

GP JOULE

TRUST YOUR ENERGY.

Kommunale Wärmeplanung Abschlussbericht

Gemeinde Bubenreuth



aufgetragen durch

Gemeinde Bubenreuth
Der Bürgermeister
Birkenallee 51
91088 Bubenreuth

ausgestellt durch



GP JOULE Consult GmbH & Co. KG
Maierhof 1
86647 Buttenwiesen

Bearbeitung: Hannah Weber, Lukas Kupfer, Sophie Nerlinger

Zusammenfassung

Der kommunale Wärmeplan für die Gemeinde Bubenreuth stellt eine wesentliche strategische Basis für die Energiewende auf kommunaler Ebene dar. In den kommenden Jahren wird er eine zentrale Rolle in der lokalpolitischen Landschaft einnehmen. Der Wärmeplan definiert wichtige Zielvorgaben für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 und dient als Leitfaden für politische Entscheidungsprozesse, indem er konkrete Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen im Wärmesektor festlegt.

Strategische Bedeutung und Zielsetzungen

Der Plan ist konzipiert, um Orientierung für gezielte Investitionen in eine nachhaltige Infrastruktur zu bieten. Solche Investitionen sind entscheidend für die Erreichung der Klimaziele und setzen gleichzeitig wirtschaftliche Impulse durch die Förderung regionaler Energielösungen. Langfristig zielt Bubenreuth darauf ab, bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen, wobei erneuerbare Energien und Effizienzsteigerungen eine Schlüsselrolle spielen.

Ausgangspunkt und Analyse

Der Gesamtwärmebedarf in Bubenreuth beträgt ca. 45 GWh/Jahr. 94 % des Wärmebedarfs liegt dabei im privaten Wohnsektor. Gewerbe, Handel und Dienstleistungen folgen mit 4 %, und die öffentlichen Liegenschaften benötigen ca. 2 % des jährlichen Wärmebedarfs.

Die Wärmeversorgung in Bubenreuth ist derzeit hauptsächlich fossil geprägt: 88 % der Gebäude werden mit fossilen Brennstoffen beheizt, vor allem Heizöl (62 %) und Gas (30 %).

Damit führt die Wärmebereitstellungen in Bubenreuth derzeit zu jährlichen Treibhausgasemissionen von etwa 11.118 Tonnen CO₂-e.

Fast das gesamte Gemeindegebiet in Bubenreuth weist ein Potenzial für Wärmenetze auf.

Umsetzung und Maßnahmen

Im Bericht wird der Aufbau von Wärmenetzen im Süden und im Norden als Möglichkeit vorgeschlagen, die Wärmeversorgung in Bubenreuth neu zu organisieren. Diese Maßnahmen sollen die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduzieren und den Einsatz erneuerbarer Energien steigern, sodass eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Bubenreuth bis 2040 umgesetzt werden kann. Ein zentraler Bestandteil für die Umsetzung sind Machbarkeitsstudien zur Untersuchung neuer Wärmenetze. Diese Studien sollen die wirtschaftlichen Betriebsmöglichkeiten sowie den sinnvollen Einsatz erneuerbarer Wärmequellen analysieren. Wärmeerzeuger wie Groß-Wärmepumpen und die Nutzung von Geothermie oder Grundwasserwärme stehen im Fokus.

Rahmenbedingungen und Kooperation

Wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen spielen eine zentrale Rolle für den Erfolg der Wärmewende in Bubenreuth. Eine effektive Zusammenarbeit aller Akteure - von der Kommune über die Bürger bis zur Wirtschaft - wird die Basis für die erfolgreiche Umsetzung legen. Ein kontinuierliches Monitoring und die flexible Anpassung der Maßnahmen angesichts sich ändernder Rahmenbedingungen sind essenziell für das Erreichen der Ziele bis 2040.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	III
1 Vorbemerkungen und Ziele	1
2 Beteiligung	3
3 Datengrundlage.....	3
3.1 Datenerhebung.....	3
3.2 Datenaufbereitung.....	3
3.3 Datenqualität.....	4
3.4 Datenschutz	5
4 Bestandsanalyse	6
4.1 Gemeinde- und Gebäudestruktur	6
4.1.1 Siedlungstypologie	6
4.1.2 Verteilung der Baualtersklassen in Bubenreuth	8
4.1.3 Sanierungspotenziale	9
4.2 Wärmebedarf	11
4.2.1 Wärmebedarf nach Sektoren.....	11
4.2.2 Wärmebedarf nach Energieträgern.....	12
4.2.3 Wärmeverbrauchsichte und Wärmeliniendichte	12
4.2.4 Großverbraucher.....	14
4.3 Wärmeerzeugung.....	14
4.3.1 Dezentrale Wärmeerzeuger.....	14
4.3.2 Altersklassenverteilung der Feuerstätten.....	15
4.3.3 Treibhausgasemissionen nach Sektoren.....	16
4.4 Wärmebedarfsdichte und Wärmenetzsignung	18
4.4.1 Potenzialbetrachtung für Wärmenetze:.....	18
4.4.2 Wärmedichten möglicher Potenzialgebiete	19
4.5 Kältebedarf	21
4.6 Fazit: Bestandsanalyse.....	22
5 Prognose zukünftiger Wärmebedarfe.....	23
5.1 Demografische Entwicklung.....	23
5.2 Klimawandeleffekte	23
5.2.1 Temperaturanstieg und Wasserverfügbarkeit.....	23
5.2.2 Anpassung der Wärmeplanung	23
5.3 Änderungen der Nutzungsgewohnheiten.....	23

5.4	Definition einer Rate der Gebäudesanierung	23
5.5	Sanierungsquoten und gesetzliche Regelungen	
	in Deutschland und Bubenreuth	24
5.5.1	Sanierungsquoten in Deutschland	24
5.5.2	Sanierungsquoten und Status in Bubenreuth	24
5.5.3	Zusammenfassung Sanierungsquoten	24
5.6	Änderungen im Gebäudebestand	24
5.7	Bevölkerungsentwicklung	24
5.7.1	Alternde Bevölkerung	24
5.7.2	Bevölkerungsprognose	25
6	Potenzialanalyse	26
6.1	Energieerzeugungspotenziale	27
6.1.1	Solarpotenzial	28
6.1.2	Windpotenzial	31
6.1.3	Solarthermiefpotenzial	32
6.1.4	Biomassepotenzial	32
6.1.5	Umweltwärmepotenzial	33
6.1.6	Abwärmepotenzial	35
6.1.7	Geothermische Potenziale	35
6.2	Speicherpotenziale	38
6.3	Zwischenfazit: Potenzialanalyse	39
7	Zielszenarien	40
7.1	Methodik und Annahmen	40
7.2	Einteilung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete	41
7.3	Zielszenarien für Wärmeversorgung von Bubenreuth	44
7.4	Steckbriefe Fokusgebiete	46
7.4.1	Bubenreuth Nord - Wohngebiet	47
7.4.2	Bubenreuth Süd - Wohngebiet	48
7.5	Zwischenfazit: Zielszenarien	49
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	50
8.1	Strategie	50
8.2	Umsetzungshemmnisse	51
8.3	Maßnahmen	52
8.3.1	Maßnahme 1: Regelmäßige Erfassung und Aufbereitung der Verbrauchsdaten der Kommunale Liegenschaften	52

8.3.2	Maßnahme 2:.....	
	BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Nord.....	53
8.3.3	Maßnahme 3:.....	
	BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Süd.....	55
8.3.4	Zeitplan.....	57
8.4	Monitoring.....	59
9	Fazit.....	60
10	Ausblick.....	61
	Literaturverzeichnis.....	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Datenbasis einer kommunalen Wärmeplanung (eigene Darstellung).....	6
Abbildung 2: Gebäudestruktur und -verteilung in der Gemeinde Bubenreuth (eigene Darstellung) - Verteilung der Gebäudestruktur in Bubenreuth	7
Abbildung 3: Verteilung des Gebäudebestandes in Bubenreuth nach Gebäudeart (Quelle: eigene Darstellung).....	7
Abbildung 4: Anteile der unterschiedlichen Baualtersklassen am Gesamtgebäudebestand in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung nach Zensus2022)	8
Abbildung 5: Verteilung der Baualtersklassen nach Baublöcken in Bubenreuth (Quelle: Zensus 2022).....	9
Abbildung 6: Verteilung der Energieeffizienzklassen der Gebäude in Bubenreuth (eigene Darstellung).....	11
Abbildung 7: Wärmebedarfe nach Sektoren (Quelle: eigene Darstellung)	11
Abbildung 8: Wärmebedarfe nach Energieträgern (Quelle: eigene Darstellung)	12
Abbildung 9: Wärmelinienichten in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)	14
Abbildung 10: Verteilung der Energiebereitsteller. (Quelle: eigene Darstellung).....	15
Abbildung 11: Verteilung der Altersklassen der Feuerstätten (Quelle: eigene Darstellung gem. gemeldeter Schornsteinfegerdaten).....	16
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Bubenreuth des CO ₂ -Äquivalenten (CO ₂ e) pro Jahr. (Quelle: eigene Darstellung)	16
Abbildung 13: Ersteinschätzung der Eignung für Wärmenetzgebiete; Orange=Gering, Grün=Hoch (Quelle: eigene Darstellung)	19
Abbildung 14: Detaildarstellung Wärmedichte der Stadtmitte Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung).....	20
Abbildung 15: Geclusterter Wärmebedarf in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)...	21
Abbildung 16 Potenzialflächen für Freiflächen-PV (Quelle: eigene Darstellung)	29
Abbildung 17 Gebäude Dachflächenpotenziale (Quelle: eigene Darstellung)	30
Abbildung 18 Wind- Potenzialgebiete (Quelle: eigene Darstellung).....	31
Abbildung 19: Biomassepotenzial Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)	32
Abbildung 20 Temperaturverlauf der Regnitz mit Potenziellen Wärmebereitstellung in Bubenreuth	34
Abbildung 21 Verfügbare Umweltwärme der Regnitz in Abhängigkeit der maximal zulässigen Abkühlung.....	35
Abbildung 22 Geothermie Sonden - Potenziale, Betrachtung von Erdwärmesonden in 100m Tiefe (Quelle: eigene Darstellung).....	36

Abbildung 23 Geothermie Kollektoren - Potenziale, Betrachtung von Erdwärmekollektoren in den oberen 10m des Untergrunds (Quelle: eigene Darstellung)	37
Abbildung 24 Verbreitung des Mittel- bis Tiefen Geothermie Potenzial (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2025))	38
Abbildung 25 Gebietsunterscheidung im Zonierungsansatz	41
Abbildung 26 Methodik zur Ausweisung von Wärmeversorgungsgebieten und Arten	42
Abbildung 27 Zonierung der Betrachtungsgebiete	43
Abbildung 28: Prozessdarstellung Zielszenarienentwicklung	44
Abbildung 29 Szenarienbasierte Entwicklung des Wärmebedarfs in Bubenreuth, 2025, 2035 und 2040	45
Abbildung 30: Fokusgebiete und Ergebnisse des Zonierungsansatzes	46
Abbildung 31 Entwicklungspfad der Wärmeversorgung mit Zielbild 2040	49
Abbildung 32: Zeitplan Maßnahmenumsetzung	57
Abbildung 33: Abhängigkeiten der Entscheidungspunkte	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Für die Bestandsanalyse erhobene Daten und die dazugehörige Datengüte	4
Tabelle 2: Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden mit Endenergiebedarf und Anzahl der Gebäude	9
Tabelle 3: Anzahl der Gebäude in Bubenreuth verteilt auf die Baualterungsklassen	10
Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte (eigene Darstellung nach: „Leitfaden Wärmeplanung“ 2024)	13
Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienendichte (eigene Darstellung nach: „Leitfaden Wärmeplanung“ 2024)	13
Tabelle 6: Emissionsfaktoren und Entwicklung in den kommenden 16 Jahren (eigene Darstellung nach: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH u. a. 2024)	17
Tabelle 7: Technische Erzeugungspotenziale für Erneuerbare Energiequellen in Bubenreuth	28
Tabelle 8 Nutzbare Temperaturdifferenz bei 5°C Wassertemperatur der Regnitz	34
Tabelle 9 Parameter zur beispielhaften Berechnung der Umweltwärme der Regnitz im Jahresverlauf	35

1 Vorbemerkungen und Ziele

Klimapolitischer Rahmen als Ausgangspunkt

Am 12. Dezember 2015 wurde auf der Internationalen Klimaschutzkonferenz (COP 21) das „Übereinkommen von Paris“ als rechtsverbindliches und weltweites Klimaschutzabkommen von 196 Ländern beschlossen. Das Ziel des „Paris Agreement“ ist die Begrenzung der globalen Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, idealerweise auf unter 1,5 °C, im Vergleich zum vorindustriellen Temperaturniveau (Paris 2015).

Das europäische Klimaschutzgesetz (2021) institutionalisiert die Ziele des Paris Abkommens in Europa und legt rechtsverbindlich fest, dass die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 1990 reduziert werden müssen. Die Strategie „EU Green Deal“, das Maßnahmenpaket „Fit-for-55“ sowie weitere Initiativen werden umgesetzt, um Klimaneutralität in Europa zu erreichen (Tietz 2023).

In Deutschland ist der Klimaschutz rechtsverbindlich durch das Bundes-Klimaschutzgesetz (2021) geregelt. Die Treibhausgasemissionen müssen gegenüber 1990 um 65 % bis 2030 und um 88 % bis 2040 reduziert werden. Im Jahr 2045 muss Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden. Um diese Ziele zu erreichen, hat die Bundesregierung u.a. das Klimaschutzsofortprogramm veröffentlicht.

Das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (WPG) (BMWK 2023) verpflichtet die Länder sicherzustellen, dass in allen Gemeinden eine kommunale Wärmeplanung durchgeführt wird. Die dafür erforderlichen gesetzlichen Regelungen in Bayern wurden in die Verordnung zur „Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften“ aufgenommen und sind am 2. Januar 2025 in Kraft getreten.

Kommunale Wärmeplanung für eine erfolgreiche Wärmewende

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument, das als Leitfaden und Orientierung für die operative Umsetzung der Wärmewende bis zum Jahr 2045, im Rahmen einer nachhaltigen Stadtentwicklung, dienen soll. Dabei stehen Energieeinsparungen, die Umstellung der Versorgung mit Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbare Energien und Abwärme sowie der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung im Vordergrund. Bei der Ausgestaltung der Kommunalen Wärmeplanung sind verschiedene Zielkategorien zu berücksichtigen (BMWK 2024):

- treibhausgasneutral und nachhaltig
- resilient
- sparsam und kosteneffizient
- bezahlbar

Der Prozess der Kommunalen Wärmeplanung wird typischerweise in die folgenden Hauptphasen unterteilt:

- Beschluss zur Durchführung (Gemeinderat)
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Zielszenario
- Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen
- Dokumentation der Ergebnisse

Dieser Prozess wird durch eine Kommunikations- und Beteiligungsstrategie begleitet, um die Bedürfnisse der jeweiligen Gruppen zu berücksichtigen und eine unterstützungsorientierte Zusammenarbeit zu fördern.

Kommunale Ziele

Die Gemeinde Bubenreuth hat bereits im Oktober 2011 den Beschluss gefasst, dass der gesamte Energiebedarf der Kommune künftig aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. (Verwaltung der Gemeinde und Energiewende Bubenreuth 2021)

Im Rahmen dieser Bemühungen hat die Gemeinde 2016 bis 2017 eine Energienutzungsplan (ENP) für die Gemeinde Bubenreuth erarbeitet und regelmäßig fortgeschrieben („Energienutzungsplan für die Gemeinde Bubenreuth“ 2017). Verschiedene, identifizierte Maßnahmen konnten bereits umgesetzt werden. U.a. wurde im Norden der Gemeinde eine 8,2 ha umfassende Photovoltaik-Anlage mit mehr als 6 MWp errichtet und trägt maßgeblich zur CO₂-Reduzierung im Stromsektor bei.

Im Wärmesektor plant die Gemeinde Bubenreuth derzeit die Errichtung eines Wärmenetzes für das Gemeindegebiet. Die Wärmeerzeugung soll dabei mithilfe einer Großwärmepumpe durch Umweltwärme und Strom CO₂-neutral bereitgestellt werden.

2 Beteiligung

Die Beteiligung von Verwaltungseinheiten und allen weiteren relevanten Akteuren wurde unter den Maßgaben nach §7 WPG umgesetzt. Die Kommune war intensiv in den Prozess eingebunden, indem sie während des Prozesses in regelmäßigen Terminen den Fortschritt der Wärmeplanung begutachten und kommentieren konnte, ergänzt durch weitere bedarfsorientierte Absprachen. Darüber hinaus wird die Entwurfsfassung der Wärmeplanung in einer Stadtvertreterversammlung umfassend präsentiert, um sicherzustellen, dass die politischen Entscheidungsträger frühzeitig einbezogen sowie die notwendigen Diskussionen und Entscheidungen auf fundierter Grundlage getroffen werden konnten.

Die Bürgerbeteiligung und Stakeholder-Integration in der kommunalen Wärmeplanung sind von großer Bedeutung. Sie fördern die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung für geplante Maßnahmen. Die Projektergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in Bubenreuth werden für die Bürgerinnen und Bürger aufbereitet, in der die Meilensteine, Arbeitspakete und Maßnahmen übersichtlich dargestellt werden. Diese Informationen werden in einer Bürgerinformationsveranstaltung präsentiert und die Gemeinde steht bei Rückfragen und Anmerkungen zur Verfügung.

3 Datengrundlage

3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfordert eine enge Zusammenarbeit mit der Kommune. Neben Verbrauchsdaten vom Strom- und Gasnetzbetreiber, der Bayernwerk Netz GmbH, wurden die Kehrbuschdaten und Verbrauchsdaten öffentlicher Liegenschaften zur Wärmeplanung genutzt. Die Einbindung potenzieller Großabnehmer fand in Bubenreuth nicht statt, da von hier kein relevantes Potenzial vorliegt. Weitere Quellen umfassen das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur sowie die Einbindung der Erhebungsdaten aus dem Zensus 2022.

Bei der Datenaufbereitung ist sicherzustellen, dass durch eine Clusterung keine individuellen Rückschlüsse auf Einzelpersonen oder Haushalte möglich sind. Diese Clusterung ist üblicherweise auf Häuser - oder Straßenblöcke mit jeweils mehr als fünf Haushalten ausgelegt. Die Kehrbuschdaten enthalten Informationen zu Heizsystemen, wie Alter und Befeuerungsart und werden anonymisiert bereitgestellt. Gebäudescharfe Daten werden von Stakeholdern erfragt und direkt zugeordnet.

3.2 Datenaufbereitung

Die Methodik zur Erfassung und Betrachtung der genutzten Datensätze ist abhängig von der Datenart und -relevanz. Verbrauchsdatensätze, wie die der Energieversorgungsunternehmen, Netzversorger und Schornsteinfeger der Region, dürfen nach Abschnitt 3 des Wärmeplanungsgesetzes erhoben und verarbeitet werden. Dies gewährleistet die Verfügbarkeit und Berücksichtigung realer Verbrauchsdaten in den Betrachtungen. Andere Datenquellen, die nicht der Pflicht zur Datenbereitstellung unterliegen, wie spezifische Wärmeverbräuche von Großabnehmern oder der Kommune, basieren auf der freiwilligen Mitarbeit der entsprechenden Akteure. Frei verfügbare Daten werden über gängige

Portale, wie beispielsweise dem Markstammdatenregister, dem Geoportal Bayernatlas oder dem Energie-Atlas Bayern gesammelt.

Sobald alle Daten vorliegen, werden sie gemeinsam betrachtet und bewertet. Dabei können Datensätze und Werte, die sich überschneiden, nicht ausgeschlossen werden.

Bedarfsdaten sind und bleiben wichtig für ein umfassendes Bild, insbesondere wenn Realdaten unvollständig oder nicht verfügbar sind. Statistische Daten tragen zur Identifikation von Abweichungen und Trends bei, die durch lokale Faktoren wie Gebäudeeffizienz und Sanierungsgrad beeinflusst werden.

3.3 Datenqualität

Aufgrund der Diversität der Daten wird die Qualität der erfassten Daten in einem Bewertungssystem von vier Datengüteklassen nach BSKO (Hertle u. a., o. J.) wie folgt differenziert:

Datengüte A: Regionale Primärdaten

Datengüte B: Hochrechnung regionaler Primärdaten

Datengüte C: Regionale Kennwerte und Statistiken

Datengüte D: Bundesweite Kennzahlen

In Bubenreuth basiert die Datenerhebung auf den Qualitätsstufen A bis D. Die Umfrageergebnisse zu Energieverbräuchen der Ankerkunden bzw. Großverbraucher, die kommunalen Verbrauchsdaten, die Energiedaten der Bayernwerk Netz bzgl. Gasverbrauch und Stromverbrauch zu Heizzwecken wurden zur Verbesserung der Bestandsdatenqualität in den digitalen Zwilling eingeladen. Weitere Datenquellen, die genutzt wurden, sind die Abfrage der Anzahl der Öllagerstätten sowie Verteilung und Alter der Heizsysteme durch die Bezirksschornsteinfeger.

Tabelle 1: Für die Bestandsanalyse erhobene Daten und die dazugehörige Datengüte

Art der Daten	Datenquelle	Datengüte
Flächennutzungsplan	Kommunalvertretung	A
Einwohneranzahl	Bayerisches Landesamt für Statistik	C
Demographie	Bayerisches Landesamt für Statistik	C
Gasverbräuche und Stromverbrauch zu Heizzwecken	Bayernwerk Netz GmbH	C
Kommunale Strom und Wärmeverbräuche	Kommunalvertretung	A
Baualter, Kesselalter, Art der Energieträger	Bayerisches Landesamt für Statistik	B
Energie - und Wärmebedarfe, Baualtersklassen	Zensus 2022	D

3.4 Datenschutz

Die Behandlung von Daten, die für die kommunale Wärmeplanung verwendet werden, erfolgt nach den Datenschutzvorgaben der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und des Wärmeplanungsgesetzes (WPG). Die Erstellung von Clustern zum Schutz der personenbezogenen Daten von Haushalten und Unternehmen sowie die Löschung dieser Daten nach Verwendung im Bearbeitungsprozess sind hierbei hervorzuheben.

Für die Datenerhebung von Energieverbräuchen dürfen laut WPG §10 keine personenbezogenen Daten verwendet werden. Diese Daten müssen in sogenannte Cluster aggregiert, das heißt zusammengefasst, werden. Dadurch ist der Schutz der Daten gesichert. Außerdem dürfen keine personenbezogenen Daten für die Potenzialanalyse genutzt werden (siehe §10 Abs.1 WPG). Auch dürfen keine personenbezogenen Daten veröffentlicht werden (§12 Abs. 1 Nr. 3 WPG) und müssen, sobald diese Daten nicht mehr benötigt werden, gelöscht werden (§12 Abs. 2).

4 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden der Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen und die bestehende Infrastruktur betrachtet. Diese Daten dienen als Grundlage für die Visualisierungen und Auswertung auf Basis des digitalen Zwillinges. Ein "digitaler Zwillings" modelliert die Wärmeversorgung einer Gemeinde basierend auf realen Daten zu Gebäuden, Infrastruktur und Energieverbrauch. Er erlaubt hierdurch die Betrachtung von unterschiedlichen Entwicklungsszenarien, um energetische, ökonomische und ökologische Potenziale in der Wärmeversorgung zu realisieren. Diese Softwaretools sind essenziell für fundierte Entscheidungen und Prognosen zur Nutzung erneuerbarer Energien.

Bestandsanalyse. Grundlage jeder kommunalen Wärmeplanung



GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

Abbildung 1: Darstellung der Datenbasis einer kommunalen Wärmeplanung (eigene Darstellung)

Die kommunale Wärmeplanung erfordert eine enge Zusammenarbeit verschiedener Akteure und eine solide Datengrundlage. Die Lenkungsgruppe übernimmt die Leitung und Koordination des Projekts, sorgt für die Einbindung relevanter Akteure und überwacht den Fortschritt. Bauleitpläne gewährleisten, dass bauliche Maßnahmen mit den Zielen der Wärmeplanung übereinstimmen, während Stadtentwicklungspläne die langfristige Integration der Wärmeplanung berücksichtigen. Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit fördern die Akzeptanz des Projekts durch Informationsbereitstellung und Einbindung der Bevölkerung. Der digitale Zwillings ermöglicht virtuelle Modellierung und Simulation zur Optimierung von Szenarien. Zudem werden demographische Entwicklungen einbezogen, um in den weiteren Schritten den zukünftigen Wärmebedarf zu planen.

