaler Gegebenheiten und Herausforderungen.

CO_2- Reduktion:

2030: 30%

2035: 60%

2040: 80%

2045: 100%

Sanierung der Gebäude aufgrund der Baujahre:

Vor 1950: 2%

1951-1975: 3,0%

1976-1995: 2,0%

1996-2002: 1,0%

2003-2025: 0,5% (ab 2035)

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz in Verbindung mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) sollen die Treibhausgasemissionen bis 2045 so weit reduziert werden, dass eine Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Das Bayrische Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) setzt dieses Ziel bereits für das Jahr 2040. Für die Kommunale Wärmeplanung wurde – aufgrund der Abkehr der Bayrischen Staatsregierung von diesem Ziel – das Jahr 2045 als Zieljahr festgelegt. Die in dieser Wärmeplanung dargestellten Zielszenarien basieren auf folgenden Annahmen

Ausgehend von der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den Ergebnissen der Eignungsprüfung wurde für das Passauer Oberland ein maßgebliches Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt. Dieses Szenario beschreibt, wie die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 klimaneutral gestaltet werden kann – im Einklang mit den bundesweiten Klimazielen und den regionalen Rahmenbedingungen.

Die Entwicklung erfolgte unter Berücksichtigung der geplanten Einteilung des Gebiets in verschiedene Wärmeversorgungsgebiete. Für jedes dieser Gebiete wurde ermittelt, welche Wärmeversorgungsarten – wie z. B. Wärmenetze, Einzelversorgung durch Wärmepumpen oder andere Technologien – am besten geeignet sind. Das Zielszenario gibt dabei einen klaren Fahrplan vor, der die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 als Etappen auf dem Weg zur vollständigen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung definiert.

Ein besonderer Fokus liegt auf dem effizienten und nachhaltigen Einsatz von Ressourcen. Biomasse – insbesondere aus Abfall- und Reststoffen – soll nur dann energetisch genutzt werden, wenn keine vertretbaren Alternativen vorhanden sind. Auch nicht-lokale Energieträger werden nur eingeplant, wenn sie wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll eingesetzt werden können. Ziel ist es, bevorzugt auf lokale, erneuerbare Energiequellen zu setzen und so die regionale Wertschöpfung zu stärken.

Das maßgebliche Zielszenario stellt somit eine fundierte, realistische und nachhaltige Perspektive für die Wärmewende im Passauer Oberland dar und bildet die zentrale Grundlage für alle weiteren Planungsschritte.

Prozesswärme:

Die fortschreitende Elektrifizierung von Produktionsanlagen lässt grundsätzlich einen Rückgang des Prozesswärmebedarfs erwarten. Eine verlässliche Prognose für das Jahr 2045 ist jedoch aufgrund der dynamischen Entwicklung in bestehenden Betrieben und potenzieller Neuansiedlungen von Industrieunternehmen derzeit nicht möglich. Derzeit nicht möglich. Aus diesem Grund wurde beschlossen, die Prozesswärme nicht in das Zielszenario einzubeziehen. Eine vollständige regenerative und lokal gedeckte Versorgung mit Prozesswärme erscheint unter den aktuellen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen unrealistisch. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass der zukünftige Energiebedarf für Prozesswärme auch weiterhin über externe Bezugsquelle gedeckt werden muss. Dabei richtet sich die Wahl der Energieform – sei es Wasserstoff, Biomethan oder Strom – nach den spezifischen Anforderungen der jeweiligen industriellen Prozesse.
Zielszenario 2045

Das Zielszenario beschreibt den Endzustand einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Basierend auf den angenommen Verbrauchsreduktion wurde für die Stadt Zwiesel ein Versorgungszenario 2045 entwickelt, bei dem die Wärmeversorgung gänzlich ohne den Einsatz von fossilem Energieträger erfolgt.

Es ergaben sich folgende Leitplanken der Szenarien Erstellung:
- Biomasse wird nur in Höhe des lokal verfügbaren Potenzials genutzt.
- Die Wärmenetze werden nur über regenerative Energien versorgt.
- Wasserstoff als stromintensiver und hochwertiger Energieträger soll nur dort, wo es keine Alternativen gibt, eingesetzt werden. Für die reine Wärmeerzeuger ist Wasserstoff zu wertvoll und zu teuer in der Herstellung. Aufgrund Ihrer deutlich höheren Effizienz sind Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung vorzuziehen.

Entwicklung der Energieträger bis 2045

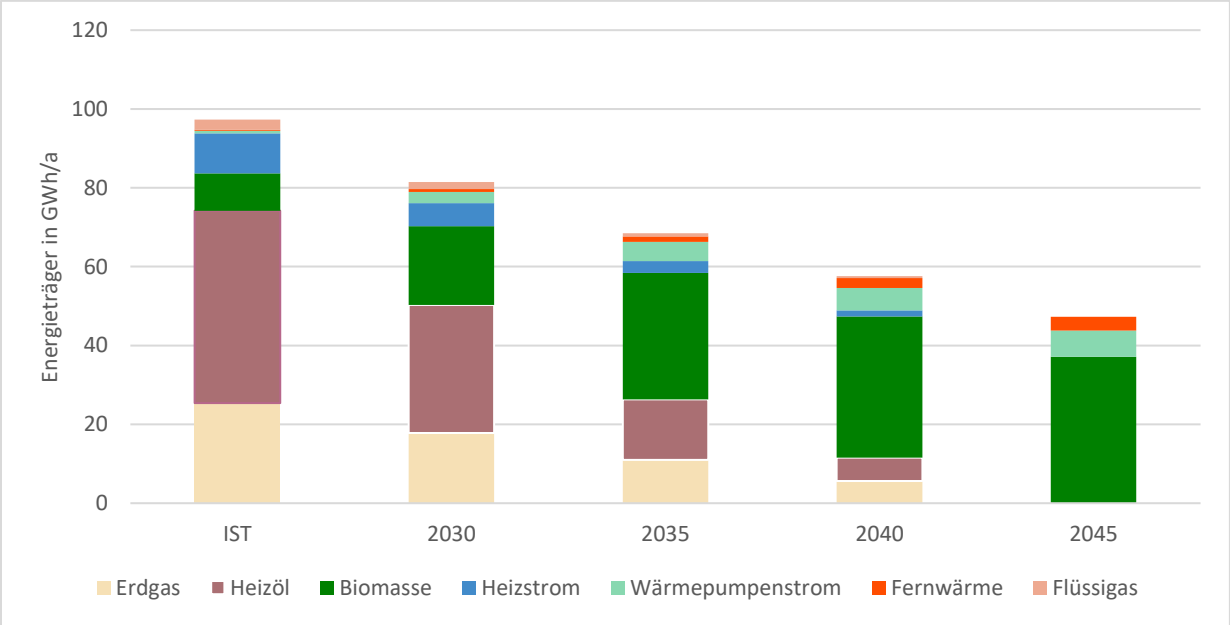


Abbildung 37: Entwicklung der Energieträger bis 2045

IST	2030	2035	2040	2045
24,3 kt/a	17,5 kt/a	9,5 kt/a	4,5 kt/a	0,0 kt/a

Tabelle 26: CO2-Einsparung auf die Zieljahre

Im Zielszenario wird davon ausgegangen, dass sowohl die Stromerzeugung als auch die Bereitstellung und Nutzung von Biomasse zukünftig, spätestens jedoch bis zum Jahr 2045, als klimaneutral eingestuft werden. Aus diesem Grund werden für diese Energieträger im Zieljahr 2045 keine Treibhausgasemissionen angesetzt. Biomasse bleibt dabei insbesondere im ländlichen Raum und bei Bestandsgebäuden mit hohem Wärmebedarf ein wichtiger Bestandteil der zukünftigen Wärmeversorgung.

