

Kommunale Wärmeplanung Königsmoos

Abschlussbericht



Datum: 30.09.2026

Impressum

Herausgeber: Gemeinde Königsmoos
Neuburger Straße 10
86669 Königsmoos
Ansprechpartner: Gerhard Ottillinger
gerhard.ottillinger@koenigsmoos.de



Ersteller: Bayernwerk Netz GmbH
Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg



Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH
Anton-Kathrein-Straße 1
83022 Rosenheim
www.inev.de
+49 8031 271 680
info@inev.de



Projektleitung: Steffen Mayer (Bayernwerk Netz GmbH)
Adrian Hausner (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)

Projektteam: Nils Schild, Patricia Pöllmann, Béla van Rinsum, Antonia Paulus, Christina Spiegel,
Sebastian Stöhr, Lea Schmidtke, Benedikt Schumann, Annina Oberrenner,
Abhishek Patil, Katharina Kessler (Institut für nachhaltige Energieversorgung
GmbH)
Tobias Weinzierl, Christina Albrecht, Tobias Eckardt (Bayernwerk Netz GmbH)

Version: V1.0
Stand: September 2026

Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Königsmoos

Gesetzliche Grundlage:
Ausführungsverordnung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)

Hinweis zur Sprache:
Zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird im Bericht die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Diese Sprachform ist geschlechtsneutral zu verstehen und schließt alle Geschlechter gleichermaßen ein.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme	2
1.1 Wärmeplanungsgesetz	2
1.2 Wärme- und Gebäudenetze	4
1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudemodernisierungsgesetz	5
1.4 Dekarbonisierung von Wärmenetzen	5
1.5 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung	6
1.6 Bundesförderungen für effiziente Gebäude (BEG)	6
1.7 Bundesförderungen für effiziente Wärmenetze (BEW)	10
1.8 Förderung BioWärme Bayern	12
1.9 Förderung KommKlimaFör	13
2 Bestandsanalyse	15
2.1 Eignungsprüfung	16
2.2 Energieinfrastruktur	18
2.3 Bauliche Struktur in Königsmoos	22
2.4 Wärmebedarf	26
2.5 Energie- und Treibhausgasbilanz	31
3 Potenzialanalyse	41
3.1 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	43
3.2 Effizienzpotenziale	71
3.3 Potenziale zur Nutzung von Abwärme	74
3.4 Fazit Potenziale	77
4 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete	78
4.1 Wärmenetzuntersuchung	78
4.2 Eignung im Zieljahr für Wärmenetze	96
4.3 Eignung im Zieljahr für Wasserstoff	97
4.4 Eignung im Zieljahr für eine dezentrale Versorgung	99
4.5 Gebietseinteilung über die Stützjahre	100
5 Zielszenario	101
5.1 Wärmebedarf	102
5.2 Treibhausgasemissionen	104
5.3 Leitungsgebundene Versorgung	105
6 Umsetzungsstrategie	106
6.1 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gebiet	106
6.2 Controlling	109
6.3 Kommunikation	110
6.4 Verstetigung	114
7 Fazit	115
8 Glossar	117

9	Anhang	119
9.1	Maßnahmenkatalog	119
10	Verweise	125

Abbildungsverzeichnis

1.1	Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung	3
1.2	Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung	7
2.1	Ergebnis der Eignungsprüfung, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	17
2.2	Energieversorgung in Königsmoos: Standort der Biogasanlage, den PV-Freiflächen, den bestehenden Gebäudenetzen sowie der Verlauf des Mittelspannungsnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	18
2.3	Darstellung des überwiegenden Energieträgers bei der dezentralen Wärmeversor- gung nach installierter Gesamtleistung, Hintergrundkarte [1]	20
2.4	Darstellung des durchschnittlichen Heizungsalters bei dezentraler Wärmeversor- gung nach installierter Gesamtleistung, Hintergrundkarte [1]	21
2.5	Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrund- karte [1]	23
2.6	Überwiegende Baualtersklassen auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hinter- grundkarte [1]	24
2.7	Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	25
2.8	Wärmebedarf nach Hektarraster in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrund- karte [1]	27
2.9	Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	28
2.10	Wärmelinienindichten in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1] . . .	30
2.11	Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung	32
2.12	Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	33
2.13	Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung	34
2.14	Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung	35
2.15	Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung	36
2.16	Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Wärmebereich, eigene Darstellung	37
2.17	Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung	38
2.18	Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	39
2.19	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, eigene Darstellung	40
3.1	Potenzialpyramide, eigene Darstellung	42
3.2	Räumliche Übersicht der Schutzgebiete im Gemeindegebiet Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1] [2]	44
3.3	Beispielhafte Abbildung für die Funktionsweise einer Wärmepumpe, eigene Dar- stellung	45
3.4	Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft- Wasser-Wärmepumpe, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	47

3.5	Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen, eigene Darstellung	50
3.6	Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [3]	50
3.7	Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [3]	51
3.8	Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [3]	51
3.9	Fließgewässer in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	55
3.10	Ertragspotenzial für Solarthermieranlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	57
3.11	Biomassepotenzial aus Holz in Königsmoos, Hintergrundkarte [1]	60
3.12	Mögliche Erzeugungsprozesse aus einer Biogasanlage, eigene Darstellung	63
3.13	Biomassepotenzial auf Grün- und Ackerland in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	64
3.14	Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	66
3.15	Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	68
3.16	Szenario 1: jährlich 0,7 % energetische Sanierung des Gebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	73
3.17	Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierung des Gebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	73
4.1	Wärmenetzuntersuchungsgebiete in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	80
4.2	Detailbetrachtung Gewerbegebiet, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung	81
4.3	Detailbetrachtung Gewerbegebiet, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	82
4.4	Detailbetrachtung Klingsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung	84
4.5	Detailbetrachtung Klingsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	85
4.6	Detailbetrachtung Königsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung	87
4.7	Detailbetrachtung Königsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	88
4.8	Detailbetrachtung Ludwigsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung	90
4.9	Detailbetrachtung Ludwigsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	91
4.10	Detailbetrachtung Obermaxfeld, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung	93
4.11	Detailbetrachtung Obermaxfeld, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	94

4.12	Eignung der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	96
4.13	Eignung der Wärmeversorgung durch Wasserstoff in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	98
4.14	Eignung der dezentralen Versorgung in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	99
4.15	Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Königsmoos über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]	100
5.1	Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	103
5.2	Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	103
5.3	Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	104
5.4	Entwicklung des über Nah- und Fernwärmenetze gedeckten Wärmebedarfs für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	105
6.1	Einflussmöglichkeiten der Kommune in Abhängigkeit des Handlungsfelds, eigene Darstellung	107
6.2	PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung	109
6.3	Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung	113

Tabellenverzeichnis

1.1	Übersicht möglicher Betreibermodelle für Wärme- und Gebäudenetze, eigene Darstellung	4
1.2	Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) [4], eigene Darstellung	8
1.3	Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2025	11
1.4	Förderschwerpunkte der KommKlimaFöR 2026, eigene Darstellung	13
2.1	Datengrundlagen und Analyse Kriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung .	16
2.2	Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeugung in Königsmoos, Erhebung über <i>Landesamt für Statistik</i>	20
2.3	Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]	27
2.4	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]	29
3.1	U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GModG, eigene Darstellung	71
3.2	Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale	77
4.1	Bewertung der Wärmeliniendichte für Bestands- und Neubaugebiete	78
4.2	Begünstigende Kriterien für die Wärmenetzeignung	79
4.3	Untersuchungsergebnisse aller Wärmenetzuntersuchungsgebiete	80
4.4	Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Gewerbegebiet Ingolstädter Straße	83
4.5	Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Klingsmoos . . .	86
4.6	Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Königsmoos . .	89
4.7	Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Ludwigsmoos . .	92
4.8	Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Obermaxfeld . .	95
4.9	Begünstigende Kriterien für die Eignung eines Wasserstoffnetzes	97
5.1	Entwicklung des Wärmebedarfs und des Anteils erneuerbarer Energien über die Stützjahre	102
5.2	Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre	104
6.1	Maßnahmenliste mit Handlungsfeld, Umsetzungszeitraum und Einsparwirkung, eigene Darstellung	107
6.2	Kommunikationskanäle und geeignete Inhalte, eigene Darstellung	112

Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

mit der vorliegenden Kommunalen Wärmeplanung hat die Gemeinde Königsmoos einen wichtigen Schritt für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Wärmeversorgung vollzogen. Die Wärmeplanung bietet eine fundierte Grundlage, um die Herausforderungen der Energiewende vor Ort zu bewältigen und eine Orientierung für zukünftige Entscheidungen zu geben. Die umfassende Analyse der bestehenden Wärmeversorgung und möglicher Zukunftsszenarien hat gezeigt, dass in Königsmoos aufgrund der Siedlungsstruktur und der geringen Wärmedichte kein wirtschaftlich tragfähiges Potenzial für den Aufbau eines zentralen Wärmenetzes besteht. Die Energiewende wird daher in unserer Gemeinde überwiegend durch dezentrale Lösungen umgesetzt werden müssen. Für Sie bedeutet dies, dass moderne, erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen, Biomasseheizungen, Solarthermie oder Kombinationen aus Photovoltaik und elektrischen Heiztechnologien künftig eine zentrale Rolle spielen werden. Viele von Ihnen haben diesen Weg bereits eingeschlagen und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz sowie zur langfristigen Sicherung der Energieversorgung. Die Kommunale Wärmeplanung schafft dabei vor allem Planungssicherheit. Sie zeigt auf, welche Versorgungsoptionen unter den örtlichen Rahmenbedingungen sinnvoll und zukunftsfähig sind. Gleichzeitig ist sie kein verbindlicher Maßnahmenkatalog, sondern ein strategisches Instrument, das Orientierung bietet und Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigt. Mein herzlicher Dank gilt allen Beteiligten, die zur Erstellung dieser Kommunalen Wärmeplanung beigetragen haben. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass jede Kommune ihren eigenen Weg zur klimafreundlichen Wärmeversorgung finden muss. Für Königsmoos liegt dieser Weg in effizienten, dezentralen und erneuerbaren Heizlösungen, die den besonderen örtlichen Gegebenheiten Rechnung tragen. Ich lade Sie ein, die Ergebnisse der Wärmeplanung als Orientierung für zukünftige Investitionsentscheidungen zu nutzen. Gemeinsam können wir dazu beitragen, dass Königsmoos auch in Zukunft eine lebenswerte, nachhaltige und starke Gemeinde bleibt.



Freundliche Grüße

Marco Meir
Erster Bürgermeister

1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme

Das *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) ist am 1. Januar 2024 in Kraft getreten und verpflichtet die Länder zur Durchführung der Wärmeplanung. Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen diese bis zum 30. Juni 2026 abschließen, für Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern gilt eine Frist bis zum 30. Juni 2028. Gemäß § 1 WPG ist es das Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 treibhausgasneutral zu gestalten.

In Bayern wurde die Pflicht zur Wärmeplanung durch Landesrecht auf die Kommunen übertragen. Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften* (AVEn) trat am 2. Januar 2025 in Kraft und konkretisiert die bundesrechtlichen Vorgaben. Die Gemeinde Königsmoos hat damit die gesetzlichen Vorgaben erfüllt.

Dieses Kapitel erläutert den rechtlichen Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, den Zusammenhang mit dem *Gebäudemodernisierungsgesetz* (vormals Gebäudeenergiegesetz, GEG) sowie relevante Förderprogramme. Da sich gesetzliche Vorgaben und Förderkonditionen ändern können, sind jeweils die aktuellen Regelungen und Richtlinien zu prüfen.

1.1 Wärmeplanungsgesetz

Abbildung 1.1 zeigt den Ablauf der kommunalen Wärmeplanung. Zunächst beschließt die Kommune als planungsverantwortliche Stelle die Durchführung.

Anschließend erfolgen Eignungsprüfung und Bestandsanalyse. Darauf aufbauend werden in der Potenzialanalyse die Möglichkeiten für die zukünftige Wärmeversorgung untersucht. Das Gemeindegebiet von Königsmoos wird anschließend in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt und die geplanten Versorgungsarten für das Zieljahr werden festgelegt.

Für die Gebietseinteilung stehen folgende Kategorien zur Verfügung:

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiete: Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet, Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiete
- Prüfgebiete

In Kapitel 4 werden diese Kategorien ausführlich betrachtet. Darauf aufbauend wird eine Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen entwickelt. Die Akteursbeteiligung dient der Information und der Einbindung relevanter Rückmeldungen in die Planung.

Controlling-, Verstetigungs- und Kommunikationsstrategie unterstützen anschließend die Umsetzung, Fortschreibung und transparente Vermittlung des Wärmeplans.

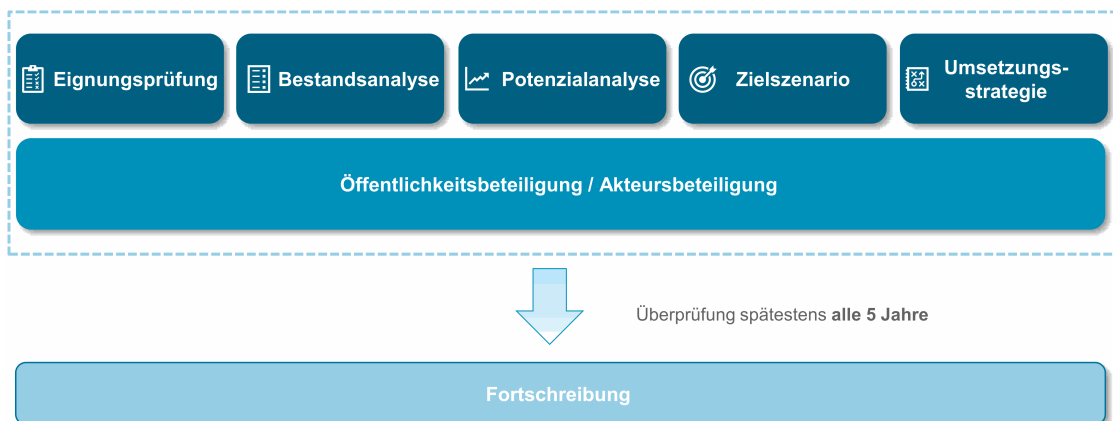


Abbildung 1.1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung

1.2 Wärme- und Gebäudenetze

Wärme- und Gebäudenetze dienen der leitungsgebundenen Versorgung mehrerer Gebäude mit Wärme. Die Wärme wird zentral erzeugt und über ein wasserführendes Rohrleitungssystem verteilt. Dadurch lassen sich größere Erzeugungsanlagen sowie beispielsweise Geothermie, Solarthermie, Biomasse, Großwärmepumpen und unvermeidbare Abwärme zentral einbinden.

Wärmenetze versorgen in der Regel Quartiere, Ortsteile oder größere Siedlungsbereiche. Sie eignen sich insbesondere bei hoher Wärmedichte und einer ausreichenden Zahl potenzieller Anschlussnehmer. Wesentliche Einflussgrößen sind Wärmeliniendichte, Wärmequellen, Trassenverlauf, Investitionskosten und Anschlussquote.

Gebäudenetze stellen eine kleinräumigere Form der leitungsgebundenen Wärmeversorgung dar. Nach dem *GModG* umfasst ein Gebäudenetz ein Netz zur überwiegenden Versorgung von mindestens zwei und bis zu 16 Gebäuden sowie bis zu 100 Wohneinheiten. Förderprogramme können ergänzende Anforderungen an Gebäudenetze stellen.

Die detaillierte Auslegung potenzieller Gebäudenetze ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und erfordert eine gesonderte Untersuchung. Für Wärme- und Gebäudenetze kommen unterschiedliche Betreibermodelle in Betracht. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich Investitionsaufwand, Verantwortlichkeiten, Mitspracherechten, Preisgestaltung und organisatorischem Aufwand. Tabelle 1.1 gibt hierzu einen Überblick.

Tabelle 1.1: Übersicht möglicher Betreibermodelle für Wärme- und Gebäudenetze, eigene Darstellung

Betreibermodell	Charakteristik	Einordnung
Eigenbetrieb / Eigenträgerschaft	Planung, Finanzierung und Betrieb durch die Eigentümerseite selbst oder durch einen lokalen Träger.	Hoher Einfluss, aber hoher finanzieller und organisatorischer Aufwand.
Contracting-Modell	Planung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb durch einen externen Energiedienstleister.	Geringerer eigener Aufwand, dafür geringerer direkter Einfluss und vertragliche Bindung.
Energieversorger	Aufbau und Betrieb des Netzes durch ein Energieversorgungsunternehmen.	Professionelle Betriebsführung, aber begrenzte lokale Steuerungsmöglichkeiten.
Genossenschaft / Eigentümergemeinschaft	Gemeinschaftliche Organisation und Betrieb durch Nutzerinnen, Nutzer oder Mitglieder.	Hohe lokale Beteiligung, aber hoher Abstimmungs- und Organisationsaufwand.

1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudemodernisierungsgesetz

Das *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) regelt die strategische Planung der zukünftigen Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Das *Gebäudemodernisierungsgesetz* (GModG) enthält dagegen insbesondere Anforderungen an Gebäude und deren Wärmeversorgung. Der kommunale Wärmeplan zeigt voraussichtliche Versorgungsstrukturen auf, schreibt Eigentümern jedoch keine bestimmte Heizungsart vor.

Für den Ersatz einer Heizungsanlage in einem bestehenden Gebäude sieht § 42 GModG verschiedene Optionen vor. Hierzu zählen insbesondere Gas-, Heizöl- und Flüssiggasheizungen, Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse- und Wasserstoffheizungen, Hybridheizungen, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung, Stromdirektheizungen, der Anschluss an ein Wärmenetz sowie innovative Heizungslösungen. Für die jeweilige Technologie gelten die Anforderungen der §§ 43 bis 46 GModG.

Wird in einem bestehenden Gebäude eine neue Gas-, Heizöl- oder Flüssiggasheizung eingebaut, sind nach § 43 GModG stufenweise bestimmte klimafreundliche Brennstoffanteile einzuhalten.

- ab 1.1.2029 mindestens 10 %
- ab 1.1.2030 mindestens 15 %
- ab 1.1.2035 mindestens 30 %
- ab 1.1.2040 mindestens 60 %

Verglichen mit dem *GEG* verschiebt sich hierbei im wesentlichen der bisherige Grenzwert von 15 % im Jahr 2029 auf das Jahr 2030. Anrechenbar sind insbesondere Biomethan, Bioöl, biogenes Flüssiggas sowie mehrere Wasserstoffarten und daraus hergestellte Derivate.