4.1 Gemeinde- und Gebäudestruktur

4.1.1 Siedlungstypologie

Die Gemeinde Bubenreuth gehört zu dem Landkreis Erlangen-Höchstadt und zählt aktuell rund 4.590 Einwohnerinnen und Einwohner. Sie befindet sich an der Regnitz nördlich der Stadt Erlangen und ist baulich fast damit verschmolzen. Durch die Zuwanderung von vertriebenen Geigen- und Gitarrenbauer um 1950 weist die Gemeinde eine eher neuere

Siedlungsstruktur auf. Diese ist vor allem im südlichen Teil der Gemeinde zu erkennen. Das Gemeindegebiet von Bubenreuth umfasst eine Fläche von ca. 4,1 km² mit einem Häuserbestand von ca. 1364 Gebäuden, wovon 97 % auf Wohngebäude sind (Zensus 2022). Die Gebiete teilt sich räumlich zwischen Norden und Süden.

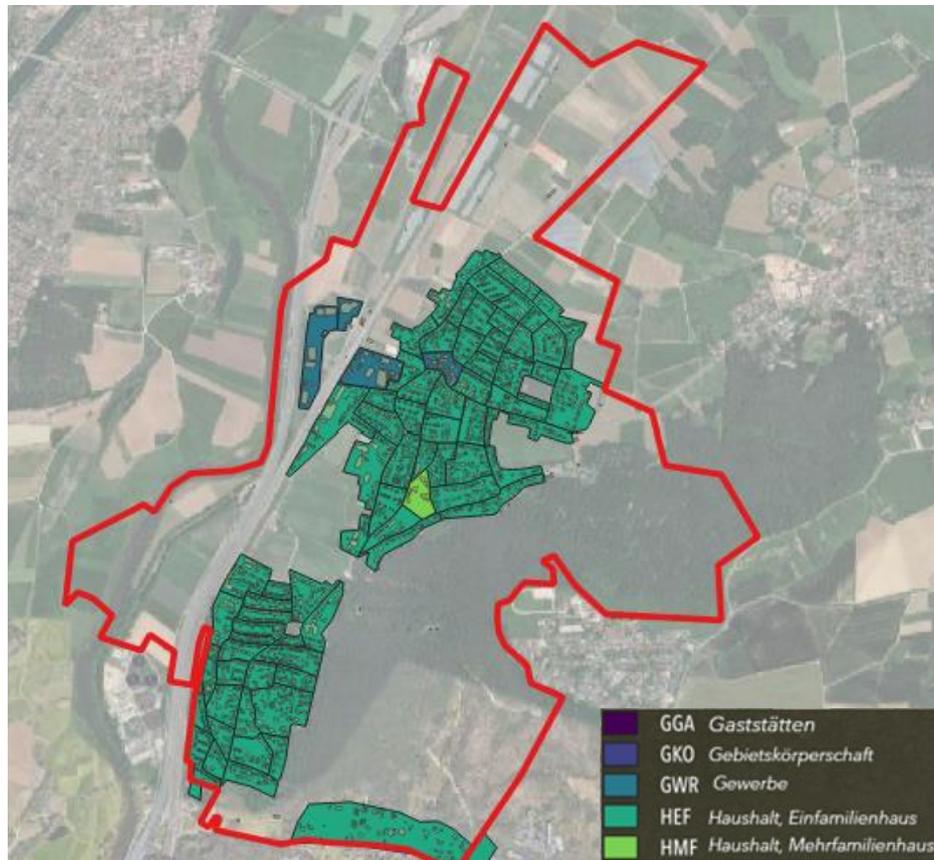


Abbildung 2: Gebäudestruktur und -verteilung in der Gemeinde Bubenreuth (eigene Darstellung) - Verteilung der Gebäudestruktur in Bubenreuth

Von den 1.364 Gebäuden in Bubenreuth entfallen 97 % auf private Haushalte, 2 % auf Gewerbe (GWR) und 1 % auf sonstige Gebäude. (vgl. Abbildung 3).

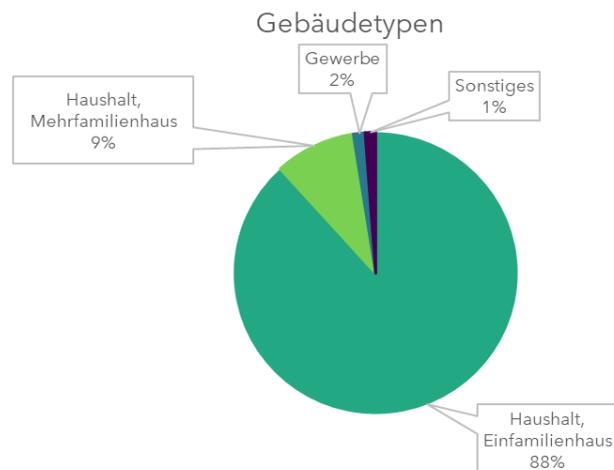


Abbildung 3: Verteilung des Gebäudebestandes in Bubenreuth nach Gebäudeart (Quelle: eigene Darstellung)

4.1.2 Verteilung der Baualtersklassen in Bubenreuth

Abbildung 4 zeigt die prozentuale Verteilung der Baujahresklassen der Gebäude in Bubenreuth.

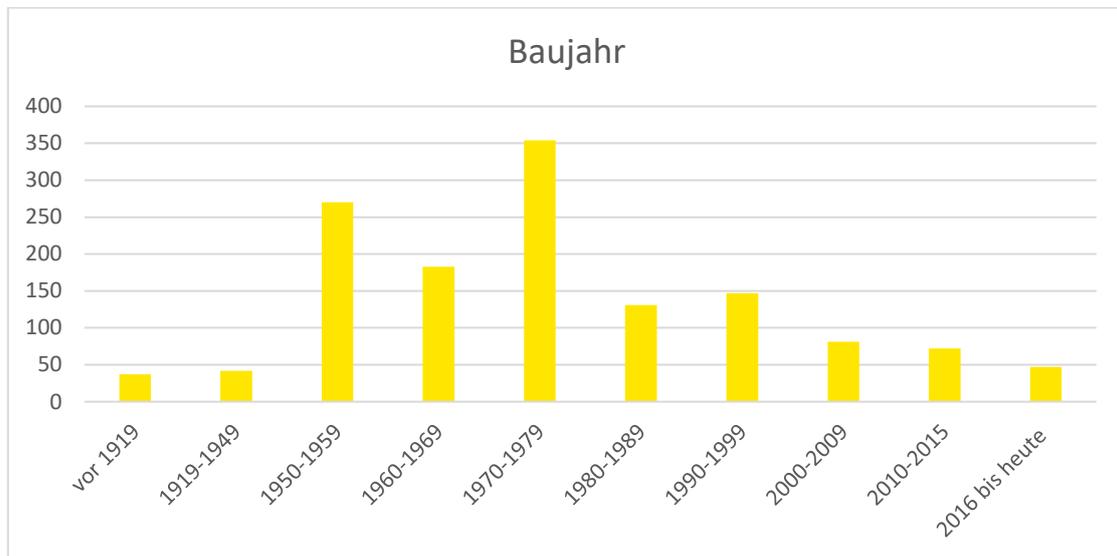


Abbildung 4: Anteile der unterschiedlichen Baualtersklassen am Gesamtgebäudebestand in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung nach Zensus2022)

Diese zeigt eine Dominanz der Bauaktivität in den Jahren 1970 bis 1979 mit einem Anteil von 26 %. Diese Verteilung entspricht der bundesweiten Struktur der Wohngebäude dieser Altersklasse (Statista 2024). Ein Anteil von 3 % verweist auf die historische Bauaktivität vor 1919. Die moderate Bauaktivität zwischen 1919 und 1949 führt zu einem Anteil von 3 %. In den Jahren zwischen 1950-1969 erhält Bubenreuth einen signifikanten Anstieg des Wohnungsbaus, welche auf die Aufnahme von Geflüchteten zurückzuführen ist. In den Folgejahren nach 1979 war ein deutlicher Rückgang der Bautätigkeiten zu erkennen. Durch den geringen Platz in der Gemeinde ist hier eine Grenze für einen großen Ausbau zu erwarten.

Abbildung 4 und Abbildung 5 veranschaulichen den überwiegend alten Gebäudebestand in Bubenreuth, sowie die Konzentration dieser alten Gebäude im nordwestlichen Gebiet im nördlichen Gemeindegebiet. Auch im südlichen Teil der Gemeinde ist eine überwiegende Alterungsstruktur von 1970-1979 zu erkennen. Diese Erkenntnisse stehen im direkten Zusammenhang mit dem energetischen Sanierungspotenzial und dem daraus resultierenden Energie- und Wärmeverbrauch.

Bei einem hohen Anteil älterer Gebäude ist die bedingt hohe Wärmeabnahme entscheidend für die ökonomische Attraktivität der Planung von Wärmenetzen. Ältere Gebäude weisen, trotz durchgeführter Sanierungsmaßnahmen, häufig einen weiterhin höheren Energiebedarf auf als energetisch effiziente Neubauten (Umweltbundesamt 2019). Die hohe Bebauungsdichte in Bubenreuth führt zu einer räumlichen Konkurrenzsituation, die die Installation von dezentralen Versorgungslösungen, wie Wärmepumpen, erschwert. Darüber hinaus können strukturelle Gegebenheiten, wie unter Denkmalschutz stehende Gebäude, die Möglichkeiten für energetische Sanierungen erschweren oder zum Teil sogar einschränken (Nair, Gireesh, Leo Verde, and Thomas Olofsson, o. J.).

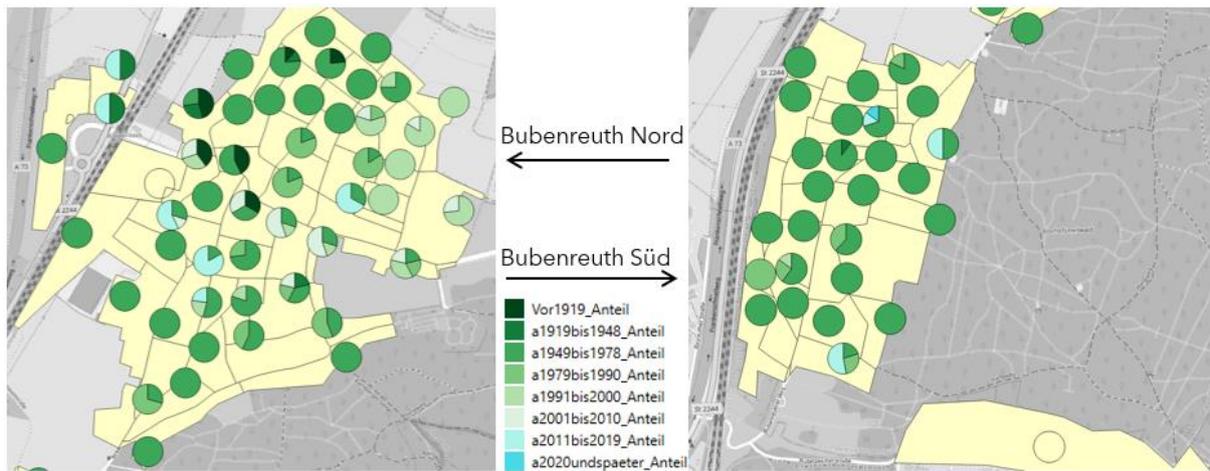


Abbildung 5: Verteilung der Baualtersklassen nach Baublöcken in Bubenreuth (Quelle: Zensus 2022)

4.1.3 Sanierungspotenziale

Zur vergleichbaren Bewertung der Sanierungsquoten und -potenziale im Verhältnis zu den bestehenden Gebäudetypen in Bubenreuth erfolgt die Einteilung nach den aktuellen Energieeffizienzklassen für Wohngebäude in Deutschland. Diese Einteilung basiert auf den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) in § 86 und Anlage 10. Die Klassifizierung ermöglicht eine schnelle und vergleichbare Bewertung des energetischen Zustands von Gebäuden. Eine bessere Energieeffizienzklasse (näher an A+) deutet auf eine höhere Energieeffizienz des Gebäudes hin, was zu niedrigeren Heizkosten und geringeren CO₂-Emissionen führt (ISTA 2024).

Die Energieeffizienzklassen reichen von A+ bis H und basieren auf dem jährlichen Endenergieverbrauch bzw. -bedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche. Die detaillierte Einteilung ist wie folgt:

Tabelle 2: Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden mit Endenergiebedarf und Anzahl der Gebäude

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf	Anzahl Gebäude in Bubenreuth	Vergleichswerte Baubestand
A+	≤ 30 kWh/m ² a		Effizienzhaus 40
A	≤ 50 kWh/m ² a	7	MFH Neubau
B	≤ 75 kWh/m ² a	24	EFH Neubau
C	≤ 100 kWh/m ² a	28	EFH energetisch gut modernisiert
D	≤ 130 kWh/m ² a	153	
E	≤ 160 kWh/m ² a	181	Durchschnitt Wohngebäudebestand

F	$\leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	471	MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert
G	$\leq 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	409	EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert
H	$> 250 \text{ kWh/m}^2$	9	

Tabelle 3: Anzahl der Gebäude in Bubenreuth verteilt auf die Baualterungsklassen

Baualterungsklassen	Anzahl der Gebäude in Bubenreuth
Vor 1919	37
1919 - 1949	42
1950 - 1959	270
1960 - 1969	183
1970 - 1979	354
1980 - 1989	131
1990 - 1999	147
2000 - 2009	81
2010-2015	72
2016 - heute	47

Der Großteil der Gebäude stammt aus der Zeit 1950 bis 1979, was sich in den hohen Anteilen der Effizienzklassen E und F widerspiegelt (siehe Abbildung 6). Dies weist auf einen erheblichen Modernisierungsbedarf hin, insbesondere bei Gebäuden der Klasse E, die durch energetische Sanierungen in bessere Effizienzklassen überführt werden könnten. Der Fokus sollte auf der Sanierung von Gebäuden in den Klassen E, F, G und H liegen, um den Gesamtenergieverbrauch zu senken. Der geringe Anteil der Klassen A+ und A verdeutlicht, dass energetisch hochwertige Neubauten oder umfassend sanierte Altbauten in Bubenreuth noch selten sind. Eine Reduktion der unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren und höheren Klassen würde langfristig zu erheblichen Energieeinsparungen und einer Reduktion der CO₂-Emissionen führen.

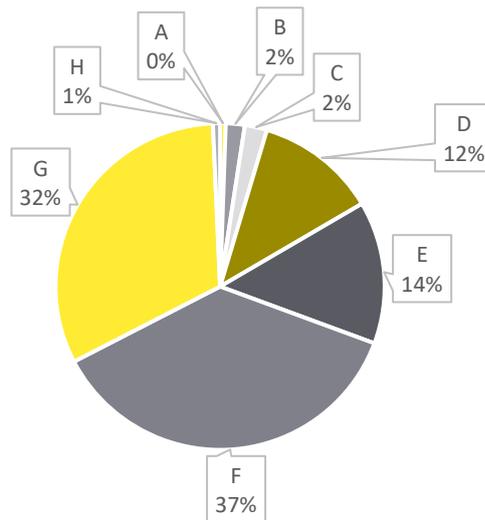


Abbildung 6: Verteilung der Energieeffizienzklassen der Gebäude in Bubenreuth (eigene Darstellung)

4.2 Wärmebedarf

4.2.1 Wärmebedarf nach Sektoren

Der Gesamtwärmebedarf in Bubenreuth beträgt 45 GWh/Jahr. 90 % entfallen auf den privaten Wohnsektor, 6 % auf öffentliche Dienste, 4 % auf Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und ein sehr kleiner Anteil auf sonstige Bedarfe. Besonders im privaten Wohnsektor besteht das größte Potenzial für Energieeinsparungen, um den Wärmebedarf zu senken.

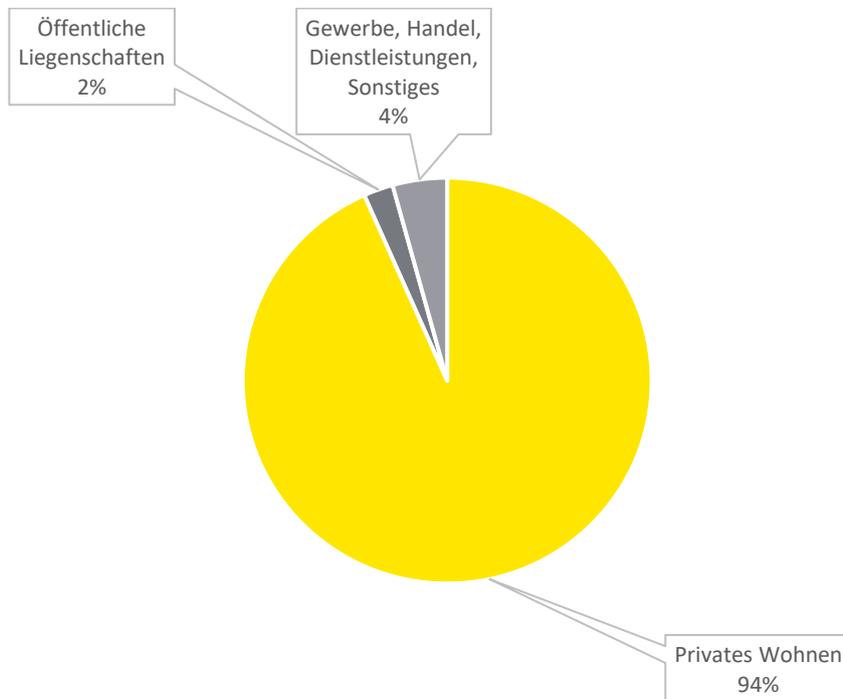


Abbildung 7: Wärmebedarfe nach Sektoren (Quelle: eigene Darstellung)

Der hohe Anteil an Wohngebäuden in Bubenreuth verursacht einen großen Heiz- und Energiebedarf im privaten Sektor. Die Altersstruktur der Gebäude zeigt die Notwendigkeit von Modernisierungen, etwa bei der Isolierung, um den Energieverbrauch zu senken. Sanierungsmaßnahmen der Kommune könnten eine Vorbildfunktion einnehmen, obwohl der Hebel hierbei geringer ist. Insgesamt sollten Energieeffizienzmaßnahmen alle Sektoren ansprechen.

4.2.2 Wärmebedarf nach Energieträgern

Die Wärmeversorgung in den beheizten Gebäuden ist überwiegend fossil geprägt. 87 % der beheizten Gebäude in Bubenreuth werden mit fossilen Energieträgern versorgt, wobei Öl mit 57 % den größten Anteil ausmacht, gefolgt von Gas mit 30 %. Heizstrom macht 7 % und Biomasse 6 % aus (vgl. Abbildung 8).

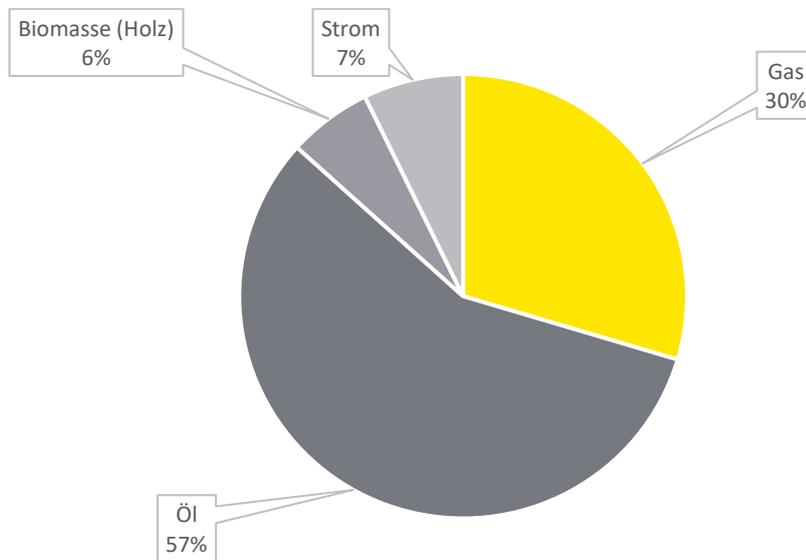


Abbildung 8: Wärmebedarfe nach Energieträgern (Quelle: eigene Darstellung)

4.2.3 Wärmeverbrauchsdichte und Wärmeliniedichte

In der Praxis haben sich zwei Kennzahlen als hilfreich erwiesen, um frühzeitig eine Einschätzung über die Attraktivität einer zentralen Wärmeversorgung zu ermöglichen:

- Wärmebedarfsdichte:** Diese Kennzahl gibt an, wie hoch der Bedarf an Wärme bezogen auf eine bestimmte Fläche geschätzt wird, beispielsweise in einem Quartier oder einem Baugebiet. Ein überschlägiger Schwellenwert, der auf die Eignung einer Fläche für eine zentrale Wärmeversorgung hinweist, liegt bei etwa 70-175 MWh/(ha*a) für Wärmenetze in Neubaugebieten. Basierend auf der Empfehlung des Leifadens für Wärmeplanung (BMWK u. a. 2024) wird angenommen, dass die Wärmedichte für Niedertemperaturnetze im Bereich von 175-415 MWh/(ha*a) und für konventionelle Wärmenetze von 415-1.050 MWh/(ha*a) liegt. Die Wärmebedarfsdichte hilft den Energiebedarf in Quartieren oder Baugebieten zu schätzen und die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung zu bewerten.

Tabelle 4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte (eigene Darstellung nach: („Leitfaden Wärmeplanung“ 2024)

Wärmedichte [MWh/ha*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0 - 70	Kein technisches Potenzial
70 - 175	Empfehlung von Wärmenetzen im Neubaugebiet
175 - 415	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 - 1050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
>1050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

- Wärmelinienendichte:** Diese Kennzahl gibt an, wie viel Wärme bezogen auf eine bestimmte Länge der Wärmetrasse abgegeben werden kann, etwa als gesamte Abnahmemenge von Wärme in einer Straße. Ein Richtwert liegt bei etwa 700 - 1500 kWh/(m_{Tr}*a) für Neuerschließung von Wärmenetzen in Wohn-, Gewerbe- oder Industrie-Gebiete (BMWK u. a. 2024). In Bestandswohngebieten wird eine Empfehlung ab 1500 kWh/(m*a) ausgesprochen. Die Wärmelinienendichte misst die Menge an Wärmeenergie, die pro Jahr pro Meter Trassenlänge abgegeben werden kann, und ist ein Maß für die Effizienz der Wärmeverteilung in einem Wärmenetz.

Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienendichte eigene Darstellung nach: („Leitfaden Wärmeplanung“ 2024)

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

Die Wärmelinienendichte und die Wärmebedarfsdichte sind zentrale Kennzahlen zur Bewertung der Eignung eines Gebiets für eine zentrale Wärmeversorgung. Gemeinsam ermöglichen sie fundierte Entscheidungen für die Planung und Implementierung von Wärmenetzen, indem sie sowohl den Bedarf als auch die Verteilungseffizienz berücksichtigen.