C.2 Einteilung des beplanten Gebiets nach Wärmeversorgungsart und Einsparpotenzialen

Die räumliche Darstellung der zukünftigen Wärmeversorgungsstruktur verdeutlicht, dass in Gebieten mit überwiegender Einfamilienhausbebauung künftig vor allem Umweltwärme in Kombination mit Wärmepumpen zum Einsatz kommen wird. In den ausgewiesenen Prüfgebieten hängt die zukünftige Ausgestaltung der Wärmeversorgung maßgeblich von den anstehenden Entscheidungen zur Realisierung von Wärmenetzen ab. Im Stadtzentrum ist aufgrund der bestehenden Bebauungs- und Versorgungsstruktur insbesondere mit dem Einsatz von Biomasse sowie mit der Nutzung von Fernwärme zu rechnen.

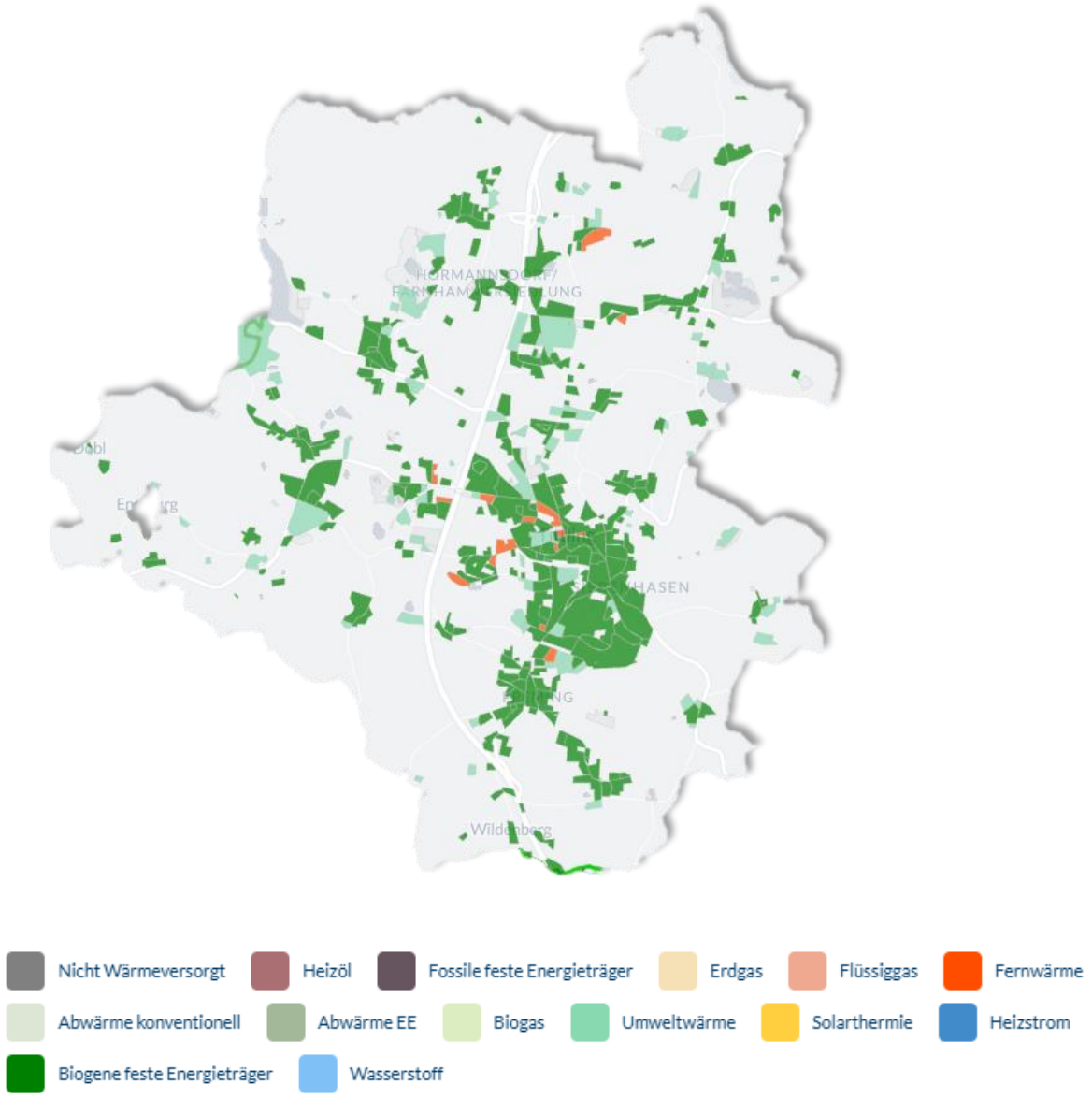


Abbildung 39: Baublockbezogene Darstellung der Energieträger 2045

C.2.1 Einteilung der Grundstücke und Baublöcke in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Für die weitere Planung sind zwei bis drei Fokusgebiete zu identifizieren, die kurz- bis mittelfristig prioritär im Hinblick auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung behandelt werden soll.

Dabei wurden Fokusgebiete ausgewählt, „Ortskern Eging am See“ (In der Karte unten rot markiert).