Die vollständige Umstellung ab 2045 ist hiervon zu unterscheiden, da das § 42a GModG hierfür eine gesonderte Grüngas-/Grünheizölquote vorsieht. Die Bundesregierung soll bis zum 1. Dezember 2026 hierfür ein Gesetz vorlegen, das die Inverkehrbringer von Gas, Öl und Flüssiggas verpflichtet, die zur Gebäudeheizung in Verkehr gebrachten Brennstoffe ab 2045 vollständig klimaneutral auszugestalten. Die konkreten Zwischenquoten dieser Inverkehrbringerregelung sind im *GModG* noch nicht festgelegt.

Bestehende Heizungsanlagen können grundsätzlich weiterbetrieben und repariert werden. Wird eine Heizungsanlage in einem bestehenden Gebäude ersetzt, sind die jeweiligen Anforderungen des GModG zu beachten.

1.4 Dekarbonisierung von Wärmenetzen

Das *Wärmeplanungsgesetz* regelt zudem die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze. Der Anteil erneuerbarer Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination daraus ist stufenweise zu erhöhen (Fristverlängerungen sind möglich):

- ab dem 1. Januar 2030 mindestens 30 %

- ab dem 1. Januar 2040 mindestens 80 %

Für neue Wärmenetze gilt ab dem 1. März 2025 ein Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme in der Nettowärmeerzeugung (§ 30 WPG). Bis 2045 müssen Wärmenetze vollständig treibhausgasneutral sein (§ 31 WPG).

Wärmenetzbetreiber müssen hierzu gemäß § 32 WPG grundsätzlich bis zum 31. Dezember 2026 Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrpläne erstellen. Für bestimmte kleinere beziehungsweise bereits weitgehend erneuerbar versorgte Netze bestehen Ausnahmen.

1.5 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung

Der Wärmeplan selbst hat keine rechtliche Außenwirkung (§ 23 WPG). Auf seiner Grundlage kann die Gemeinde jedoch durch eine zusätzliche Entscheidung Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausweisen (§ 26 WPG). Mit dem *GModG* wurde die frühere Verknüpfung zwischen Gebietsausweisung beziehungsweise Wärmeplanungsfristen und der 65%-Erneuerbaren-Regel aufgehoben.

Kommunale Entscheidungen können jedoch weiterhin förderrechtliche Bedeutung haben. Nach der aktuellen *BEG* kann in bestimmten Fällen, wie einer Ausweisung eines Wärmenetzgebiets, ausschließlich der Wärmenetzanschluss und nicht mehr eine Einzelheizung gefördert werden. Die konkreten Bedingungen werden derzeit vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. erarbeitet. Bis zur Veröffentlichung gelten die bisherigen Bedingungen.

1.6 Bundesförderungen für effiziente Gebäude (BEG)

Die *BEG* bündelt Förderangebote für energetische Sanierungen und den Einsatz erneuerbarer Energien. Sie richtet sich an private, gewerbliche und öffentliche Antragsteller. Je nach Teilprogramm können auch Fachplanung und Baubegleitung gefördert werden. In den folgenden Kapiteln werden die drei für die Sanierung relevanten BEG-Bereiche dargestellt.

Abbildung 1.2 zeigt die Struktur der *BEG* und unterteilt diese in Einzelmaßnahmen und systemische Maßnahmen.

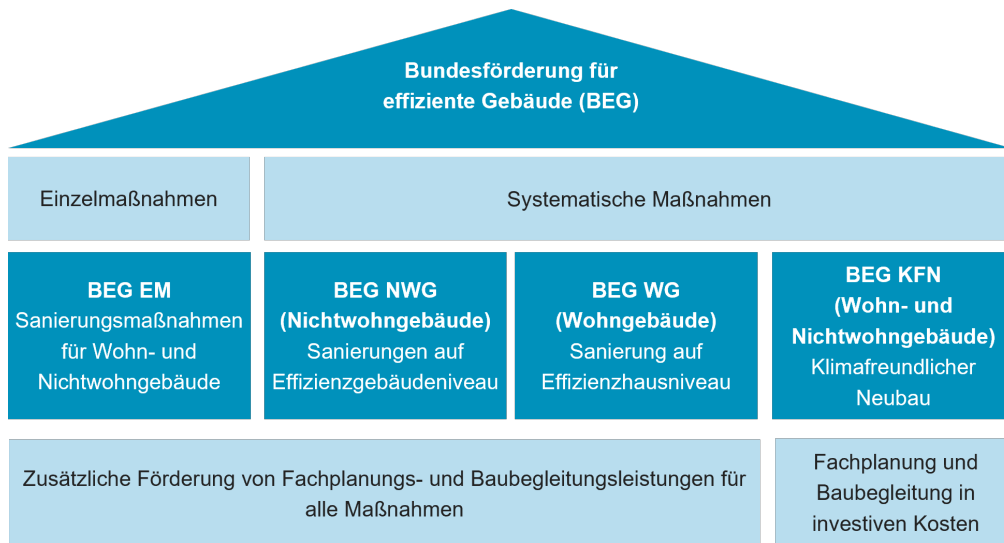


Abbildung 1.2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung

1.6.1 BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Die *BEG Einzelmaßnahmen* (BEG EM) fördern einzelne energetische Maßnahmen an bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden, beispielsweise an Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizung. Die Förderung erfolgt grundsätzlich als nicht rückzahlbarer Investitionszuschuss, ergänzend kann ein zinsgünstiger Ergänzungskredit genutzt werden.

Für verschiedene geförderte Wärmeerzeuger wie Wärmepumpen, Biomasse-, Brennstoffzellen- und wasserstofffähige Heizungen sowie innovative Heiztechnik müssen die versorgten Wohneinheiten oder Flächen nach der Maßnahme zu mindestens 65 % durch erneuerbare Energien beheizt werden. Diese 65-%-Anforderung ist eine Fördervoraussetzung der *BEG* und von den ordnungsrechtlichen Anforderungen des *GModG* zu unterscheiden.

Tabelle 1.2: Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) [4], eigene Darstellung

Bewilliger	Einzelmaßnahmen	Grundfördersatz	Klimaschwindigkeits-Bonus ³	Einkommens-Bonus ⁴	Fachplanung und Baubegleitung ⁵
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)					
KfW	Solarthermische Anlagen	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	Biomasseheizungen	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	elektrisch angetriebene Wärmepumpen	30 % ^{1,2}	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	Brennstoffzellenheizungen	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	Wasserstofffähige Heizungen (Investitionsmehrausgaben)	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
BAFA	Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	50 %
BAFA/ KfW	Anschluss an ein Gebäudenetz	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	50 % ⁵
KfW	Anschluss an ein Wärmenetz	30 % ¹	max. 16 % ³	max. 40 % ⁴	
KfW	Strahlungsheizungen in Nichtwohngebäuden	30 % ¹			

Fortsetzung auf der nächsten Seite.

Fortsetzung der vorherigen Seite.

Bewilliger	Einzelmaßnahmen	Grund- fördersatz	Klimage- schwindig- keits- Bonus ³	Einkom- mens- Bonus ⁴	Fachpla- nung und Baubeglei- tung ⁵
Weitere geförderte Maßnahmen					
BAFA	Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz	15 %			50 %
BAFA	Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen	50 %			50 %
BAFA	Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle	15 %			50 %
BAFA	Anlagentechnik (außer Heizung)	15 %			50 %

Im Einzelnen gelten die genannten Prozentsätze mit einer Obergrenze von 80 % bei einem zu versteuerndem Haushaltsjahreseinkommen von bis zu 30.000 Euro und 70 % bei einem zu versteuerndem Haushaltsjahreseinkommen über 30.000 Euro.

¹ Ab Q1 2027 reduziert sich der Fördersatz ggf. gemäß BEG EM Richtlinie Nr. 8.4.1 Buchstabe c).

² Ab Q1 2027 Abweichend von ¹ beträgt der Fördersatz für Maßnahmen nach BEG EM Richtlinie Nr. 5.3 Buchstabe c) [15 %].

³ Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß BEG EM Richtlinie Nr. 8.4.4.
Bis 31. Januar 2027 gilt ein Bonussatz von 16 %.

⁴ Der Einkommens-Bonus ist gestaffelt gemäß BEG EM Richtlinie Nr. 8.4.5.

⁵ Bei der KfW ist keine Förderung gemäß BEG EM Richtlinie Nr. 5.5 möglich. Die Kosten der Fach- und Baubegleitung werden mit den Fördersätzen des Heizungstausches als Umfeldmaßnahme gefördert.

Neben dezentralen Wärmeerzeugern werden auch Errichtung, Umbau und Erweiterung von Gebäudenetzen sowie der Anschluss an Gebäude- oder Wärmenetze gefördert. Für geförderte Gebäudenetze muss die Wärmeerzeugung nach der Maßnahme zu mindestens 65 % aus den förderfähigen erneuerbaren Wärmeerzeugern beziehungsweise unvermeidbarer Abwärme stammen.

Für viele Maßnahmen der Heizungstechnik beträgt der Grundfördersatz 30 %. Für Wärmepumpen sinkt der Grundfördersatz ab Quartal 1 2027 auf 15 %, bei Wärmepumpen mit Ursprung in der Europäischen Union kann ein Wertschöpfungsbonus von 15 Prozentpunkten hinzukommen. Weitere Boni können die Förderung erhöhen. Die Gesamtförderung ist grundsätzlich auf 70 %, bei einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen bis 30.000 Euro auf 80 % begrenzt.

Auch Heizungsoptimierungen sind förderfähig. Die jeweils aktuellen Förderbedingungen stellen BAFA und KfW bereit.

1.6.2 BEG Wohngebäude (BEG WG)

Die *BEG Wohngebäude* (BEG WG) fördert systemische energetische Sanierungen von Bestandswohngebäuden zu einer förderfähigen Effizienzhaus-Stufe sowie den Ersterwerb nach einer entsprechenden Sanierung. Für das Erreichen einer Effizienzhaus-Stufe müssen erneuerbare Energien und/oder unvermeidbare Abwärme mindestens 65 % des Energiebedarfs für Wärme und Kälte decken. Die Förderung erfolgt insbesondere über Kredite mit Tilgungszuschuss, kommunale Antragsteller erhalten Zuschüsse.

1.6.3 BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Die *BEG Nichtwohngebäude* (BEG NWG) fördert systemische energetische Sanierungen von Bestands-Nichtwohngebäuden zu einer Effizienzgebäude-Stufe. Auch hier müssen erneuerbare Energien und/oder unvermeidbare Abwärme mindestens 65 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs decken. Die Förderung erfolgt über Kredite mit Tilgungszuschuss, während kommunale Antragsteller können direkte Zuschüsse erhalten.

1.7 Bundesförderungen für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die *BEW* unterstützt den Aufbau und die Modernisierung von Wärmenetzen, die überwiegend erneuerbare Energien oder Abwärme nutzen. Die Förderung richtet sich an Kommunen, Unternehmen und Energieversorger. Förderfähig sind neben der Errichtung neuer Wärmenetze auch die Erweiterung und Dekarbonisierung bestehender Netze sowie die Integration von Speichertechnologien. Ein zentrales Förderkriterium ist ein Anteil erneuerbarer Energien oder Abwärme an der Wärmeerzeugung von mindestens 75 %. Die derzeitige BEW-Richtlinie ist bis zum 15. September 2028 befristet.

Das Förderprogramm ist modular aufgebaut (siehe Tabelle 1.3) und umfasst vier Hauptmodule von der Planung bis zur Umsetzung.

Tabelle 1.3: Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2025

	Modul 1 Planung	Modul 2 Systemische Investition	Modul 3 Einzelmaßnahme	Modul 4 Betriebsförderung
Neue Wärmenetze	Machbarkeitsstudie und Planungsleistung (HOAI LP 2–4) Förderquote: 50 %	systemische Investitionsförderung Neubau Wärmenetzsystem Förderquote: 40 %		Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh _{th} Solarthermie: 1 ct/kWh _{th}
Bestehende Wärmenetze	Planungsleistung (HOAI LP 2–4) bei Erfüllung der Bestandteile eines Transformationsplans Förderquote: 50 %	systemische Investitionsförderung Wärmenetzsystem Förderquote: 40 %	Förderung einzelner Investitionsmaßnahmen wie EE- Wärmeerzeuger, Digitalisierung etc. Förderquote: 40 %	Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh _{th} Solarthermie: 1 ct/kWh _{th}

1.8 Förderung BioWärme Bayern

Mit dem Förderprogramm *BioWärme Bayern* unterstützt der Freistaat Bayern Investitionen in erneuerbare Wärmeversorgungssysteme. Das 2023 eingeführte Programm löste *BioKlima* ab.

Gefördert werden insbesondere automatisch beschickte Biomasseheizwerke auf Basis fester Biomasse ab 60 kW Nennwärmeleistung. Auch Kombinationen mit weiteren erneuerbaren Wärmequellen oder Abwärme können förderfähig sein. Gefördert werden außerdem Neuerrichtung und Erweiterung von Wärmenetzen, sofern mindestens 75 % der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Energien beziehungsweise anrechenbarer Abwärme stammen.

Antragsberechtigt sind unter anderem Kommunen, kommunale Unternehmen, Zweckverbände, Energiegenossenschaften und private Projektträger. Die Höhe der Förderung richtet sich nach den zuwendungsfähigen Investitionskosten und den beihilferechtlichen Vorgaben. Die maximalen Beihilfeintensitäten betragen 45 % für große, 55 % für mittlere und 65 % für kleine Unternehmen. Für Wärmenetze gelten gesonderte Kumulierungsregeln, eine gleichzeitige Förderung desselben Vorhabens über die *BEW* und *BioWärme Bayern* ist nicht zulässig.

Ein besonderes Merkmal ist der sogenannte „FFuel-Switch-Bonus“, der zusätzliche Förderung ermöglicht, wenn überwiegend fossile Energieträger ersetzt werden. Die Antragstellung erfolgt beim Technologie- und Förderzentrum (TFZ), die derzeitige Förderrichtlinie ist bis zum 31. Dezember 2026 befristet. Für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist das Programm insbesondere bei Wärmenetzprojekten mit regional verfügbaren Biomasseressourcen relevant.

1.9 Förderung KommKlimaFör

Mit der Förderrichtlinie Kommunaler Klimaschutz (*KommKlimaFör*) unterstützt der Freistaat Bayern kommunale Vorhaben zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung. Förderberechtigt sind kommunale Körperschaften und deren Zusammenschlüsse sowie Kommunalunternehmen in Bayern. Die Richtlinie gilt vom 1. August 2026 bis zum 31. Dezember 2029. Eine Förderung ist nur für Vorhaben möglich, mit denen zum Zeitpunkt der Antragstellung noch nicht begonnen wurde. Zudem müssen sich die zuwendungsfähigen Ausgaben auf mindestens 10.000 Euro belaufen. Maßnahmen zur Erfüllung gesetzlicher Verpflichtungen sind nicht förderfähig, ausdrücklich ausgeschlossen sind insbesondere Leistungen, die der Erfüllung gesetzlicher Pflichten nach dem WPG dienen.

Die *KommKlimaFör* unterscheidet fünf wesentliche strategische beziehungsweise investive Förderschwerpunkte.

Tabelle 1.4: Förderschwerpunkte der KommKlimaFör 2026, eigene Darstellung

Förderschwerpunkt	Regel	kleine Kommune*	finanz- schwach*	Förderobergrenze
Entwicklungskonzept klimaneutrale Kommune	bis 50 %	bis 60 %	bis 70 %	bis 200.000 €
Kommunales Energiemanagement (KEM)	bis 50 %	bis 60 %	bis 70 %	bis 100.000 € bzw. 150.000 €**
Umsetzung zur systematischen Verringerung von Treibhausgasemissionen	bis 30 %	bis 40 %	bis 50 %	bis 100.000 €
Einrichtung einer Koordinierungsstelle zum Klimaschutz	bis 50 %	bis 60 %	bis 70 %	bis 150.000 €
Umsetzung zur Klimaanpassung	bis 50 %	bis 60 %	bis 70 %	bis 200.000 €

* Für Kommunen unter 2.000 Einwohnern bzw. interkommunale Zusammenschlüsse unter 5.000 Einwohnern erhöht sich der Fördersatz um zehn Prozent. Finanzschwache Kommunen erhalten unabhängig von der Einwohnerzahl eine Erhöhung um 20 Prozentpunkte. Beide Erhöhungen sind nicht kumulierbar.

** Beim Kommunalen Energiemanagement beträgt die Förderobergrenze 100.000 €. Bei Kombination mit einem Qualitätsmanagementverfahren erhöht sie sich auf 150.000 €, die Fördersätze sind nicht miteinander kumulierbar.

Für das *Entwicklungskonzept klimaneutrale Kommune* sind insbesondere externe Beratungsleistungen, die THG-Bilanzierung nach BSKO beziehungsweise Greenhouse Gas Protocol, Potenzial- und Zielpfadberechnungen sowie begleitende Öffentlichkeitsarbeit förderfähig. Das *kommunale Energiemanagement* umfasst unter anderem Beratung, Energiecontrolling-Software, Messtechnik sowie technische und digitale Maßnahmen zur Senkung des Energie- und Ressourcenverbrauchs. Für investive *Maßnahmen zur systematischen Verringerung der Treibhausgasemissionen* ist grundsätzlich eine Emissionsminderung von mindestens 50 % nachzuweisen. Dies betrifft beispielsweise die LED-Sanierung von Innen- und Hallenbeleuchtung oder den Austausch CO₂-intensiver Anlagenteile.

Gefördert wird zudem die Einrichtung einer interkommunalen *Koordinierungsstelle zum Klimaschutz*, beispielsweise auf Ebene eines Landkreises. Diese unterstützt die beteiligten Kommunen unter anderem bei Klimaschutzmaßnahmen, Finanzierungsmöglichkeiten sowie der Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen und dient zugleich als zentrale Anlauf- und Vernetzungsstelle.

Investive Maßnahmen zur *Klimaanpassung* werden ebenfalls nach KommKlimaFör gefördert. Diese können etwa nachweislich zur Verringerung der Auswirkungen von Hitzeperioden beitragen. Hierzu zählen beispielsweise naturbasierte Beschattungen öffentlicher Plätze, Klimawälder und Klimaparks, Dachbegrünungen, Kühlbrunnen sowie einfache Systeme zur Regenwassernutzung. Als Grundlage kann beispielsweise ein Klimaanpassungskonzept, ein Hitzeaktionsplan oder ein fachliches Gutachten genutzt werden.