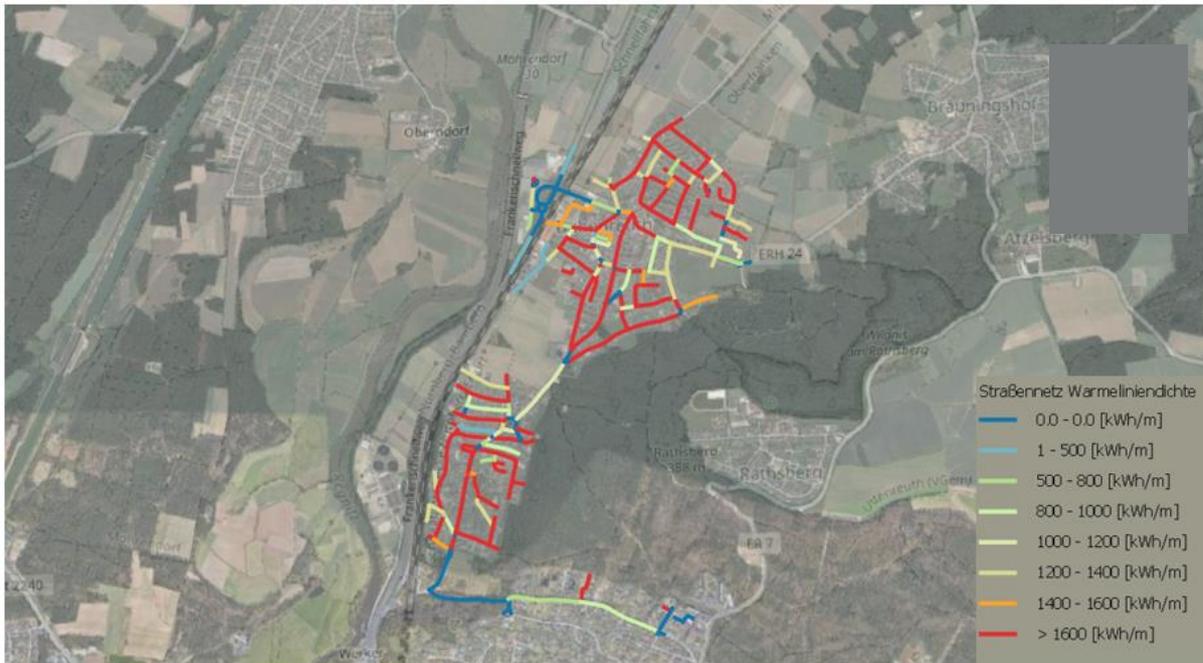


Abbildung 9: Wärmelinienindichten in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)

Die Abbildung 10 zeigt eine schematische Gesamtübersicht der beschriebenen Wärmelinienindichten in Bubenreuth. Die farbliche Darstellung unterscheidet hierbei die Wärmelinienindichten und somit deren potenzielle Eignung für ein Wärmenetz. Je dunkler (rot) die Einfärbungen sind, desto eher ist eine Wärmenetztauglichkeit gegeben. Je heller (blau) desto geringer ist diese anzusehen. Die Werte weisen sowohl im Norden des Gemeindegebietes als auch im Süden von Bubenreuth die höchsten Werte auf und somit das höchste Wärmenetzpotenzial.

4.2.4 Großverbraucher

Großverbraucher sind in der kommunalen Wärmeplanung entscheidend, da ihre hohe und kontinuierliche Nachfrage die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen unterstützt. Häufig dienen sie als sogenannte Ankerkunden und sichern eine gleichmäßige Auslastung und tragen zur Rentabilität und Kostendeckung bei, wovon auch kleinere Abnehmer profitieren. Zudem fördern sie den Ausbau nachhaltiger Energieprojekte wie Fernwärmenetze und die Nutzung erneuerbarer Energien, was zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung von Klimazielen beiträgt. In der Gemeinde Bubenreuth, werden keine industriellen Ankerkunden festgehalten. Eine genauere Betrachtung fällt somit weg.

4.3 Wärmeerzeugung

4.3.1 Dezentrale Wärmeerzeuger

Die Analyse der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen basiert auf den Daten der Schornsteinfeger, die Informationen zu Brennstoffen, Anlagenart und -alter lieferten. Die Anzahl der Heizsysteme übersteigt die Anzahl der Gebäude in Bubenreuth (1922), da manche Gebäude mehrere Heizsysteme, wie Gas- oder Ölheizungen und Kaminöfen besitzen.

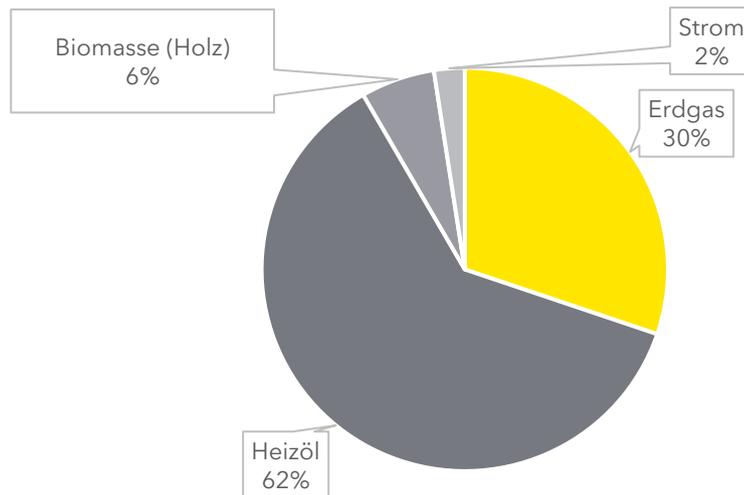


Abbildung 10: Verteilung der Energiebereitsteller. (Quelle: eigene Darstellung)

Durch die alte Gebäudestruktur in Bubenreuth wurden hier hauptsächlich konventionelle Heizungstechniken eingebaut.

4.3.2 Altersklassenverteilung der Feuerstätten

Die Auswertung der Schornsteinfegerdaten in Bezug auf Alter und Brennstoffart ermöglicht die Bestimmung des Erneuerungsbedarfs der Heizanlagen und verdeutlicht den Handlungsbedarf, insbesondere bei Anlagen, die älter als 20 oder 30 Jahre sind.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gemäß § 72 verbietet den Betrieb von Heizkesseln, die vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden und flüssige oder gasförmige Brennstoffe verwenden, aufgrund ihrer geringeren Effizienz, höheren Emissionen und möglichen Sicherheitsmängeln. Dadurch wird der Energieverbrauch gesenkt, die Luftverschmutzung reduziert und die Sicherheit erhöht. Ausnahmen bestehen für Ein- und Zweifamilienhäuser, in denen der Eigentümer vor dem 1. Februar 2002 gewohnt hat, sowie für Heizkessel unter 4 kW, über 400 kW und für Niedertemperatur- und Brennwertkessel. Bei Eigentümerwechsel muss der Kessel innerhalb von zwei Jahren ausgetauscht werden (*Gebäudeenergiegesetz (GEG) gemäß § 72, o. J.*).

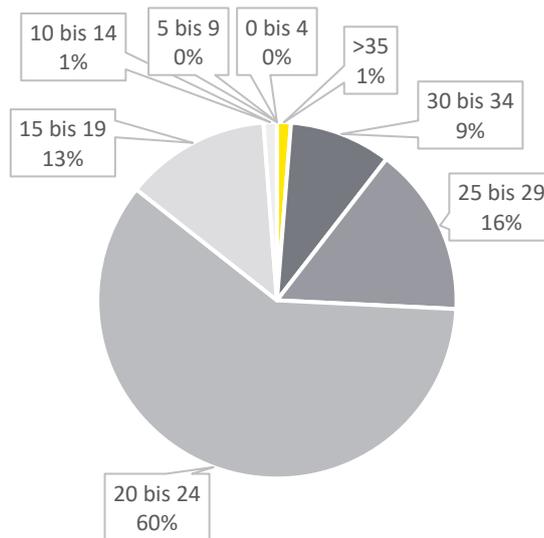


Abbildung 11: Verteilung der Altersklassen der Feuerstätten (Quelle: eigene Darstellung gem. gemeldeter Schornsteinfegerdaten)

Von den gemeldeten Feuerstätten wiesen in Bubenreuth zum aktuellen Zeitpunkt rund 10 % ein Alter über 30 Jahre auf. Bei den 20-jährigen Feuerstätten lag der Wert bei 76 %.

4.3.3 Treibhausgasemissionen nach Sektoren

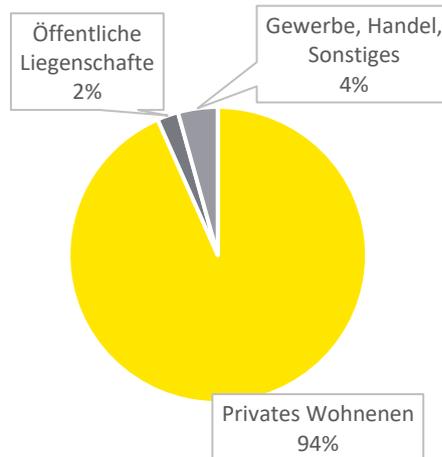


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Bubenreuth des CO₂-Äquivalenten (CO₂e) pro Jahr. (Quelle: eigene Darstellung)

Ähnlich wie bei der Verteilung der Gebäudenutzungen verhält es sich bei den Treibhausgasemissionen nach Sektor mit einem dominanten Anteil der privaten Haushalte. Private Haushalte verursachen 94 % der Emissionen. Gewerbe, Handel und Sonstiges erreichen 4 %. Die öffentlichen Liegenschaften werden mit 2 % der Emissionen veranschlagt.

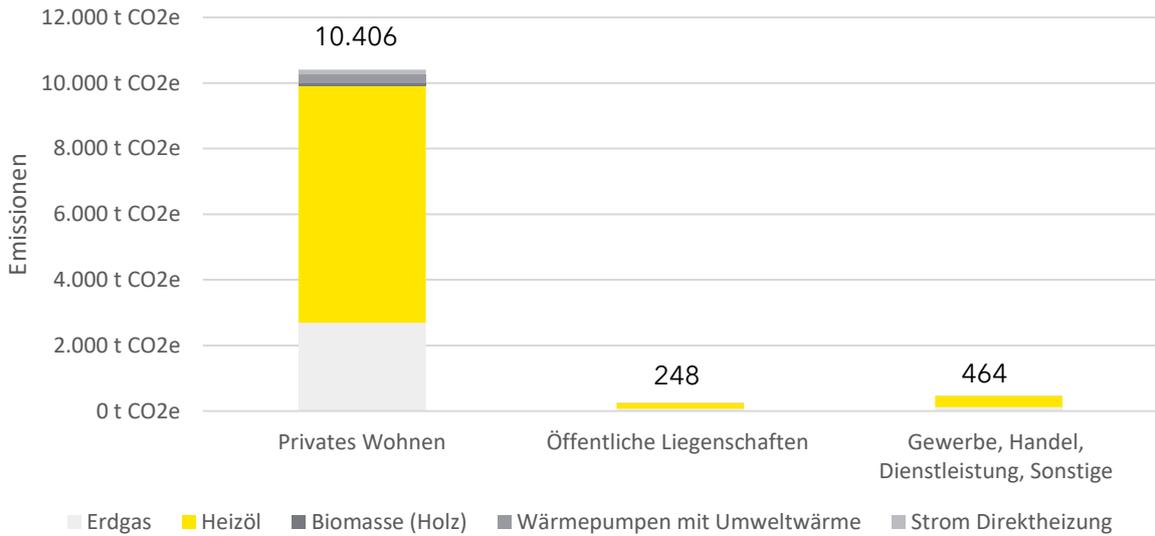


Tabelle 6: Emissionsfaktoren und Entwicklung in den kommenden 16 Jahren (eigene Darstellung nach: (ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH u. a. 2024)

Wärmeerzeugung Emissionsfaktoren in t Co ² e / MWh	2025	2030	2035	2040
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240	0,240
Braunkohle	0,430	0,430	0,430	0,430
Steinkohle	0,400	0,400	0,400	0,400
Abfall (Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen)	0,020	0,020	0,020	0,020
Holz	0,020	0,020	0,020	0,020
Biogas	0,137	0,133	0,130	0,126
Strommix	0,260	0,110	0,045	0,025
Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0	0	0	0
Abwärme aus Prozessen	0,039	0,038	0,037	0,036

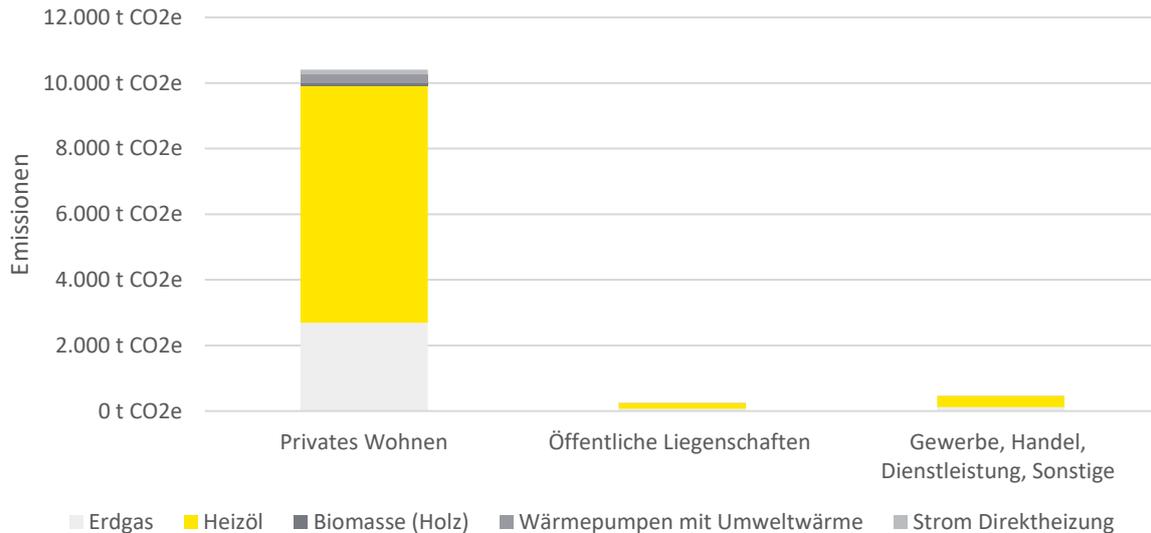


Tabelle 6 zeigt die Emissionsfaktoren nach Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 in Tonnen CO₂ pro Megawattstunde (tCO₂/MWh). Auffällig ist der starke Rückgang der Emissionsfaktoren für Strom, der von 0,260 tCO₂/MWh im Jahr 2025 auf 0,110 tCO₂/MWh im Jahr 2030 und weiter auf 0,025 tCO₂/MWh im Jahr 2040 sinkt. Dies spiegelt den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien im Stromsektor wider. Die Emissionsfaktoren für Heizöl und Erdgas bleiben über die Jahre konstant bei 0,310 tCO₂/MWh und 0,240 tCO₂/MWh, ebenso wie bei Steinkohle mit 0,400 tCO₂/MWh. Biogas/Biomethan zeigt einen leichten Rückgang von 0,137 tCO₂/MWh im Jahr 2025 auf 0,126 tCO₂/MWh im Jahr 2040. Die Emissionsfaktoren für Biomasse (Holz) und Solarthermie bleiben stabil bei 0,020 tCO₂/MWh und 0,0 tCO₂/MWh.

Diese Entwicklung verdeutlicht den Fortschritt in der Dekarbonisierung des Stromsektors, während die Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe weitgehend unverändert bleiben.

4.4 Wärmebedarfsdichte und Wärmenetzeignung

Die Wärmebedarfsdichte gibt den Wärmebedarf pro Flächeneinheit an, üblicherweise in kWh pro Quadratmeter und Jahr (kWh/(m²*a)). Sie wird berechnet, indem der gesamte Wärmebedarf eines Gebiets durch dessen Fläche geteilt wird. Diese Kennzahl wird zur Einschätzung des Potenzials für Wärmeversorgungssysteme in bestimmten Gebieten verwendet. Zusätzlich dazu beschreibt die Wärmeliniedichte die jährliche Wärmemenge in Kilowattstunden (kWh), die pro Meter Trassen- oder Straßenlänge anliegt. Sie wird typischerweise in kWh/(m*a) angegeben und dient als Kennzahl zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen.

4.4.1 Potenzialbetrachtung für Wärmenetze:

Die Eignung potenzieller Gebiete für Wärmenetze wird anhand verschiedener Indikatoren, wie der erläuterten Wärmebedarfs- und Wärmeliniedichte bewertet. Anschließend wird die Eignung durch eine detaillierte Analyse der Wärmedichte in den Stadtteilen von Bubenreuth überprüft, wobei die Wärmedichte (MWh/ha/a) als zentraler Indikator für die Installation von Wärmenetzen dient. Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über die jeweiligen Werte nach Wärmeplanungsleitfaden

4.4.2 Wärmedichten möglicher Potenzialgebiete

Abbildung 13 zeigt die gebietsweise eingeteilte Übersicht der Wärmedichte in Bubenreuth als erste Indikation für mögliche Wärmenetzgebiete. Bereiche mit hoher Wärmedichte, markiert in Grün, befinden sich hauptsächlich in den zentralen und dicht besiedelten Stadtteilen, was sie zu potenziellen Kandidaten für die Installation von Wärmenetzen macht. Die in Orange markierten Bereiche weisen zu geringere Wärmedichten auf und sind eher für dezentrale Lösungen geeignet.

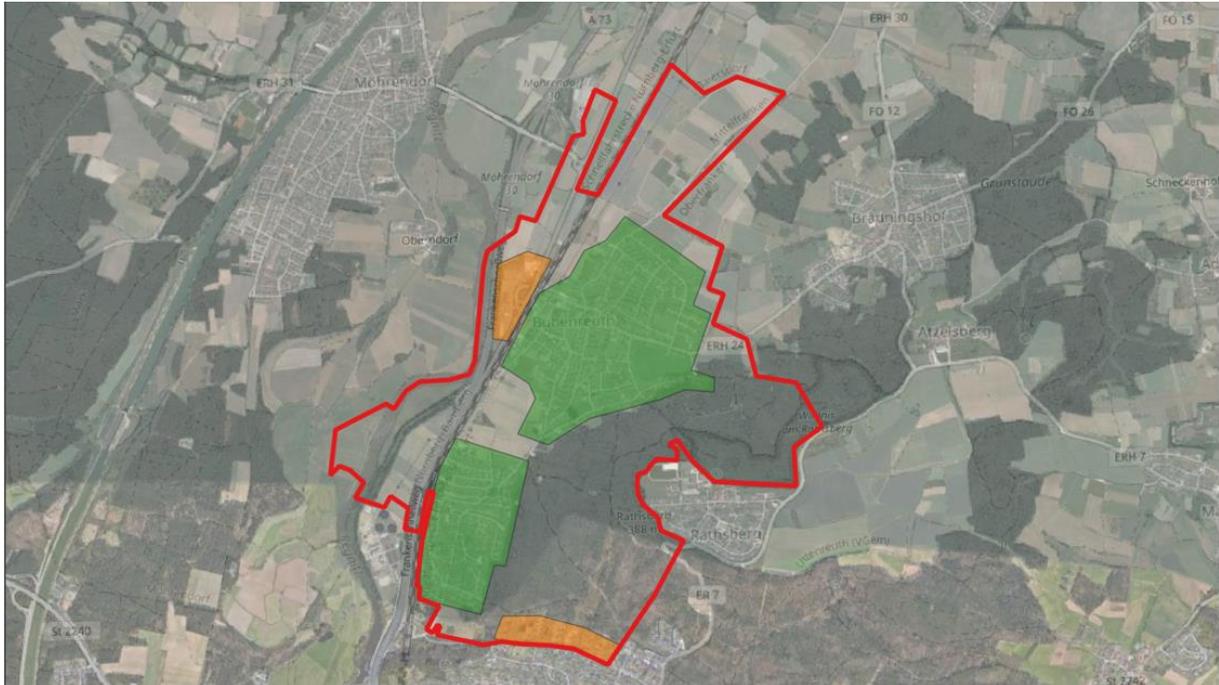


Abbildung 13: Ersteinschätzung der Eignung für Wärmenetzgebiete; Orange=Gering, Grün=Hoch (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 15 zeigt die mit höchste Wärmedichte im Gemeindebereich von Bubenreuth. Die detaillierte Betrachtung in Abbildung 14 zeigt Werte zwischen 175 und 1050 MWh/ha*a auf, was in Kombination mit der bereits beschriebenen Gebäudestruktur eine gute Eignung für konventionelle Wärmenetze signalisiert.



Abbildung 14: Detaildarstellung Wärmedichte der Stadtmitte Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)

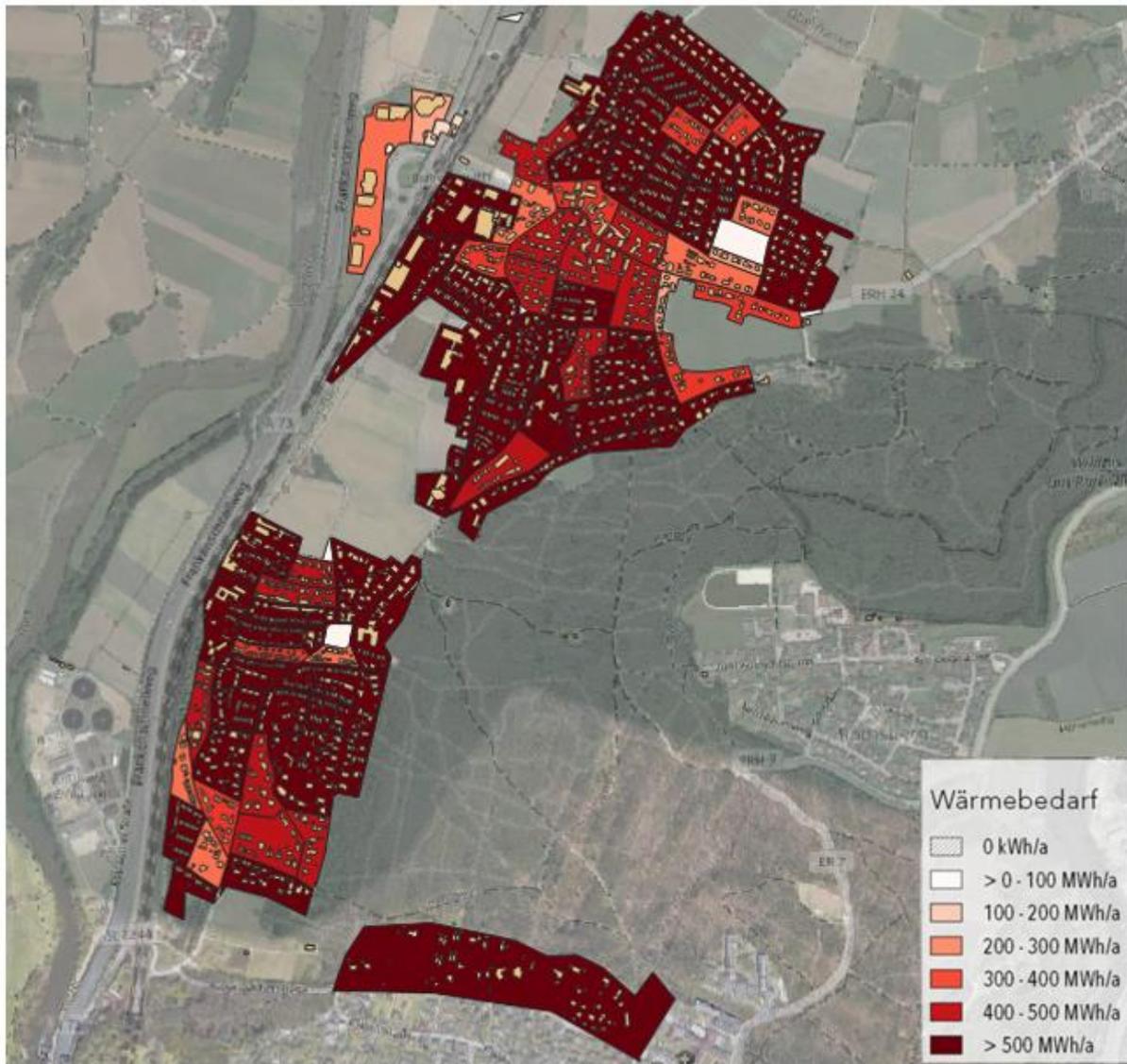


Abbildung 15: Geclusterter Wärmebedarf in Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)

Es zeigt sich, dass im Gemeindegebiet von Bubenreuth aufgrund seiner hohen Wärmedichte und der Abnehmeranzahl ein höheres Potenzial für Wärmenetze aufweist. In weniger dicht besiedelten Gebieten sollten dezentrale Wärmelösungen in Betracht gezogen werden.

4.5 Kältebedarf

Die Berücksichtigung von Kühlungsaspekten gewinnt aufgrund der Zunahme von Hitzeperioden infolge des Klimawandels überregional an Relevanz. Die bisherige Fokussierung auf die Wärmeversorgung und die Reduzierung von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien hat zu einer Vernachlässigung des Kältebedarfs geführt. Der bisher geringen Kühlbedarf in Bubenreuth, kann sich in Zukunft steigern und wird in den weiteren Betrachtungen, sowie der Fortschreibung des Wärmeplans beobachtet. Beim Ausbau der Kälteerzeugung wird, wie bei der Umstellung der Wärmeversorgung, die emissionsfreie Erzeugung im Fokus stehen.

4.6 Fazit: Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung in Bubenreuth zeigt den aktuellen Energieverbrauch, die Wärmeversorgung und Potenziale für energetische Sanierungen. Mit 94 % dominiert der private Wohnsektor den Wärmebedarf, was auf die zentrale Rolle der Haushalte für Energiesparmaßnahmen hinweist. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Sonstige folgen mit 4 % und die öffentlichen Liegenschaften mit 2 %. Der hohe Energiebedarf im Wohnsektor, vor allem in älteren unsanierten Gebäuden, unterstreicht den Modernisierungsbedarf.