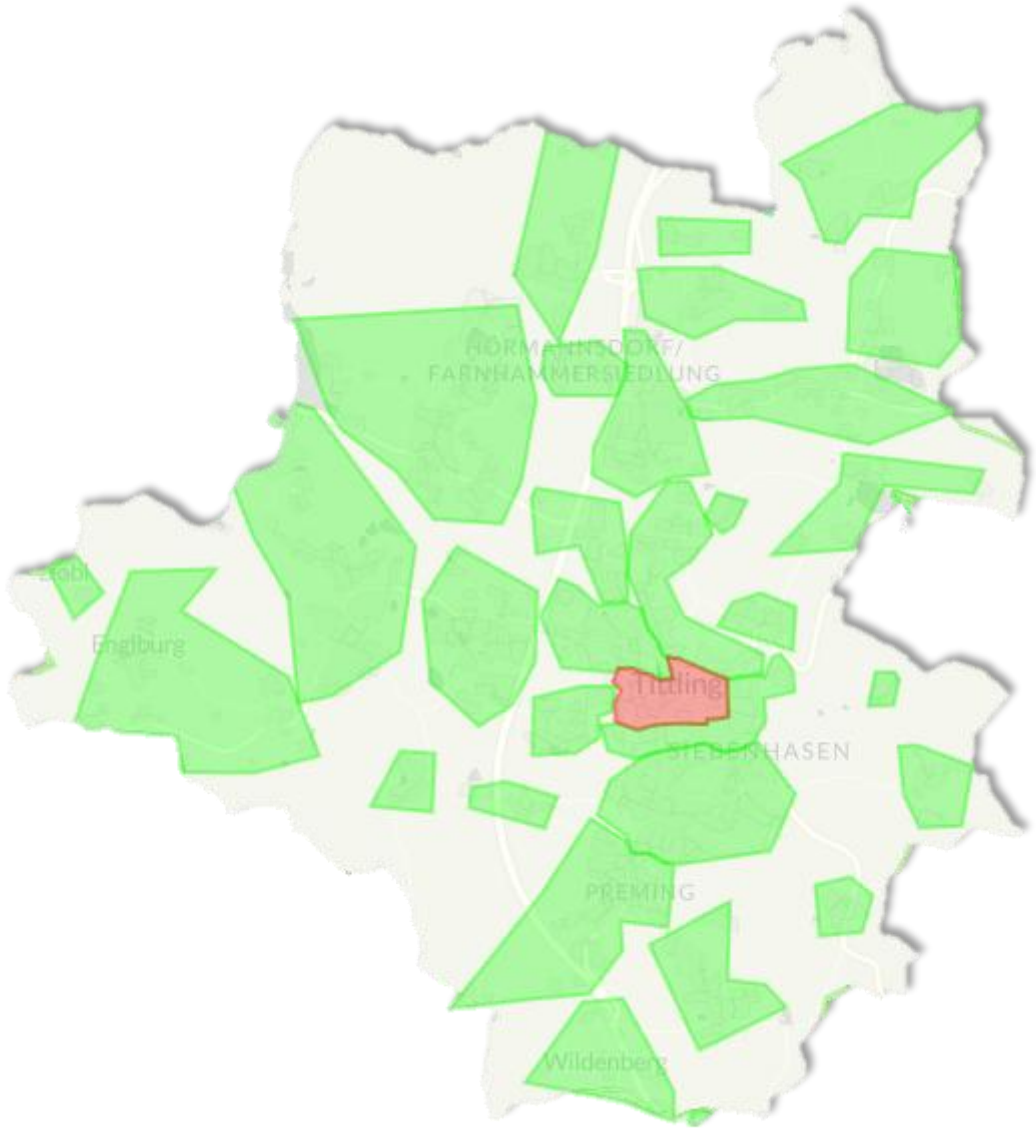


Abbildung 40: Darstellung der Cluster von Tittling

C.2.2 Ausweisung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Zur Umsetzung der konservativen Annahmen des Zielszenarios ist eine teilweise energetische Sanierung des überwiegenden Gebäudebestands notwendig – beispielsweise durch Maßnahmen wie Dachdämmung oder den Austausch von Fenstern. Aus energetischer Sicht wäre eine flächendeckende und vollständige Sanierung des Gebäudebestands jedoch wünschenswert