2 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden verschiedene Daten erhoben, um ein umfassendes Bild der aktuellen Wärmeversorgung und -nutzung in Königsmoos darzustellen. Dafür werden folgende Geodaten verarbeitet:

- Gebäudemodelle (LoD2-Daten 2026 - Level-of-Detail Stufe 2) [6]
- Tatsächliche Nutzung (ALKIS 2026) [7]
- Baualtersklassen (Zensus 2022) [8]

Die Geodaten werden über das *Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung* bereitgestellt. Alle Abbildungen werden auf Grundlage der *Open Street Map* erstellt. Weitere Informationen über den aktuellen Energieverbrauch, die Art der Heizsysteme, die Energiequellen sowie Infrastrukturdaten und Versorgungsleitungen werden direkt erhoben. Die INEV GmbH hat auf Basis der Systematik des *Klimaschutz-Planers* passgenaue Datenerhebungsbögen entwickelt. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren können die erforderlichen Daten erfasst werden. Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen in Königsmoos wurde für das Kalenderjahr 2023 vorgenommen. Der zeitliche Versatz zwischen Bilanzjahr und Erstellungsjahr ist durch die Verfügbarkeit von Daten begründet.

Für die Bilanzerstellung wurden insbesondere folgende Datenquellen angefragt und erhoben:

- **Stromnetzbetreiber:** *Bayernwerk Netz GmbH*
- **Gasnetzbetreiber:** *Energie Schwaben GmbH*
- **Wärmenetzbetreiber:** *BEG Neuburg-Schrobenhausen-Aichach-Eichstätt eG*
- **Kehrbuchdaten:** *Landesamt für Statistik Bayern*
- **Daten zu kommunalen Liegenschaften:** *Gemeinde Königsmoos*
- **Verbrauchs- und Abwärmedaten von Großverbrauchern und Industrie:** *eigene Erhebung*

2.1 Eignungsprüfung

Ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist die Eignungsprüfung, die Teilgebiete identifiziert, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder grünen Gasen eignen (§14 WPG).

Für die Bewertung werden unterschiedliche Kriterien herangezogen. Dazu zählen insbesondere das Vorhandensein bestehender Wärme- oder Gasnetze, die lokale Siedlungs- und Abnehmerstruktur, die Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen beziehungsweise Abwärme sowie der Wärmebedarf als Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Die Verarbeitung der erhobenen Informationen wird in den folgenden Kapiteln erläutert. Tabelle 2.1 zeigt die wesentlichen Informationsgrundlagen gemäß dem *Leitfaden Wärmeplanung* [5], die in die Eignungsprüfung einfließen.

Gebiete, die im Rahmen der Eignungsprüfung als voraussichtlich ungeeignet für eine leitungsgebundene Versorgung eingestuft werden, sind im weiteren Planungsprozess vorrangig durch dezentrale Versorgungsstrategien zu betrachten.

Tabelle 2.1: *Datengrundlagen und Analyse Kriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung*

Thema	Datengrundlage	Zur Analyse von
Industriebetriebe und Ankerkunden	OpenStreetMap [1], Kommune	Prüfung von möglichen größeren gewerblichen Abnehmern oder Abwärmepotenzialen
Wärmebedarf	Wärmebedarf (aggregiert und im Hektarraster)	Prüfung des Wärmebedarfs zum Ausschluss von Wärmenetzen mit fehlender Wirtschaftlichkeit
Siedlungsstruktur	3D-Gebäudemodelle LoD2 [6]	Unterteilung des kommunalen Gebiets in Teilgebiete, Identifikation von Wohn- und Gewerbegebieten
Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	Pläne von Erdgasnetzen, Wärmenetzen, bestehenden Erzeugungsanlagen	Identifikation von Gebieten ohne bestehende Gas- und Wärmeinfrastruktur

Abbildung 2.1 fasst die Ergebnisse der Eignungsprüfung zusammen. *Potenziell geeignete* Gebiete (grün) eignen sich voraussichtlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung, während in *potenziell nicht geeigneten* Gebieten (blau) vorrangig eine dezentrale Wärmeversorgung zu prüfen ist. *Bestehende Gebäude- und Wärmenetzgebiete* werden in der Eignungsprüfung separat hervorgehoben (rot).

Die Prüfung zeigt zudem geeignete Gebiete im Hauptort Königsmoos, in den Ortsteilen Obermaxfeld, Ludwigsmoos und Klingsmoos sowie im Gewerbegebiet Ingolstädter Straße. Diese Gebiete weisen auf den ersten Blick eine hohe Wärmebedarfsdichte (vgl. Kapitel 2.4) auf, die einen wirtschaftlichen Betrieb leitungsgebundener Systeme begünstigen kann.

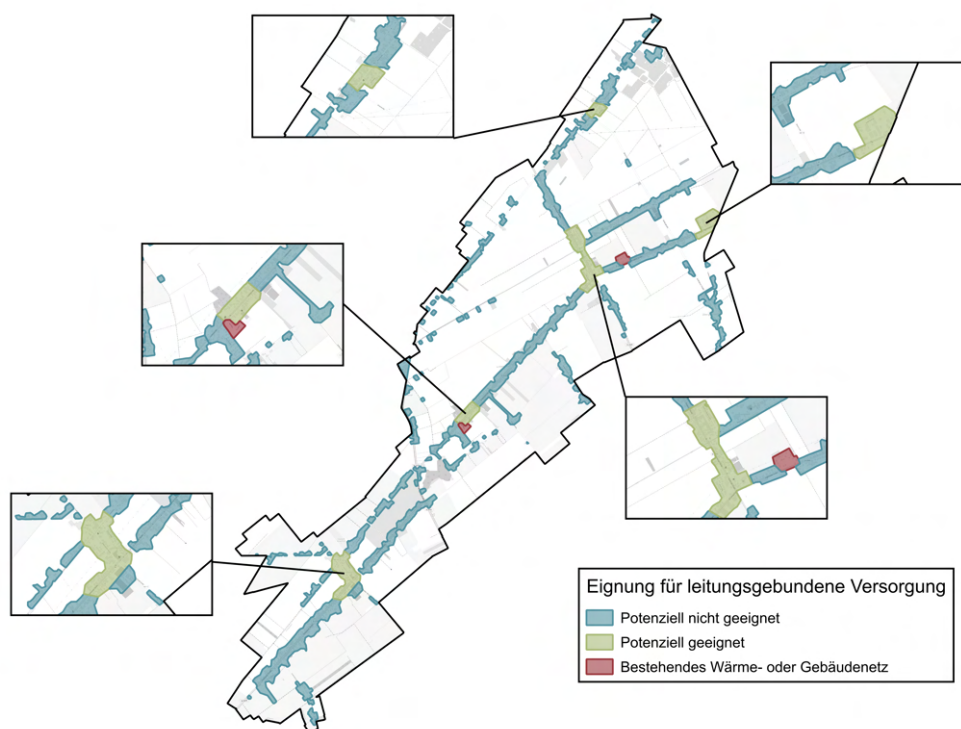


Abbildung 2.1: Ergebnis der Eignungsprüfung, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.2 Energieinfrastruktur

Abbildung 2.2 zeigt eine Karte mit der bestehenden Energieversorgung in der Gemeinde Königsmoos. Sie beinhaltet den Standort der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung durch Biogas und Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Darüber hinaus ist der Verlauf des Mittelspannungsnetzes für den Transport elektrischer Energie ersichtlich.

Die Abbildung zeigt zudem die zwei bestehenden Gebäudenetze.

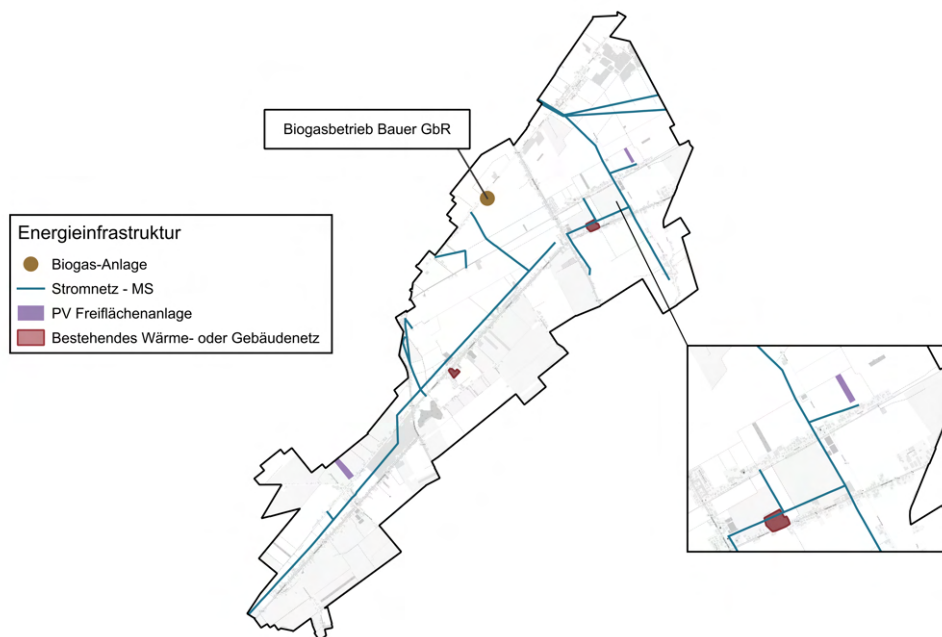


Abbildung 2.2: Energieversorgung in Königsmoos: Standort der Biogasanlage, den PV-Freiflächen, den bestehenden Gebäudenetzen sowie der Verlauf des Mittelspannungsnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.2.1 Stromnetz

Die Stromversorgung bildet eine wichtige Grundlage für die Energieinfrastruktur und den Ausbau erneuerbarer Energien in Königsmoos. Für die Wärmewende gewinnt das Stromnetz insbesondere durch strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen an Bedeutung. Die Bestandsanalyse der Strominfrastruktur umfasst die Erhebung der bestehenden Stromnetze in den Ortsteilen. In der Gemeinde Königsmoos umfasst dies das Mittelspannungsnetz, welches die Bayernwerk Netz GmbH betreibt.

Üblicherweise erfolgt bei zusätzlichem Strombedarf, etwa durch Wärmepumpen, ein Netzausbau zur Erweiterung der Kapazitäten, um Überlastungen zu verhindern. Dieser wird von dem jeweiligen Netzbetreiber durchgeführt.

2.2.2 Wärme- und Gebäudenetze

In der Gemeinde Königsmoos bestehen derzeit zwei voneinander unabhängige Gebäudenetze, die unterschiedliche Teile des Gemeindegebiets versorgen. Sie werden von der Bürger-Energie-Genossenschaft Neuburg-Schrobenhausen-Aichach-Eichstätt eG betrieben. Eines der Netze befindet sich im Ortsteil Königsmoos und das andere im Ortsteil Ludwigsmoos. Diese Netze leisten bereits heute einen Beitrag zur dekarbonisierten Wärmeversorgung der Gemeinde.

2.2.3 Erdgasinfrastruktur

Die Erdgasversorgung nimmt in der Wärmeversorgung der Gemeinde Königsmoos eine untergeordnete Rolle ein. Im Gemeindegebiet existiert kein reguläres Gasverteilnetz, jedoch quert eine Erdgas-Hochdruckleitung das Gebiet der Gemeinde Königsmoos, über die ein einzelner Anschlussnehmer versorgt wird. Folglich ist trotz des fehlenden örtlichen Verteilnetzes ein Gasverbrauch zu verzeichnen. Aus Gründen des Schutzes kritischer Infrastrukturen wird dieser Leitungsverlauf in den Abbildungen des Berichts nicht dargestellt.

2.2.4 Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentralen Wärmeerzeuger wurden über das *Landesamt für Statistik Bayern* erhoben. Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über die Anzahl der im Bilanzjahr 2023 betriebenen dezentralen Heizkessel. Öl-Kessel überwiegen mit 897 Stück, gefolgt von 120 Flüssiggasheizungen. Scheitholz, Pellets- und Erdgasheizungen spielen eine untergeordnete Rolle. In Königsmoos wird Kohle als Energieträger nicht genutzt.

Die Anzahl der Wärmepumpen wird in den vom *Landesamt für Statistik Bayern* bereitgestellten Kkehrbuchdaten nicht erfasst. Deshalb wird mit den Absatzdaten des Stromnetzbetreibers eine weitere Datenquelle als Datengrundlage verwendet. Dieser meldete im Jahr 2023 313 Wärmepumpen mit getrennter Messung beziehungsweise Wärmepumpentarif.

Abbildung 2.3 veranschaulicht die räumliche Verteilung des dominierenden Energieträgers auf Baublockebene, bezogen auf die installierte Leistung. Aufgrund fehlender räumlicher Daten

bleiben Wärmepumpen und Wärmenetzanschlüsse in dieser Darstellung unberücksichtigt. Im gesamten Gebiet überwiegt Heizöl, wobei in der kartografischen Darstellung nicht zwischen Einzelraum- und Zentralfeuerungsanlagen unterschieden wird. Für schraffiert dargestellte Baublocke können aus Datenschutzgründen keine Angaben gemacht werden. Im nördlichen Gebiet befinden sich vermehrt mit durchschnittlich 30-40 Jahren die ältesten Heizungsanlagen, dies ist in Abbildung 2.4 dargestellt. Für schraffiert dargestellte Baublocke können aus Datenschutzgründen keine Angaben gemacht werden.

Tabelle 2.2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeugung in Königsmoos, Erhebung über Landesamt für Statistik

Kesseltyp	Anzahl	Kesseltyp	Anzahl
Öl	897	Sonstige Biomasse	6
Scheitholz	63	Erdgas	7
Pellets	76	Flüssiggas	120

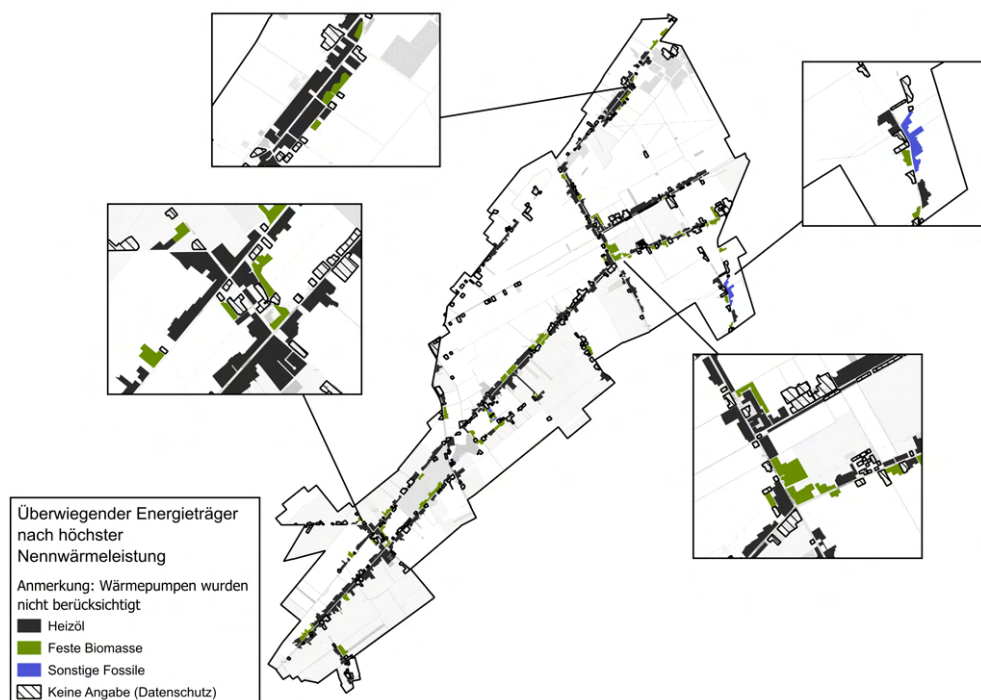


Abbildung 2.3: Darstellung des überwiegenden Energieträgers bei der dezentralen Wärmeversorgung nach installierter Gesamtleistung, Hintergrundkarte [1]

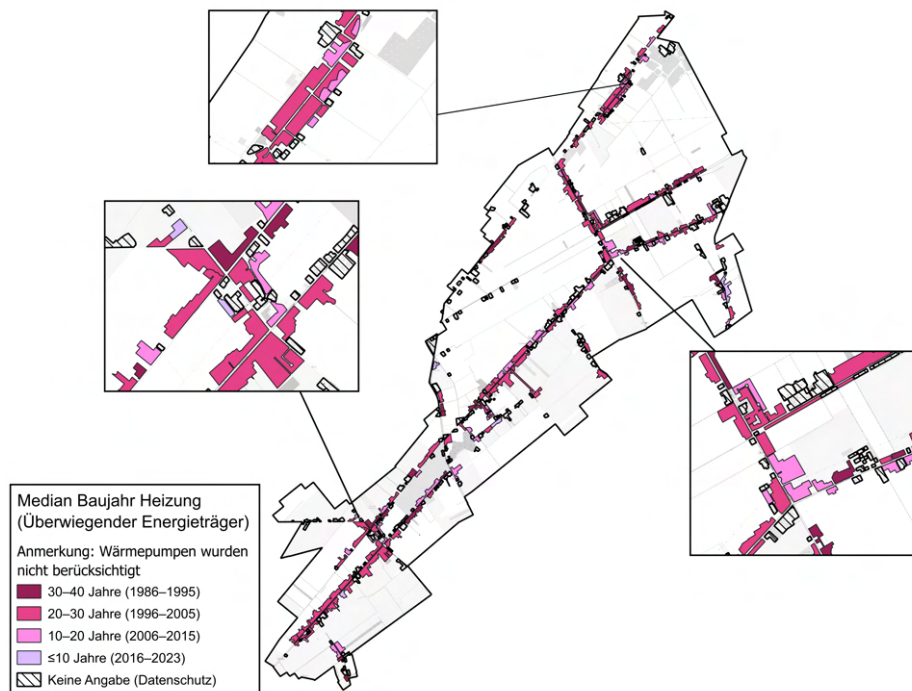


Abbildung 2.4: Darstellung des durchschnittlichen Heizungsalters bei dezentraler Wärmeversorgung nach installierter Gesamtleistung, Hintergrundkarte [1]

2.3 Bauliche Struktur in Königsmoos

Zunächst werden die verschiedenen Gebäudetypen auf Grundlage von Geodaten identifiziert. Für die georeferenzierte Darstellung werden sowohl Daten zur tatsächlichen Nutzung als auch Gebäudegeometriemodelle (LoD2-Daten) verwendet [7] [6]. Auf Basis der hinterlegten Gebäudefunktionen kann zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden werden.

2.3.1 Gebäudetypen

Für die weitere Differenzierung der Gebäude werden bei Wohngebäuden zusätzlich die IWU-Gebäudetypen bestimmt. Dabei handelt es sich um eine vom *Institut Wohnen und Umwelt* (IWU) entwickelte Klassifikation typischer Wohngebäude in Deutschland [9]. Im weiteren Verlauf wird zwischen folgenden Gebäudetypen unterschieden:

- **Einfamilienhäuser**
Freistehendes Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen, meist 2-geschossig
- **Reihenhäuser**
Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen als Doppelhaus, gereihtes Haus, meist 2-geschossig
- **Kleine Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 3 bis 6 Wohnungen
- **Große Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 7 oder mehr Wohnungen
- **Hochhäuser**
Wohngebäude mit 8 oder mehr Geschossen
- **Nichtwohngebäude**
insbesondere Gewerbeimmobilien und kommunale Liegenschaften

Abbildung 2.5 zeigt die überwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene im Gemeindegebiet von Königsmoos, aggregiert nach infrastrukturellen Unterbrechungen wie Schienen-, Straßen- und Wasserwegen.