Die Mehrheit der beheizten Gebäude wird mit fossilen Energieträgern versorgt: Öl macht 62 % der Wärmeversorgung aus, gefolgt von Erdgas mit 30 %. Heizstrom und Biomasse tragen 2% bzw. 6 % bei. Diese Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht den dringenden Bedarf an einer Umstellung auf nachhaltigere Energiequellen und effizientere Heizsysteme.

Die Bestandsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen zeigt, dass ein erheblicher Teil der Heizsysteme älter als 20 bzw. 30 Jahre ist. Diese veralteten Systeme sind ineffizient und verursachen hohe Emissionen, was den Handlungsbedarf für Erneuerungen unterstreicht. Gemäß § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) müssen alte Heizkessel, die vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, außer Betrieb genommen werden, um Energieverbrauch und Emissionen zu senken.

Die Wärmebereitstellung in Bubenreuth verursacht jährlich Treibhausgasemissionen von etwa 11.118 Tonnen CO₂e. Äquivalent zu den Wärmebedarfen ist auch bei den Treibhausgasemissionen der private Wohnsektor mit ca. 10.406 t CO₂ der Emissionen der Hauptverursacher, gefolgt von Gewerbe, Handel und Sonstiges (ca. 464 t CO₂) und die öffentlichen Liegenschaften (ca. 248 t CO₂). Diese Verteilung verdeutlicht erneut, dass Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen besonders im privaten Wohnsektor ansetzen sollten, um eine signifikante Wirkung zu erzielen.

Die Analyse der Wärmedichte zeigt, dass zentrale und dicht besiedelte Bereiche von Bubenreuth ein hohes Potenzial für die Installation von Wärmenetzen aufweisen. In weniger dicht besiedelten Gebieten sollten dezentrale Wärmelösungen in Betracht gezogen werden.

Zusammenfassend zeigt die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung in Bubenreuth einen erheblichen Bedarf an energetischen Sanierungen, insbesondere im privaten Wohnsektor, der den größten Energieverbrauch und die höchsten Emissionen verursacht. Durch gezielte Maßnahmen und die Nutzung der vorhandenen Potenziale kann Bubenreuth seine Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten.

5 Prognose zukünftiger Wärmebedarfe

5.1 Demografische Entwicklung

Die Gemeinde Bubenreuth hat aktuell 4.590 Einwohner (Stand: 31.12.2023), das Durchschnittsalter beträgt 45 Jahre. Die Bevölkerungsentwicklung zeigt einen leichten Rückgang, der hauptsächlich durch eine höhere Sterberate im Vergleich zur Geburtenrate bedingt ist. Prognosen des Bayerischen Landesamts für Statistik gehen von einer weiteren Reduktion der Bevölkerung auf aus.

Diese Prognose folgt der bisherigen Bevölkerungsentwicklung der letzten Jahre, die zwischen 2016 und 2022 bei -0,8 % lag und in einer längerfristigen Betrachtung von 2011 bis 2022 einen Trend von -3,1 % aufweist (Bayerisches Landesamt für Statistik 2021)

5.2 Klimawandeleffekte

Der Klimawandel zeigt weltweit tiefgreifende Auswirkungen, wobei Bayern, vor allem Franken, aufgrund der Lage besonders betroffen ist. Zu den wichtigsten Folgen gehören Hitzewellen, Trockenheit, mildere Winter sowie eine Absenkung des Grundwasserspiegels und die damit verbundene Wasserknappheit. Diese Entwicklungen haben deutliche Auswirkungen für Natur und Mensch (Umweltbundesamt 2025).

5.2.1 Temperaturanstieg und Wasserverfügbarkeit

Der Temperaturanstieg führt zu einer Zunahme der Hitzewellen, die eine Belastung der menschlichen Gesundheit und der Infrastruktur darstellen. Ein Rückgang der Bodenfeuchte und sinkende Wasserstände in Flüssen und Seen resultieren in einer erschwerten Wasserversorgung für Landwirtschaft, Trinkwasser und Industrie. Die Kombination dieser Faktoren führt zu einem erhöhten Risiko von Wasserknappheit, besonders in längeren Trockenperioden (Umweltbundesamt 2025).

5.2.2 Anpassung der Wärmeplanung

Eine Reduktion der Heizlast in milden Wintern und ein steigender Kühlbedarf im Sommer erfordern Anpassungen der Energieinfrastruktur. Die Nutzung von Wärmepumpen für Heizung und Kühlung sowie eine verstärkte Installation von Photovoltaikanlagen stellen zentrale Maßnahmen dar. Die Einbindung nachhaltiger Wassernutzung und Wasserspeicherung in die Planung wird zunehmend wichtiger, um Trockenperioden zu bewältigen (Olonscheck, M., Holsten, A. & Kropp, J.P 2011)

5.3 Änderungen der Nutzungsgewohnheiten

Zukünftige Verhaltensänderungen werden eine wesentliche Rolle beim Wärmebedarf spielen. Steigende Sensibilisierung für Energieeffizienz führt zu Verhaltensweisen wie der Absenkung der Raumtemperatur, effizienterem Heizverhalten und der Nutzung programmierbarer Thermostate. Diese Maßnahmen haben einen positiven Effekt auf den Gesamtenergieverbrauch und tragen zur Reduktion des Wärmebedarfs bei.

5.4 Definition einer Rate der Gebäudesanierung

Das Ziel, den Wärmebedarf von Gebäuden bis 2020 im Vergleich zu 2008 um 20 % zu senken, basiert auf der Annahme einer niedrigen Neubauquote von etwa einem Prozent und der Tatsache, dass rund 75 % der 40 Millionen deutschen Wohneinheiten vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung 1979 gebaut wurden. Daher liegt das

bedeutende Einsparpotenzial im Bestand an Wohngebäuden. Angesichts der derzeitigen Sanierungsquoten von etwa einem Prozent werden diese Potenziale jedoch voraussichtlich kurz- bis mittelfristig weitgehend ungenutzt bleiben (Umweltbundesamt 2019).

5.5 Sanierungsquoten und gesetzliche Regelungen in Deutschland und Bubenreuth

5.5.1 Sanierungsquoten in Deutschland

Die energetische Sanierungsquote in Deutschland lag im Jahr 2023 bei etwa 0,83 % und fiel zum Oktober 2024 auf 69 %. Diese Werte zeigen eine absteigende Tendenz im Vergleich zu den Vorjahren, in denen die Sanierungsquote bei etwa 0,88 % pro Jahr lag. Um die Klimaziele im Gebäudesektor bis 2030 zu erreichen, wird jedoch eine jährliche Sanierungsquote von rund 2 % als notwendig erachtet („Sanierungsquote - BuVEG“ 2025).

5.5.2 Sanierungsquoten und Status in Bubenreuth

Für Bubenreuth liegen derzeit keine spezifischen Daten zur Sanierungsquote vor, jedoch kann angenommen werden, dass die Quoten ähnlich den bundesweiten Zahlen sind. Am Standort „Bubenreuth Nord - Alter Ort“ gibt es jedoch die Städtebauförderung mit dem Kommunalen Förderprogramm. Hier haben Bürger und Bürgerinnen die Möglichkeit unter bestimmten Voraussetzungen wie den Gestaltungsrichtlinien und einem Kommunalen Förderprogramm Zuschüsse bei Sanierungsmaßnahmen an den privaten Gebäuden zu erhalten.

5.5.3 Zusammenfassung Sanierungsquoten

Die Sanierungsquote in Deutschland ist mit unter 1 % deutlich zu niedrig, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen. Strengere gesetzliche Regelungen und verbesserte Förderprogramme sind erforderlich, um die Quote zu erhöhen. In Bubenreuth, wie in vielen anderen deutschen Städten, liegt das größte Einsparpotenzial im Bestand der älteren Wohngebäude. Eine Erhöhung der Sanierungsquote ist entscheidend, um den Energieverbrauch zu senken und die Klimaziele zu erreichen.

5.6 Änderungen im Gebäudebestand

In den letzten Jahren hat die Neubautätigkeit in Bubenreuth eher abgenommen. Durch aktuelle Bebauungspläne soll sich das jedoch ändern. Zwischen dem Gebiet im Norden und im Süden soll Posteläcker ausgewiesen werden. Auch nördlich von Bubenreuth werden weitere Baugebiete angedacht, beispielsweise die Ausweisung des Gewerbegebietes Hoffeld.

5.7 Bevölkerungsentwicklung

Die Analyse der Hauptwohnsitzbevölkerung (vgl. Kapitel 5.1) in Bubenreuth zeigt, dass am 31.12.2023 insgesamt 4.590 Personen gemeldet waren. In den letzten zehn Jahren schwankte die Einwohnerzahl in Bubenreuth. Von 2011 bis 2017 gab es einen Anstieg von 225 Personen. Danach gab es einen leichten Abfall von 174 Personen. Seit 2020 gab es jedoch wieder einen Anstieg von knapp 100 Personen. Eine Tendenz ist somit schwer zu verallgemeinern in Bubenreuth.

5.7.1 Alternde Bevölkerung

Ein signifikanter Trend in Deutschland ist die Alterung der Bevölkerung. Auch in Bubenreuth zeigt sich dieser Trend. Stellt man hier die Bevölkerungsveränderung 2033

gegenüber der von 2019, wird verdeutlicht das die Zunahme von der Altersgruppe zwischen 65-jährigen oder Älteren auf 12 Prozent steigt. Altersgruppen zwischen 18 und 65 nehmen hierbei stark ab.

5.7.2 Bevölkerungsprognose

Die Bevölkerungsprognose für Bubenreuth bis 2033 geht in der Basisvariante von einem Rückgang um 0,7 % auf etwa 4.580 Personen aus. Daraus kann man von einer stabilen Entwicklung der Bevölkerung in Bubenreuth rechnen.

6 Potenzialanalyse

Das Hauptziel der Potenzialanalyse ist es, eine hinreichend genaue Abschätzung der vorhandenen Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme im zu beplanenden Gebiet zu liefern. Es werden auch Potenziale zur Energieeinsparung durch die Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden und Prozessen ermittelt. Die Analyse gibt erste Hinweise darauf, welche Flächen und Ressourcen für die Wärmeversorgung von besonderer Bedeutung sind und welche Gebiete hohe Einsparpotenziale aufweisen. Aus den Ergebnissen ergeben sich Betrachtungsgebiete für eine mögliche zentrale Wärmeversorgung sowie dezentrale Heizungssysteme.

Betrachtet werden insbesondere:

- Erneuerbare Energien: Geothermie, Solarthermie, Biomasse, lokal erzeugter Wasserstoff
- Unvermeidbare Abwärme: Nutzung der Abwärme aus industriellen Prozessen und weiteren Quellen
- Wärmespeicherung: Potenziale für zentrale Wärmespeicherung
- Energieeinsparung: Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und industriellen Prozessen

Die Bewertung erfolgt anhand von Indikatoren, die in zwei Kategorien unterteilt sind. Es werden einerseits wirtschaftliche Indikatoren, wie die Wärmeliniendichte, potenzielle Ankerkunden für Wärmenetze, der erwartete Anschlussgrad an vorhandene Netzwerke sowie die spezifischen Investitionskosten betrachtet. Andererseits beschreiben technische Indikatoren die Verfügbarkeit und Ausbaubarkeit von Infrastrukturen sowie die technologische Umsetzbarkeit in bestimmten Gebieten, etwa durch den Zugang zu Geothermie oder Biomasse.

Die Einteilung in definierte Betrachtungs- oder Eignungsgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgung erfolgt anhand von vier Auswertungsdimensionen. Zunächst werden die theoretischen Potenziale ermittelt, das heißt, die maximal verfügbaren Potenziale, die sich auf Basis der Analyse der vorhandenen Energieträger und Energieeinsparmöglichkeiten ergeben. Daraufhin werden die technischen Potenziale bewertet, also jene, die unter Berücksichtigung verfügbarer Technologien, wie beispielsweise Wärmepumpen oder Fernwärme, tatsächlich genutzt werden können. Im Anschluss erfolgt die Betrachtung der Realisierbarkeit, wobei das Realisierungsrisiko unter Einbeziehung infrastruktureller Gegebenheiten sowie der Versorgungssicherheit geprüft wird. Dabei spielen auch potenzielle Hindernisse, wie Platzmangel für Leitungen oder Verzögerungen im Infrastrukturausbau, eine Rolle. Schließlich wird die Wirtschaftlichkeit bewertet, bei der die Kosten und die langfristige Preisentwicklung für Energieträger, wie etwa Wasserstoff, sowie die Wärmegestehungskosten berücksichtigt werden.

Die Potenziale sind wie folgt definiert:

1. **Theoretisches Potenzial:** Das theoretische Potenzial bezeichnet die gesamte verfügbare Energie einer Ressource in einem Gebiet, unabhängig von jeglichen Einschränkungen. Es basiert auf den naturwissenschaftlich maximalen Energieflüssen, die z. B. aus Wind, Sonne oder Biomasse gewonnen werden können.
2. **Technisches Potenzial:** Anteil des nutzbaren Energieangebots durch bestehende Technologien; berücksichtigt Einschränkungen wie Flächenkonkurrenz bei Biomasse und notwendige Temperaturen bei Geothermie und Abwärme.
3. **Angebots- vs. Nachfragepotenziale:** Angebotspotenziale fokussieren auf technische Erschließbarkeit, Nachfragepotenziale auf Nutzungsmöglichkeiten in Wärmesenken und zeitliche Verfügbarkeit.
4. **Wirtschaftliche Potenziale:** Abhängig von wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen wie CO₂-Bepreisung und Förderungen für erneuerbare Energien.
5. **Erschließbare Potenziale:** Realisierbare Potenziale nach der Evaluation von technischen, wirtschaftlichen und nicht-ökonomischen Hürden wie Informationsdefizite, rechtliche Restriktionen und Akzeptanzprobleme.

Diese Stufen bieten eine Abfolge von der theoretisch maximal möglichen bis hin zur tatsächlich wirtschaftlich rentablen Energiegewinnung und sind essenziell für eine fundierte Energiepotenzialanalyse (ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH u. a. 2024)

6.1 Energieerzeugungspotenziale

Zunächst erfolgt die Bewertung der Erzeugungspotenziale mit Fokus auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Grundlage der Analyse sind umfassende Datensätze aus öffentlichen Quellen zur räumlichen Visualisierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen erfolgt die Evaluation des Potenzials für die Erzeugung regenerativen Stroms. Im Folgenden sind die erfasste Energiepotenziale aufgeführt:

- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial durch Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Wärmeenergie durch Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Biomasse: Energie aus organischen Materialien
- Oberflächennahe Geothermie: Wärmepotenzial der oberen Erdschichten
- Tiefengeothermie: Wärmepotenzial aus tieferen Erdschichten
- Flusswasserwärmepumpen: Nutzung der Wasserwärme
- Abwärme aus Klärwerken: Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Restwärme aus industriellen Prozessen
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umgebungsluft zur Energiegewinnung

Die Analyse dient als Grundlage für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.

Vorgehen

Die Berechnung wurde auf Basis des Energie-Atlas Bayern und dem BayernAtlas durchgeführt. Für die Berechnung wurden die jeweiligen Potenziale stufenweise

eingegrenzt. Mithilfe eines Indikationenmodells wurden schrittweise die einzelnen Flächen und Umgebungswerte ermittelt. Es folgt die Analyse und Bewertung aller Flächen anhand spezifischer Indikatoren wie beispielsweise Windgeschwindigkeit und solare Einstrahlung.

Schritte der Potenzialerhebung:

1. Erfassung struktureller Merkmale aller Flächen im Untersuchungsgebiet,
2. Eingrenzung der Flächen durch Restriktionskriterien und technologiespezifische Einschränkungen (z. B. Mindestgrößen für PV-Freiflächen),
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials basierend auf verfügbaren Technologien.

Die ermittelten Potenziale für die Gemeinde Bubenreuth sind folgend in Tabelle 7 aufgelistet.

Tabelle 7: Technische Erzeugungspotenziale für Erneuerbare Energiequellen in Bubenreuth

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Solar (Freifläche)	-	gering
Solar (Dachfläche)	4,4 GWh/a	15.256 GWh/a
Wind	-	-
Biomasse	0,38 GWh/a	-
Regnitz (Umweltwärme)	126 GWh/a	-
Geothermie (Kollektoren)	12 GWh/a	-
Geothermie (Sonden)	18,6 GWh/a	-
Abwärme	-	-
Kläranlage	-	-
Gesamt	166 GWh/a	15.256 GWh/a

6.1.1 Solarpotenzial

Im Hinblick auf die fortlaufende Elektrifizierung der Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen spielt das erneuerbare Strompotenzial eine zentrale Rolle. Dabei stellen Stromerzeugungspotenziale durch Photovoltaik (PV) eine Quelle dar, hierbei wird zwischen Freiflächen- und Dach-Photovoltaik-Anlagen differenziert.

6.1.1.1 Photovoltaik-Freifläche

In Abbildung 16 wird das mögliche Photovoltaik-Freiflächenpotenzial abgebildet. In der Gemeinde Bubenreuth wird entlang der Autobahn und der Bahntrasse ein bedingt geeignetes Potenzial ausgeschrieben. Im nördlichen Gemeindegebiet besteht eine voraussichtliche Eignung. Dadurch, dass in der Gemeinde bereits Bestandsanlagen

betrieben werden und die ausgewiesenen Flächen in Privatbesitz stehen, wird das Potenzial für Ausbau der PV-Freifläche als gering eingeschätzt.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Solar (Freifläche)	-	gering

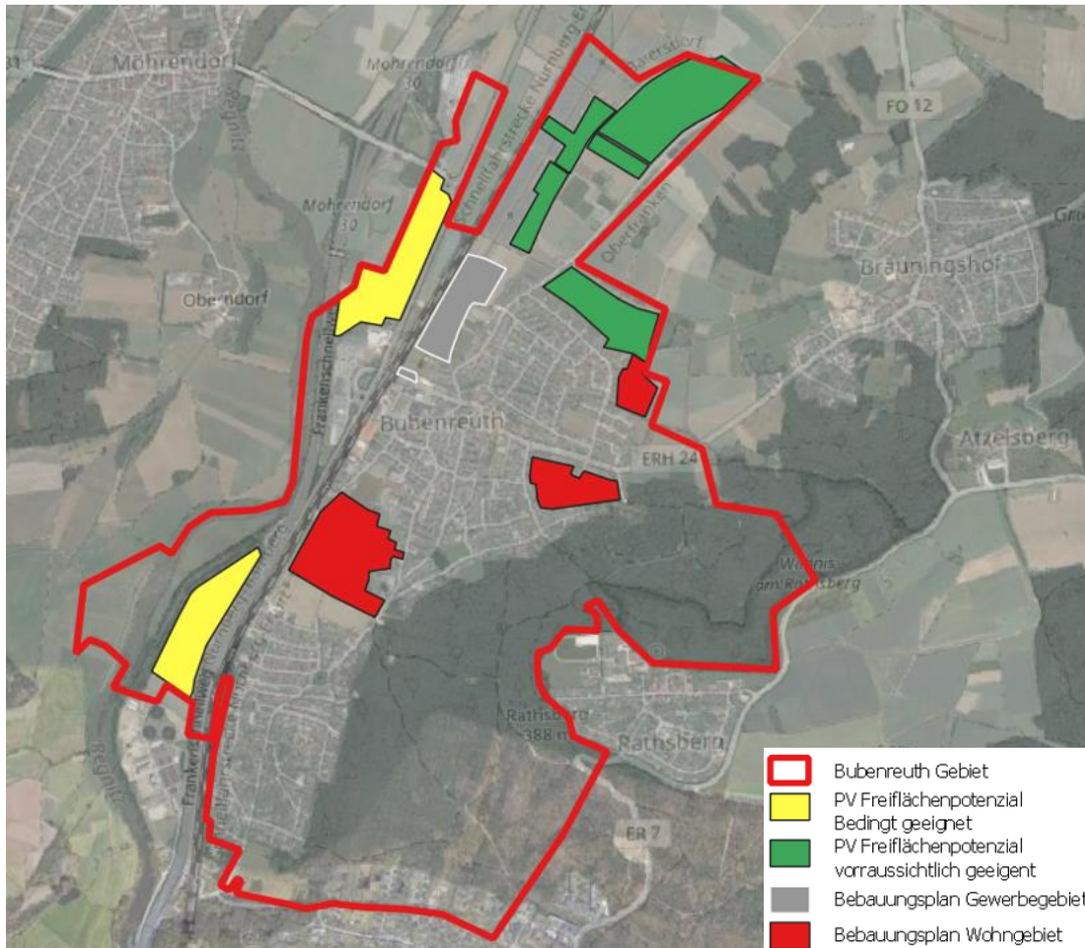


Abbildung 16 Potenzialflächen für Freiflächen-PV (Quelle: eigene Darstellung)

6.1.1.2 Photovoltaik Aufdach

Die Analyse des Potenzials für Aufdach-Photovoltaikanlagen zur Unterstützung der nachhaltigen Wärmeerzeugung in der Gemeinde Bubenreuth zeigt erhebliche Möglichkeiten zur Nutzung geeigneter Dachflächen. Wohn-, Gewerbe- und öffentliche Gebäude bieten dabei ein großes Flächenpotenzial für die Installation von Photovoltaikanlagen zur lokalen Energieversorgung. Aufdach-PV kann vor allem für dezentrale Nutzung, bspw. in Kombination mit einer Wärmepumpe eine wirtschaftliche Lösung darstellen. Es handelt sich hier um das theoretische Potenzial. Es werden keine Einflussfaktoren wie die Statik des Daches und die Dachsubstanz erfasst.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Solar (Dachfläche)		15.256 GWh/a

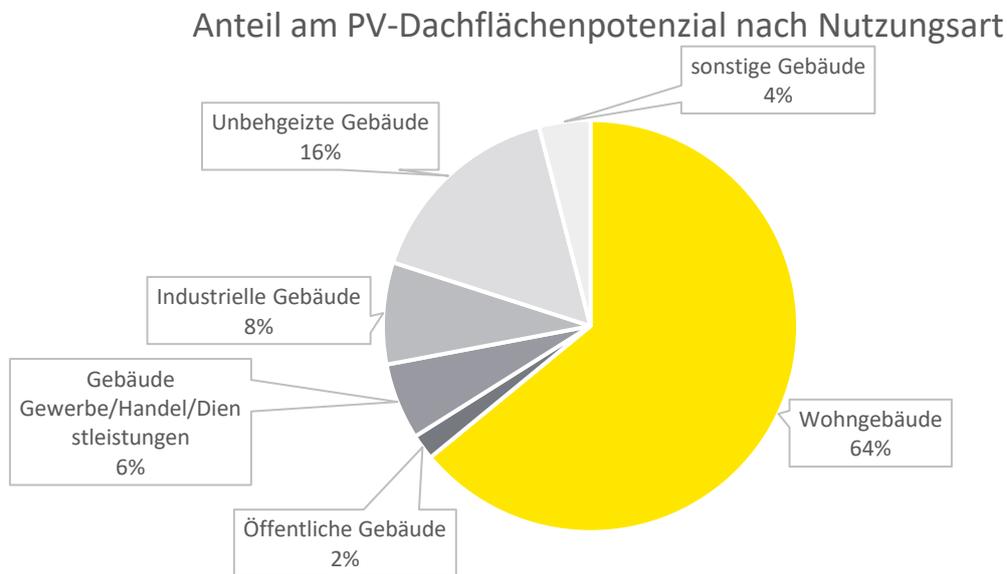


Abbildung 17 Gebäude Dachflächenpotenziale (Quelle: eigene Darstellung)

6.1.2 Windpotenzial

In der Gemeinde Bubenreuth wurden durch die Regionalplanung keine Windvorranggebiete ausgewiesen. Auch kann Bubenreuth keine Flächen zur Erbauung von Windkraftanlagen ausweisen. Anhand dieser Ergebnisse ist die nähere Betrachtung von Windpotenzial auszuschließen.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Windkraft	-	-