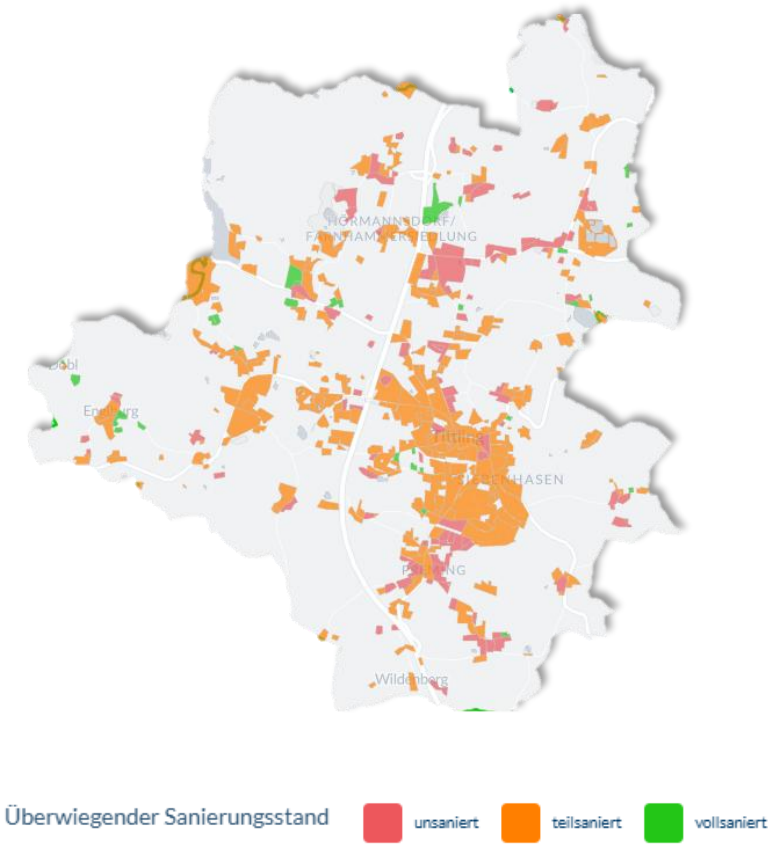


Abbildung 41: Darstellung Sanierungsstand IST-Zustand

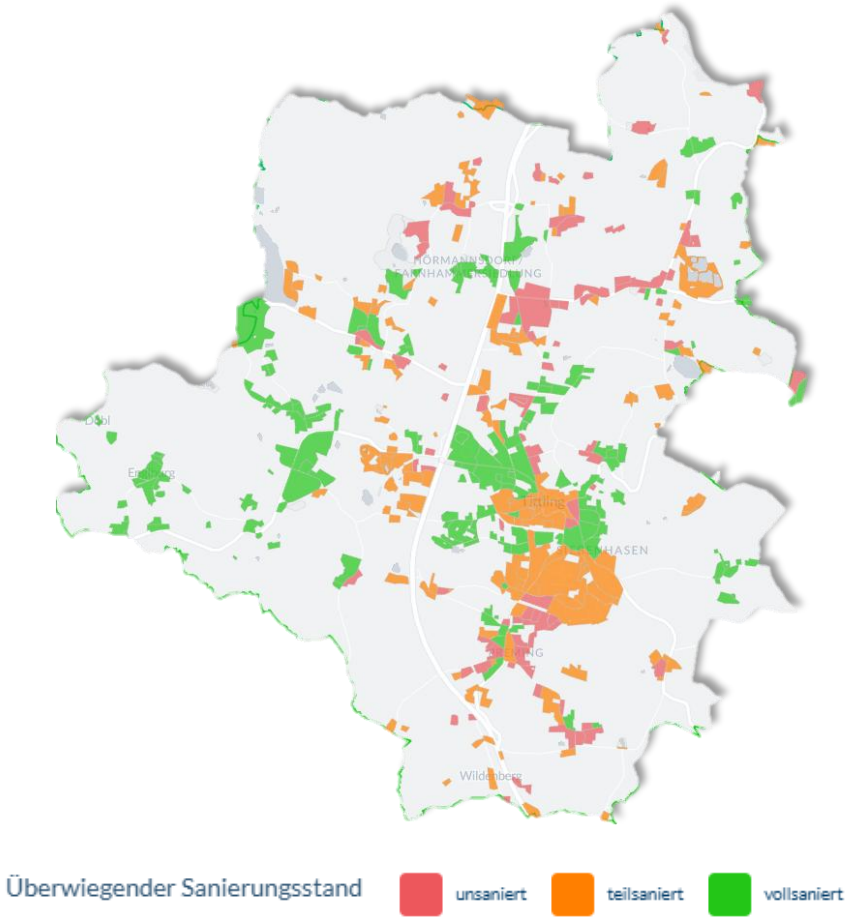


Abbildung 38: Dartstellung Sanierungsstand 2045

D Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Um das angestrebte Zielszenario möglichst effizient zu erreichen, ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein Maßnahmenkatalog zu erstellen. Dieser soll aufzeigen, wie die erforderlichen Rahmenbedingungen für eine klimaneutrale Wärmeerzeugung auf kommunaler Ebene geschaffen werden können, um die Treibhausgasminderungsziele zu erreichen.

Da für einen Großteil der Gebäude eine zentrale Wärmeversorgung derzeit nicht als wirtschaftlich sinnvoll einzuschätzen ist, besteht hier nur ein begrenzter kommunaler Gestaltungsspielraum. Eine direkte Einflussmöglichkeit hat die Kommune insbesondere bei den eigenen Liegenschaften, in denen sie eine Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit einnehmen sollte, sowie in den ausgewiesenen Wärmenetz- und Prüfgebieten, in denen sie aktiv die Umsetzung geeigneter Versorgungsstrukturen fördern kann.

Tittling

Nr.	Maßnahme	Beschreibung	Zeithorizont	Priorität
1	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ortskern	Erstellung einer Machbarkeitsstudie	Kurzfristig	Hoch
2	Abwärmenutzung Industriebetriebe und Biogas Anlagen	Prüfung und Nutzung der Abwärmepotenziale der Firma Bachl zur Einspeisung in lokale Wärmenetze oder zur Unterstützung kommunaler Wärmeversorgung.	Mittelfristig	Hoch
3	Aufbau Micronetze	Versorgung der Ortsteile mit kleinen, flexiblen Wärmenetzen, ggf. kombiniert mit Biogas oder Abwärme.	Mittelfristig	Mittel
4	Aufbau kommunales Stromnetz	Ausstattung der kommunalen Gebäude mit PV-Anlagen für die Eigenversorgung und Aufbau eines kommunalen Stromnetzes Bereich: Mittelschule, Schwimmhalle, Dreiburgenhalle, Gemeinde		

Maßnahme: 1	Handlungsfeld: Infrastruktur	Einführungszeitraum: kurzfristig (1-5 Jahre)

Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ortskern Tittling

Ziel/Strategie:

- Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit eines Wärmenetzes im Ortskern von Tittling
- Identifikation geeigneter erneuerbarer Wärmequellen und Abwärmepotenziale
- Schaffung einer strategischen Entscheidungsgrundlage für zukünftige Investitionen in die Wärmeinfrastruktur
- Langfristige Reduktion fossiler Energieträger im Gebäudebereich

Beschreibung:

Die Gemeinde Tittling lässt eine umfassende Machbarkeitsstudie zur Entwicklung eines zentralen Wärmenetzes im Ortskern erstellen. Dabei werden Wärmebedarfe von Wohn- und Nichtwohngebäuden, mögliche Wärmeerzeugungsanlagen sowie potenzielle Anschlussnehmer untersucht. Zusätzlich werden verschiedene Versorgungsszenarien (z. B. Biomasse, Wärmepumpen, Abwärme oder Solarthermie) technisch und wirtschaftlich bewertet. Die Studie bildet die Grundlage für zukünftige Investitionsentscheidungen im Bereich der kommunalen Wärmeversorgung.

Initiator:	Akteure:
Gemeinde Tittling Kommunale Verwaltung	Gemeinde Tittling Kommunale Energiebeauftragte Energieversorger / Netzbetreiber Fachplanungsbüros und Energieberater Eigentümer von Gebäuden im Ortskern

Zeithorizont: 1-5 Jahre

Handlungsschritte:

- Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs im Ortskern
- Analyse bestehender Energieinfrastruktur
- Identifikation potenzieller Wärmequellen
- Bewertung verschiedener Versorgungsszenarien
- Wirtschaftlichkeitsanalyse und Förderprüfung
- Erstellung eines Umsetzungsfahrplans

Realistisch Nutzbare Potenziale:

- Nutzung erneuerbarer Wärmequellen
- Aufbau eines klimafreundlichen Wärmenetzes
- Reduktion individueller fossiler Heizsysteme

Kostenpunkte:

• Kosten für Machbarkeitsstudie und Fachplanung • Fördermöglichkeiten über Programme von Bund und Freistaat Bayern
Treibhausgasminderungspotenzial • Grundlage für die langfristige Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien • Reduktion fossiler Brennstoffe im Gebäudesektor

Maßnahme: 2	Handlungsfeld: Infrastruktur	Einführungszeitraum: mittelfristig (5-10 Jahre)

Nutzung von Abwärme aus Industriebetrieben und Biogasanlagen

Ziel/Strategie:

- Nutzung vorhandener Abwärmepotenziale regionaler Unternehmen
- Integration industrieller Abwärme in lokale Wärmenetze
- Steigerung der Energieeffizienz im Gemeindegebiet
- Reduktion ungenutzter Energieverluste

Beschreibung:

Industriebetriebe und Biogasanlagen erzeugen während ihrer Produktionsprozesse Wärme, die häufig ungenutzt bleibt. In der Gemeinde Tittling soll geprüft werden, in welchem Umfang diese Abwärme technisch nutzbar gemacht werden kann. Insbesondere größere Betriebe sowie Biogasanlagen im Gemeindegebiet oder der näheren Umgebung können potenzielle Wärmequellen für zukünftige Wärmenetze darstellen.

Initiator:	Akteure:
Gemeinde Tittling Kommunale Verwaltung	Industriebetriebe im Gemeindegebiet Betreiber von Biogasanlagen Energieversorger / Netzbetreiber Energieberater und Fachplaner Kommunale Verwaltung

Zeithorizont: 5-10 Jahre

Handlungsschritte:

- Identifikation potenzieller Abwärmequellen
- Analyse von Temperatur- und Energiemengen
- Prüfung technischer Nutzungsmöglichkeiten
- Wirtschaftlichkeits- und Förderanalyse
- Planung von Netzanbindungen
- Umsetzung der technischen Infrastruktur

Realistisch Nutzbare Potenziale:

- Nutzung industrieller Prozesswärme
- Integration von Biogasanlagen in Wärmenetze
- Verbesserung der Energieeffizienz

Kostenpunkte:

- Investitionen in Wärmetauscheranlagen
- Bau von Wärmeleitungen

• Planungskosten
Treibhausgasminderungspotenzial • Ersatz fossiler Wärmeerzeugung durch Abwärmenutzung • Verringerung von Energieverluste

Maßnahme: 3	Handlungsfeld: Infrastruktur	Einführungszeitraum: mittelfristig (5-10 Jahre)

Aufbau dezentraler Wärmenetze (Micronetze)

Ziel/Strategie:

- Aufbau kleinerer Wärmenetze in geeigneten Ortsteilen der Gemeinde Tittling
- Nutzung lokaler Energiequellen zur Wärmeversorgung
- Reduzierung individueller Heizsysteme mit fossilen Energieträgern
- Stärkung der regionalen Energieversorgung

Beschreibung:

Neben einem möglichen zentralen Wärmenetz im Ortskern können auch kleinere, dezentrale Wärmenetze in einzelnen Ortsteilen sinnvoll sein. Diese sogenannten Micronetze versorgen mehrere Gebäude oder Quartiere gemeinsam mit Wärme aus erneuerbaren Energiequellen oder Abwärme. Sie bieten insbesondere in dichten bebauten Ortsteilen eine effiziente Möglichkeit zur nachhaltigen Wärmeversorgung.