Die Siedlungsstruktur ist mit einem Anteil von über 57 % von Einfamilienhäusern geprägt, die oft von Gärten und landwirtschaftlichen Flächen umgeben sind. Etwa 21% des Bestands bestehen aus kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. Reihenhäuser weisen einen Anteil von 5% auf. Nichtwohngebäude machen ca. 16 % des Bestands aus und konzentrieren sich insbesondere auf das Gewerbegebiet Ingolstädter Straße und den Ortskern von Königsmoos. Dort sind neben klassischem Handwerk und Einzelhandel auch kommunale Liegenschaften angesiedelt.



Abbildung 2.5: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.3.2 Baualtersklassen

Neben den Gebäudetypen wird der Gebäudebestand nach verschiedenen Baualtersklassen analysiert. Die Baualtersklassen bilden eine wesentliche Grundlage für die kommunale Wärmeplanung. Das Baujahr eines Gebäudes lässt wichtige Rückschlüsse auf dessen energetischen Zustand zu, da sich die baulichen Standards und gesetzlichen Anforderungen, wie die Wärmeschutzverordnung (WSchV) oder die Energieeinsparverordnung (EnEV), im Laufe der Zeit stetig verändert haben. Die räumliche Verteilung wird für die Berechnung des Wärmebedarfs im Wärmekataster sowie für die Abschätzung von Energieeinsparpotenzialen durch energetische Sanierungen herangezogen.

Als Datengrundlage für die Ermittlung der Baualtersklassen dienen die Daten des *Zensus* aus dem Jahr 2022. Dieser liegt deutschlandweit räumlich aufgelöst in einem 100 m × 100 m-Raster vor. Um eine gebäudescharfe Zuordnung der Baualtersklasse zu ermöglichen, werden diese Rasterdaten mit den 3D-Gebäudemodellen (*LoD2-Daten*) der Kommune verschnitten [6].

Abbildung 2.6 stellt die überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene dar und verdeutlicht den hohen Anteil älterer Gebäude. Rund 46 % des Bestands wurden vor 1978 errichtet und entsprechen häufig nicht mehr den heutigen energetischen Standards. Mangelnde Wärmedämmung führt vielfach zu einem erhöhten Energieverbrauch. Vor diesem Hintergrund kommt der energetischen Sanierung des Altbestands eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung von Königsmoos zu.



Abbildung 2.6: Überwiegende Baualtersklassen auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.3.3 Großverbraucher

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden die energetischen Verbräuche der ansässigen Unternehmen angefragt. Im Zuge der Datenerhebung wurden zudem Informationen zu potenziell anfallender Abwärme abgefragt. Auf Grundlage der übermittelten Daten wurde das Unternehmen *Völpel GmbH & Co. KG* als relevanter Großverbraucher identifiziert. Abbildung 2.7 zeigt die räumliche Verortung des identifizierten Großverbraucher in Königsmoos. Die Analyse möglicher Abwärme erfolgt in Kapitel 3.3.

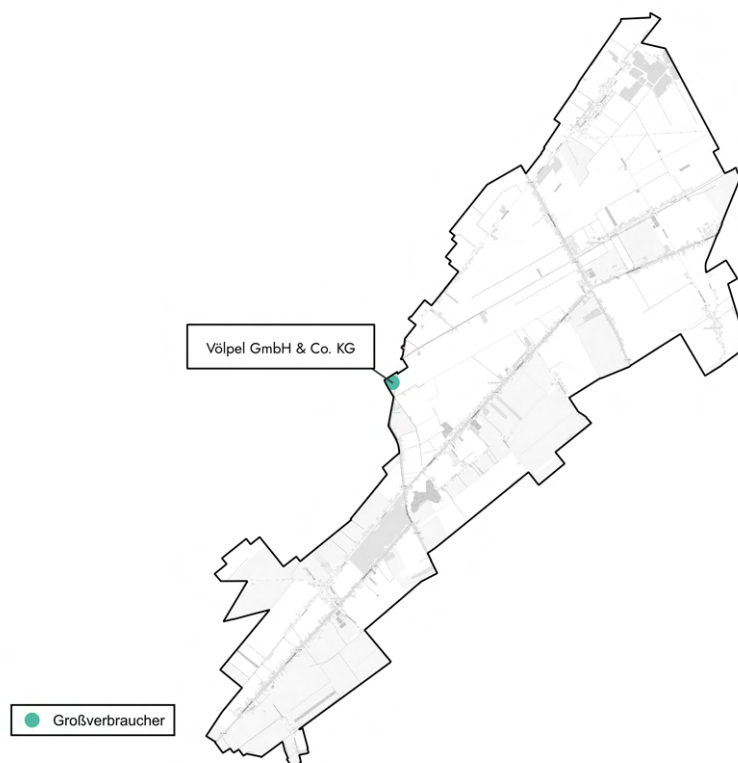


Abbildung 2.7: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.4 Wärmebedarf

2.4.1 Wärmekataster

Aus einer räumlich aufgelösten Darstellung des Wärmebedarfs werden Gebiete mit erhöhter Wärmedichte ersichtlich. Diese können dann hinsichtlich ihres Potenzials für eine leitungsgebundene Energieversorgung bewertet werden. Damit ist die Aufbereitung des Wärmebedarfs eine wichtige Grundlage für die in Kapitel 2.1 beschriebene Eignungsprüfung.

Dazu wird zunächst der Wärmebedarf der Gebäude innerhalb der Gemeinde errechnet. Er hängt sowohl von der Kubatur der Gebäude als auch vom Baualter ab. Daher werden zur Bestimmung des Wärmebedarfs die Informationen des *Zensus* mit den Gebäudemodellen (*LoD2-Daten*) verschnitten [8] [6]. Aus den Gebäudefunktionen und den Baualtersklassen können den Gebäuden spezifische Energiebedarfskennwerte zugeordnet werden. Über die Flächeninformationen wird so der Energiebedarf ermittelt. Die Kennwerte sind dem *Leitfaden Energieausweis* entnommen und berücksichtigen den Heizwärme- und Warmwasserbedarf von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$) [10].

Neben dem berechneten Wärmebedarf fließen die in Kapitel 2.5 beschriebenen Verbrauchsdaten der Energie- und Treibhausgasbilanz in das Wärmekataster ein. Der modellierte Wärmebedarf wird anhand des bilanzierten Wärmeverbrauchs angepasst.

Abbildung 2.8 und 2.9 veranschaulichen das Wärmekataster der Gemeinde Königsmoos. Um den Datenschutz zu wahren, wird der Wärmebedarf im Hektarraster und auf Baublockebene dargestellt. In Königsmoos zeigt sich, dass besonders entlang der Verbindungs-/Querstraßen eine höhere Wärmedichte vorhanden ist. Ein vereinzelter Wärmebedarfsschwerpunkt ist am Standort des Großverbrauchers erkennbar. Die außenliegenden Siedlungen zeigen einen deutlich geringeren Wärmebedarf als die dichter besiedelten Ortskerne.

Bei der Einordnung des Wärmebedarfs gibt der Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes eine Orientierung [5]. Der Leitfaden empfiehlt insbesondere Wärmenetze ab $70 \text{ MWh}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ bei Neuerschließungen und konventionelle Wärmenetze im Bestand ab $415 \text{ MWh}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ (siehe Tabelle 2.3). Auf dieser Grundlage können Gebiete mit erhöhten Wärmedichten in die Eignungsprüfung aufgenommen und im weiteren Verlauf hinsichtlich einer leitungsgebundenen Versorgung geprüft werden.

Tabelle 2.3: *Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]*

Wärmedichte [MWh/ha·a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 – 415	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung



Abbildung 2.8: Wärmebedarf nach Hektarraster in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]



Abbildung 2.9: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.4.2 Wärmeliniendichte

Im nächsten Schritt wird die Wärmeliniendichte ermittelt. Sie beschreibt den Wärmebedarf pro Trassenmeter und Jahr und zeigt dessen räumliche Verteilung entlang des Straßennetzes.

Die Wärmeliniendichte setzt den Wärmebedarf in Relation zur potenziellen Trassenlänge und liefert damit einen ersten Hinweis auf die mögliche Auslastung und Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.

Die Wärmeliniendichte wird als ein Kriterium für die Einteilung in zentrale oder dezentrale Versorgungsgebiete herangezogen. Bei einer hohen Wärmeliniendichte kann davon ausgegangen werden, dass sich die Gebiete eher für eine Versorgung über Wärmenetze eignen, da je errichtetem Trassenmeter mehr Wärmeabnahme erfolgt. Eine Wärmeliniendichte von über 1.500 kWh/m·a gilt in der Regel als guter Hinweis auf die wirtschaftliche Realisierbarkeit eines neuen Wärmenetzes [5] (siehe auch Tabelle 2.4). Eine tatsächliche Umsetzung hängt jedoch noch von weiteren Faktoren ab (vgl. Kapitel 4).

In Abbildung 2.10 sind die Wärmeliniendichten in unterschiedlichen Farbintensitäten angelegt, die den Grad der Nachfrage visualisieren: Von Rot für Gebiete mit dem höchsten Wärmebedarf über Orange für hohen bis hin zu Grün für mittleren und niedrigen Wärmebedarf. Hierdurch werden die Zonen mit dichter Besiedelung oder höherer gewerblicher Nutzung in Königsmoos deutlich erkennbar. In Königsmoos sind diese Wärmebedarfsschwerpunkte im Ortskern von Königsmoos, bei der Firma Völpel GmbH & Co. KG und in Obermaxfeld.

Tabelle 2.4: *Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]*

Wärmeliniendichte [kWh/ m·a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
< 700	Kein technisches Potenzial
700 – < 1.500	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1.500 – < 2.000	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
≥ 2.000	Wenn die Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Hauptstraßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

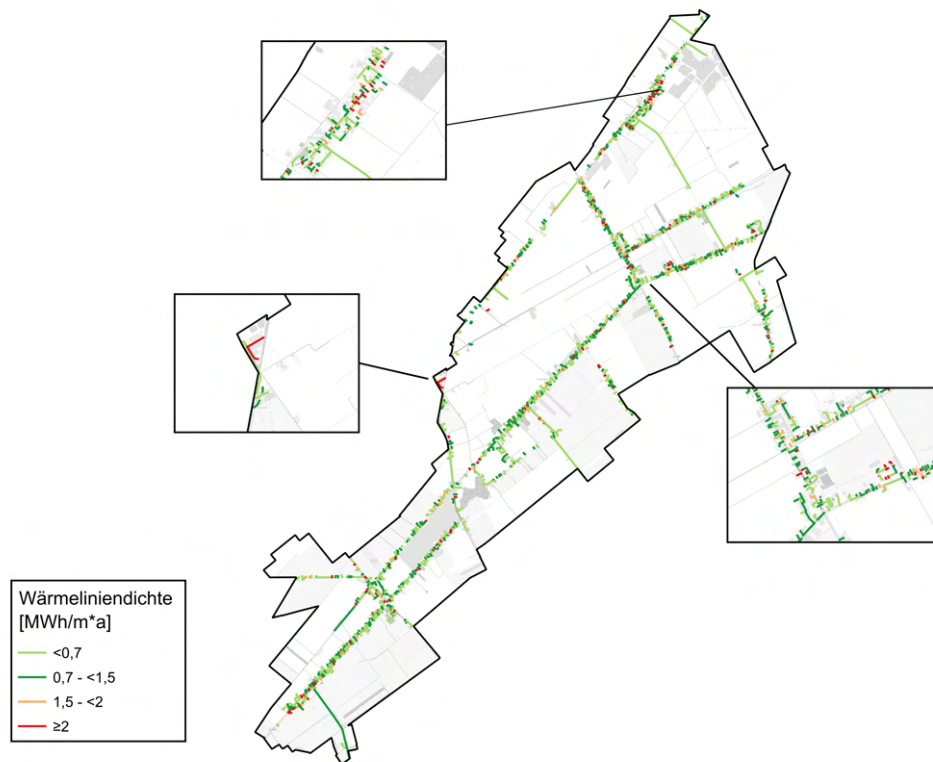


Abbildung 2.10: Wärmelinien-dichten in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

2.5 Energie- und Treibhausgasbilanz

Für die Gemeinde Königsmoos wurde für das Bilanzjahr 2023 eine Energie- und Treibhausgasbilanz erstellt. Sie zeigt den Energieverbrauch im Bilanzjahr und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen, ermöglicht die Identifikation der Hauptverursacher und dient als Referenz für die zukünftige Erfolgskontrolle von umgesetzten Maßnahmen. Die Berechnung folgt dem deutschlandweiten Standard der *Bilanzierungs-Systematik Kommunal* (BISKO) vom *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg* (ifeu) [11]. Dabei kam der webbasierte *Klimaschutz-Planer* des Klima-Bündnisses zur Anwendung [12]. Ziel dieser Methodik ist die Bilanzierung aller auf dem Gemeindegebiet anfallender Endenergieverbräuche, aufgeschlüsselt nach den folgenden Sektoren:

- Kommunale Einrichtungen
- Private Haushalte
- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen
- Industrie
- Verkehr

Nicht energiebedingte Emissionen der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft werden nach BISKO nicht bilanziert. *Industrie* umfasst produzierendes Gewerbe und Großverbraucher. In Königsmoos sind diese überwiegend in den Gewerbegebieten *Ingolstädter Straße* und im Ortsteil *Königsmoos*. *Gewerbe, Handel & Dienstleistungen* beinhaltet alle Verbräuche der kleineren Gewerbebetriebe wie Büros oder Einzelhandel.

Die Treibhausgasemissionen (in Tonnen CO₂-Äquivalent – tCO₂eq) werden berechnet, indem die Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger multipliziert werden. Dabei werden die Vorketten berücksichtigt. Durch die Umrechnung in CO₂-Äquivalente lassen sich alle Treibhausgase auf eine gemeinsame Vergleichsgröße beziehen und einheitlich darstellen.

Durch die direkte Erhebung zahlreicher Verbrauchsdaten weist die Bilanz eine hohe Datengüte auf. Die Daten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung übermittelt. Der Strom- und Erdgasverbrauch der Sektoren konnte über die jeweiligen Netzbetreiber erhoben werden.

Die installierte Fläche von Solarthermie-Kollektoren wird direkt über das *BAFA* erhoben [13]. Aus der Fläche kann die erzeugte Wärmemenge aus Solarthermie ermittelt werden. Diese Daten weisen eine mittlere Datengüte auf.

Sekundärdaten aus Hochrechnungen oder Modellen wie dem *TREMOD* (Transport Emission-Model) zur Bilanzierung des Verkehrs weisen eine geringere Datengüte auf. Das *TREMOD* basiert auf Verkehrszählungen und Angaben zum Schienenverkehr, sodass kommunenspezifische Verbräuche bilanziert werden können [14].

2.5.1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und Sektoren

Der Endenergieverbrauch der Gemeinde Königsmoos belief sich im Jahr 2023 auf insgesamt 69.863 MWh/a. Dieser Wert umfasst gemäß der BSKO-Systematik alle Endenergieverbräuche der Anwendungsbereiche *Wärme*, *Strom* und der Kraftstoffe aus dem *Verkehrssektor* auf dem kommunalen Gebiet.

Wie Abbildung 2.11 zeigt, nimmt der Anwendungsbereich *Wärme* mit 69,6 % (48.592 MWh/a) den größten Anteil am Endenergieverbrauch ein, gefolgt vom *Strom* mit insgesamt 15,3 % (10.675 MWh/a). Die restlichen 15,2 % des Endenergieverbrauchs entfallen auf den Bereich *Verkehr* (10.595 MWh/a).

Abbildung 2.12 veranschaulicht die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Sektoren. Innerhalb dieser entfällt mit 69,2 % der größte Anteil auf *Private Haushalte*. Der Anwendungsbereich und der Sektor *Verkehr* sind identisch. Der Sektor *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* folgt mit 14,0 % (9.807 MWh/a). *Kommunale Einrichtungen* machen mit 1,6 % (1.129 MWh/a) einen untergeordneten Anteil aus, welcher für eine Gemeinde wie Königsmoos typisch ist.

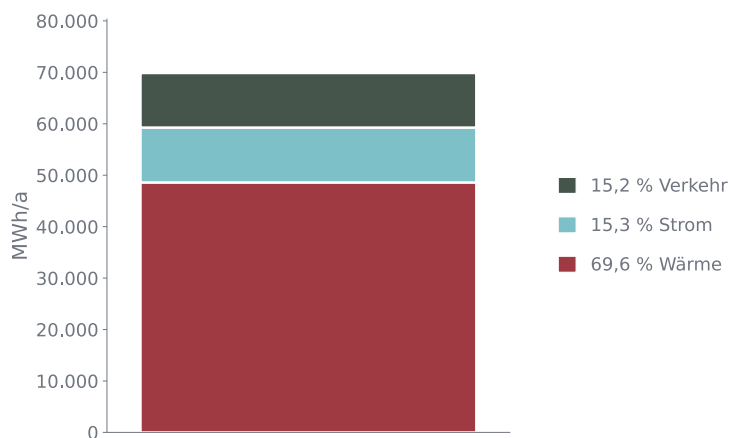


Abbildung 2.11: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung

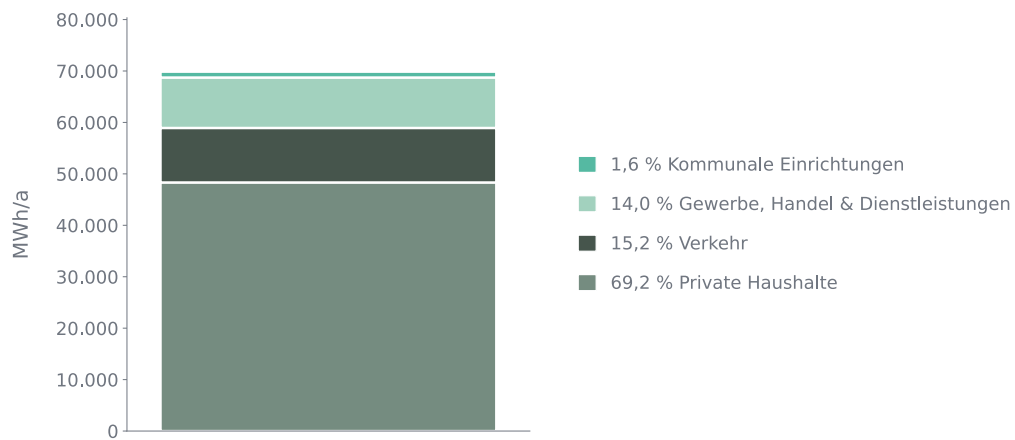


Abbildung 2.12: Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.5.2 Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Sektoren

Die gesamten Treibhausgasemissionen der Gemeinde Königsmoos betragen im Jahr 2023 19.960 tCO₂eq. Die Verteilung dieser Emissionen auf die verschiedenen Anwendungsbereiche, dargestellt in Abbildung 2.13, zeigt den Anwendungsbereich *Wärme* mit 57,9 % (11.556 tCO₂eq) als größten Verursacher, gefolgt vom *Verkehr* mit 17,9 % (3.569 tCO₂eq) und dem Anwendungsbereich *Strom* mit 24,2 % (4.836 tCO₂eq).