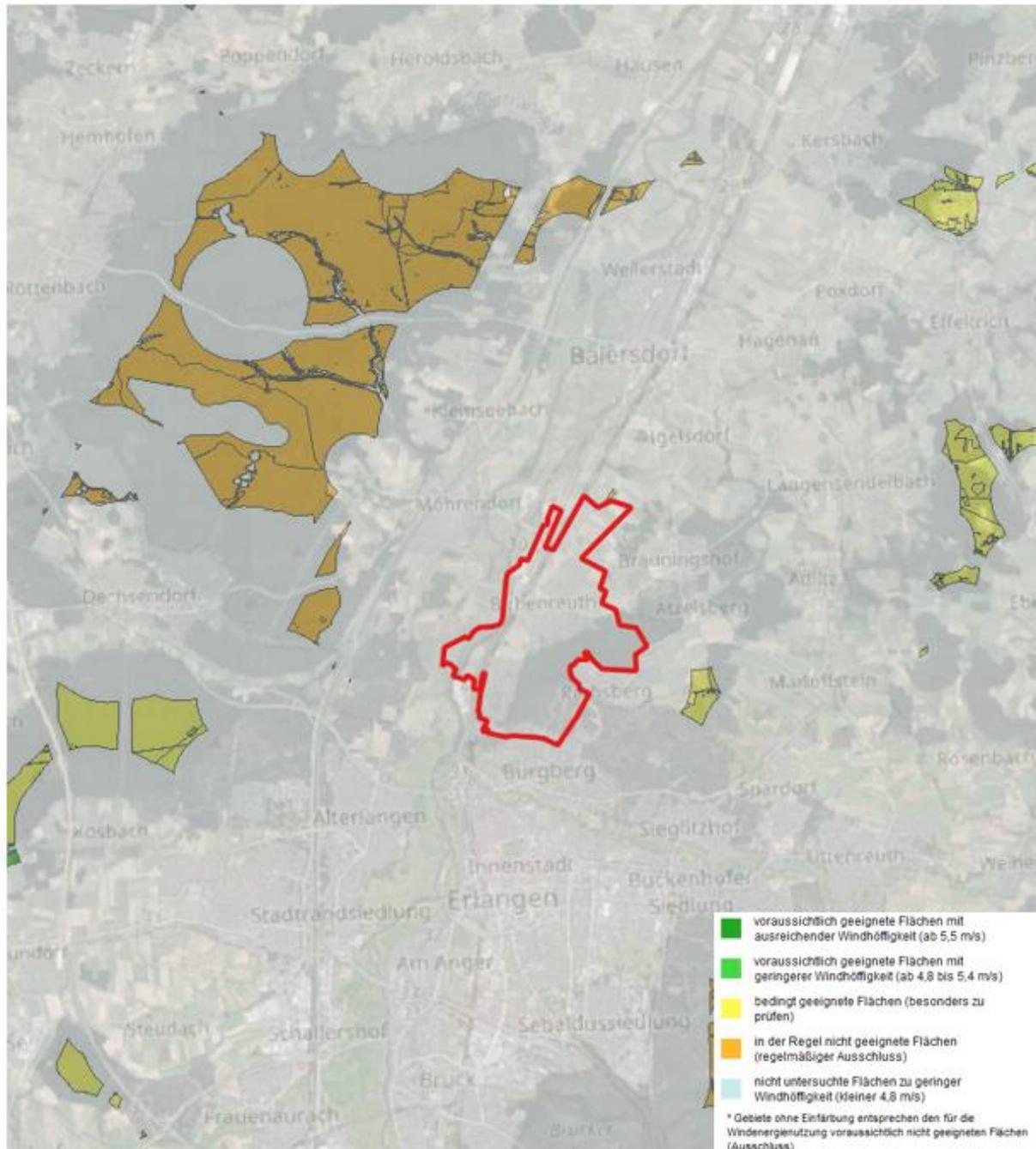


Abbildung 18 Wind- Potenzialgebiete (Quelle: eigene Darstellung)

6.1.3 Solarthermiepotenzial

Die für Solarthermie nutzbaren Flächen stimmen weitgehend mit den Potenzialflächen für Photovoltaik überein, was eine integrierte Planung ermöglicht. Im Bereich der Wohn- und Gewerbegebäude kann Solarthermie einen signifikanten Beitrag zur Warmwasserbereitung und Raumheizung leisten.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Solarthermie (Dachflächen)	bis zu 4,4 GWh/a	-

6.1.4 Biomassepotenzial

Die Analyse zeigt, dass das theoretische Potenzial zur Nutzung von Biomasse für die Wärmeversorgung in Bubenreuth als gering einzustufen ist und wenig realistisches Potenzial darstellt. Als potenzielle Quellen stehen Flur- und Siedlungsholz, Kurzumtriebsplantagen sowie Waldderholz zur Verfügung. Lediglich die Verwertung von Biomasse aus Hausmüll, bietet eine begrenzte Möglichkeit. Allerdings erfolgt die Verwertung des Bioabfalls aktuell außerhalb von Bubenreuth. Aufgrund der bestehenden Entsorgungsstrukturen und des begrenzten lokalen Potenzials ist eine eigenständige Erschließung und Nutzung der Biomasse aus Hausmüll in Bubenreuth derzeit nicht realistisch. Das Potenzial aus Biogas ist nicht gegeben. Bubenreuth besitzt keine eigenen Biogasanlagen. Auch Klärgas aus der benachbarten Kläranlage gehört zu Erlangen und kann nicht mit betrachtet werden.

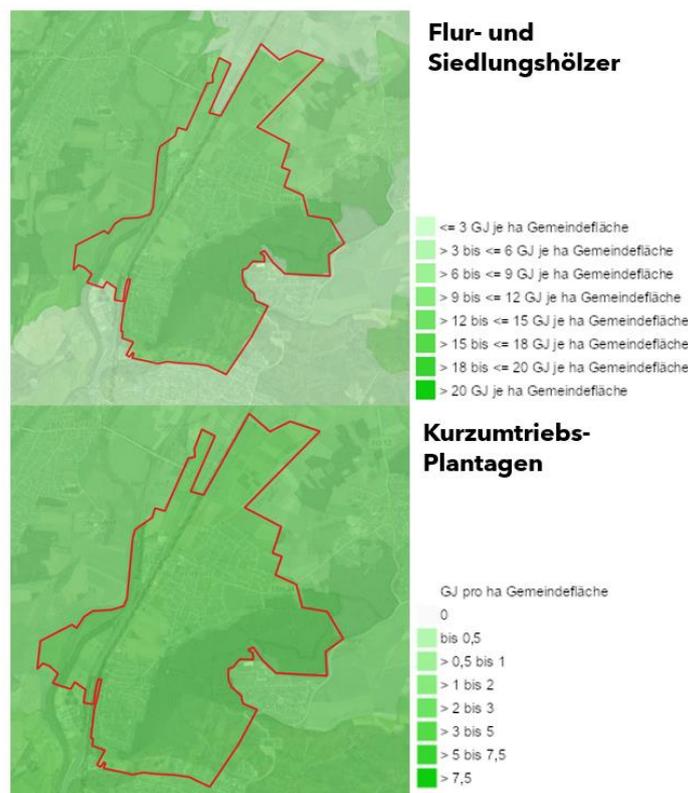


Abbildung 19: Biomassepotenzial Bubenreuth (Quelle: eigene Darstellung)

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Biomasse	0,38 GWh/a	-

6.1.5 Umweltwärmepotenzial

Für die kommunale Wärmeversorgung bietet die Nutzung von Oberflächengewässern in Verbindung mit Großwärmepumpen eine vielversprechende Möglichkeit zur klimafreundlichen Wärmezeugung. Flüsse, Seen sowie Brack- und Meerwasser dienen dabei als nachhaltige Wärmequellen, da sie über das Jahr hinweg eine relativ konstante Temperatur aufweisen. Großwärmepumpen können die thermische Energie dieser Gewässer aufnehmen und in nutzbare Heizwärme umwandeln. Die Nutzung dieser natürlichen Ressourcen trägt zur Reduzierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe bei und ermöglicht eine ressourcenschonende und lokale Wärmeversorgung für die Kommune.

Nutzung der Regnitz als Wärmequelle

Die rechtlichen Anforderungen für die Nutzung dieser Gewässer unterliegen strengen Regularien, um ökologische Auswirkungen zu minimieren. Die Entnahme von Wärme aus Flüssen, Seen oder anderen Gewässern erfordert daher eine behördliche Genehmigung, die durch die jeweilige Wasserbehörde erteilt wird. Diese Genehmigung stellt sicher, dass die Nutzung im Einklang mit den Wasserhaushaltsgesetzen des Bundes und der Länder erfolgt und dabei insbesondere die Temperaturgrenzwerte sowie der Schutz der aquatischen Lebensräume berücksichtigt werden.

In Bubenreuth bietet die Regnitz somit eine technische Wärmequelle. Abbildung 20 und Abbildung 21 fassen den Temperaturverlauf der Regnitz sowie die verfügbare Umweltwärme in Abhängigkeit der maximalen Abkühlung des Gewässers durch die Wärmenutzung zusammen.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Regnitz (Umweltwärme)	126 GWh/a	

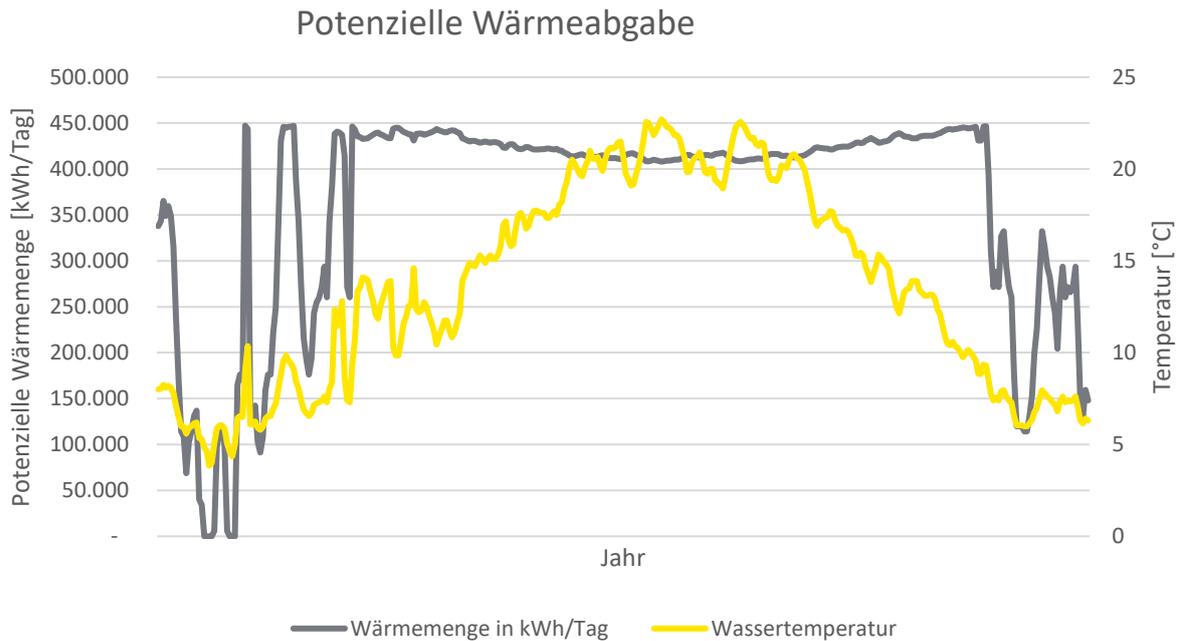


Abbildung 20 Temperaturverlauf der Regnitz mit Potenziellen Wärmebereitstellung in Bubenreuth

Da die zur Verfügung stehende Temperatur im Winter zwischen 4°C und 5°C liegt, ist das technische Potenzial stark abhängig von der minimal zulässigen Einleitungstemperatur. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 21 dargestellt. Sobald die Temperatur des Gewässers gleich oder niedriger ist als die genehmigte Einleitungstemperatur, ist das nutzbare Potenzial bei null. Solange ein Temperaturunterschied zwischen ausgeleitetem und eingeleitetem Wasser besteht, kann dieser Temperaturunterschied durch eine Wärmepumpe genutzt werden (siehe Tabelle 8). Die Nutzung ist jedoch von obengenannten Genehmigungen abhängig. Zusätzlich wird voraussichtlich ein hydrologisches Gutachten, sowie ein ökologisches Gutachten notwendig sein. Zuständig ist hierfür das Landesamt für Umwelt des Landes Bayern (LfU), sowie die Umweltbehörde des Kreis Erlangen-Höchstadt. Für die Erschließung ist mit einem hohen Genehmigungsaufwand zu rechnen.

Tabelle 8 Nutzbare Temperaturdifferenz bei 5°C Wassertemperatur der Regnitz

Temperatur der Regnitz	Minimal Einleitungstemperatur durch exemplarische Genehmigung	Nutzbare Temperaturdifferenz für die Wärmepumpe
5°C	5°C	0°C
5°C	3°C	2°C
5°C	1°C	4°C

Abbildung 21 zeigt beispielhaft diese Abhängigkeit des Potenzials von der tatsächlichen Genehmigung. Die Werte wurden beispielhaft berechnet mit den Parametern in Tabelle 9.

Tabelle 9 Parameter zur beispielhaften Berechnung der Umweltwärme der Regnitz im Jahresverlauf

zulässige Rücklauftemperatur	5 - 1	°C
zulässige Wasserentnahme	2618,65	m ³ /h
Volumenstrom	0,73	m ³ /s
Wärmekapazität Wasser	4,19	kJ/kg/K
COP-Wärmepumpe	2,3 - 4,1	

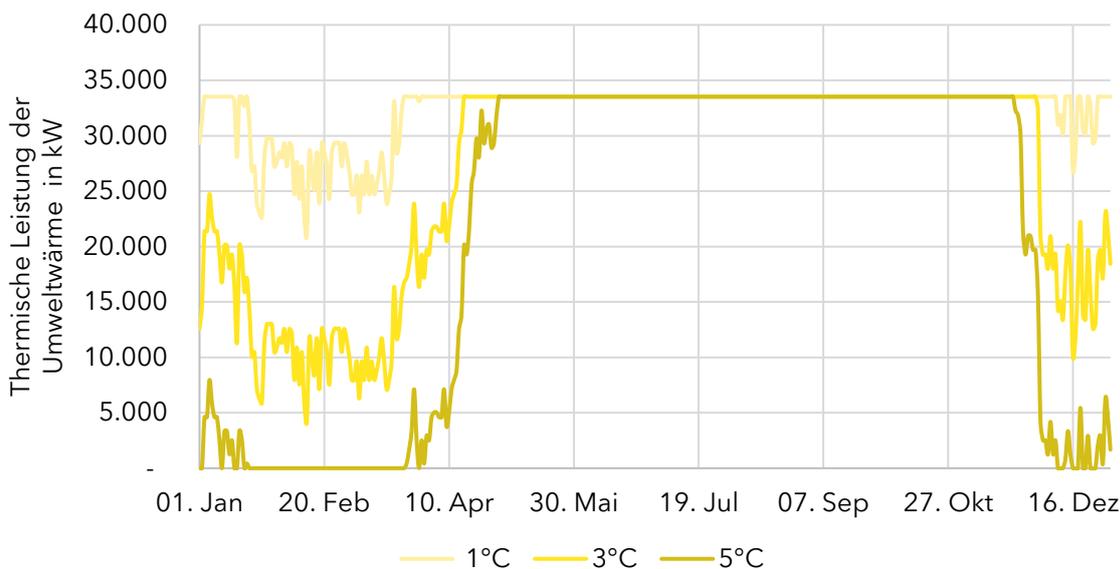


Abbildung 21 Verfügbare Umweltwärme der Regnitz in Abhängigkeit der maximal zulässigen Abkühlung.

Aufgrund des hohen theoretischen Potenzials und der umfangreichen Genehmigungsverfahren eignet sich die Regnitz nur für eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz. Das Potenzial kann mithilfe einer Wärmepumpe gehoben werden.

6.1.6 Abwärmepotenzial

Die Erhebung des Potenzials für Abwärme in der kommunalen Wärmeplanung umfasst die Identifizierung und Analyse von Wärmequellen aus industriellen oder gewerblichen Prozessen, die zur Nutzung in lokalen Wärmenetzen beitragen können.

In Bubenreuth gibt es kaum bis keine Erzeuger, die eine große Abwärme zur Verfügung stellen. Anhand dieser Erkenntnis ist die nähere Betrachtung von Abwärmepotenzial auszuschließen.

6.1.7 Geothermische Potenziale

Die Erhebung des Geothermie-Potenzials in der kommunalen Wärmeplanung beinhaltet die Analyse der geologischen Gegebenheiten zur Nutzung der Erdwärme als nachhaltige Energiequelle für eine zentrale oder dezentrale Erschließung.

Oberflächennahe Geothermie

In Bubenreuth bietet die oberflächennahe Geothermie ein realistisches und wirtschaftlich umsetzbares Potenzial zur lokalen Wärmeversorgung. Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie wird Erdwärme aus Tiefen bis etwa 400 Metern genutzt. Diese wird mithilfe von Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren in Verbindung mit Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden genutzt. Diese Form der Geothermie ist insbesondere für Neubaugebiete oder sanierte Bestandsgebäude geeignet und kann so zur Reduzierung der wärmebedingten CO₂-Emissionen beitragen. Die Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen kann die Effizienz von Wärmepumpen, im Vergleich zu Luft-Wärmepumpen, verbessern.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Geothermie (Sonden)	18,6 GWh/a	-

Abbildung 22 zeigt die lokale Verfügbarkeit von Geothermischen Sonden in bis zu 100m Tiefe. Diese befinden sich hauptsächlich am Rand der besiedelten Gebiete und kommen hier bspw. für eine dezentrale Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen in Frage.

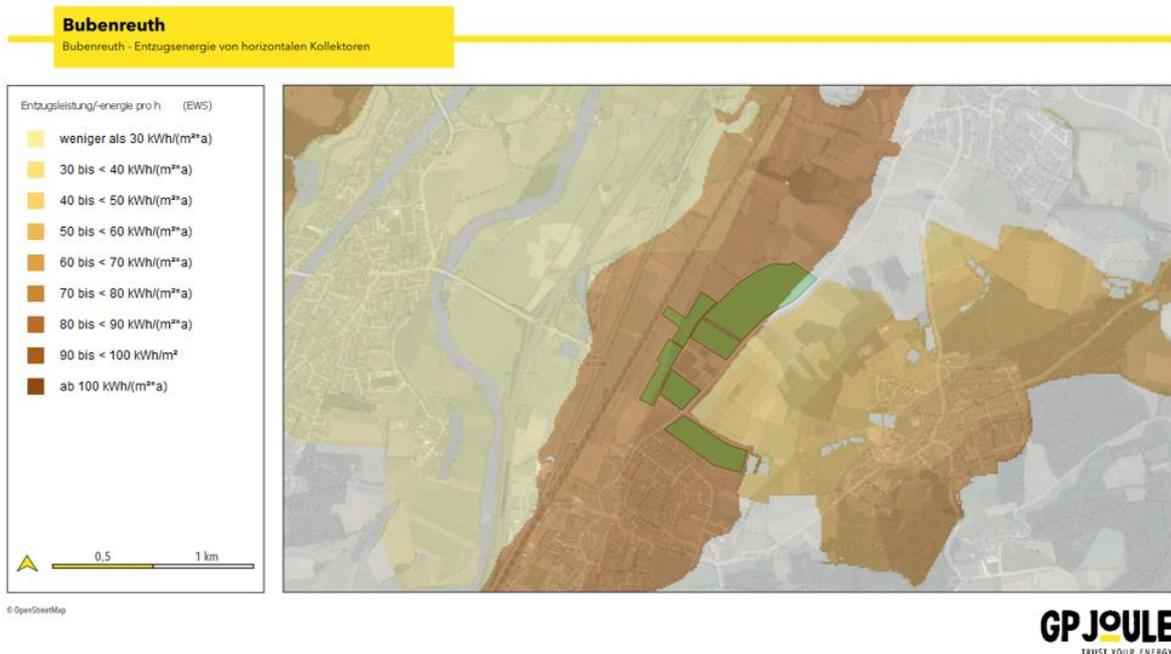


Abbildung 22 Geothermie Sonden - Potenziale, Betrachtung von Erdwärmesonden in 100m Tiefe (Quelle: eigene Darstellung)

Oberflächennahe Kollektoren in den oberen 10m des Untergrunds weisen ebenfalls ein technisches Potenzial auf. In Abbildung 23 ist die lokale Verteilung zu sehen, die sich hauptsächlich am Rand der besiedelten Gebiete befinden. Erdwärmekollektoren können ebenfalls für die dezentrale Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen genutzt werden.

Potenzial	Wärmemenge	Strom
Geothermie (Kollektoren)	12 GWh/a	-

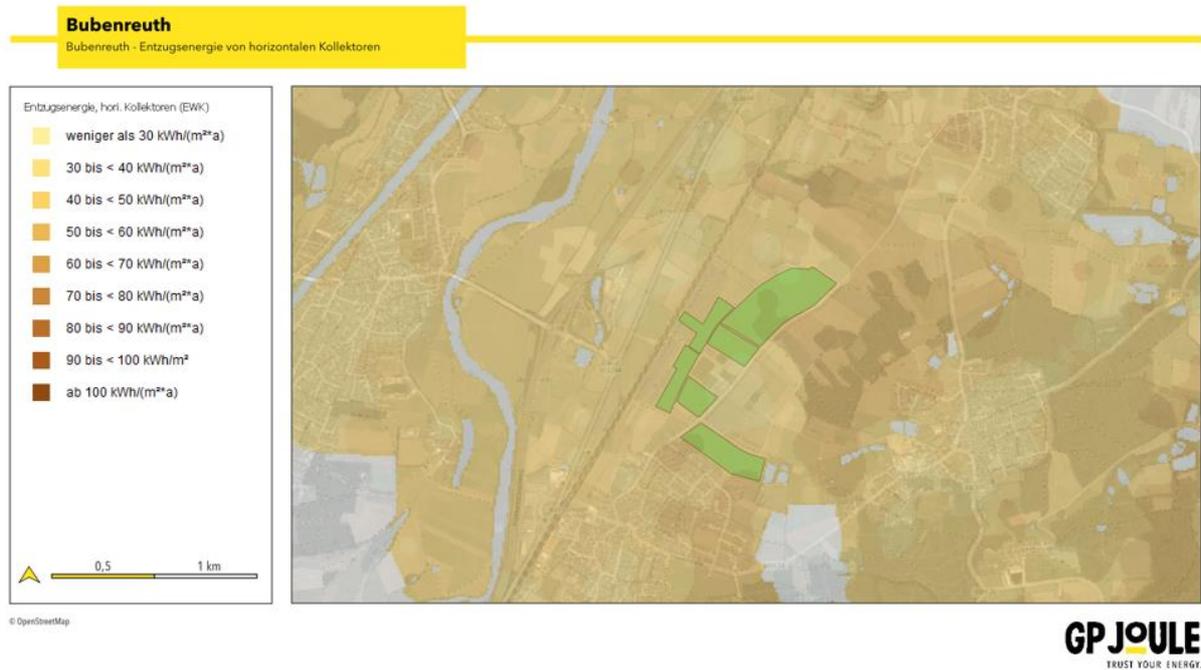


Abbildung 23 Geothermie Kollektoren - Potenziale, Betrachtung von Erdwärmekollektoren in den oberen 10m des Untergrunds (Quelle: eigene Darstellung)

Tiefe Geothermie

Eine Eignung für hydrothermale Nutzung von Geothermie in Bubenreuth ist formal nach dem geothermischen Informationssystem kein Potenzial gegeben. Temperaturen von 40°C und 60°C können hier in einer Tiefe zwischen 1.000m und 1.700m in einer Entfernung von 28 km gefunden werden (vgl. Abbildung 24).

Tiefe Geothermie, die Erdwärme aus Tiefen von über 1.000m erschließt, bietet zwar theoretisch erhebliches Potenzial, ist jedoch durch die Entfernung und sehr hohe Investitionen unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen derzeit als unrealistisch und auszuschließen. Die erforderlichen Bohrungen und die umfassende technische Infrastruktur machen tiefe Geothermie in dieser Region nicht wirtschaftlich attraktiv. Daher wird der Fokus in der Wärmeplanung für Bubenreuth auf die nutzbaren Potenziale der oberflächennahen Geothermie gelegt.