Initiator:	Akteure:
Gemeinde Tittling	Kommunale Verwaltung Energieversorger / Netzbetreiber Eigentümer von Gebäuden in den Ortsteilen Energieberater und Fachplaner Betreiber regionaler Energieanlagen

Zeithorizont: 5-10 Jahre

Handlungsschritte:

- Identifikation geeigneter Ortsteile
- Analyse der Wärmebedarfe
- Auswahl geeigneter Technologien zur Wärmeerzeugung
- Planung der Netzinfrastruktur
- Abstimmung mit Gebäudeeigentümern
- Umsetzung der Netze

Realistisch Nutzbare Potenziale:

- Nutzung regionaler Biomasse
- Integration von Wärmepumpen und Solarthermie
- Nutzung von Abwärme

Kostenpunkte:

- Planungskosten
- Bau der Wärmenetze

• Investitionen in Wärmeerzeugungsanlagen
Treibhausgasminderungspotenzial • Reduktion fossiler Heizsysteme • Ausbau erneuerbarer Wärmeversorgung

Maßnahme: 4	Handlungsfeld: Infrastruktur	Einführungszeitraum: mittelfristig (5-10 Jahre)

Ausbau der Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden und Aufbau eines kommunalen Stromverbunds

Ziel/Strategie:

- Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung auf kommunalen Gebäuden
- Steigerung des Eigenverbrauchs von Solarstrom
- Reduktion der Energiekosten kommunaler Einrichtungen
- Beitrag zur Energiewende auf kommunaler Ebene

Beschreibung:

Die Gemeinde Tittling verfügt über mehrere kommunalen Gebäude mit geeigneten Dachflächen für Photovoltaikanlagen, beispielsweise die Mittelschule, die Schwimmhalle oder die Dreiburgenhalle. Durch die Installation weiterer PV-Anlagen kann ein großer Teil des Strombedarfs dieser Einrichtungen lokal erzeugt werden. Perspektivisch kann ein kommunaler Stromverbund entstehen, der den erzeugten Strom zwischen verschiedenen Gebäuden verteilt und den Eigenverbrauch optimiert.

Initiator:	Akteure:
Gemeinde Tittling	Kommunale Verwaltung Gebäudemanagement der Gemeinde Energieversorger / Netzbetreiber Planungsbüros und Installationsbetriebe

Zeithorizont: 5-10 Jahre

Handlungsschritte:

- Analyse geeigneter Dachflächen
- Planung und Dimensionierung von PV-Anlagen
- Prüfung von Stromspeicherlösungen
- Installation der Anlagen
- Aufbau eines lokalen Stromverbunds
- Monitoring von Stromerzeugung und Eigenverbrauch

Realistisch Nutzbare Potenziale:

- Nutzung großer Dachflächen kommunaler Gebäude
- Erhöhung des Eigenverbrauchs von Solarstrom
- Integration von Batteriespeichern

Kostenpunkte:

- Investitionskosten für Photovoltaikanlagen

• Kosten für Stromspeicher • Planungskosten
Treibhausgasminderungspotenzial • Reduktion des Strombezugs aus fossilen Quellen • Ausbau erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet

Erarbeitung einer Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung im Passauer Oberland, auch nach Beschluss durch die jeweiligen Stadträte oder Gemeinderäte, besitzt keine unmittelbare rechtliche Bindung. Sie dient vielmehr als empfehlendes Instrument, das der Orientierung und strategischen Steuerung der Wärmewende dient. Um die angestrebte Dekarbonisierung des Wärmesektors jedoch effektiv voranzubringen, sind eine konsequente Umsetzung, kontinuierliche Nachverfolgung sowie regelmäßige Aktualisierung der vorgesehenen Maßnahmen unerlässlich.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Wärmeplanung im Passauer Oberland ist die dauerhafte Verankerung der Prozesse innerhalb der Verwaltung der jeweiligen Kommunen. Es ist notwendig, dass ein zentraler Ansprechpartner – beispielsweise im Rahmen des Klimaschutzmanagements – die Verantwortung für Steuerung, Koordination und Fortschreibung übernimmt und die Maßnahmen aktiv vorantreibt. Die Wärmeplanung ist dabei nicht als einmaliges Projekt zu verstehen, sondern als fortlaufender Prozess. Die initial erstellte Planung bildet sowohl die Bestandsaufnahme des Ist-Zustands als auch die Festlegung der Zielvorgaben für die zukünftige Wärmeversorgung.

Für das Passauer Oberland ist zu berücksichtigen, dass einzelne Städte und Gemeinden für die zusätzliche Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung Fördermittel in Anspruch nehmen können. Da die Bezuschussung häufig nur einmalig vorgesehen ist, sollten dauerhafte Haushaltsmittel eingeplant werden, um die regelmäßige Fortschreibung und Verstetigung der Wärmeplanung zu sichern.

Ein Großteil der praktischen Umsetzung liegt zudem bei den jeweiligen Liegenschaftseigentümern, da in vielen Fällen eine dezentrale Wärmeversorgung die effizienteste Lösung darstellt. Die wesentlichen Akteure und ihre Aufgaben im Rahmen der Wärmeplanung sind daher:

Akteur	Aufgaben
Klimaschutzmanagement	Zentrale Ansprechperson; Organisation, Koordination, Monitoring und Controlling
Energieversorger, Netzbetreiber, Wärmelieferanten	Aufbau und Ausbau von Wärmenetzen; Bereitstellung von Daten; Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme; Ausbau der Stromnetzinfrastruktur
Stadt-/Gemeindeverwaltung	Öffentlichkeitsarbeit; Vergabe von Aufträgen und Machbarkeitsstudien; Verstetigung der Wärmeplanung
Kommunale Entscheidungsträger	Entscheidungen zu neuen Wärmenetzen und größeren Maßnahmen
Bauamt	Berücksichtigung des Maßnahmenkatalogs bei Bau- und Unterhalt kommunaler Liegenschaften
Liegenschaftseigentümer	Energetische Sanierung der Gebäude; Installation regenerativer Heizsysteme; Installation von PV-Anlagen

Tabelle 27: Beschreibung der Akteure

Zur Koordination der Akteure und Maßnahmen kann eine interne Steuerungsgruppe eingerichtet werden, die sich regelmäßig zur Abstimmung, Priorisierung und Kontrolle des Fortschritts trifft. Das Klimaschutzmanagement übernimmt hierbei eine leitende Rolle und bündelt alle relevanten Informationen für die operative Umsetzung.