Die sektorale Aufteilung der Emissionen (Abbildung 2.14) verdeutlicht, dass der Sektor *Private Haushalte* mit einem Anteil von 64,6 % (12.893 tCO₂eq) die meisten Treibhausgase emittiert, gefolgt vom Sektor *Verkehr* mit 17,9 % (3.569 tCO₂eq). Auf den Sektor *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* (3.098 tCO₂eq) entfallen 15,5 % der Emissionen. Eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielt der Sektor *Kommunale Einrichtungen* mit 2,0 % (402 tCO₂eq).

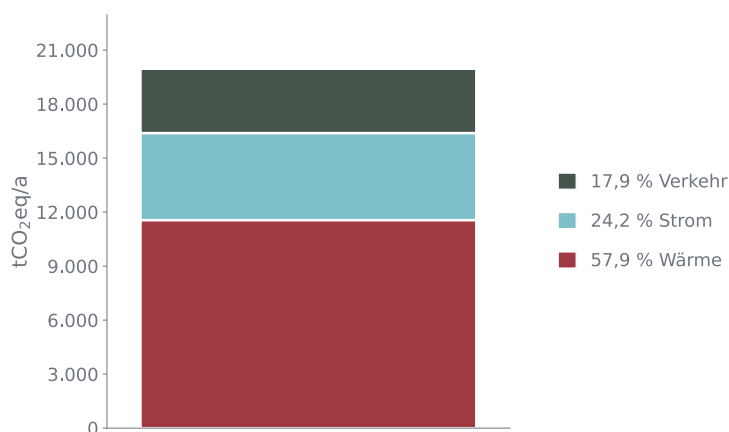


Abbildung 2.13: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung

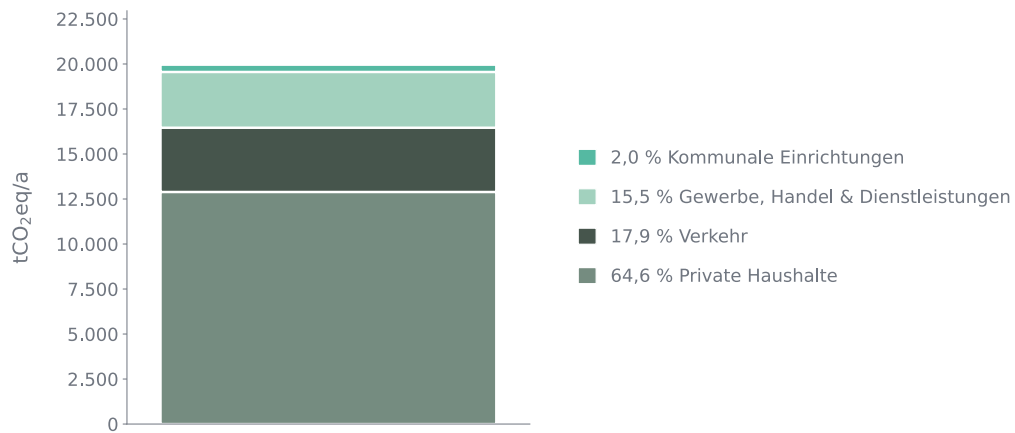


Abbildung 2.14: Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung

2.5.3 Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Der Gesamtendenergieverbrauch im Anwendungsbereich *Wärme* beläuft sich auf 48.592 MWh/a. Die Bereitstellung dieser Energiemenge wird, wie in Abbildung 2.15 dargestellt, derzeit überwiegend durch fossile Energieträger gedeckt. Heizöl ist mit einem Anteil von 58,4 % (28.371 MWh/a) der dominierende Energieträger, gefolgt von Biomasse mit 17,0 % (8.283 MWh/a) und Umweltwärme mit 10,7 % (5.179 MWh/a). Erdgas trägt 7,8 % (3.774 MWh/a) und Flüssiggas 6,1 % (2.972 MWh/a) zur Wärmeversorgung bei. Der übrige Energieträger Steinkohle weist einen Anteil von unter 1 % auf und wird unter „Sonstige“ aufgeführt. Der Erdgasverbrauch ist wie in 2.2.3 erläutert, auf einen Anschlussnehmer der Hochdruckversorgung zurückzuführen.

Die resultierenden Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung sind in Abbildung 2.16 dargestellt. Den größten Anteil verursachen die Energieträger Heizöl mit 76,8 % (8.880 tCO₂eq) und Erdgas mit 8,2 % (951 tCO₂eq). Flüssiggas trägt mit 7,1 % (820 tCO₂eq) und Umweltwärme mit 6,3 % (733 tCO₂eq) zu den Emissionen bei. Biomasse weist trotz seines Anteils an der Wärmeversorgung aufgrund der vergleichsweise geringen Treibhausgasintensität nur einen geringen Anteil an den Gesamtemissionen auf (1,4 % bzw. 166 tCO₂eq).

Der Anteil der Umweltwärme wird durch Wärmepumpen aus Quellen wie Luft, Erdreich oder Grundwasser gewonnen. Da für diesen Prozess elektrischer Strom benötigt wird, basiert die Emissionsbilanzierung auf dem dafür eingesetzten Bundesstrommix. Für die Berechnung wird eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 zugrunde gelegt, die das Verhältnis von erzeugter Wärme zu verbrauchtem Strom beschreibt. Rechnerisch liegt der spezifische Emissionsfaktor der Umweltwärme somit bei etwa einem Drittel des Emissionsfaktors des Strommixes.

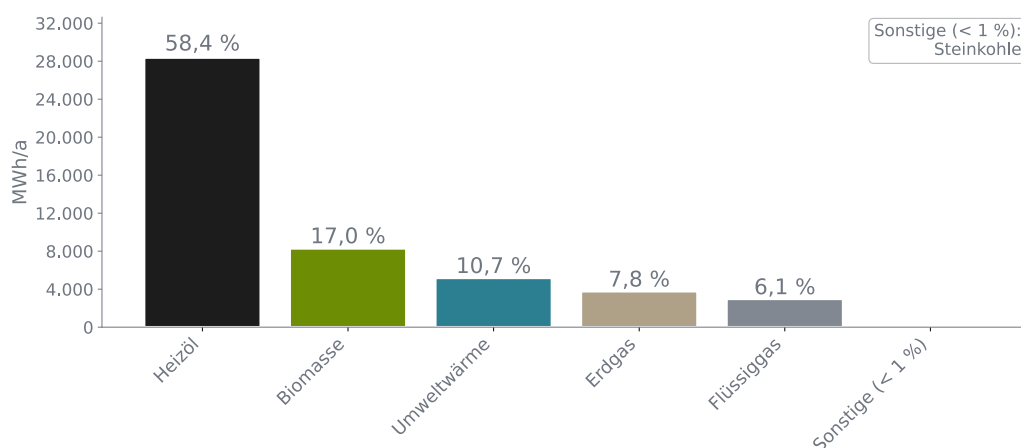


Abbildung 2.15: Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung

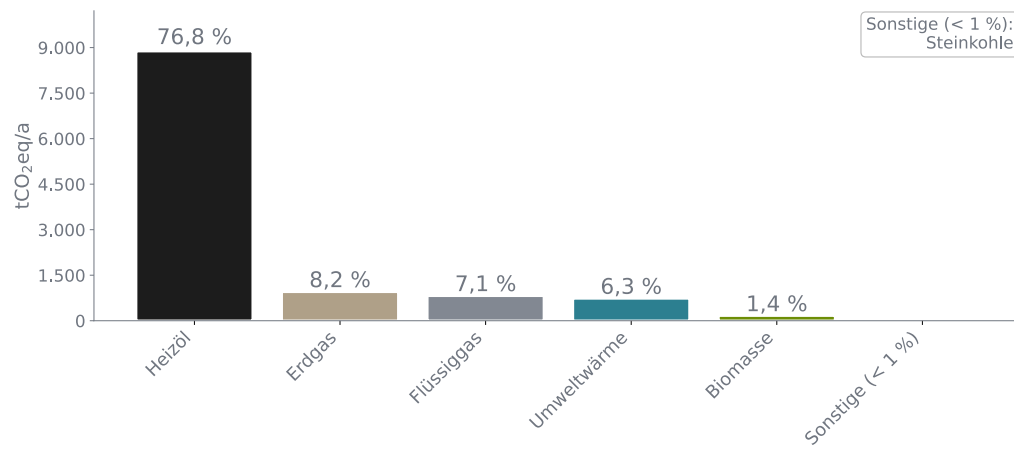


Abbildung 2.16: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Wärmebereich, eigene Darstellung

2.5.4 Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung beträgt in Königsmoos 27,7 % des gesamten Wärmeverbrauchs (siehe Abbildung 2.17). Zu den erneuerbaren Energieträgern in Königsmoos zählen insbesondere Biomasse (17,0 %) und Umweltwärme (10,7 %). Weitere erneuerbare Energieträger wie Biogas oder Solarthermie spielen in Königsmoos keine Rolle.

Mit 27,7 % liegt die Gemeinde über dem bundesweiten Durchschnitt, der im Jahr 2023 bei 18,0 % lag. Entsprechend werden weiterhin 72,3 % der Wärmemenge durch fossile Energieträger bereitgestellt. Dies verdeutlicht das hohe Treibhausgasreduktionspotenzial im Anwendungsbereich *Wärme* und unterstreicht die Notwendigkeit einer konsequenten Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, um Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen.

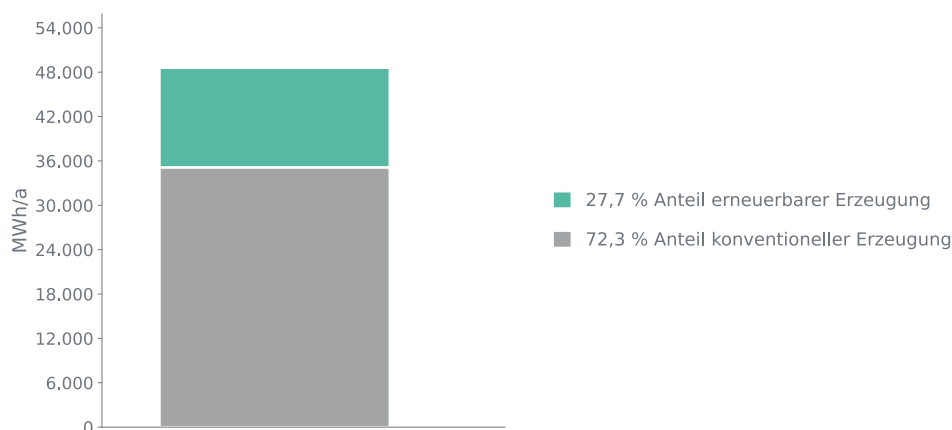


Abbildung 2.17: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung

2.5.5 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Abbildung 2.18 zeigt die sektorale Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Königsmoos. Der größte Wärmeverbrauch ist dem Sektor *Private Haushalte* mit einem Anteil von 87,2 % (42.370 MWh/a) am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Der Sektor *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* folgt mit einem Anteil von 12,0 % (5.820 MWh/a) als zweitgrößter Wärmeverbraucher, gefolgt von dem Sektor *Kommunale Einrichtungen* mit 0,8 % (402 MWh/a).

Diese Verteilung spiegelt die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten der Gemeinde wider, die überwiegend durch Wohnbebauung geprägt ist.

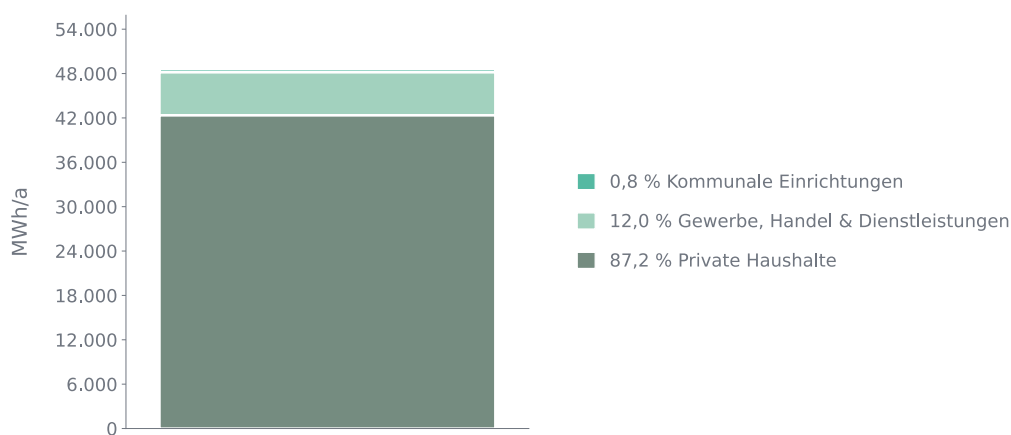


Abbildung 2.18: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.5.6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien entspricht bilanziell 97,7 % des Gesamtstromverbrauchs im Bilanzjahr 2023 (vgl. Abbildung 2.19). Photovoltaik dominiert mit der Erzeugung von 81,5 % (8.501 MWh/a). Es folgt Biomasse mit 18,5 % (1.928 MWh/a). Der gesamte Stromverbrauch beläuft sich auf 10.675 MWh/a. Der verbleibende Anteil wird bilanziell aus dem Stromnetz bezogen.

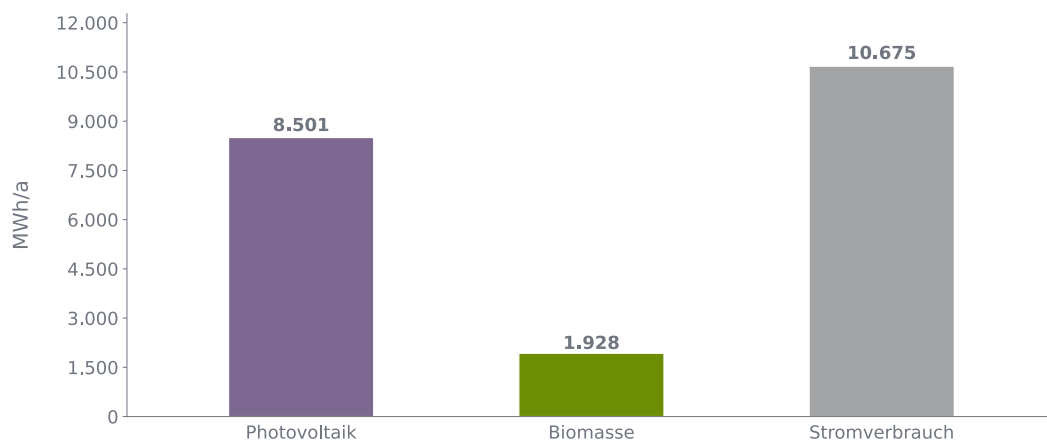


Abbildung 2.19: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, eigene Darstellung

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse stellt einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar und liefert wesentliche Erkenntnisse zur Realisierung einer treibhausgasneutralen und ressourceneffizienten Wärmeversorgung. In diesem Kapitel wird untersucht, welche natürlichen und infrastrukturellen Ressourcen in der Gemeinde Königsmoos verfügbar sind und wie sie zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs genutzt werden können. Im Fokus der Analyse stehen lokale Potenziale für erneuerbare Energien wie Solar- und Geothermie sowie für die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe. Darüber hinaus werden Optionen zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Effizienzsteigerung in Gebäuden und Anlagen geprüft.

Durch die umfassende Ermittlung und Bewertung dieser Potenziale schafft die Analyse die Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios, das auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 ausgerichtet ist.

Die von INEV durchgeführten Potenzialanalysen basieren bei gebäudebezogenen Potenzialen, beispielsweise für Photovoltaik oder Solarthermie, unter anderem auf 3D-Gebäudemodellen beziehungsweise *LoD2*-Daten [6] [7]. Für Flächenpotenziale, etwa für Biomasse oder Photovoltaik-Freiflächenanlagen, werden vor allem Geofachdaten sowie Open-Source-Datenquellen wie *OpenStreetMap* herangezogen. Die georeferenzierten Darstellungen wurden durch INEV erstellt.

Geofachdaten enthalten räumlich verortete fachbezogene Informationen. Dazu zählen beispielsweise Landschaftsschutzgebiete, für die Informationen zu Lage, räumlicher Ausdehnung und weiteren Eigenschaften durch die jeweiligen Landesämter für Umwelt bereitgestellt werden.

Die Potenzialhierarchie dient der systematischen Einordnung von Energiepotenzialen hinsichtlich ihrer Zugänglichkeit und Umsetzbarkeit und ist in Abbildung 3.1 dargestellt. In der folgenden Analyse wird ausschließlich das technische Potenzial betrachtet. Diese beschreiben den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der derzeit verfügbaren Technik sowie technischer und infrastruktureller Rahmenbedingungen erschlossen werden kann.

Zur Ermittlung des technischen Potenzials werden grundlegende Flächenrestriktionen als harte Ausschlusskriterien in die Untersuchung mit einbezogen. Darunter fallen beispielsweise Nationalparke, Natura-2000-Gebiete und Biosphärenreservate sowie Siedlungsgebiete und Gewässer. Neben diesen gibt es weitere Einschränkungen, welche zu einer bedingten Eignung für einzelne Potenziale führen. Dazu zählen beispielsweise das Ökoflächenkataster, Vogelkultissen sowie Planungen aus der Bauleitplanung. Ihre Berücksichtigung geht über das technische Potenzial und damit über die übergeordneten Betrachtungsebene der KWP hinaus.

Bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen oder Erschließung von Potenzialen im Rahmen nachfolgender Projekte sind diese spezifischen Einschränkungen im Detail zu prüfen und die zuständigen Stellen sowie Fachbehörden frühzeitig einzubinden.