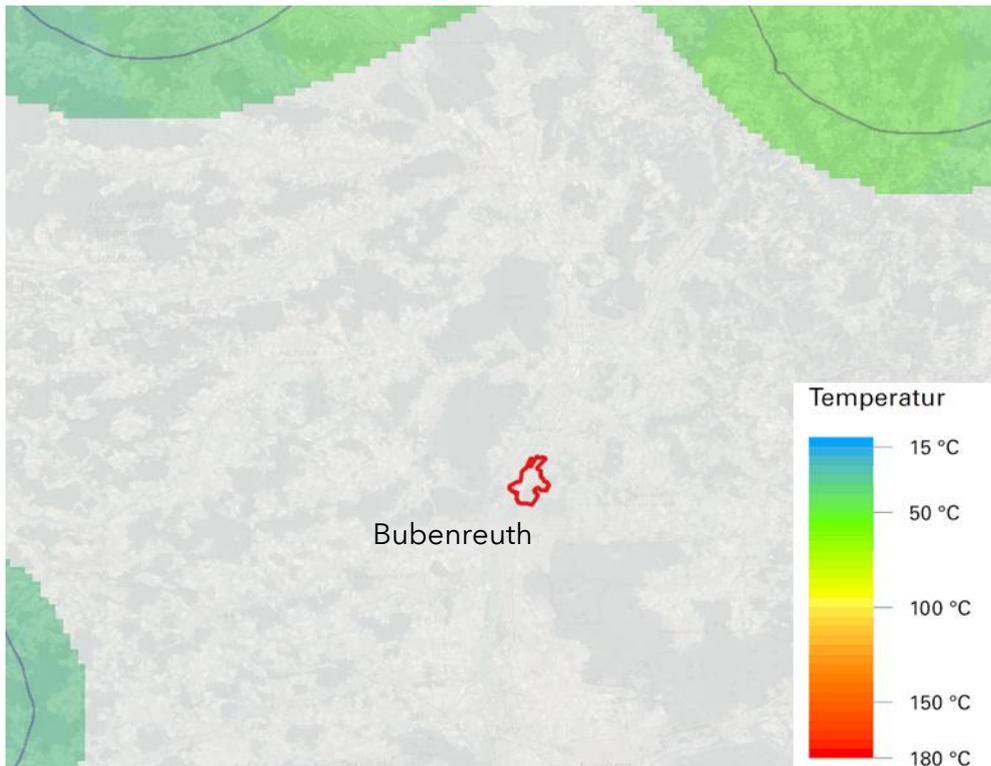


Abbildung 24 Verbreitung des Mittel- bis Tiefen Geothermie Potenzial (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2025))

6.2 Speicherpotenziale

In der zukünftigen, regenerativen Wärmeversorgung spielt die Wärmespeicherung eine zentrale Rolle, um eine effiziente und flexible Wärmeversorgung zu gewährleisten. Ein Großteil der Wärmeerzeugungen in Bubenreuth wird durch dezentrale Heizsysteme bereitgestellt. Auch in Zukunft wird der Anteil an privaten, dezentralen Wärmeerzeugern groß sein. Daher sind dezentrale Wärmespeicher in Form von Warmwasserspeichern in einzelnen Gebäuden besonders sinnvoll. Diese dezentralen Speicher ermöglichen es, überschüssige Wärme aus erneuerbaren Energiequellen wie Solarthermie oder Wärmepumpen zeitversetzt zu nutzen und somit den Eigenverbrauch zu erhöhen und die Netzbelastung zu reduzieren.

In Gebieten mit potenzieller und vorhandener zentraler Wärmeversorgung bietet sich hingegen die Integration von Großwarmwasserspeichern am Standort der jeweiligen Heizzentralen an. Diese großvolumigen Speicher ermöglichen es, Wärme in großem Maßstab zu speichern und bei Bedarf flexibel ins Wärmenetz einzuspeisen. Insbesondere in Kombination mit zentralen Wärmeerzeugern, wie Biomasseheizwerken oder Großwärmepumpen, können Großwärmespeicher die Effizienz des Gesamtsystems steigern und Versorgungsspitzen abfedern.

Darüber hinaus können diese Speicher die Nutzung von erneuerbaren Energien unterstützen, indem sie Wärme aufnehmen, die zu Zeiten hoher Erzeugung, aber geringer Nachfrage produziert wird. Insgesamt tragen sowohl dezentrale als auch zentrale Speicher zur Versorgungssicherheit bei und ermöglichen eine bessere Auslastung der Wärmeerzeugungsanlagen.

6.3 Zwischenfazit: Potenzialanalyse

Bei der Bewertung der verschiedenen technischen Potenziale zeigt sich, dass im Bereich Windenergie kein Ausbaupotenzial besteht. Photovoltaik-Potenzial als Freiflächenanlagen steht geringfügig zur Verfügung. Einzelne Abschnitte an der Autobahn wurden als Potenziale ermittelt. Für private Aufdachanlagen besteht sowohl für PV als auch für Solarthermie ein weiteres Potenzial. Im Bereich Biomasse ist die Verfügbarkeit von Hackschnitzeln und Biogas als Energieträger geringfügig bis gar nicht gegeben. Industrielle Abwärme bietet nur lokal begrenzte Potenziale, während die Verfügbarkeit von Umgebungsluft für Luft-Wärmepumpen gegeben ist. Die Nutzung des Regnitz-Gewässers für Umweltwärme erfordert einen hohen Genehmigungs- und Planungsaufwand. Geothermie ist nur für oberflächennahe Anwendungen geeignet und somit auf bestimmte Bereiche beschränkt.

Potenzial	Bewertung	
Wind		Nicht gegeben
Photovoltaik		Geringe Flächenverfügbarkeit, Aufdachanlagen hohes Potenzial identifiziert
Solarthermie		Flächenkonkurrenz zu PV
Biomasse		Verfügbarkeit von Hackschnitzeln und Biogas
Industrielle Abwärme		Geringe Potenziale lokal begrenzt vorhanden
Umgebungsluft		Verfügbarkeit für Luft-Wärme-Pumpen gegeben
Abwasser		Nicht gegeben
Regnitz-Gewässer		Hoher Genehmigungs- und Planungsaufwand
Geothermie		Nur für oberflächennahe Anwendungen geeignet

7 Zielszenarien

7.1 Methodik und Annahmen

Die Szenarioanalyse wird gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes durchgeführt, wobei das **Zieljahr für Klimaneutralität auf 2040** festgelegt ist, mit Zwischenzieljahren für 2030 und 2035. Außerdem werden als Ergebnisse Wärmeversorgungsgebiete und -arten ausgewiesen. Die Zieljahre wurden durch die Gemeinde Bubenreuth, im Rahmen des WPGs definiert und festgelegt.

Die Modellierung der im Wärmeplanungsgesetz geforderten Indikatoren basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse, einer Literaturrecherche sowie den durchgeführten Beteiligungsformaten. Hierbei wurden Verbrauchs- (Wärmebedarf nach Sanierung) und Versorgungsszenarien (Verfügbarkeit erneuerbare Energien und Abwärme) zusammengeführt. Außerdem wurde die Entwicklung von grundlegenden Einflussfaktoren berücksichtigt, welche im Folgenden mit den jeweiligen Annahmen und Restriktionen erläutert werden.

Die Methodik zur Erstellung der Zielszenarien in der Wärmeplanung basiert auf einer umfassenden Analyse von Annahmen und Restriktionen, die für die Planung einer klimafreundlichen und zukunftssicheren Wärmeversorgung entscheidend sind. Verschiedene Faktoren spielen hierbei eine zentrale Rolle.

Die Zielszenarien richten sich nach den politischen Vorgaben zur Dekarbonisierung des Stromsektors und den entsprechenden Maßnahmen der Bundesregierung. Dazu gehören beispielsweise die Förderung erneuerbarer Energien, die Reduktion von CO₂-Emissionen und das Ziel der Klimaneutralität bis 2040. Diese Vorgaben sind entscheidend für die Gestaltung der zukünftigen Wärmeversorgungssysteme, insbesondere durch den vermehrten Einsatz von erneuerbarem Strom und unvermeidbarer Abwärme.

Ein weiterer zentraler Punkt ist das Bevölkerungswachstum. So wird die zukünftige Bevölkerungsentwicklung in der jeweiligen Region projiziert. Ein Anstieg der Bevölkerung führt zu einem erhöhten Wärmebedarf, während eine stagnierende oder schrumpfende Bevölkerung den Bedarf reduzieren könnte. Diese Faktoren beeinflussen maßgeblich die Planung und Dimensionierung der Wärmeinfrastruktur.

Es werden Annahmen über die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung getroffen. Wirtschaftliche Veränderungen wirken sich auf den Prozesswärmebedarf von Industrie und Gewerbe aus und beeinflussen die Investitionsbereitschaft in neue Dekarbonisierungsprojekte. Ein dynamisches Wirtschaftswachstum kann Investitionen beschleunigen, während wirtschaftliche Stagnation diese erschwert.

Ein weiterer Bestandteil der Energiezukunft ist der Einsatz von Wasserstoff. Dessen Rolle in der Wärmeversorgung hängt stark von der Verfügbarkeit und den Kosten ab. Da der Großteil des Wasserstoffs in den nächsten Jahrzehnten importiert werden muss, bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich seiner Verfügbarkeit und der Preisentwicklung. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserstoffmarkt bis in die 2040er-Jahre wächst, was zu Schwankungen in den Preisen und der Verfügbarkeit führen kann. Besonders führt der Einsatz von Wasserstoff zu sehr hohen Betriebskosten im Gegensatz zu anderen Energieträgern, was oft zum Ausschluss als wirtschaftliche Zukunftstechnologie im Wärmesektor führt. Die Nutzung von Wasserstoff in der Wärmeversorgung wird in der

vorliegenden Wärmeplanung für Bubenreuth nicht berücksichtigt, da sie aus heutiger Sicht als nicht wirtschaftlich und energetisch ineffizient bewertet wird. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff und dessen anschließende Rückumwandlung in Wärme ist mit erheblichen Energieverlusten verbunden. Zudem fehlt es derzeit an der notwendigen Infrastruktur für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung. Dennoch bleibt die Entwicklung im Bereich Wasserstoff ein relevantes Zukunftsthema, das weiterhin beobachtet und bei der zukünftigen Fortschreibung der Wärmeplanung erneut evaluiert werden sollte, falls sich technologische Fortschritte oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen signifikant ändern.

Die Nutzung von Biomasse ist eine weitere relevante Option, jedoch mit deutlichen Einschränkungen. Die energetische Nutzung von Biomasse soll weitgehend auf Abfall- und Reststoffe beschränkt werden, um ökologische Auswirkungen zu minimieren. Die Verfügbarkeit dieser Ressourcen ist limitiert, sodass die Nutzung von Biomasse in den Szenarien sorgfältig abgewogen wird, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Ein wesentlicher Faktor für die Senkung des Wärmebedarfs sind die Sanierungsraten von Gebäuden. Herausforderungen bestehen in der Realisierung der angestrebten Sanierungsraten aufgrund des Fachkräftemangels.

Zusätzlich werden weitere Restriktionen in die Planung einbezogen, wie etwa die Infrastrukturkosten und die Verfügbarkeit von Technologien. Auch globale Entwicklungen auf den Energiemärkten, wie Schwankungen der Preise für fossile und erneuerbare Energieträger, haben Einfluss auf die Gestaltung der Zielszenarien.

Die Ausarbeitung der Szenarioanalyse wurde durch die Mitwirkung der kommunalen Verwaltung und der Stakeholder unterstützt. Alle beschriebenen Annahmen und Restriktionen dienen als Grundlage für die langfristige Planung der Wärmeversorgung und ermöglichen eine fundierte Entscheidung über die zukünftig zu verfolgenden Maßnahmen.

7.2 Einteilung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete

Aus den Vorergebnissen konnten Gebiete identifiziert werden, welche sich für eine genauere Betrachtung bezüglich der Umsetzung einer zentralen Wärmeversorgung, im folgenden Betrachtungsgebiete genannt, eignen. Abbildung 25 fasst den Ansatz der Gebietsunterscheidung zusammen.

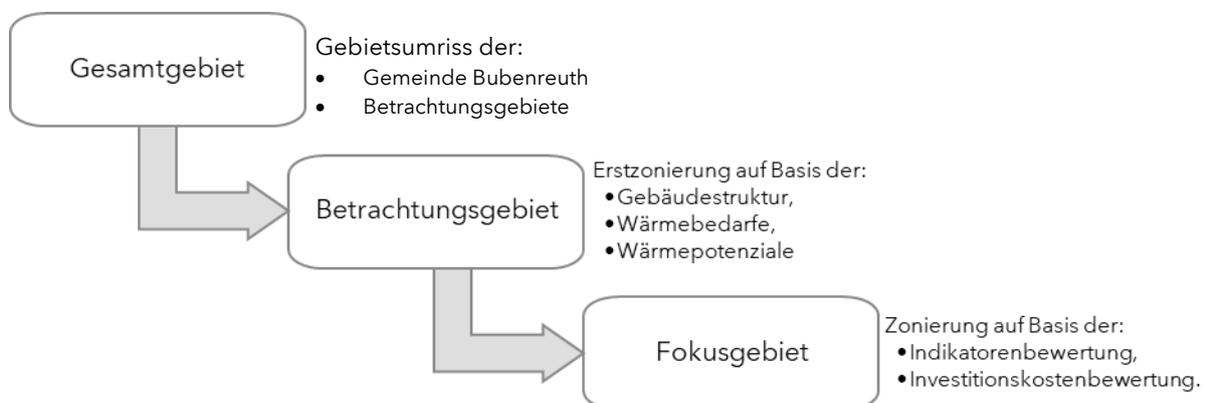


Abbildung 25 Gebietsunterscheidung im Zonierungsansatz

Um alle Gebiete mit einer potenziellen zukünftigen Wärmeversorgung für die Zielszenarien zu zonieren, wurde eine zweistufige Bewertungsmethodik entwickelt. Abbildung 26 fasst die angewandte Methodik zusammen. Es werden zum einen Indikatoren bewertet und gewichtet, als auch grobe Investitionskosten Schätzungen auf Basis des Technikcatalogs (BMWK 2024) durchgeführt.

Da die Kostenschätzungen im Technikcatalog mit Unwahrscheinlichkeiten bis zu 70% angegeben werden, dient der CAPEX-Vergleich lediglich der Überprüfung der indikatorenbasierten Erstbewertung. Die errechneten Kosten können stark von realen Umsetzungskosten abweichen. Dennoch bietet der Vergleich zwischen CAPEX von dezentralen und zentralen Versorgungslösungen eine valide Gegenprüfung der Indikatoren rein aus dem Gesichtspunkt des Wachstums und der Reduktion der Wirtschaftlichkeit im Zeitverlauf.

Die Zonierung dient dazu, verschiedene Gebiete nach ihrer Eignung für zentrale, dezentrale und erweiterbare Wärmenetze zu unterscheiden. Zentrale Wärmeversorgung wird in dicht bebauten Gemeindeteilen bevorzugt, oder in Gebieten in welchen bestehende Wärmenetze effizient erweitert werden können. Dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen eignen sich für weniger dicht besiedelte oder ländliche Gebiete. Gebiete mit bestehender Infrastruktur werden auf ihr Potenzial zur Netzerweiterung überprüft, um die Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme zu optimieren und eine flexible Wärmeversorgung sicherzustellen.

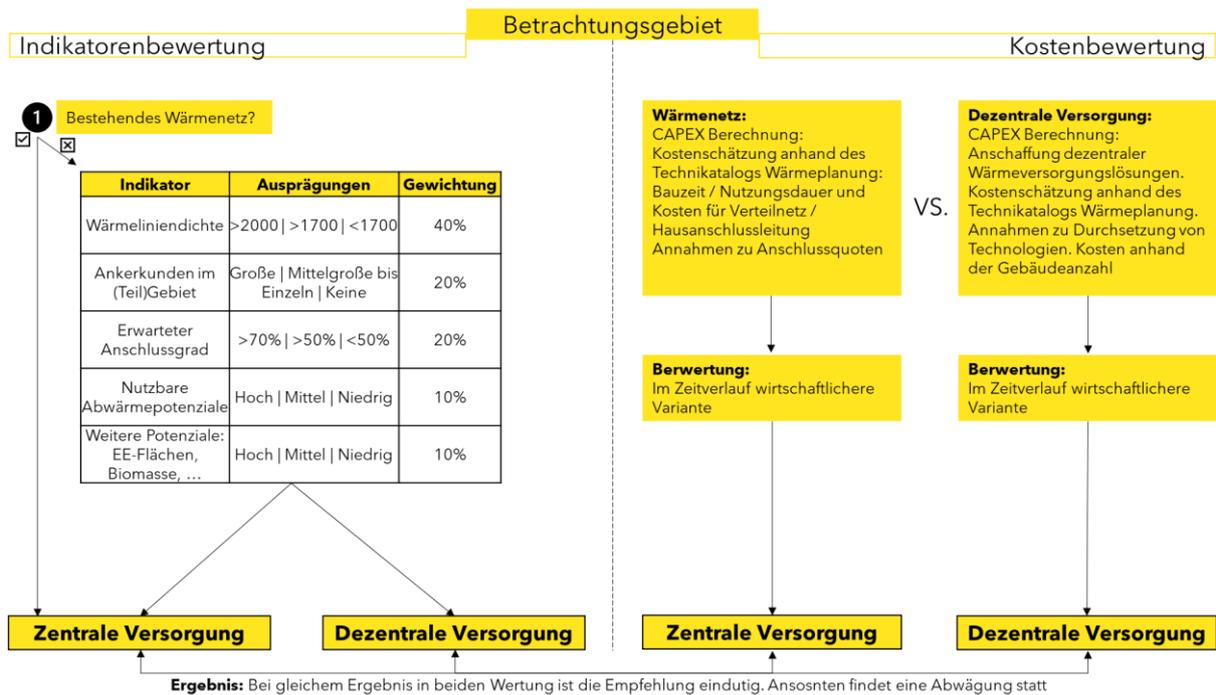


Abbildung 26 Methodik zur Ausweisung von Wärmeversorgungsgebieten und Arten

Die Bewertungsmatrix dient als Entscheidungsgrundlage zur Zonierung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete. Zunächst wird überprüft, ob bereits ein Wärmenetz in dem betrachteten Gebiet existiert. Ist dies der Fall, muss eine Erweiterung des bestehenden Netzes durch den Wärmenetzbetreiber geprüft werden.

Besteht kein Wärmenetz im Betrachtungsgebiet, werden zunächst verschiedene Indikatoren, wie z. B. der Anschlussgrad, der Energiebedarf und bestehende Ankerkunden

verglichen. Anhand der gewichteten Bewertung wird ermittelt, welche Versorgungsvariante - zentral oder dezentral - langfristig vorteilhafter ist. In Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte, bestehenden Ankerkunden oder einem hohen erwarteten Anschlussgrad wird eine zentrale Versorgung präferiert, während in dünn besiedelten Gebieten mit geringer Wärmeliniendichte und gegeben durch eine hohe Platzverfügbarkeit auch die schnellere Durchsetzung von privaten Wärmepumpen, dezentrale Lösungen favorisiert werden.

In zweiter Instanz wird eine Kostenabschätzung (CAPEX) für den Bau des zentralen Netzes gegenüber einer Durchsetzung von dezentralen Lösungen (Wärmepumpen) im Betrachtungsgebiet durchgeführt. Kommen Indikatorenbewertung und Kostenbewertung zum gleichen Ergebnis, ist die Zonierung eindeutig. Divergieren die Ergebnisse wird das Gebiet einer erneuten detaillierteren Betrachtung unterzogen und in Abwägung über die Zonierung entschieden.

Die Bewertung der effizienteren und wirtschaftlich vorteilhafteren Variante für jedes betrachtete Gebiet ermöglicht eine systematische und datenbasierte Entscheidung für die zukünftige Wärmeversorgung. Die Ergebnisse sind in Abbildung 27 auf der Karte verdeutlicht.

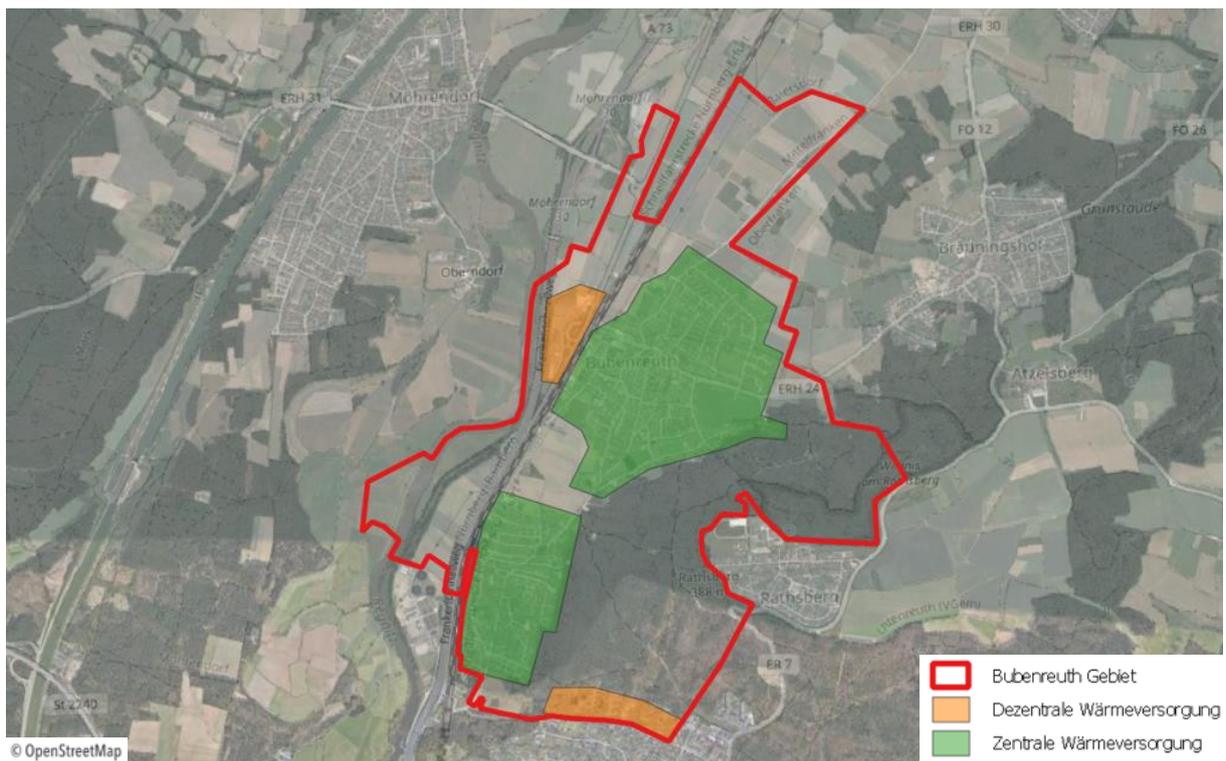


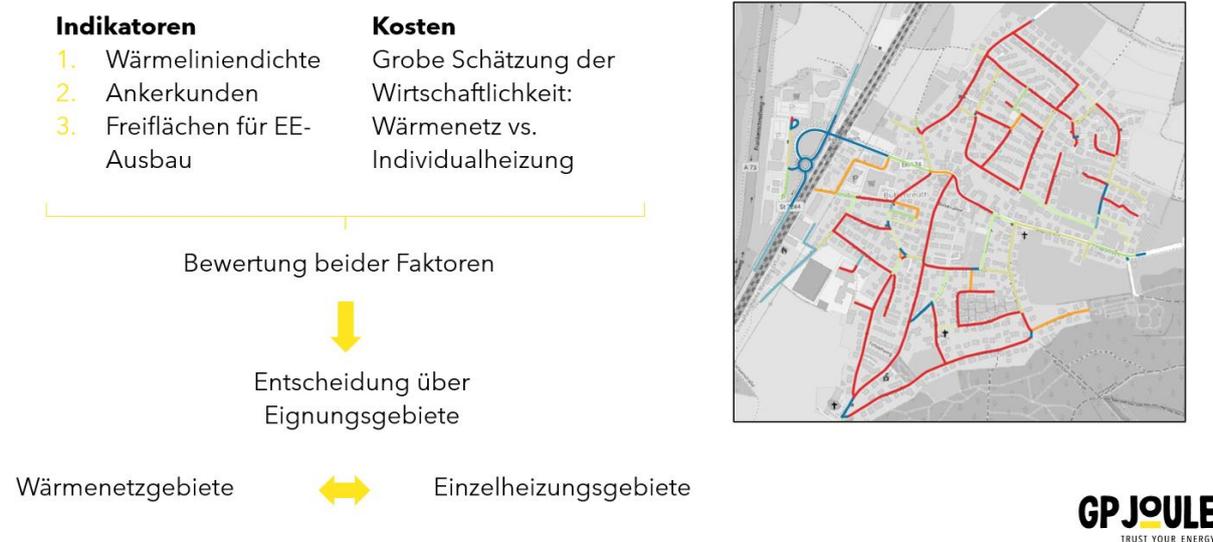
Abbildung 27 Zonierung der Betrachtungsgebiete

Die Zonierung der Betrachtungsgebiete erfolgte nach umfangreicher Prüfung. Die detaillierte Auswertung der einzelnen Gebiete wird in Kapitel 7.4 erläutert.