Obwohl der Schwerpunkt zunächst auf der Erstellung der Wärmeplanung liegt, ist klar, dass deren erfolgreiche Umsetzung eine institutionelle Begleitung erfordert. Dazu zählt auch, dass bestehende Verwaltungsstrukturen fortgeführt oder bei Bedarf

ergänzt werden, um die Maßnahmen nachhaltig umzusetzen. Eine geordnete Abstimmung mit allen relevanten Akteuren sowie eine zielgerichtete interne und externe Kommunikation sichern die fachliche Einbindung.

Zusätzlich kann es sinnvoll sein, überregionale Informationen – beispielsweise vom Landkreis Passau oder von externen Beratungsangeboten – im Blick zu behalten, um bewährte Verfahren oder Erfahrungen bei Bedarf zu nutzen. Die in der Wärmeplanung erarbeiteten Grundlagen bilden dafür eine solide Ausgangsbasis für die weitere Umsetzung und Verstetigung im Passauer Oberland.

Erstellung eines Controlling-Konzepts

Für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung im Passauer Oberland ist eine fortlaufende Überprüfung der festgelegten Ziele und Zwischenziele erforderlich. Auf diese Weise können Maßnahmen gezielt weiterentwickelt und bei Bedarf frühzeitig angepasst werden. Ein strukturiertes Controlling macht den Fortschritt der Wärmewende in den beteiligten Städten und Gemeinden messbar. Die gewonnenen Daten dienen sowohl der internen Steuerung als auch der externen Kommunikation und schaffen Transparenz gegenüber den politischen Gremien und der Öffentlichkeit.

Besonders wichtig ist eine übersichtliche und nutzerfreundliche Aufbereitung der Controlling-Daten, damit die Verwaltungen sowie die politischen Entscheidungsträger eine fundierte Grundlage für weitere Entscheidungen erhalten. Das Controlling orientiert sich am PDCA-Zyklus (Plan – Do – Check – Act), durch den eine kontinuierliche Überprüfung und Verbesserung der geplanten Maßnahmen gewährleistet wird.

Die Planung und Umsetzung der Maßnahmen basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie auf dem Maßnahmenkatalog der kommunalen Wärmeplanung. Abhängig von Art und Umfang werden die Maßnahmen vom Klimaschutzmanagement initiiert, durch zuständige Fachabteilungen wie das Bauamt oder durch externe Fachplaner konkretisiert und von den jeweiligen Entscheidungsträgern, beispielsweise der Verwaltungsspitze, dem Stadtrat oder dem Gemeinderat, beschlossen. Die Bereitstellung der erforderlichen finanziellen Mittel erfolgt in Abstimmung mit der Kämmerei.

Zur nachvollziehbaren Überprüfung der zukünftigen Entwicklung und der Zielerreichung werden entsprechend den Anforderungen des Technischen Annex sowohl übergeordnete Top-down-Indikatoren als auch maßnahmenbezogene Bottom-up-Indikatoren herangezogen. Dabei werden insbesondere folgende Kennwerte regelmäßig erfasst und ausgewertet:

- Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Wärmesektors in Tonnen CO_2-Äquivalenten pro Jahr,
- Entwicklung des gesamten Wärmeverbrauchs und des Wärmebedarfs,
- Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung,
- Entwicklung der Heizungsstruktur, insbesondere hinsichtlich der Anzahl beziehungsweise des Anteils von Wärmepumpen, Biomasseanlagen, Wärmenetzanschlüssen und fossilen Heizsystemen,
- Entwicklung der energetischen Gebäudesanierung und der damit verbundenen Reduzierung des Wärmebedarfs,
- Ausbau und Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeinfrastruktur,
- Umsetzungsstand der im Wärmeplan definierten Maßnahmen,
- Einhaltung der vorgesehenen Zeit-, Kosten- und Zwischenziele der einzelnen Maßnahmen.

Die Top-down-Betrachtung ermöglicht eine übergeordnete Bewertung der Entwicklung des Wärmesektors und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Die Bottom-up-Betrachtung dient der Überprüfung des konkreten Umsetzungsstands einzelner Maßnahmen und Projekte. Hierzu werden die jeweiligen Ergebnisse regelmäßig mit den festgelegten Ziel- und Zwischenwerten verglichen. Abweichungen werden dokumentiert, hinsichtlich ihrer Ursachen bewertet und bei der weiteren Maßnahmenplanung berücksichtigt.

Durch diese strukturierte Vorgehensweise stellt das Passauer Oberland sicher, dass die geplanten Maßnahmen zielgerichtet umgesetzt, deren Fortschritte systematisch überprüft und erforderliche Anpassungen rechtzeitig vorgenommen werden. Damit bildet das Controlling eine wesentliche Grundlage für die effiziente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und das Erreichen der angestrebten Klimaziele.

ÖB Öffentlichkeitsbeteiligung

Während der Erstellung der Analyse in der ILE Passauer Oberland haben wir diese bewusst gemeinsam für alle beteiligten Gemeinden erarbeitet. Dieser Ansatz wurde bereits im Bearbeitungsprozess gezielt verfolgt, um Synergien zu nutzen und ähnliche Themen gemeinsam zu betrachten. Gleichzeitig bildet dieses Vorgehen die Grundlage für die weitere Fortschreibung.

Auch in der Öffentlichkeitsbeteiligung und Kommunikationsstrategie der ILE Passauer Oberland wurde ein gemeinsamer, interkommunaler Ansatz verfolgt. Informationen, Beteiligungsformate und Kommunikationsmaßnahmen wurden abgestimmt und für alle Gemeinden gemeinsam umgesetzt, um Transparenz zu schaffen, die Bevölkerung gezielt einzubinden und die Zusammenarbeit innerhalb der Region nachhaltig zu stärken.

ÖB.1 Kommunikationsstrategie

Eine frühzeitige, transparente und zielgruppengerechte Kommunikation ist eine zentrale Voraussetzung für den erfolgreichen Erstellungs- und Umsetzungsprozess der kommunalen Wärmeplanung im Passauer Oberland. Ziel der Kommunikationsstrategie ist es, eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit zwischen allen relevanten Akteursgruppen zu fördern, Akzeptanz für die Planungsergebnisse zu schaffen und eine aktive Mitwirkung sowohl während der Planerstellung als auch in der späteren Umsetzungsphase zu ermöglichen.