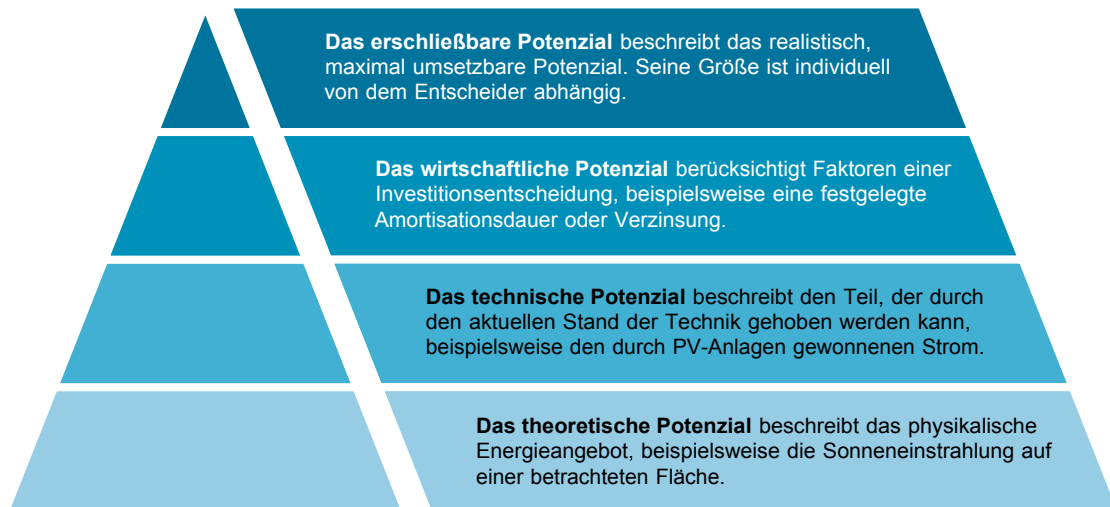


Abbildung 3.1: Potenzialpyramide, eigene Darstellung

3.1 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

Im Folgenden werden die relevanten Wärme- und Strompotenziale getrennt betrachtet.

3.1.1 Schutzgebiete

Vor der Ermittlung und Bewertung der lokalen Wärme- und Strompotenziale werden bestehende Schutzgebiete und naturschutzrechtliche Restriktionen im Gemeindegebiet betrachtet. Diese können die Erschließung und Nutzung erneuerbarer Energien räumlich einschränken oder zusätzliche Anforderungen an Planung und Genehmigung stellen.

Die Schutzgebietskulisse innerhalb der Gemeinde Königsmoos ist vergleichsweise gering ausgeprägt. Für die Potenzialanalyse sind insbesondere das Landschaftsschutzgebiet *Am Laich bei Ludwigsmoos* sowie das Flora-Fauna-Habitat-Gebiet *Donaumoosbäche, Zucheringer Wörth und Brucker Forst* entlang der *Ach* relevant. Daraus ergeben sich folgende Rahmenbedingungen: [2]

- **Landschaftsschutzgebiet *Am Laich bei Ludwigsmoos*:** Das Gebiet umfasst einen kleinräumigen Waldbestand südwestlich von Ludwigsmoos und ist daher insbesondere bei der Bewertung des energetisch nutzbaren Biomassepotenzials aus Holz zu berücksichtigen. Der Status als Landschaftsschutzgebiet schließt eine forstwirtschaftliche Nutzung grundsätzlich nicht aus. Bei der Ermittlung des nutzbaren Potenzials sind jedoch die geltenden naturschutzrechtlichen Vorgaben sowie gegebenenfalls vorhandene geschützte Biotopstrukturen zu berücksichtigen.
- **FFH-Gebiet *Donaumoosbäche, Zucheringer Wörth und Brucker Forst*:** Teilflächen des Gebiets verlaufen entlang der *Ach* und dienen unter anderem dem Erhalt wertvoller Fließgewässerlebensräume sowie geschützter Tier- und Pflanzenarten. Der Schutzstatus ist insbesondere bei einer möglichen thermischen Nutzung der *Ach* zu berücksichtigen. Eine solche Nutzung ist im Einzelfall hinsichtlich ihrer Vereinbarkeit mit den Erhaltungszielen eines FFH-Gebiets zu prüfen.
- **Wasserschutzgebiete:** Im Gemeindegebiet sind keine Wasserschutzgebiete ausgewiesen. Hieraus ergeben sich keine zusätzlichen räumlichen Restriktionen für die Untersuchung oberflächennaher Geothermie. Unabhängig davon sind die standortspezifischen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu berücksichtigen.

Abbildung 3.2 zeigt die räumliche Verteilung der für die Potenzialanalyse relevanten Schutzgebiete im Gemeindegebiet.

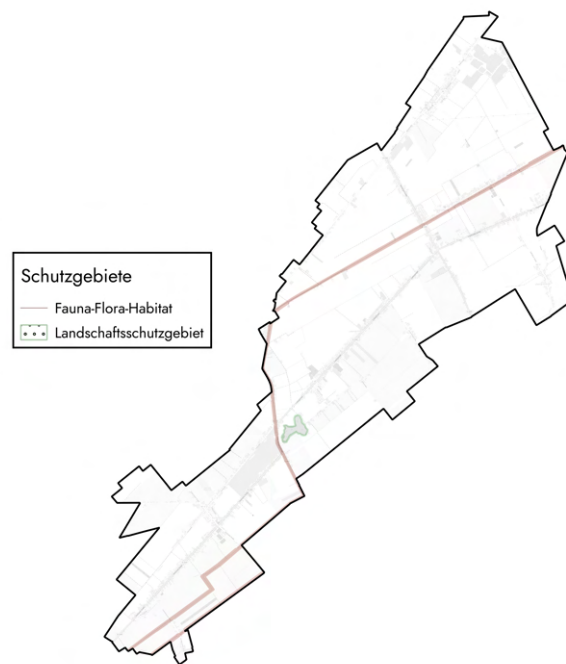


Abbildung 3.2: Räumliche Übersicht der Schutzgebiete im Gemeindegebiet Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1] [2]

3.1.2 Wärme

Einige der betrachteten Wärmequellen können mithilfe von Wärmepumpen erschlossen werden. Sie nutzen Umweltwärme, heben diese mithilfe von Strom auf ein höheres Temperaturniveau an und machen sie so für Heizzwecke nutzbar. Dabei nimmt ein Kältemittel die Umweltwärme auf, wird verdampft, im Verdichter komprimiert und dadurch erhitzt. Anschließend gibt es die Wärme im Kondensator an das Heizsystem ab, verflüssigt sich wieder und wird über ein Expansionsventil entspannt, bevor der Kreislauf erneut beginnt. Je nach System können Wärmepumpen zusätzlich zur Kühlung eingesetzt werden. Die beschriebene Funktionsweise wird in Abbildung 3.3 dargestellt.

Ein flächendeckender Einsatz von Wärmepumpen erhöht den Strombedarf und kann zusätzliche Anforderungen an die Stromverteilnetze stellen. Die bestehende Strominfrastruktur wird in Kapitel 2.2.1 betrachtet.

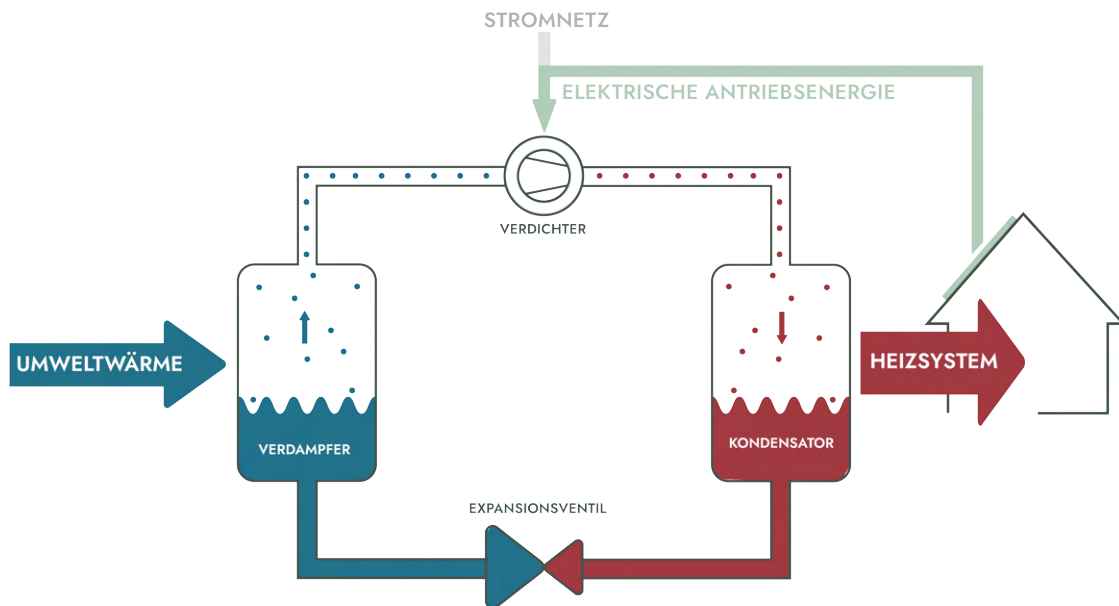


Abbildung 3.3: Beispielhafte Abbildung für die Funktionsweise einer Wärmepumpe, eigene Darstellung

Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen sind besonders flexibel, da für die Installation keine aufwendigen Erdarbeiten erforderlich sind. Dadurch eignen sie sich gleichermaßen für Bestands- und Neubauten.

Um das Potenzial von Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Gemeinde zu ermitteln, wurde der Wärmebedarf jedes Gebäudes mit der möglichen Wärmeerzeugung durch eine Luft-Wärmepumpe verglichen. Die Modellierung der potenziell möglichen Wärmeerzeugung orientiert sich an der Vorgehensweise der Wärmepumpen-Ampel der *Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE)* [15]. Dabei wurden drei wichtige Annahmen getroffen:

- **Wärmebedarf:** Als Grundlage dient der berechnete Wärmebedarf der einzelnen Gebäude (vgl. Kapitel 2.4.1).
- **Lärmschutz:** Die Wärmeerzeugung wird durch die Schallemission der Geräte und damit durch den Abstand der Wärmepumpen zur Nachbarbebauung beschränkt. Als Orientierungswert wird der nächtliche Immissionsrichtwert gemäß *TA-Lärm* für reine Wohngebiete herangezogen [16].
- **Einzige Wärmequelle:** Die Analyse geht von einer Standard-Wärmepumpe aus, die das Gebäude allein heizt und bis zu einer Außentemperatur von -6 °C effizient arbeitet.

Für die Gebäude innerhalb der Gemeinde Königsmoos wurden potenzielle Aufstellungsorte für Luft-Wärmepumpen ermittelt und anhand des Abstands zu den Nachbargebäuden eine maximale Wärmebereitstellung simuliert. Der Vergleich mit dem ermittelten Wärmebedarf zeigt, ob der Wärmebedarf eines Gebäudes grundsätzlich durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe gedeckt werden kann. Durch diese Methodik wird eine erste technisch fundierte Abschätzung zur dezentralen Versorgung mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen möglich.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 3.4 dargestellt. Das Hektarraster zeigt den Anteil der darin enthaltenen Gebäude, die grundsätzlich für den Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe geeignet sind, ohne dass zusätzliche Maßnahmen wie schalltechnische Einhausungen oder zusätzliche Wärmequellen erforderlich werden.

9% der Hektar weisen ein geringes Potenzial (0 bis < 25 %) auf, welche überwiegend durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf der Gebäude geprägt sind. Diese können mit der angenommenen Luft-Wasser-Wärmepumpe nur eingeschränkt abgedeckt werden. Des Weiteren weist die Analyse in 15% der Gebiete, insbesondere an den Ortsrändern ein mittleres Potenzial (> 25 bis < 50 %) auf, was vor allem auf schalltechnische Rahmenbedingungen zurückzuführen ist.

Für 19 % des Gemeindegebiets wird das Potenzial hingegen als hoch (50 bis < 75 %) beziehungsweise mit 56% als sehr hoch (75 % bis < 100 %) bewertet. Auch in Bereichen mit eingeschränktem Potenzial kann die Umsetzbarkeit durch technische Maßnahmen oder standort-spezifische Planungen verbessert werden.

Ergebnisse Luft-Wasser-Wärmepumpe

- **Sehr hohe Eignung:** bei 56% der Hektar (z.B. der Ortskern, Obermaxfeld und Klingsmoos)
- **Geringe Eignung:** 9% der Hektar (z.B. Obergrasheim)
- **Hohes Potenzial zur dezentralen Wärmerzeugung.**

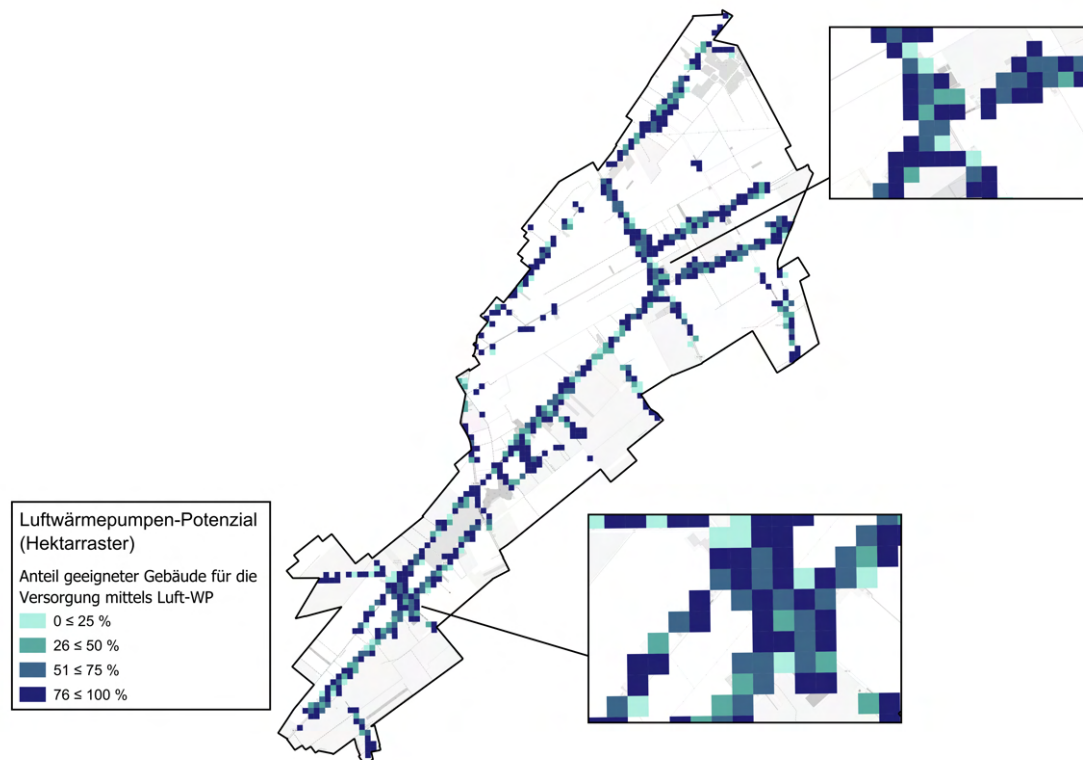


Abbildung 3.4: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung. In der dezentralen Anwendung kommen verschiedene Systeme zum Einsatz, die sich hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Effizienz unterscheiden und in Abbildung 3.5 dargestellt werden. Dabei kommen Wärmepumpen zum Einsatz, die dem Erdreich Wärme entziehen und diese auf das erforderliche Temperaturniveau anheben.

Die Wärmeleitfähigkeit des Bodens hängt maßgeblich vom Substrat und den hydrologischen Verhältnissen ab und dient als Indikator für die geothermische Eignung.

In Königsmoos liegt die mittlere Wärmeleitfähigkeit bis zwei Meter Tiefe bei 0,0 bis 1,0 W/m·K. Der Boden besteht überwiegend aus niedermoor und carbonatreichem Untergrund. In 100 Meter Tiefe weist der Boden eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 1,6 bis 1,8 W/m·K auf, was eher geringes Potenzial für die Wärmeentnahme schafft [17]. Bei der oberflächennahen Geothermie wird zwischen folgenden Technologien unterschieden:

Erdwärmekollektoren und -körbe nutzen die oberflächennahe Erdwärme, indem sie die Wärme des Erdreichs aufnehmen und über ein Wärmeträgermedium, meist eine spezielle Flüssigkeit, zur Wärmepumpe leiten. Während Kollektoren flach und horizontal in wenigen Metern Tiefe verlegt werden, sind Körbe in vertikalen Spiralen angeordnet. Die Wärmepumpe erhöht die Temperatur der gewonnenen Wärme, um sie für die Heizung oder Warmwasserbereitung nutzbar zu machen. Bei Erdwärmekollektoren wird für ein typisches Einfamilienhaus etwa das 1,5- bis 2,5-fache der beheizten Wohnfläche als Kollektorfläche im Boden benötigt. Damit eignen sich diese Systeme besonders für Einfamilienhäuser mit ausreichend freier Grundstücksfläche. Erdwärmekörbe sind hingegen platzsparender und können auch bei kleineren Grundstücken eingesetzt werden.

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist in Königsmoos nahezu uneingeschränkt möglich. Die erreichbare Entzugsenergie je Flurstück ist in Abbildung 3.6 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich das tatsächliche Potenzial der Flurstücke abhängig von der bereits versiegelten Fläche reduziert.

Ergebnisse Erdwärmekollektoren und -körbe

- **Entzugsenergie je Flurstück in bebauten Gebieten:
10 - 50 MWh/a**
- **Flächendeckend mittleres Potenzial, insbesondere in den größeren Ortsteilen.**

Grundwasser-Wärmepumpen nutzen die im Grundwasser vorhandene Wärme, indem Wasser aus einer Quelle entnommen, durch die Wärmepumpe geleitet und anschließend wieder in den Untergrund zurückgeführt wird. Dieses System kann besonders effizient sein, wenn die Grundwasserquelle über eine konstante Temperatur verfügt. Für die Nutzung ist ein Brunnenpaar (Saug- und Schluckbrunnen) mit bestimmter Entfernung zueinander erforderlich. Die Nutzung ist jedoch mit gewissen Risiken verbunden, da der Grundwasserspiegel beeinflusst werden kann. Zudem ist eine wasserschutzrechtliche Genehmigung erforderlich, was zu zusätzlichen Kosten im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Erdkollektoren führt.

Abbildung 3.7 zeigt das Potenzial für Grundwasser-Wärmepumpen in Königsmoos. Die Nutzung ist im Norden des Gemeindegebiets möglich. In einigen Bereichen der Kommune ist für die Umsetzung eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Fachbehörde erforderlich.