7.3 Zielszenarien für Wärmeversorgung von Bubenreuth

Bei der Erstellung von Zielszenarien für die zukünftige Wärmeversorgung werden der zukünftige Wärmebedarf, der energetische Zustand des Gebäudebestands und die vorhandene Wärmeinfrastruktur berücksichtigt. Zudem fließen die Bewertungen erneuerbarer Potenziale wie Solarenergie, Geothermie, Biomasse und Abwärme ein, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu sichern. Abbildung 28 fasst den Prozess der Zielszenarienentwicklung übersichtlich zusammen. Es wird deutlich wie die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse in die Szenarien und die Zonierung einfließen.

Zonierung in zentrale und dezentrale Versorgungsgebiete



GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

Abbildung 28: Prozessdarstellung Zielszenarienentwicklung

Im Rahmen der Untersuchung zur künftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wurden drei Szenarien erarbeitet, um die möglichen Auswirkungen von baulichen und politischen Veränderungen auf den Wärmeverbrauch in der Region abzuschätzen. Die Szenarien basieren auf verschiedenen Annahmen bezüglich der Sanierungsrate und der Energieeinsparziele, die auf den geltenden Richtlinien und Prognosen beruhen. Im Folgenden werden die Grundannahmen sowie die Szenarien dargestellt.

Annahmen zur Wärmebedarfsentwicklung

Die Annahmen zur künftigen Entwicklung des Wärmebedarfs umfassen mehrere Faktoren:

- **Bevölkerungsentwicklung:** Es wird von einer leicht rückläufigen Bevölkerungszahl ausgegangen. Demografische Entwicklungen deuten darauf hin, dass keine signifikanten Veränderungen in der Zahl der Bewohner zu erwarten sind.
- **Zusätzlicher Wärmebedarf (Neubau):** Die Erschließung eines Neubaugebiets, sowie die geplante Entwicklung eines Gewerbegebiets werden zu einem zusätzlichen Wärmebedarf führen.
- **Wärmebedarfsrückgang (Bestand):** Gemäß den Vorgaben des AGFW-Arbeitsblatts FW 704 wird ein allgemeiner Rückgang des Wärmebedarfs erwartet. Der Rückgang wird durch die Sanierungsrate und die Energieeinsparmaßnahmen beeinflusst.

Szenarien zur Wärmebedarfsentwicklung

Drei Szenarien wurden auf Basis der Annahmen entwickelt, um den Wärmebedarfsrückgang zu prognostizieren und mögliche Entwicklungen im Zuge der Sanierungstätigkeiten und der Energieeinsparziele zu modellieren. In den Szenarien wurde auch die Durchsetzungsquote von Wärmepumpen berücksichtigt, da vor allem für eine zentrale Wärmeversorgung Gebäude, welche bereits eine dekarbonisierte Heizung aufweisen, großteils nicht mehr für einen Anschluss an ein Wärmenetz zur Verfügung stehen. Abbildung 29 fasst die Entwicklung des Wärmebedarfs in Bubenreuth anhand der drei Szenarien zusammen.

1. Moderates Szenario

Im moderaten Szenario wird von einem **jährlichen Rückgang des Wärmebedarfs um 1%** im Bestand ausgegangen. Dies entspricht einer Fortführung der aktuellen Sanierungsrate, ohne dass erhebliche Beschleunigungen bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu erwarten sind. Der Rückgang basiert auf einer regelmäßigen, jedoch nicht beschleunigten Sanierung der Gebäude und orientiert sich an den üblichen Sanierungszyklen. Dieses Szenario geht davon aus, dass die vorhandenen Strukturen beibehalten werden und sich die Energieeffizienz nur allmählich durch die kontinuierliche, aber moderate Verbesserung der Bausubstanz erhöht.

2. Progressives Szenario

Das progressive Szenario stellt eine ambitioniertere Entwicklung dar und basiert auf den **Energieeinsparzielen der Bundesregierung**. Hierbei wird von einem **jährlichen Rückgang des Wärmebedarfs um 2%** im Bestand ausgegangen. Diese Annahme berücksichtigt eine erhöhte Sanierungsrate, die in den kommenden Jahren weiter ansteigen soll. Dieses Szenario entspricht einem gesteigerten Engagement für die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und der Förderung effizienterer Sanierungsverfahren. Insbesondere bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass durch politische und wirtschaftliche Maßnahmen die Gebäudesanierung wesentlich schneller voranschreitet und somit zu einem deutlicheren Rückgang des Wärmebedarfs führt.

In den nachfolgenden Fokusgebieten findet das progressive Szenario keine Berücksichtigung. Die Annahme, dass eine derartige Senkung realistisch ist, wird nicht geteilt.

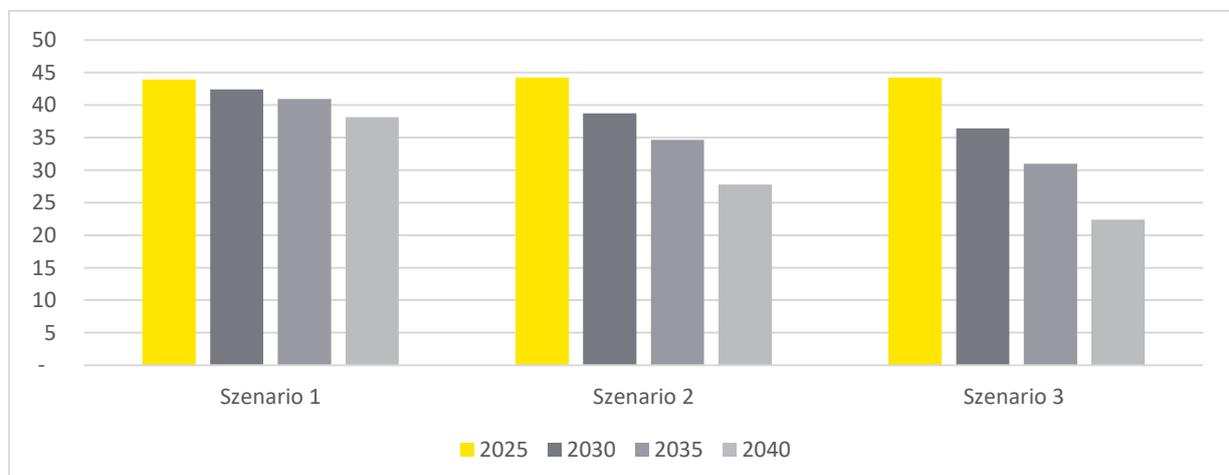


Abbildung 29 Szenarienbasierte Entwicklung des Wärmebedarfs in Bubenreuth, 2025, 2035 und 2040

In diesem Punkt wird die konservative Variante favorisiert. Als weiterer Betrachtungspunkt, wird die Durchsetzung des Einbaus von Wärmepumpen betrachtet. Die Analyse der Datengrundlage zeigt eine signifikante Zunahme des Einsatzes von Wärmepumpen in den vergangenen Jahren. Für die nachfolgenden Betrachtungen werden folgende Rahmenbedingungen zugrunde gelegt:

- Sanierungsquote in allen Szenarien von 1 % jährlich
- Durchsetzung von Wärmepumpen
 - o Szenario 2: 0,5% jährlich
 - o Szenario 3: 1 % jährlich

Die Ergebnisse werden im Folgenden in Steckbriefen zusammengefasst. Die Szenarien zur Wärmebedarfsentwicklung dienen dabei als wichtige Orientierung, um realistische, langfristige Maßnahmen zur Energieeinsparung und Sanierung abzuleiten.

Um eine fundierte Grundlage für die Maßnahmenentwicklung in der kommunalen Wärmeplanung zu schaffen, werden die Betrachtungsgebiete (vgl. Abbildung 27) auf Basis der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse auf Fokusgebiete geschärft. Anschließend werden die entwickelten Wärmebedarfsszenarien auf die Fokusgebiete übertragen und detailliert analysiert. In Kombination mit der aktuellen Wärmebedarfsdichte und dem Energiemix im Fokusgebiet werden gebietsspezifische Empfehlungen abgeleitet.

7.4 Steckbriefe Fokusgebiete

Aus den Vorergebnissen und als Resultat der Zonierungsmethodik (vgl. Abbildung 26) wurden die Fokusgebiete Bubenreuth Nord und Bubenreuth Süd abgeleitet. Abbildung 30 fasst die Ergebnisse der Zonierungsmethodik zusammen.

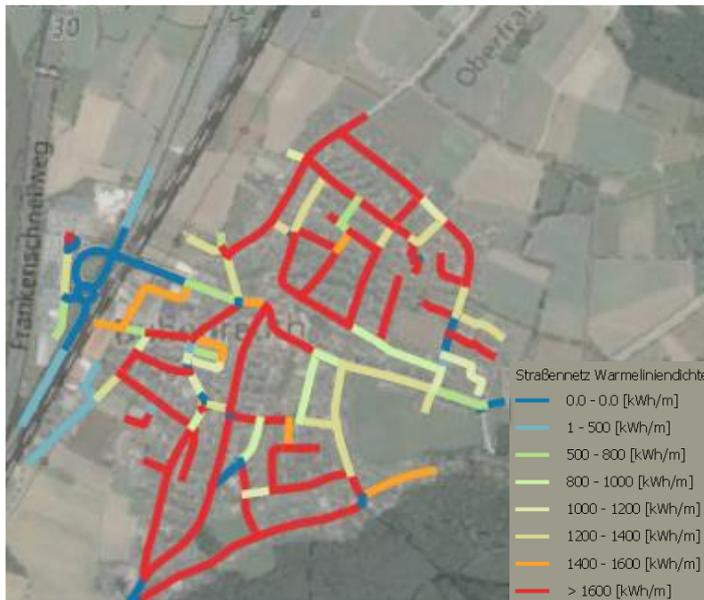
Gebiet	Zonierung	Begründung
Bubenreuth Nord-Wohngebiet	 Zentrale Wärmeversorgung	Nähere Prüfung
Bubenreuth Nord - Industriegebiet	 Dezentrale Wärmeversorgung	Eindeutiges Resultat
Bubenreuth Süd - Wohngebiet	 Zentrale Wärmeversorgung	Nähere Prüfung
Bubenreuth Süd - Wohngebiet Erlangen	 Dezentrale Wärmeversorgung	Eindeutiges Resultat

Abbildung 30: Fokusgebiete und Ergebnisse des Zonierungsansatzes

Die Begründung ‚Eindeutiges Resultat‘ bezieht sich hierbei auf ein gleichbleibendes Ergebnis in der zweistufigen Bewertung aus Indikatoren und Kostenschätzung. Für alle Fokusgebiete werden im Folgenden detaillierte Steckbriefe erstellt.

Die Betrachtungsgebiete Bubenreuth Nord - Industriegebiet und Bubenreuth Süd - Wohngebiet Erlangen wurden bereits in der Voranalyse auf Basis der Gebäudestruktur und Wärmebedarfsdichte als Eignungsgebiete für eine dezentrale Wärmeversorgung ausgewiesen (vgl. Abbildung 27) und daher nicht nochmal detaillierter in einem Steckbrief analysiert.

7.4.1 Bubenreuth Nord - Wohngebiet

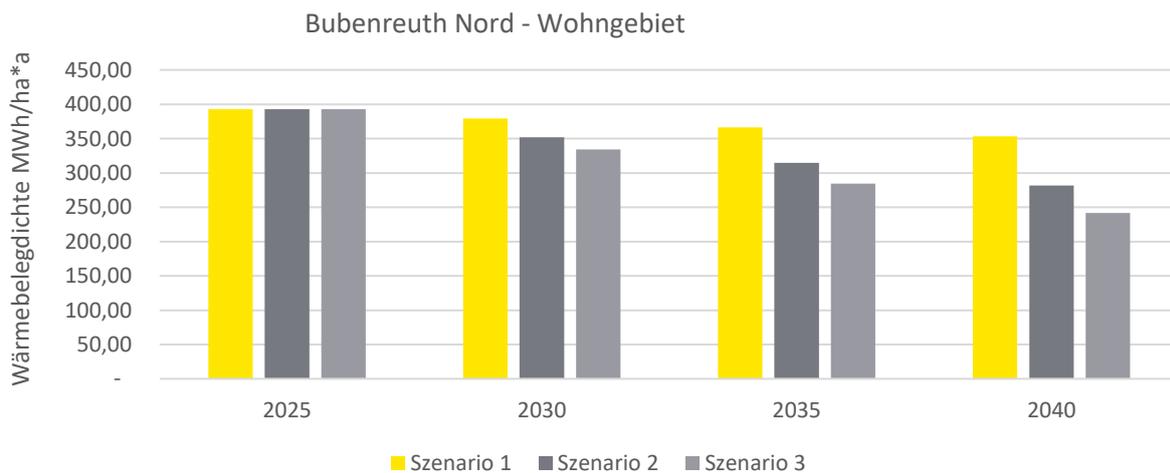


Die Untersuchung zeigt, dass im Betrachtungsgebiet ein mögliches Potenzial für eine nachhaltige Wärmeversorgung besteht. Aufgrund der hohen Wärmelinien-dichte kann die zentrale Erschließung des Gebietes vorteilhaft sein, sofern eine ausreichende Anschlussquote erreicht wird. Als potenzielle kommunale Abnehmer konnten hier das Rathaus, die Schule sowie Kindergarten und Kinderhorte identifiziert werden. Ebenso kommt als möglicher Ankerkunde der Bauhof und die Feuerwehr infrage. Sie können durch ihre

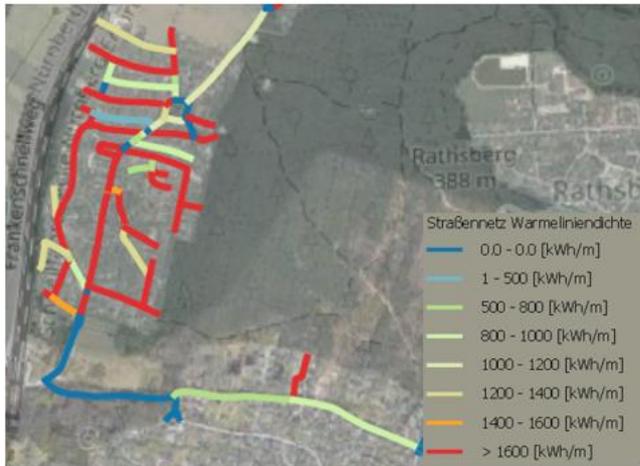
Bedarfmengen dazu beitragen, ein Wärmenetz kurzfristig wirtschaftlich aufzubauen und langfristig dafür sorgen eine stabile Abnahme zu gewährleisten. Diese Faktoren deuten darauf hin, dass eine zentrale Wärmeversorgungs-lösung für Bubenreuth Nord- Wohngebiet wirtschaftlich attraktiv und ökologisch sinnvoll sein kann.

Einschätzung

Betrachtungsgebiet für Fernwärmeversorgung



7.4.2 Bubenreuth Süd - Wohngebiet

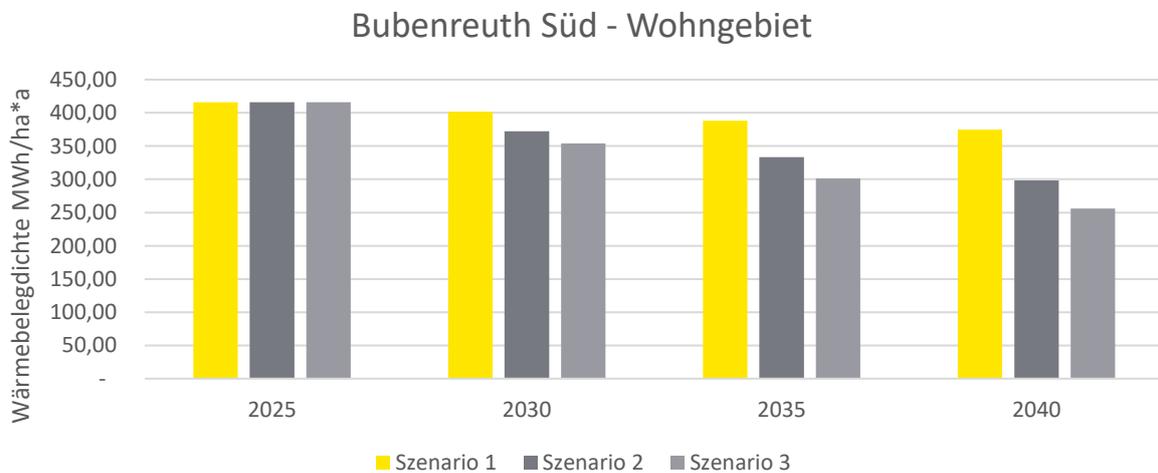


Die Untersuchung zeigt, dass im südlichen Betrachtungsgebiet der Gemeinde Bubenreuth ein mögliches Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung besteht. Aufgrund der hohen Wärmeliniendichte kann die zentrale Erschließung des Gebietes vorteilhaft sein, sofern eine ausreichende Anschlussquote erreicht wird. Im südlichen Gebiet gibt es keine potenziellen kommunalen Abnehmer, jedoch einige Mehrfamilienhäuser mit hohem Wärmebedarf.

Diese Faktoren deuten darauf hin, dass eine zentrale Wärmeversorgungslösung für das Wohngebiet Bubenreuth Süd wirtschaftlich attraktiv und ökologisch sinnvoll sein kann.

Einschätzung

Betrachtungsgebiet für Fernwärmeversorgung



7.5 Zwischenfazit: Zielszenarien

Auf Basis der in der Bestandsanalyse in Kapitel 4.2 beschriebenen Wärmebedarfe und der projizierten Entwicklung der Wärmebedarfe bis zum Zieljahr 2040, zeigt Abbildung 31 einen Pfad auf dem Weg zur Klimaneutralität über die Jahre 2030, 2035 und 2040.

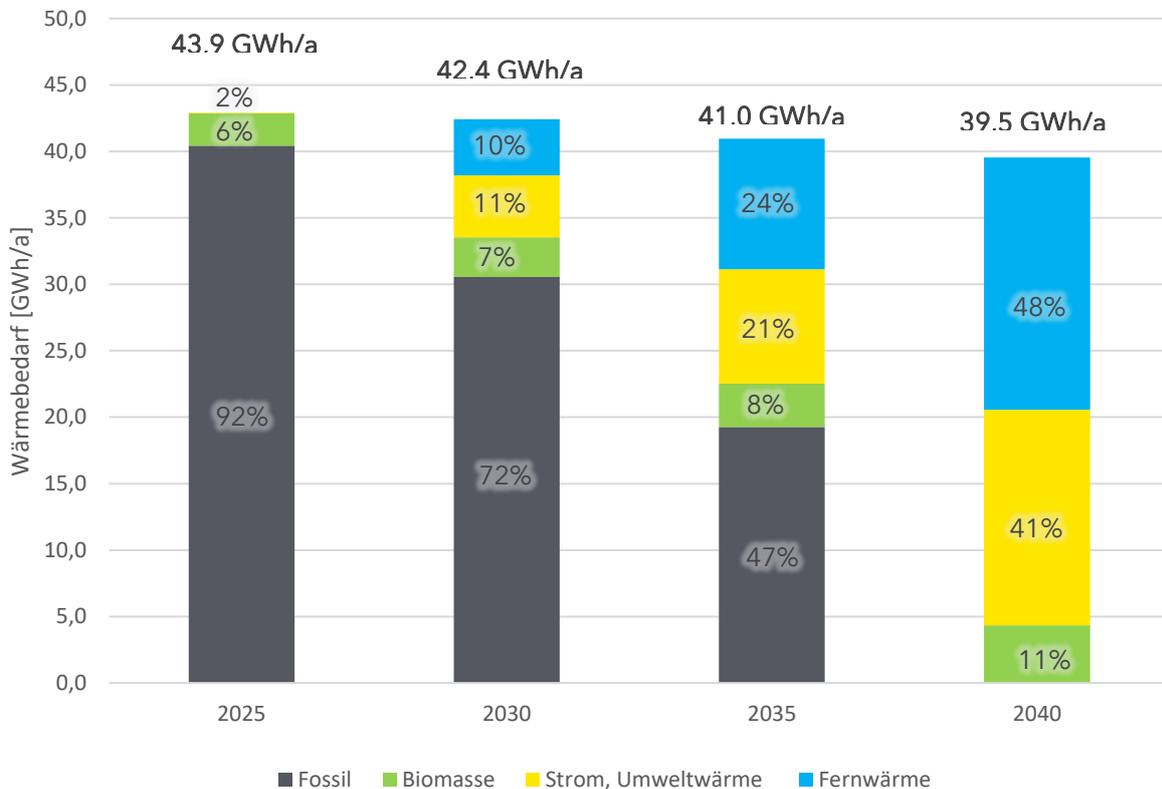


Abbildung 31 Entwicklungspfad der Wärmeversorgung mit Zielbild 2040

Zentral für den Ausbau der Fernwärme sind die Entwicklungen in den untersuchten Fokusgebieten Bubenreuth Nord - Wohngebiet und Bubenreuth Süd- Wohngebiet. Die notwendigen Maßnahmen und der zugehörige Zeitplan wird in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

Zentral ist ebenso der Hochlauf der Wärmepumpe in den Vorranggebieten für dezentrale Wärmeversorgung. In der Branchenstudie 2023 geht der Bundesverband Wärmepumpe von einem beschleunigten Zubau zwischen 2030 und 2040 aus (Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2023). Diese Entwicklung wird im Entwicklungspfad mitberücksichtigt.

Umweltwärme fasst hier verschiedene Wärmequellen für Wärmepumpen, wie bspw. oberflächennahe Geothermie oder Luft zusammen. Aber auch der Ausbau solarthermischer Anlagen wird hierunter berücksichtigt.

8 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

8.1 Strategie

Um die **Klimaneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040** im Rahmen des angestrebten Zielszenarios zu realisieren, sind eine darauf ausgerichtete Strategie sowie entsprechend ambitionierte Maßnahmen unerlässlich. Die folgende **Umsetzungsstrategie** und die daraus **abgeleiteten Maßnahmen**, welche von den Gutachtern vorgeschlagen werden, wurden im Prozess der Kommunalen Wärmeplanung entwickelt.

Durch die politische Verankerung der Wärmeplanung soll sowohl öffentlichen als auch privaten Stakeholdern Unterstützung geboten werden, um gemeinsam die Ziele der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen.

Die Wärmewendestrategie ist ein zentrales Instrument für die nachhaltige und klimafreundliche Transformation der Wärmeversorgung in Bubenreuth. Die Wärmewende verfolgt dabei das Ziel, fossile Energieträger schrittweise durch klimaneutrale Alternativen zu ersetzen. Dieser Transformationsprozess erfordert ein umfassendes Maßnahmenpaket, das neben der Modernisierung der Bestandsgebäude und der Planung von Wärmenetzen auch eine Steigerung der Energieeffizienz einschließt.

Folgende Maßnahmen werden zur Umsetzung der Wärmewende in der Gemeinde Bubenreuth vorgeschlagen und in den folgenden Kapiteln näher beschrieben:

- Maßnahme 1: Regelmäßige Erfassung und Aufbereitung der Verbrauchsdaten der Kommunale Liegenschaften
- Maßnahme 2: BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Nord
- Maßnahme 3: BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Süd

Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen und besonders die Rolle kommunaler Akteure ist stark von der Verfügbarkeit von Fördermitteln und der Unterstützung durch den Bund abhängig. Da personelle Kapazitäten der Kommune bereits gebunden sind müssen weitere Kapazitäten zur Umsetzungsunterstützung der Maßnahmen zunächst geschaffen werden. Es besteht somit eine starke Abhängigkeit zu den verfügbaren Förderprogrammen und deren Akquise.

Die in 7.4 festgelegten Fokusgebiete sind kurz- bis mittelfristig prioritär zu behandeln. Für diese werden folgend konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung definiert.