Die Kommunikationsstrategie verfolgt dabei insbesondere folgende Ziele:

- Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Ziele, Inhalte und Nutzen der kommunalen Wärmeplanung,
- frühzeitige Einbindung relevanter Akteure zur Nutzung lokalen Wissens und zur Erhöhung der Planungsqualität,
- Schaffung von Transparenz über Entscheidungsprozesse und Bewertungskriterien,
- Förderung der Akzeptanz und Umsetzungsbereitschaft bei Bürgerinnen und Bürgern sowie weiteren Stakeholdern.

a) Identifikation relevanter kommunaler Akteure (Akteursanalyse)

Im Rahmen einer Akteursanalyse werden alle für die kommunale Wärmeplanung relevanten Akteursgruppen im Passauer Oberland systematisch identifiziert und hinsichtlich ihrer Interessen, Einflussmöglichkeiten und Betroffenheit bewertet. Grundlage hierfür bilden insbesondere die in § 7 WPG genannten Akteursgruppen.

Zu den relevanten kommunalen Akteuren zählen insbesondere:

- Kommunale Verwaltung (z. B. Bauamt, Umweltamt, Liegenschaftsverwaltung, Klimaschutzmanagement),
- Politische Entscheidungsträger (Stadtrat, Gemeinderat, Bürgermeister),
- Kommunale Unternehmen und Eigenbetriebe, insbesondere Stadtwerke und Energieversorger,
- Netzbetreiber (Wärme-, Gas- und Stromnetze),
- Wohnungswirtschaft (kommunale, genossenschaftliche und private Wohnungsunternehmen),
- Gewerbe-, Industrie- und Handwerksbetriebe mit hohem Wärmebedarf,
- Landwirtschaftliche Betriebe und Betreiber erneuerbarer Energieanlagen,

- Planungs- und Fachbüros, Verbände und Interessenvertretungen,
- Zivilgesellschaftliche Akteure, darunter Umwelt- und Klimaschutzinitiativen,
- Bürgerinnen und Bürger als zentrale Zielgruppe und zukünftige Umsetzer von Maßnahmen auf Gebäudeebene.

Die Akteursanalyse dient als Grundlage für die zielgerichtete Ansprache der einzelnen Gruppen und für die Auswahl geeigneter Beteiligungs- und Kommunikationsformate.

b) Beteiligungskonzept während der Erstellung der Wärmeplanung

Für den Zeitraum der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung im Passauer Oberland wird ein mehrstufiges Beteiligungskonzept entwickelt, das sowohl die wesentlichen Akteure als auch die breite Öffentlichkeit einbindet.

Die Beteiligung der zentralen Akteure erfolgt insbesondere durch:

- bilaterale Fachgespräche mit Verwaltung, Stadtwerken und Netzbetreibern,
- regelmäßige Abstimmungstermine mit politischen Entscheidungsträgern.

Die Beteiligung der Bürgerschaft erfolgt über niedrigschwellige und transparente Formate, wie:

- öffentliche Informationsveranstaltungen und Bürgerversammlungen,
- digitale Beteiligungsformate (z. B. Online-Umfragen),
- Veröffentlichung von Zwischenergebnissen und Erläuterung zentraler Annahmen und Ergebnisse.

Ziel des Beteiligungskonzepts ist es, Hinweise und lokales Wissen frühzeitig in die Planung einzubeziehen, Erwartungen und Bedenken transparent zu machen und eine breite Akzeptanz für die kommunale Wärmeplanung zu schaffen. Die Ergebnisse der Beteiligungsprozesse werden dokumentiert und fließen – soweit fachlich und rechtlich möglich – in die weitere Planung ein.

Einordnung für die Umsetzungsphase

Die Kommunikationsstrategie endet nicht mit dem Abschluss der Wärmeplanung, sondern bildet die Grundlage für die spätere Umsetzung im Passauer Oberland. Durch kontinuierliche Information, zielgruppenspezifische Ansprache und transparente Kommunikation sollen Investitionsentscheidungen unterstützt und die Umsetzung konkreter Maßnahmen begleitet werden. Die Firma Nigl + Mader GmbH steht darüber hinaus weiterhin beratend für Gebäudeeigentümer und Großverbraucher zur Verfügung – unter anderem im Hinblick auf Sanierungen, klimafreundliches Heizen, Photovoltaik-Anlagen sowie zukünftige Planungen von Wärmenetzen und weiteren Maßnahmen.

ÖB.2 Durchführung für die wesentlichen Akteure

Durchführung der Beteiligung wesentlicher Akteure in der Kommunalen Wärmeplanung

Die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erfordert die systematische Einbindung aller relevanten Akteure. Dies umfasst sowohl interne Verwaltungseinheiten, politische Gremien als auch externe Partner.

Beteiligung der Verwaltungseinheiten

Die Verwaltungseinheiten der Kommune werden regelmäßig informiert und aktiv in den Planungsprozess eingebunden. Der Auftragnehmer unterstützt hierbei durch die Teilnahme an Besprechungsterminen und stellt sicher, dass die beteiligten Stellen kontinuierlich über den Fortschritt der Wärmeplanung informiert sind.

Beteiligung der politischen Gremien

Die politischen Gremien werden durch die Verwaltung bei der Ausarbeitung von Sitzungsvorlagen unterstützt. Der Auftragnehmer bereitet Präsentationen vor und führt diese während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung in den Gremien durch. Geplant sind hierbei drei Termine, um die politischen Entscheidungsträger frühzeitig und umfassend einzubeziehen.

Beteiligung externer wesentlicher Akteure

Wesentliche externe Akteure wie Energieunternehmen, Wohnungswirtschaft, Großverbraucher sowie Träger öffentlicher Belange wurden frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden. Die Kommunen wurden durch die Umsetzungsstrategien auf geeignete Austauschformate hingewiesen, sodass die geplanten Maßnahmen gegenüber den Akteuren gezielt erläutert und deren Bedarfe sowie Perspektiven in die Planung einbezogen werden konnten. Da es insbesondere bei Großverbrauchern keine Pflicht zur Bereitstellung von Daten gibt, sind bislang nur vereinzelt Rückmeldungen eingegangen.

Auswertung der Stellungnahmen

Alle eingegangenen Stellungnahmen der beteiligten Akteure werden systematisch ausgewertet. Die Ergebnisse fließen in die weitere Planung, den Endbericht sowie den Planwerk ein. Die Bearbeiter der Firma Nigl + Mader GmbH integrieren zudem alle relevanten Daten und Unterlagen der Kommunen in die Projektunterlagen. Darüber hinaus unterstützt der Auftragnehmer bei der Erstellung und Auswertung eines Maßnahmenkatalogs, um unterschiedliche Interessen transparent darzustellen und in der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.

Durch diese strukturierte Vorgehensweise wird gewährleistet, dass die kommunale Wärmeplanung fundiert, nachvollziehbar und unter Einbeziehung aller relevanten Akteure durchgeführt wird.

ÖB.3 Durchführung für die Bürgerschaft

Durchführung der Beteiligung der Bürgerschaft in der Kommunalen Wärmeplanung

Die Einbindung der Bürgerschaft ist ein zentraler Bestandteil der Kommunalen Wärmeplanung, um Transparenz zu gewährleisten und die Akzeptanz der Planungsentscheidungen zu fördern.