Ergebnisse Grundwasser-Wärmepumpen

- **Entzugsleistung je Brunnenpaar je Flurstück (in Gebieten mit Wärmebedarf):
0 - < 100 kW**
- **Vereinzelt mittleres Potenzial in bebauten Gebieten (z.B. Obermaxfeld).**

Erdwärmesonden erschließen die Erdwärme in größerer Tiefe (bis zu 400 m), indem sie vertikale Bohrungen nutzen, durch die ein Wärmeträgermedium zirkuliert. Diese Systeme können effizient arbeiten, da die Temperatur in tieferen Bodenschichten im Jahresverlauf vergleichsweise konstant ist. Sie eignen sich besonders für größere Gebäude, höhere Wärmebedarfe sowie Neubauten. Die Länge der Bohrungen ist vor allem vom Wärmebedarf und der Untergrundbeschaffenheit abhängig. Bei Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 m sind bergbaurechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Für ein typisches Einfamilienhaus werden in der Regel ein bis zwei Erdwärmesonden benötigt. Die Bohrungen sind jedoch mit vergleichsweise hohen Kosten sowie geologischen und bohrtechnischen Risiken verbunden.

Die Nutzung von Erdwärmesonden ist in Königsmoos zwar möglich, bedarf jedoch einer Einzelfallprüfung der zuständigen Fachbehörde. Rund um die Ludwigstraße sind Gebiete aufgrund hydrogeologischer, geologischer oder auch wasserwirtschaftlicher Aspekte ausgeschlossen. Das Potenzial wird bei Erdwärmesonden nur für Gebiete mit Wärmebedarf ausgewiesen (siehe Abbildung 3.8).

Ergebnisse Erdwärmesonden

- **Entzugsleistung (bis zu 20 Sonden) je Flurstück (in Gebieten mit Wärmebedarf):
10 - 50 kW**
- **Mittleres geothermisches Potenzial, insbesondere in Klingsmoos.**

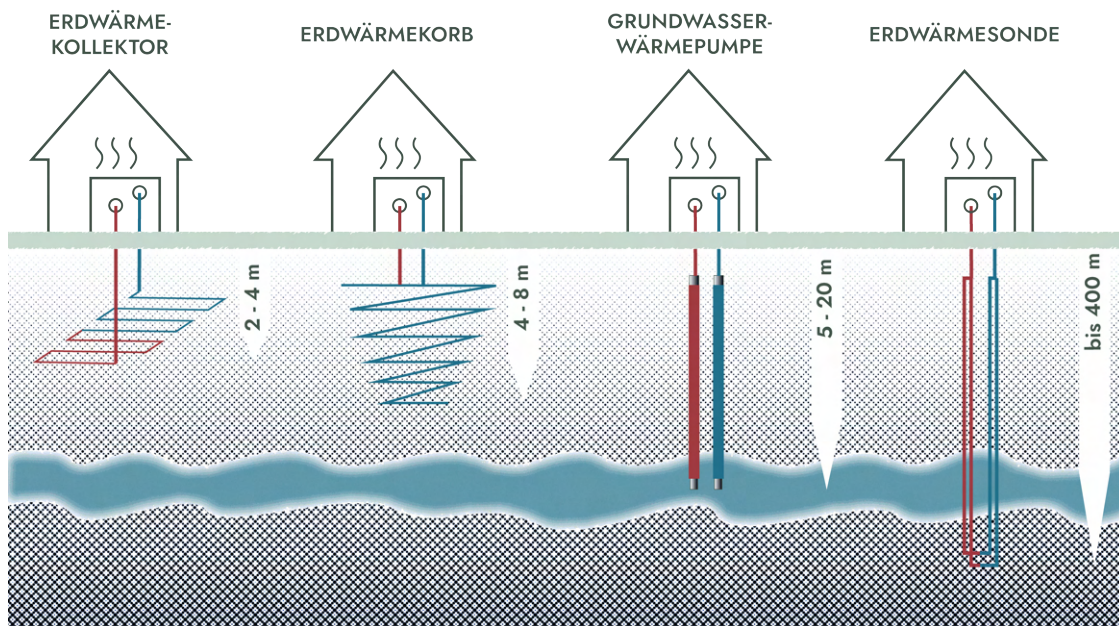


Abbildung 3.5: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen, eigene Darstellung



Abbildung 3.6: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [3]

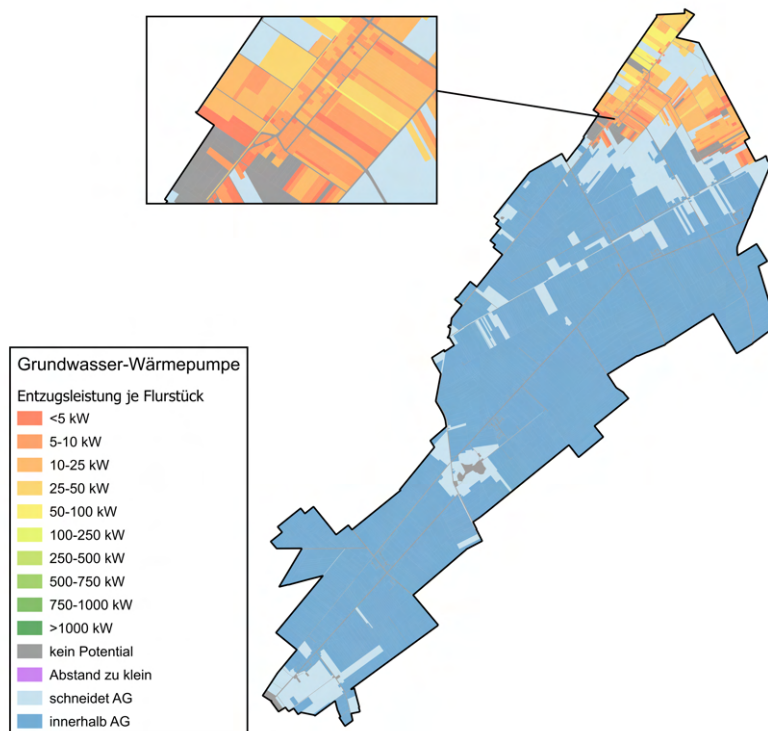


Abbildung 3.7: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [3]



Abbildung 3.8: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [3]

Tiefengeothermie

Tiefengeothermie nutzt Erdwärme aus Schichten, die sich mehr als 400 Meter bis zu mehreren Kilometern unter der Erdoberfläche befinden. Aufgrund des geothermischen Gradienten, der natürlichen Temperaturzunahme mit der Tiefe, herrschen dort Temperaturen zwischen 60 °C und über 150 °C. Diese thermische Energie wird mittels spezieller Bohrtechnologien erschlossen, wobei entweder heißes Thermalwasser oder trockenes, heißes Gestein als Wärmequelle dient.

Die erschlossene Wärme wird über Bohrungen und Wärmetauscher für die Beheizung von Gebäuden oder industrielle Prozesse nutzbar gemacht. Eine wesentliche Eigenschaft der tiefen Geothermie ist ihre konstante und ganzjährige Verfügbarkeit. Für eine wirtschaftliche kommunale Nutzung ist aufgrund der hohen Investitionskosten in der Regel ein ausreichend großer Wärmeabsatz, häufig über ein Wärmenetz, erforderlich.

Besonders günstige Voraussetzungen für die Nutzung der Tiefengeothermie bestehen in Deutschland im Süddeutschen Molassebecken. Dieses zeichnet sich durch eine gut durchlässige Kalksteinschicht aus, in der warmes Tiefenwasser gespeichert ist. Die Gemeinde Königsmoos liegt jedoch in einem Gebiet, in dem es keine günstigen geologischen Verhältnisse für die hydrothermale Warmegewinnung gibt.

Ergebnisse Tiefengeothermie

- **Bestandsanlagen in der Kommune:**
Keine in der Gemeinde Königsmoos.
- **Lage der Kommune:**
In einem geologisch ungeeigneten Gebiet.
- **Wirtschaftlichkeit:**
Durch zu geringe Anzahl an Abnehmern nicht gegeben.
- **Kein Potenzial zur Nutzung von Wärme aus Tiefengeothermie.**

Gewässerthermie

Gewässerthermie beschreibt die Nutzung der in Flüssen und Seen gespeicherten Wärmeenergie zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen wird dem Gewässer Umweltwärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben.

Flussthermie bezeichnet die Warmegewinnung aus fließenden Gewässern. Besonders günstig kann die Einbindung an bestehenden Bauwerken wie Wasserkraftanlagen sein. Die Technologie eignet sich insbesondere für dicht bebaute Gebiete in der Nähe ausreichend großer Fließgewässer. Gemäß den geltenden Bestimmungen ist für die Errichtung von Flusswasserwärmepumpen eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Zudem ist eine regelmäßige Reinigung der Systeme erforderlich, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten.

Im Gemeindegebiet der Gemeinde Königsmoos stellt die *Ach* das zentralste Fließgewässer für eine potenzielle Flussthermienutzung dar. Sie entwässert das Donaumoos in nordöstlicher Richtung und mündet im weiteren Verlauf in die *Paar*. Für eine fundierte quantitative Potenzialabschätzung bildet der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) die entscheidende Bemessungsgröße, um eine ganzjährige Nutzbarkeit ohne unzulässige Absenkung der Gewässertemperatur sicherzustellen. Da im direkten Gemeindegebiet kein Abflusspegel vorliegt, werden die Pegelraten der flussabwärts gelegenen Messstelle in der Nachbargemeinde *Weichering* herangezogen. Die Daten stellt der *Gewässerkundliche Dienst Bayern* [18] beziehungsweise bei Bundeswasserstraßen Undine [19] für entsprechende Messstellen zur Verfügung.

Die Entnahme und Wiedereinleitung von Flusswasser stellen eine erlaubnispflichtige Gewässerbenutzung nach dem Wasserhaushaltsgesetz (§§ 9, 57 WHG) dar, wobei § 11a WHG die Errichtung von Flusswasserwärmepumpen grundsätzlich erleichtert. Gemäß den Betreiberhinweisen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt gilt die Temperaturabsenkung im Gewässer als zentrales Genehmigungskriterium. Nach vollständiger Durchmischung ist eine maximale Abkühlung von 3,0 K (in Salmonidengewässern 1,5 K) einzuhalten. [20]

Entlang der Ach verläuft zudem das in Kapitel 3.1.1 genannte FFH-Gebiet. Der Schutzstatus stellt kein pauschales Ausschlusskriterium dar, erfordert jedoch im Genehmigungsverfahren eine FFH-Vorprüfung (§ 34 BNatSchG), um erhebliche Beeinträchtigungen geschützter Arten und Lebensraumtypen auszuschließen.

Um den ökologischen Belangen, der Mindestwasserführung (§ 33 WHG) sowie betrieblichen Risiken Rechnung zu tragen, werden folgende konservative technische Annahmen für die Großwärmepumpe getroffen:

- SCOP der Wärmepumpe: 3,0
- Abgeleiteter Gewässeranteil zur Wärmepumpe: 10 %
- Maximale Temperaturdifferenz: 1 Kelvin
- Verschmutzungsverluste: 30 %
- Vollbenutzungsstunden: 4.000 h/a

Unter Annahme des mittleren Niedrigwasserabflusses an der Messstelle *Weichering* sowie der genannten Bemessungsparameter ergeben sich folgende Kenngrößen für die thermische Nutzung der *Ach*:

- Mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ): 407 l/s
- Theoretische Entzugsleistung der Wärmepumpe: 1.701 kW
- Theoretisch nutzbare Wärmemenge der Wärmepumpe: 22.355 MWh/a

Ergebnisse Flussthermie

- **Ach:**
technisches Potenzial: 1.148 MWh/a
- **Übrige Fließgewässer:**
kein relevantes Potenzial

Seethermie bezeichnet die Gewinnung thermischer Energie aus stehenden Gewässern. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, dass entsprechende Systeme im Sommer auch zur Kühlung eingesetzt werden können.

Eine entscheidende Voraussetzung für die ökologische Verträglichkeit ist jedoch eine fachgerechte Planung und Auslegung der Anlage. Insbesondere die natürliche thermische Schichtung des Sees darf durch die Wasserentnahme und -rückgabe nicht nachhaltig gestört werden, um Auswirkungen auf das Ökosystem zu vermeiden. Bei sorgfältiger Positionierung der Entnahme- und Einleitungen sind die Eingriffe minimal. Die Technologie eignet sich insbesondere für die Versorgung von Wärme- und Kältenetzen in Quartieren, also städtischen oder dicht bebauten Gebieten in Seenähe.

Gemäß den geltenden Bestimmungen ist für die Errichtung und den Betrieb von Seewasserthermieranlagen eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Zudem sind Teile der Anlage, insbesondere die Wärmeübertrager, regelmäßig zu warten und zu reinigen, um einen dauerhaft effizienten Betrieb zu sichern.

Im Gemeindegebiet von Königsmoos befindet sich kein See, sodass für Seethermie kein Potenzial besteht.

Ergebnisse Seethermie

- **Gemeinde Königsmoos:**
kein See
- **Kein relevantes Potenzial.**



Abbildung 3.9: Fließgewässer in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Solarthermie

Solarthermie-Kollektoren wandeln solare Strahlung in nutzbare Wärme um. Die Kollektoren fangen Sonnenlicht ein und erhitzen ein Wärmeträgermedium (meist Glykol). Die thermische Energie kann so zur Gebäudeheizung, Wassererwärmung oder Einspeisung ins Wärmenetz genutzt werden.

Zur Wärmeversorgung in Kommunen eignen sich insbesondere Solarthermie-Aufdachanlagen auf Wohn- und Gewerbegebäuden. Die verfügbaren Dachflächen konkurrieren häufig mit Photovoltaikanlagen, sodass zwischen Wärme- und Stromnutzung abzuwägen ist. Solarthermieanlagen werden vor allem zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt. Solarthermie-Freiflächenanlagen eignen sich nur unter bestimmten Voraussetzungen und sind daher im Einzelfall zu prüfen.

Das Solarthermiepotezial basiert auf Gebäudegeometriedaten (LoD2-Daten) [6]. Auf dieser Datengrundlage wird anhand der hinterlegten Dachflächen sowie deren Ausrichtung und Neigung das technische Potenzial in Königsmoos ermittelt. In die Betrachtung gehen folgende Annahmen ein:

- thermischer Wirkungsgrad: 50 %
- Ausschluss von ungeeigneten Dachformen: Kegeldach, Kuppeldach, Turmdach oder Mischformen
- Ausschluss von nördlich ausgerichteten Dächern
- Anteil verfügbare Dachfläche: 50 % bei Flachdächern, 70 % bei geneigten Dächern
- Jahresmittelwert Globalstrahlung: 98 kWh/m³ [17]

Für Königsmoos ergibt sich ein technisches Potenzial in Höhe von 207.484 MWh/a. Daraus ergibt sich bei einem Belegungsanteil von 5 % ein erwartbarer Jahresertrag von 10.374 MWh/a, der durch die Solarthermie auf den Dachflächen erzeugt werden könnte. Dem gegenüber stehen laut Auszug aus den BAFA-Förderdaten für das Jahr 2023 jedoch 0 MWh/a an erzeugter thermischer Energie. Die Bestandsnutzung verdeutlicht das bislang gar nicht ausgeschöpfte Potenzial [13].

Abbildung 3.10 zeigt das technische Ertragspotenzial für alle Dächer in Königsmoos. Die größten Potenziale liegen auf den Dachflächen der lokalen Gewerbebetriebe.

Unter Berücksichtigung einer Belegung von 5 % aller relevanten Dachflächen kann die Wärmeerzeugung durch Solarthermie bilanziell 21 % des Wärmebedarfs in Königsmoos decken.

Ergebnisse Solarthermie

- **Erwartbarer Jahresertrag (5 % Aufdach-Solarthermie): 10.374 MWh/a**
- **Mittleres Potenzial zur dezentralen Warmwassererzeugung.**

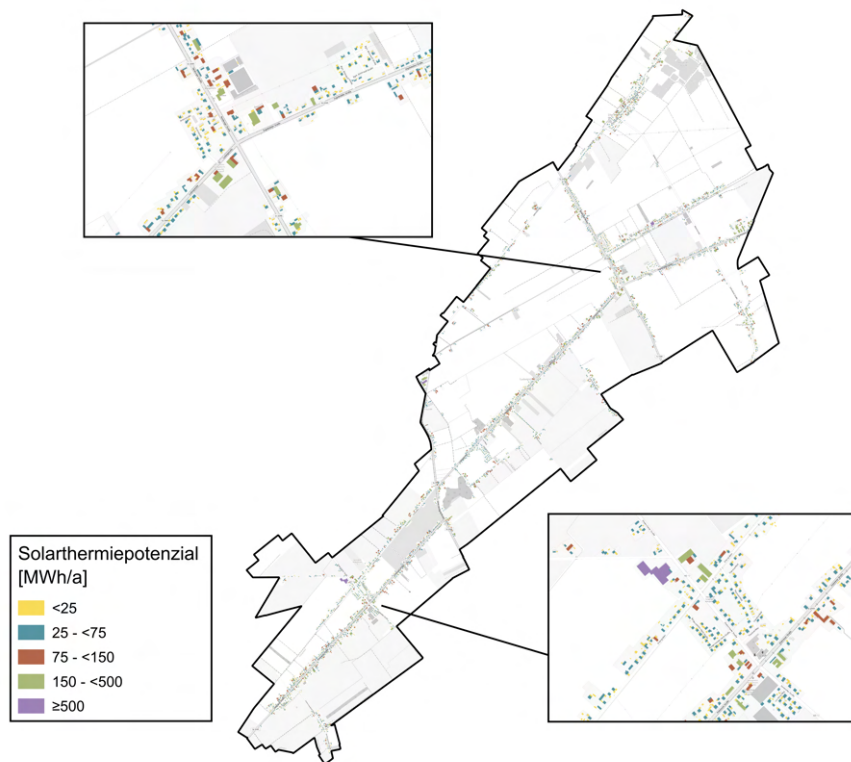


Abbildung 3.10: Ertragspotenzial für Solarthermieranlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Biomasse

Biomasse umfasst eine breite Palette organischer Materialien wie Holz, pflanzliche Abfälle und landwirtschaftliche Produkte und dient als vielseitige Quelle erneuerbarer Energie. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung oder Fermentation, um Wärme und Strom zu erzeugen oder Bioenergieträger wie Biogas oder Biodiesel zu produzieren. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das Potenzial der Biomassenutzung untersucht. Für die Untersuchung wird zwischen **Biogas**, **Biomasse aus Grün- und Ackerland** sowie **Biomasse aus Holz** unterschieden. Das Strompotenzial aus Biomasse von Grün- und Ackerland wird in Kapitel 3.1.3 analysiert.

Biogasanlagen in Königsmoos

Im Gemeindegebiet wird derzeit eine Biogasanlage betrieben. Neben der Stromerzeugung wird die im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplung anfallende Abwärme gegenwärtig bereits vor Ort genutzt, insbesondere zur Deckung des Eigenbedarfs sowie zur Brennholztrocknung.