8.2 Umsetzungshemmnisse

Finanzielle Herausforderungen

Die Abhängigkeit von Fördermitteln und finanziellen Unterstützungen durch Bund und Länder stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung vieler Maßnahmen dar. Ohne diese externen Mittel ist es den Kommunen nicht möglich, die erforderlichen Personalkapazitäten zur Wärmewende eigenständig zu finanzieren und umzusetzen.

Hohe Kosten für neue Technologien, wie etwa Tiefengeothermie oder große Wärmepumpen, führen zu zusätzlichen finanziellen Belastungen. Diese werden durch den notwendigen Aufwand für Forschung und Entwicklungsarbeiten, die vor der breiten Anwendung dieser Technologien erforderlich sind, weiter erhöht.

Personelle Herausforderungen

In der kommunalen Verwaltung als auch bei den lokalen Energieversorgern fehlen personelle Kapazitäten. Diese Situation erschwert die effiziente Planung und Durchführung von Projekten und verlangsamt die langfristige Entwicklung der Infrastruktur im Bereich der Energieversorgung.

Technologische Herausforderungen

Die langsame Transformation der Fernwärme wird durch die Tatsache bedingt, dass bestehende Wärmenetze nach wie vor stark auf fossilen Energieträgern basieren. Die Umstellung auf erneuerbare Energien gestaltet sich als technisch anspruchsvoll und erfordert umfassende Anpassungen der Infrastruktur. Gleichzeitig sind die erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die für die Implementierung neuer Technologien notwendig sind, zeitintensiv. Langwierige Probebohrungen und Tests verzögern die Realisierung von innovativen Lösungen im Bereich der Fernwärme erheblich.

Rechtliche und bürokratische Herausforderungen

Des Weiteren werden die rechtlichen und bürokratischen Herausforderungen insbesondere durch begrenzte Handlungsspielräume geprägt. Kommunen haben keine Möglichkeit, Einfluss auf die energetische Sanierung privater Gebäude oder die Umsetzung weiterer dezentrale Versorgungslösungen wie Inselnetze zu nehmen. Kommunale Akteure können hier, falls personelle Kapazitäten gefördert werden, nur beratend tätig sein.

8.3 Maßnahmen

8.3.1 Maßnahme 1: Regelmäßige Erfassung und Aufbereitung der Verbrauchsdaten der Kommunale Liegenschaften

Fortschreibung der Verbrauchsdaten der Kommunale Liegenschaften
<p>Ziel: Die Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Bubenreuth sollen auf Basis des Kommunalen Wärmeplans und des Energienutzungsplans von 2016 regelmäßig erfasst und fortgeschrieben werden. Die Gemeinde stellt die nötige Datenerfassung und die regelmäßige Auswertung alle zwei Jahre sicher, sodass die Auswirkungen von Maßnahmen sichtbar gemacht werden können.</p>
<p>Inhalt: Ein effektives kommunales Energiemanagement ist ein wesentlicher Bestandteil eines kommunalen Wärmeplans. Für die Fortschreibung des Wärmeplans und das Monitoring des Fortschritts sind diese Informationen essenziell.</p>
Verantwortlichkeit
Gemeinde Bubenreuth
Fristigkeit
Langfristig
Monitoring
<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Auswertung der Verbrauchszahlen • Erstellung jährlicher Energieberichte für die kommunalen Gremien

8.3.2 Maßnahme 2: BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Nord

Vorplanung zur Umsetzung eines Wärmenetzes in Bubenreuth Nord

<p>Ziel:</p> <p>Im Gemeindegebiet in Bubenreuth wurde bereits mit der Vorplanung für ein Wärmenetz begonnen. Diese Maßnahme zielt darauf ab, Straßenzüge und Siedlungsgebiete mit hohen Wärmeliniendichte zu identifizieren und analysieren. Es werden potenzielle Heizzentralenstandorte lokalisiert und verschiedene Wärmeerzeugungskonzepte verglichen. Mithilfe einer konkreten Netzplanung, soll so die Wirtschaftlichkeit analysiert werden und der Bau eines Wärmenetzes in die Umsetzung gebracht werden.</p> <p>Ziel ist es, durch eine Zentrale Versorgung, den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen und dadurch die CO₂-Emissionen zu reduzieren.</p>
<p>Inhalt:</p> <p>Wärmenetze bilden einen Wärmeversorgungsverbund mit einer zentralen Wärmequelle. Wärmenetze eignen sich besonders gut, wenn vor Ort erneuerbare Energiequellen verfügbar sind.</p> <p>Durch die vorliegende Potenzialanalyse konnten im Gebiet Bubenreuth Nord folgende potenzielle Wärmequellen identifiziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltwärme aus oberflächennaher Geothermie • Umweltwärme aus Luft <p>Die Wärmequellen können bspw. über Großwärmepumpen erschlossen werden.</p>
Kategorie und Rechtsrahmen (inkl. Förderprogramm)
<p>Eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung der Umsetzungsmöglichkeiten eines Wärmenetzes kann durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. 50 Prozent der förderfähigen Kosten werden gefördert in Modul 1.</p>

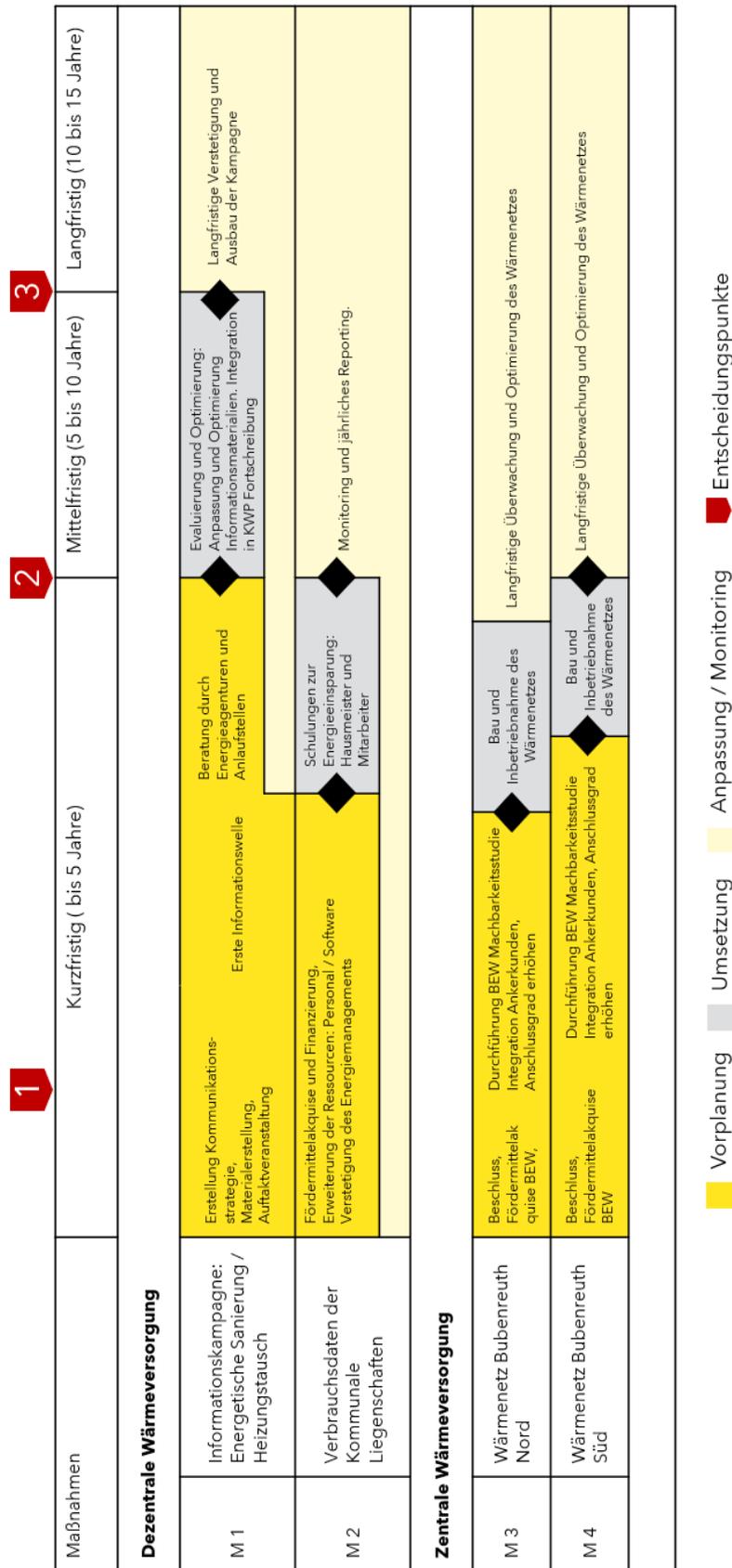
<p>Für den Neubau eines Wärmenetzes ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ebenfalls einschlägig. Die Förderung in Modul 2 umfasst grundsätzlich alle Maßnahmen von der Installierung der Erzeugungsanlagen über die Wärmeverteilung bis zur Übergabe der Wärme an die versorgten Gebäude, sofern sie einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung des Wärmenetzes leisten.</p>
<p>Verantwortlichkeit</p>
<p>Initiierung durch Gemeinde Bubenreuth</p> <p>Umsetzung Externer Projektentwickler</p>
<p>Fristigkeit</p>
<p>Kurzfristig, Umsetzung innerhalb des nächsten Jahres</p>
<p>Monitoring</p>
<p>Überprüfung der Maßnahme durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rücklaufquote der Interessenabfrage • Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie

8.3.3 Maßnahme 3: BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Bubenreuth Süd

Vorplanung zur Umsetzung eines Wärmenetzes in Bubenreuth Süd	
	
Ziel:	<p>Im Gemeindegebiet in Bubenreuth wurde bereits mit der Vorplanung für ein Wärmenetz im Norden der Gemeinde begonnen. Diese Maßnahme zielt darauf ab, anschließend auch im Süden Straßenzüge und Siedlungsgebiete mit hohen Wärmeliniendichte zu identifizieren und analysieren. Es werden potenzielle Heizzentralenstandorte lokalisiert und verschiedene Wärmeerzeugungskonzepte verglichen. Mithilfe einer konkreten Netzplanung soll so die Wirtschaftlichkeit analysiert werden und der Bau eine Wärmenetzes in die Umsetzung gebracht werden.</p> <p>Ziel ist es, durch eine zentrale Versorgung, den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen und dadurch die CO₂-Emissionen zu reduzieren.</p>
Inhalt:	<p>Wärmenetze bilden einen Wärmeversorgungsverbund mit einer zentralen Wärmequelle. Wärmenetze eignen sich besonders gut, wenn vor Ort erneuerbare Energiequellen verfügbar sind.</p> <p>Durch die vorliegende Potenzialanalyse konnten im Gebiet Bubenreuth Nord folgende potenzielle Wärmequellen identifiziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltwärme aus oberflächennaher Geothermie • Umweltwärme aus Luft <p>Die Wärmequellen können bspw. über Großwärmepumpen erschlossen werden.</p>

Kategorie und Rechtsrahmen (inkl. Förderprogramm)
<p>Eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung der Umsetzungsmöglichkeiten eines Wärmenetzes kann durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. 50 Prozent der förderfähigen Kosten werden gefördert in Modul 1.</p> <p>Für den Neubau eines Wärmenetzes ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ebenfalls einschlägig. Die Förderung in Modul 2 umfasst grundsätzlich alle Maßnahmen von der Installierung der Erzeugungsanlagen über die Wärmeverteilung bis zur Übergabe der Wärme an die versorgten Gebäude, sofern sie einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung des Wärmenetzes leisten.</p>
Verantwortlichkeit
<p>Initiierung durch Gemeinde Bubenreuth</p> <p>Umsetzung Externer Projektentwickler</p>
Fristigkeit
Kurzfristig
Monitoring
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie

8.3.4 Zeitplan



Vorplanung
 Umsetzung
 Anpassung / Monitoring
 Entscheidungspunkte

Abbildung 32: Zeitplan Maßnahmenumsetzung

Punkt	Beschreibung	Abhängigkeiten
1	<ul style="list-style-type: none"> • Fördermittelakquise abgeschlossen und Entscheidungsgrundlage für weitere Schritte liegt vor • Informationskampagne und Interessenabfrage zum Anschluss an ein Wärmenetz liegt vor • Vorgehen zur Umsetzung der Verbrauchsdatenerfassung der kommunalen Liegenschaften liegt vor • Beschluss zum Bau eines Wärmenetzes im Norden und/oder Süden • Start der Informationskampagne für dezentrale Versorgungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschlüsse des Gemeinderats zur Initiierung der vorgeschlagenen Maßnahmen • Förderlandschaft und Fördermittelakquise • Ergebnisse der Voruntersuchung zur Machbarkeit des Wärmenetzes • Rückmeldung und Interesse der Bürgerinnen und Bürger zum Anschluss an ein Wärmenetz
2	<ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung • Überprüfung der Umsetzung der Wärmenetze <ul style="list-style-type: none"> ○ Baufortschritt ○ Inbetriebnahme-Zeitpunkt ○ Anschlussquote • Evaluierung der Informationskampagne und evtl. Fortführung mit Fokus auf Umsetzungsunterstützung 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderlandschaft und Fördermittelakquise • Entwicklung Wirtschaftlichkeitsindikatoren: Anschlussgrad Wärmenetz, Anschluss von Ankerkunden, Entwicklung Wärmebedarfe, Preisentwicklung Wärmepumpen, Sanierungsquote, Preisentwicklung fossile Energieträger • Gesamtpolitisches Klima
3	<ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung • Beginn der Monitoringphase • Evaluation der Projektfortschritte • Ggf. Anpassung und Rejustierung der Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung der Wärmenetze • Entwicklung der Wärmebedarfe der kommunalen Liegenschaften • Gesamtpolitisches Klima • Zeitliche Rahmenbedingungen

Abbildung 33: Abhängigkeiten der Entscheidungspunkte

Nach allen Entscheidungspunkten könne Maßnahmen angepasst, fortgeführt oder angehalten werden. Der Transformationsplan dient lediglich als Vorschlag und ist in der Umsetzung von den kommunalen und fördertechnischen Rahmenbedingungen abhängig.

8.4 Monitoring

Das Monitoring und die langfristige Verankerung der Wärmeplanung auf kommunaler Ebene können durch die Kombination aus der gesetzlichen Fortschreibung des Wärmeplans und dem Monitoring von Einzelmaßnahmen realisiert werden.

Der vorliegende Bericht zur Kommunalen Wärmeplanung in der Gemeinde Bubenreuth und die dokumentierten Ergebnisse zeigen, dass die Wärmewende mit erheblichen Anstrengungen verbunden ist und als kontinuierlicher Prozess zu verstehen ist. Der Fortschritt der festgelegten Maßnahmen sowie des gesamten Wärmeplans sollten in regelmäßigen Abständen überprüft und an aktuelle Gegebenheiten, neue Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst werden. Indikatoren, wie der Anteil erneuerbarer Energien oder die Anzahl umgesetzter Maßnahmen, können als hilfreiche Messinstrumente für die Erfolgskontrolle dienen.

Die Erkenntnisse aus dem Monitoring, der jeweiligen Maßnahmen, bieten eine Grundlage für die Weiterentwicklung des Wärmeplans. Maßnahmen können ergänzt, angepasst oder auf veränderte Rahmenbedingungen wie gesetzliche Vorgaben, technologische Fortschritte oder andere Entwicklungen ausgerichtet werden. Ein kontinuierliches Monitoring ermöglicht die Analyse des Fortschritts und ein rechtzeitiges Gegensteuern, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 sicherzustellen.

Fortschreibung des Wärmeplans

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt in § 25 des Gesetzes vor, dass Wärmepläne mindestens alle fünf Jahre überprüft und Fortschritte bei der Umsetzung überwacht werden müssen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan dann zu überarbeiten und anzupassen.

Es wird empfohlen, das Monitoring und Controlling des Wärmeplans einem festen Zuständigkeitsbereich zuzuordnen und in die kommunale Verwaltung zu integrieren. Regelmäßige Abstimmungen sollten etabliert werden. Vor der verpflichtenden Fortschreibung des Wärmeplans wäre eine Zwischenevaluation zum aktuellen Status und den erzielten Maßnahmen sinnvoll. Dies könnte durch systematische Datenerhebung und die Erstellung einer aktuellen Treibhausgasbilanz im Wärmesektor erfolgen.

9 Fazit

Die Kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Bubenreuth verfolgt das Ziel, eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung zu etablieren. Die Erkenntnisse aus dem Wärmeplan spielen in der zukünftigen Politik und der Entwicklung der Gemeinde Bubenreuth eine wichtige Rolle, um die nationalen und landesweiten Klimaschutzziele zu erreichen und die Entwicklung des Gebäudebestands zu begleiten.

Der Gebäudebestand in Bubenreuth mit den typischen Einfamilienhäusern der 60er und 70er Jahre weist insgesamt ein hohes Sanierungspotenzial im Wohnsektor auf, da in diesem Bereich kumuliert die höchsten Energieverbräuche und die höchsten Emissionen ermittelt wurden. Der Austausch veralteter Heizsysteme stellt eine entscheidende Maßnahme zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduktion der CO₂-Emissionen dar. Durch weitere gezielte Maßnahmen und die Nutzung bestehender Potenziale ergeben sich für Bubenreuth Möglichkeiten zur nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung und zur Unterstützung der Erreichung der Klimaziele.

Die Untersuchungen im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung haben ergeben, dass in den Wohngebieten im Norden und im Süden eine zentrale Wärmeversorgung möglich ist. Die Gemeinde hat hier bereits erste Schritte unternommen. Machbarkeitsstudien sollen für beide Fokusgebiete straßenzugsscharf ermitteln, wie hier Netze effizient und wirtschaftlich betrieben werden können. Eine Nutzung erneuerbarer Energien aus Umweltwärme, wie bspw. Luft, Grundwasser oder oberflächennaher Geothermie können zusammen mit einer Großwärmepumpe für einen großen Teil Wärme für die Bürgerinnen und Bürger in Bubenreuth bereitstellen.

Auch die kommunalen Liegenschaften können durch den Anschluss an ein Wärmenetz zeitnah ihre Emissionen im Wärmebereich senken und so zur Dekarbonisierung des Wärmesektors in Bubenreuth beitragen.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen für die Wärmeplanung sind Herausforderungen zu betrachten, insbesondere finanzielle, personelle und technische. Die Kommunen sind stark von Fördermitteln abhängig, um Technologien wie große Wärmepumpen oder Wärmenetze zu untersuchen und umzusetzen. Zudem fehlt es an personellen Ressourcen sowohl in der Verwaltung als auch in der Politik. Schließlich erfordern die Koordination und Organisation von lokalen Analysen, technischen Planungen und die Begleitung der Umsetzung erhebliche zeitliche und finanzielle Ressourcen.

10 Ausblick

Der kommunale Wärmeplan spielt in der Kommunalpolitik der Gemeinde Bubenreuth der nächsten Jahre eine zentrale Rolle, da er eine strategische Grundlage für die Energiewende auf lokaler Ebene bildet und wichtige Zielvorgaben für eine klimafreundliche Wärmeversorgung schafft. Er dient als Leitfaden für politische Entscheidungen, indem er konkrete Maßnahmen und Prioritäten zur Reduktion von CO₂-Emissionen im Wärmesektor definiert. Der Plan bietet zudem Orientierung für zielgerichtete Investitionen in eine nachhaltige Infrastruktur, was nicht nur zur Erreichung der Klimaziele beiträgt, sondern auch wirtschaftliche Impulse durch die Förderung regionaler Energielösungen setzt.

Es wurde im Bericht aufgezeigt, dass die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende von mehreren Faktoren abhängt. Zentral sind die kontinuierliche Weiterentwicklung und Anpassung des Wärmeplans, die regelmäßig überprüft werden muss. Langfristig gesehen soll Bubenreuth auf diese Weise bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen, wobei erneuerbare Energien und Effizienzsteigerungen eine entscheidende Rolle spielen. Die geplanten Maßnahmen, wie der Ausbau von Wärmenetzen und die Förderung dezentraler Versorgungslösungen, sind erste Schritte in diese Richtung, die jedoch konsequent weiterverfolgt werden müssen.

Hierzu zählen vor allem die Machbarkeitsstudien für den Aufbau neuer Wärmenetze im nördlichen und im südlichen Gemeindegebiet. Diese Studien sollen präzise analysieren, in welcher Form sich die Netze wirtschaftlich betreiben lassen und welche erneuerbaren Wärmequellen sinnvoll eingesetzt werden können.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für diese Untersuchungen, und allgemein für die Weiterführung und Umsetzung der Wärmewende auf kommunaler Ebene, wird die Akquise von Fördermitteln und die Zusammenarbeit mit Bund und Ländern sein, um die finanziellen und personellen Ressourcen bereitzustellen, die für die Umsetzung der Maßnahmen erforderlich sind. Technologische Innovationen, wie z.B. große Wärmepumpen oder die Nutzung von Geothermie oder Wärme aus Grundwasser, können langfristig zur Dekarbonisierung beitragen, erfordern jedoch erhebliche Investitionen und Entwicklungszeit. Hierbei spielt auch die Zusammenarbeit mit der lokalen Wirtschaft eine wichtige Rolle, um potenzielle Abnehmer und erneuerbare Wärmequellen zu identifizieren.

Die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen sind wichtig für den Erfolg der Wärmewende. Bubenreuth wird die Wärmewende erfolgreich meistern, wenn die Zusammenarbeit aller Akteure - von der Kommune über die Bürger bis hin zur Wirtschaft - unterstützt und gelebt wird. Ein kontinuierliches Monitoring und eine flexible Anpassung der Maßnahmen an sich ändernde Rahmenbedingungen werden entscheidend sein, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen.

Literaturverzeichnis

- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, BMWK ifeu, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. 2024. „Technikkatalog Wärmeplanung“. im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB).
- Bayerisches Landesamt für Statistik. 2021. „Demographie-Spiegel für Bayern - Gemeinde Bubenreuth“. www.statistik.bayern.de/demographie.
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. 2025. „Energie-Atlas Bayern“. 2025. <https://www.energieatlas.bayern.de/>.
- BMWK, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. 2024. „Leitfaden Wärmeplanung“. im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB).
- Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2023. „Branchenstudie 2023“. Marktentwicklung – Prognose – Handlungsempfehlungen.
- Dr. Paschotta, Rüdiger. o. J. „Energetische Sanierung von Gebäuden“. In *RP-Energie-Lexikon*. https://www.energielexikon.info/energetische_sanierung_von_gebaeuden.html.
- „Energienutzungsplan für die Gemeinde Bubenreuth“. 2017. ISE GmbH - Hochschule Landshut.
- Gebäudeenergiegesetz (GEG) gemäß § 72*. o. J. https://www.gesetze-im-internet.de/geg/_72.html.
- Hertle, Hans, Frank Dünnebeil, Benjamin Gugel, Eva Rechsteiner, und Carsten Reinhard. o. J. „Kurzfassung (Aktualisierung 11/2019)“.
- ISTA. 2024. „Energieeffizienzklassen für Gebäude“. <https://www.ista.com/de/kontakt-service/fachwissen/energieeffizienzklassen-fuers-haus/>.
- „Leitfaden Wärmeplanung“. 2024.
- Nair, Gireesh, Leo Verde, and Thomas Olofsson. o. J. „A Review on Technical Challenges and Possibilities on Energy Efficient Retrofit Measures in Heritage Buildings“. *Energies* 15 (20): 7472.
- Olonscheck, M., Holsten, A. & Kropp, J.P. 2011. „Heating and cooling energy demand and related emissions of the German residential building stock under climate change“. *Energy Policy* 39 (9): 4795–4806.
- „Sanierungsquote - BuVEG“. 2025. <https://buveg.de/sanierungsquote/>.
- Statista. 2024. „Verteilung des Wohngebäudebestands in Deutschland nach Baujahr“. 1. Oktober 2024. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1385022/umfrage/wohngebaeude-in-deutschland-nach-baujahr/#statisticContainer>.
- Umweltbundesamt. 2019. „Wohnen & Sanieren: Klimafreundlich modernisieren, gesund wohnen, richtig sanieren“. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-03-barrierefrei-broschuere_wohnenundsaniieren.pdf.
- . 2025. „Regionale Klimafolgen in Bayern“. In . <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/folgen-des->

[klimawandels/klimafolgen-deutschland/regionale-klimafolgen-in-bayern#bereits-aufgetretene-und-erwartete-klimaänderungen](#).
Verwaltung der Gemeinde und Energiewende Bubenreuth. 2021. „Energiesstrategie - Bubenreuth“. Bubenreuth.