Information der Öffentlichkeit über den Beschluss zur Durchführung

Die Kommune informiert die Öffentlichkeit über den Beschluss zur Durchführung der Kommunalen Wärmeplanung. Der Auftragnehmer unterstützt die Verwaltung bei der Bekanntmachung, insbesondere über geeignete Kanäle wie die kommunale Website, gemäß § 13 Absatz 2 WPG.

Information der Öffentlichkeit über relevante Zwischenergebnisse

Die Bürgerschaft wird regelmäßig über die Ergebnisse der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse informiert. Der Auftragnehmer unterstützt die Verwaltung bei der Aufbereitung und Veröffentlichung der Informationen, unter anderem online, um den Planungsprozess transparent darzustellen (§ 13 Absatz 2 WPG).

Information der Öffentlichkeit über die Ergebnisse des Zielszenarios

Die Ergebnisse des entwickelten Zielszenarios werden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Der Auftragnehmer leistet fachliche Zuarbeit, um die Möglichkeit zur Einsichtnahme der Ergebnisse und zur Abgabe von Stellungnahmen über einen Zeitraum von einem Monat zu gewährleisten (§ 13 Absatz 4 WPG).

Durchführung einer Informationsveranstaltung

Zur direkten Bürgerinformation unterstützt der Auftragnehmer die Verwaltung bei der Organisation und Durchführung einer Informationsveranstaltung. Ziel ist es, die Planung, die Vorgehensweise und die Ergebnisse des Zielszenarios verständlich zu präsentieren und den Bürgerinnen und Bürgern Gelegenheit zu Rückfragen zu geben.

Auswertung der Stellungnahmen der Bürgerschaft

Alle eingegangenen Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit werden systematisch ausgewertet. Die Ergebnisse fließen in die weitere Planung, den Endbericht und das Planwerk ein, sodass die Anregungen und Bedenken der Bürgerschaft angemessen berücksichtigt werden.

Durch diese strukturierte Informations- und Beteiligungsstrategie wird sichergestellt, dass die Bürgerschaft aktiv in den Planungsprozess eingebunden wird und die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung nachvollziehbar und transparent dargestellt werden.

Tabelle 1: Gebäudetyp mit der jeweiligen Anzahl 10
Tabelle 2: Anzahl der Gebäude aufgeteilt auf Sektor und Wärmeverbrauch 13
Tabelle 3: Übersicht der Wärmeerzeuger nach Typ, Anzahl und Jahreswärmeverbrauch 15
Tabelle 4: Übersicht der Bisko-Sektoren aufgeteilt auf Anzahl und Wärmebedarf 17
Tabelle 5: Übersicht der Bisko - Sektoren aufgeteilt auf Anzahl und Wärmeverbrauch 19
Tabelle 6: Übersicht der Kommunalen Liegenschaften 21
Tabelle 7: Übersicht der Versorgungsarten mit den jeweiligen Wärmeverbrauch 23
Tabelle 8: Parameter der Gemeinde Tittling 25
Tabelle 9: Auflistung der Großverbraucher mit den jeweiligen Wärmeverbrauch 28
Tabelle 10: Reduzierung des Wärmebedarfs nach kompletter Sanierung 38
Tabelle 11: Darstellung der angenommenen Szenarien 48
Tabelle 12: Entzugsleistungen 51
Tabelle 13: Wärmedeckungspotenzial der jeweiligen Szenarien 51
Tabelle 14: Anzahl der Brunnenpaare pro Gemeinde 58
Tabelle 15: Entzugsenergie pro Gemeinde 59
Tabelle 16: Globalstrahlung 2014 Standort Kringell 66
Tabelle 17: Wärmepotenzial auf die jeweiligen Flächen 67
Tabelle 18: Mögliche Abkühlungen des jeweiligen Monats 71
Tabelle 19: Berechnungen der Betriebsstunden des jeweiligen Potenzials 72
Tabelle 20: Möglich Abkühlungen der jeweiligen Monate in der Donau 73
Tabelle 21: Berechnungen der Betriebsstunden des jeweiligen Monats 74
Tabelle 22: Berechnung des Wärmespeichers 76
Tabelle 23: Photovoltaik Berechnung zentral 80
Tabelle 24: Parameter der beiden Windkraftanlagen 86
Tabelle 25: Standortertrag in den verschiedenen Höhen 86
Tabelle 26: CO2-Einsparung auf die Zieljahre 95
Tabelle 27: Beschreibung der Akteure 109

Abbildung 1: Baublockbezogene Darstellung Baualtersklassen 11
Abbildung 2: Baublockbezogene Darstellung des Siedlungstypen 12
Abbildung 3: Anzahl der Gebäude nach Baualtersklassen 13
Abbildung 4: Baublockbezogene Darstellung nach Energieträgern 14
Abbildung 5: Wärmebedarf - Nutzenergie pro m² Gebäudenutzfläche 16
Abbildung 6: Wärmeverbrauch - Gemischt 18
Abbildung 7: Wärmeverbrauch der Gemeinde Tittling 20
Abbildung 8: Karten mit den gekennzeichneten Kommunalen Liegenschaften 22
Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung des Wärmebedarfs 24
Abbildung 10: Straßenbezogene Darstellung des Wärmebedarfs 26
Abbildung 11: Standortbezogene Darstellung der regionalen Großverbraucher 27
Abbildung 12: Heatmap der Gemeinde Tittling 29
Abbildung 13: Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t/a 30
Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t 31
Abbildung 15: Heatmap Darstellung der CO_2 - Emissionen Wärme in t 32
Abbildung 16: Fernwärmeeignungsgebiete 34
Abbildung 17: Sanierungsstand IST-Zustand 36
Abbildung 18: Mögliches Sanierungspotenzial 37
Abbildung 19: Mögliche Wärmepumpeneignung 43
Abbildung 20: Mögliche Wärmeleitfähigkeit der ILE Passauer Oberland 46
Abbildung 21: Bestehende Bohrung der ILE Passauer Oberland 47
Abbildung 22: Darstellung der 5%, 10%, 15% auf das Gebiet 49
Abbildung 23: Darstellung hydrogeologischen Einheiten 56
Abbildung 24: Entzugsleistung bei Brunnen - potentielle Fläche am Beispiel Windorf 57
Abbildung 25: Geothermie Atlas 61
Abbildung 26: Eigenbedarf Solarthermie 63
Abbildung 27: Aufbau eines Röhrenkollektors 65
Abbildung 28: Abflussmenge der Ilz 69
Abbildung 29: Wasserstand der Ilz 70
Abbildung 30: Wassertemperatur der Ilz 70
Abbildung 31: Vorangebet für Windkraftanlagen 83
Abbildung 32: Mögliche Standorte in der ILE Passauer Oberland 84
Abbildung 33: Darstellung zweier möglicher Windkraftanlagen 85
Abbildung 34: Darstellung der Startgeschwindigkeit einer Windkraftanlage 87
Abbildung 35: Dartstellung der Entfernungen zur Windkraftanalage 88
Abbildung 36: Bebauung und Darstellung der Entfernung der Windkraftanlage 89
Abbildung 37: Entwicklung der Energieträger bis 2045 95
Abbildung 38: Dartstellung Sanierungsstand 2045 99