Die Möglichkeit einer Aufbereitung des Rohbiogases zu Biomethan mit anschließender Einspeisung in das Erdgasnetz wurde im Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Da im gesamten Gemeindegebiet kein Gasnetz vorhanden ist und erhebliche Investitionen in den Netzneubau sowie die Gasaufbereitung erforderlich wären, ist eine Einspeisung wirtschaftlich und infrastrukturell derzeit nicht realisierbar. Das Potenzial für netzgebundenes Biomethan wird daher mit 0 % bilanziert.

Die bestehende Nutzung der anfallenden KWK-Wärme für den Eigenbedarf und die Brennholztrocknung stellt unter den aktuellen Rahmenbedingungen die zweckmäßigste Option dar. Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung oder bei einer Weiterentwicklung benachbarter Wärmenetze kann geprüft werden, ob darüber hinaus freie Abwärmepotenziale für eine kleinräumige Nahwärme- oder Gebäudenetzversorgung erschlossen werden können.

Ergebnisse Biogas

- **Biomethan (Netzeinspeisung):**
kein Potenzial (fehlendes Gasnetz)
- **Bestehende Wärmenutzung:**
Eigenbedarf und Brennholztrocknung

Biomasse aus Holz

Das Biomassepotenzial aus Holz hängt stark von den regionalen Gegebenheiten und der vorhandenen Waldfläche ab. Grundsätzlich muss sichergestellt sein, dass die Holzentnahme die Regenerationsfähigkeit der Wälder nicht übersteigt, um eine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten.

Zur Bewertung des Potenzials werden die Waldflächen im Gemeindegebiet herangezogen. Die entsprechenden Flächenangaben stammen aus den Geodaten zur tatsächlichen Nutzung [7]. Die *Bundeswaldinventur* ermittelt den durchschnittlichen jährlichen Holzzuwachs je Hektar Wald in Deutschland. Unter Berücksichtigung des Prinzips der Kaskadennutzung wird angenommen, dass 30 % des Zuwachses für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen [21]. Durch

diese Methodik ergibt sich für das gesamte Gemeindegebiet ein technisches Potenzial von rund 162 MWh/a.

Von dem ermittelten Gesamtpotenzial entfallen rund 100 MWh/a auf Waldflächen, die innerhalb des in Kapitel 3.1.1 genannten Landschaftsschutzgebiets „*Am Laich bei Ludwigsmoos*“ liegen. Ein LSG-Status stellt gemäß § 26 i. V. m. § 5 Bundesnaturschutzgesetz kein grundsätzliches forstwirtschaftliches Nutzungsverbot dar, da die Erhaltung einer nachhaltig bewirtschafteten Kulturlandschaft im Vordergrund steht. Eine ordnungsgemäße forstliche Bewirtschaftung und damit die Gewinnung von Restholz bleiben unter Beachtung der spezifischen Schutzgebietsverordnung grundsätzlich möglich. Dennoch unterliegen diese Flächen erhöhten naturschutzfachlichen Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich des Erhalts von Alt- und Totholzanteilen oder des Verzichts auf großflächige Kahlhiebe.

Einordnung des Potenzials

Dem ermittelten technischen Potenzial von insgesamt 162 MWh/a steht ein kommunaler Gesamtwärmebedarf von 48.592 MWh/a gegenüber. Bilanziell kann das forstliche Restholzpotenzial damit unter 1 % des Wärmebedarfs der Kommune decken.

Aufgrund der geringen Anzahl an Waldflächen sowie der naturschutzfachlichen Restriktionen im LSG besitzt Biomasse aus Holz in der Gemeinde Königsmoos kein quantitativ relevantes Potenzial für eine netzgebundene Wärmeversorgung. Es eignet sich im Wesentlichen lediglich für eine untergeordnete, einzelgebäudebezogene Selbstversorgung im Nahbereich der Waldstandorte (vgl. Abbildung 3.11).

Ergebnisse Biomasse Holz

- **Technisches Potenzial (Kaskadennutzung): 162 MWh/a (davon ca. 100 MWh/a im LSG)**
- **Bilanzielle Deckung des Wärmebedarfs: unter 1 %**
- **Kei relevantes Potenzial für die Wärmeerzeugung**



Abbildung 3.11: Biomassepotenzial aus Holz in Königsmoos, Hintergrundkarte [1]

Wasserstoff

Das Wasserstoffkernnetz ist ein bundesweites Pipeline- und Speichernetz, das Erzeuger, Speicher und Verbraucher von Wasserstoff verbindet. Aufgrund der Entfernung zum geplanten Kernnetz sowie des fehlenden Gasnetzes besteht im Gemeindegebiet Königsmoos derzeit kein kurzfristig erschließbares Potenzial für Wasserstoff.

Auch eine lokale Elektrolyse oder sonstige H₂-Erzeugung, die mit enormen Kosten verbunden wäre, ist derzeit nicht vorgesehen. Vor diesem Hintergrund ist ein kurzfristiger, wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff für Raumwärme und Warmwasser nicht absehbar. Diese Einschätzung wird auch von der aktuellen Forschungslage unterstützt. Es zeigt sich, dass Wasserstoff weder in ausreichender Menge noch zu bezahlbaren Kosten kurzfristig für die Wärmeversorgung verfügbar sein wird [22].

Auch mittel- bis langfristig bleiben zentrale Voraussetzungen zur Nutzung von Wasserstoff für die Raumwärme unsicher. Ein breiter H₂-Einsatz im Gebäudebereich setzt die Umrüstung beziehungsweise den Neubau geeigneter Gasnetze sowie angepasste Endgeräte voraus. Die frühere, an die kommunale Wärmeplanung gekoppelte 65 %-Vorgabe des GEG besteht im GModG nicht mehr. Heizungsanlagen zur Nutzung der im GModG genannten Wasserstoffarten sind grundsätzlich als Ersatzoption vorgesehen. Für neu eingebaute Gasheizungen gelten nach § 43 GModG stufenweise Mindestanteile klimafreundlicher Brennstoffe. Die rechtlichen Vorgaben sind in Kapitel 1.3 dargestellt.

Für die nationale Einordnung gilt: Die Fortschreibung der *Nationalen Wasserstoffstrategie* setzt den Einsatz von Wasserstoff vorrangig in Bereichen an, die nicht oder nur schwer elektrifiziert werden können, insbesondere in der Industrie (stoffliche Nutzung in Chemie/Stahl) und für Prozesswärme. Diese Priorisierung erklärt, warum im Gebäudewärmemarkt kurzfristig keine Priorisierung auf H₂ liegt.

Entscheidend für die Gemeinde Königsmoos ist jedoch, dass es im Gemeindegebiet kein Gasnetz sowie relevanten Industriekunden mit signifikantem Prozesswärmebedarf gibt, die als wirtschaftliche Schlüsselabnehmer dienen könnten.

Aufgrund dessen ist ein Anschluss an eine zukünftige Wasserstoffinfrastruktur kurz- bis mittelfristig nicht wirtschaftlich darstellbar. Für eine spätere Neubewertung sind die Entwicklungen bei Verfügbarkeit und Preis im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans erneut zu prüfen.

Ergebnisse Wasserstoff

- **Wasserstoff ist für die Gebäudewärme nicht als kurzfristige Option zu bewerten.**
- **Es liegt kein Gasnetz oder industrieller Wasserstoffbedarf vor.**
- **Kein relevantes Potenzial für die Wärmeversorgung.**

3.1.3 Strom

Die Sektorenkopplung von Strom und Wärme ist ein wesentlicher Ansatz zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung kann Strom aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie für die Erzeugung erneuerbarer Wärme zum Beispiel durch den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden. Langfristig unterstützt eine umfassende Sektorenkopplung nicht nur den Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern trägt auch zur Flexibilisierung des Stromnetzes bei. Besonders bei einer hohen Verfügbarkeit von Wind- oder Solarstrom kann überschüssige Energie in Wärme umgewandelt und in Speichern bevorratet werden. Dies entlastet das Stromnetz und fördert die Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung. Im Folgenden werden die Potenziale von Biomasse, Photovoltaik und Windkraft näher betrachtet.

Stromerzeugung aus Biomasse

In Biogasanlagen wird Biomasse aus Grün- und Ackerland in einem anaeroben Vergärungsprozess zu Biogas umgewandelt, das für die Energieerzeugung genutzt wird. Neben Energiepflanzen können auch biogene Reststoffe wie Gülle eingesetzt werden.

Das resultierende, methanhaltige Gas wird typischerweise einem BHKW zugeführt, das gekoppelt Strom und Wärme produziert. Ein Teil der Wärme wird für die Aufrechterhaltung des Gärprozesses (Fermentierung) in der Biogasanlage selbst verwendet.

Derzeit werden viele BHKWs stromgeführt betrieben, was auf die Anreize der Einspeisevergütung nach dem *Erneuerbare-Energien-Gesetz* (EEG) zurückzuführen ist. Mit dem Auslaufen der Förderung rücken alternative Nutzungsformen in den Vordergrund. Eine zentrale Möglichkeit besteht darin, die erzeugte Wärme gezielt in ein Nahwärmenetz einzuspeisen, um umliegende Gebäude zu versorgen. Alternativ kann das Biogas zu Biomethan aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist werden, wodurch es für andere energetische Anwendungen genutzt werden kann. Abbildung 3.12 zeigt mögliche Prozesse und Entstehungsprodukte einer Biogasanlage.

Die Analyse des **Biomassepotenzials aus Grün- und Ackerland** zur Stromerzeugung basiert auf den landwirtschaftlichen Flächen im Verwaltungsgebiet. Je nach Flächenart kann das energetische Potenzial über Energiekennwerte bewertet werden [23]. Die tatsächliche Nutzung der Flächen wird den Geodaten entnommen [7]. Die Berechnung des technischen Potenzials berücksichtigt zusätzlich den elektrischen Wirkungsgrad des eingesetzten BHKW.

Die untersuchten Flächen sind in Abbildung 3.13 dargestellt. Diese Flächen stehen in direkter Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung für Nahrungs- und Futtermittel, da die vollständige Ausschöpfung dieses Potenzials eine Umstellung der Flächennutzung erfordern würde. Zudem ist der auf denselben Flächen erzielbare Stromertrag durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen um ein Vielfaches höher. Ein Vorteil der energetischen Nutzung von Biomasse liegt jedoch in ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit: Die Stromproduktion ist grundlastfähig, weniger volatil und nicht von Sonnenstunden abhängig.

Für die Erschließung dieses Potenzials wäre die Errichtung einer neuen Biogasanlage erforderlich, da im Gemeindegebiet nur eine entsprechende Anlage existiert.

Ergebnisse Biomasse aus Grün- und Ackerland

- Technisches Potenzial Grünland: 9.180 MWh/a
- Technisches Potenzial Ackerland: 51.018 MWh/a
- In Königsmoos gibt es eine bestehende Biogasanlagen.
- Es zeigt sich ein geringes Potenzial für die lokale Stromerzeugung aus Biomasse.

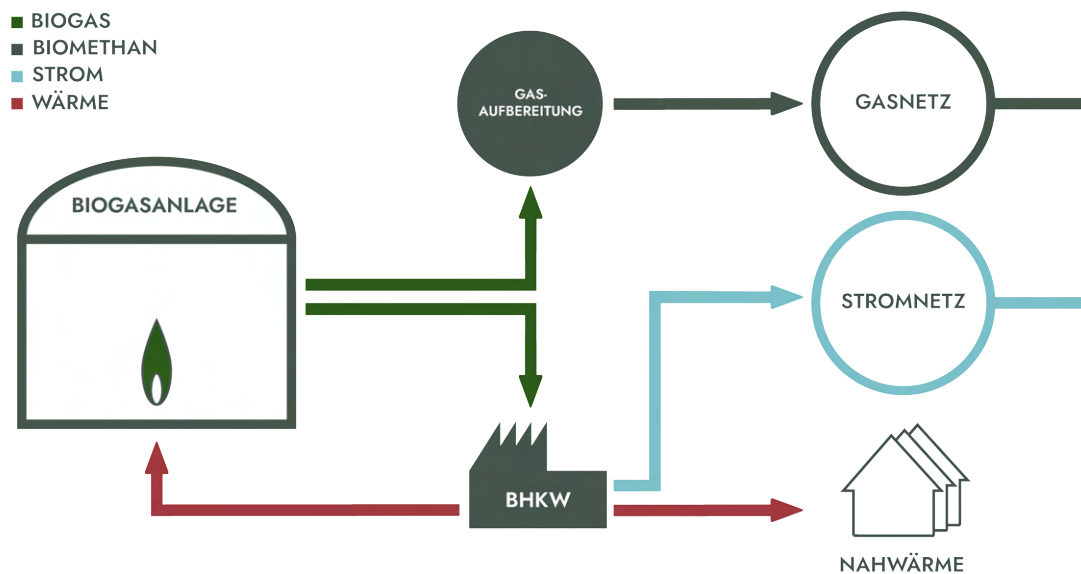


Abbildung 3.12: Mögliche Erzeugungsprozesse aus einer Biogasanlage, eigene Darstellung



Abbildung 3.13: Biomassepotenzial auf Grün- und Ackerland in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

PV-Freifläche

Photovoltaikanlagen auf Freiflächen innerhalb des Gebiets der Gemeinde ermöglichen die Nutzung geeigneter Flächen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien.

Es bedarf einer sorgfältigen Standortwahl, um Landschafts- und Umweltbelange zu berücksichtigen und die Energieerzeugung mit dem Umweltschutz in Einklang zu bringen. Deshalb gibt es Einschränkungen für die Nutzung von Flächen, die entweder die Errichtung von Anlagen ausschließen beziehungsweise unwahrscheinlich machen (harte Restriktionen) oder mit bestimmten Auflagen verbunden sind (weiche Restriktionen). Ausschlussflächen mit harten Restriktionen wird kein Potenzial zugewiesen. Als Ausschlussflächen gelten:

- Landschafts- und Naturschutzgebiete
- Fauna-Flora-Habitat Gebiete
- Biosphärenreservate
- Siedlungsgebiete
- Freizeiteinrichtungen (Parks)
- Bewaldete Gebiete und Gewässer
- Verkehrs- und Schienenwege

Es gibt jedoch einige Kriterien, die nicht in die Analyse einbezogen werden können, entweder weil keine entsprechenden Daten verfügbar sind oder aufgrund von Datenschutz- bzw. Sicherheitsbedenken. Dazu gehören Aspekte wie Artenschutz, Altlasten, geplante Bauprojekte und regionale Planungen. Auch aktuelle Eigentumsverhältnisse werden bei der Kategorisierung der Flächen nicht berücksichtigt. Für das technische Potenzial ermittelt. Dafür werden folgende Annahmen getroffen:

- Ausschluss von Flächen kleiner 1 ha
- Installierbare PV-Freiflächenleistung je Hektar: 1.400 kWp
- Ausrichtung: Südausrichtung mit 25° Aufständigung

Um das Potenzial für die Installation von PV-Freiflächenanlagen zu bestimmen, wurden zunächst die nach dem *Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023* (EEG) begünstigten Flächen abgegrenzt. Flächen innerhalb eines Korridors von 500 m entlang von Autobahnen und Schienenwegen werden dabei als *geeignet nach EEG* eingestuft.

Darüber hinaus werden Flächen berücksichtigt, die nach dem *Baugesetzbuch* (BauGB) im Außenbereich privilegiert sind. Hierzu zählen Flächen innerhalb eines 200 m breiten Korridors entlang von Autobahnen sowie entlang von Schienenwegen des übergeordneten Netzes mit mindestens zwei Hauptgleisen. Diese werden als *geeignet nach BauGB* dargestellt.

Alle verbleibenden Flächen, die keiner definierten Ausschlussfläche zuzuordnen sind, werden als *potenziell geeignet* eingestuft. Da im Gebiet von weder nach EEG geeignete noch nach BauGB privilegierte Flächen vorhanden sind, beschränkt sich das ausgewiesene Potenzial auf diese

Kategorie. Die in Lila dargestellten Flächen kennzeichnen bestehende PV-Freiflächenanlagen, die zusammen über eine installierte Leistung von rund 12.000 kWp verfügen.

Die ermittelten Potenzialflächen sind in Abbildung 3.14 dargestellt. Der erwartbare jährliche Ertrag der potenziell geeigneten Flächen würde insgesamt 3.178.146 MWh betragen.

Ergebnisse Freiflächen-Photovoltaik

potenziell geeignet:

- PV-Leistung: 3066 MWp
- Technisches Potenzial: 3.178.146 MWh/a

geeignet nach EEG und BauGB:

- In Königsmoos sind keine nach EEG oder BauGB privilegierten Flächen vorhanden.



Abbildung 3.14: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

PV-Dachfläche

Die PV-Potenzialuntersuchung auf Dachflächen basiert ebenso wie die Potenzialuntersuchung für Solarthermie auf Gebäudegeometriedaten (LoD2-Daten) [6]. Die Bewertung der Gebäude und Dachflächen erfolgt nach denselben Kriterien wie bei der Solarthermie. Ergänzend wird für Photovoltaik eine Mindestdachfläche von 5 m² berücksichtigt. Der elektrische Wirkungsgrad der Module beträgt 20 %.

Die berechneten Werte ergeben einen technischen Jahresertrag von 88.190 MWh/a durch Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Im Vergleich zum Stromverbrauch der Gemeinde im Bilanzjahr 2023 in Höhe von 10.675 MWh/a würde dies bilanziell eine deutliche Überdeckung bedeuten. Bei einer Belegungsquote von 20 % der geeigneten Dachflächen ergibt sich ein erwartbarer Jahresertrag von 17.638 MWh/a, der durch Photovoltaik auf den Dachflächen realisiert werden könnte.

Abbildung 3.15 zeigt die mögliche installierbare PV-Leistung für alle Dächer in Königsmoos. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern der lokalen Gewerbebetriebe. Bestehende Anlagen können in der räumlichen Darstellung aufgrund fehlender Daten nicht dargestellt werden. Nach den Einspeisedaten des Netzbetreibers wurden im Bilanzjahr 2023 8.501 MWh/a Strom durch Solaranlagen erzeugt, was etwa 10 % des technischen Potenzials der PV-Aufdachanlagen entspricht.

Ergebnisse PV-Dachfläche

- **Technisches Potenzial bei 20 % Dachbelegung: 17.638 MWh/a**
- **Hohes Potenzial zur lokalen Stromerzeugung.**



Abbildung 3.15: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Wind

Die Windkraft stellt eine der zentralen Säulen der erneuerbaren Energieerzeugung dar und spielt eine bedeutende Rolle in der Energiewende. Windkraftanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um, indem sie große Rotorblätter in Bewegung versetzen. Diese Rotoren sind mit einem Generator verbunden, der die mechanische Energie in Strom umwandelt.

Die Effizienz und Energieausbeute einer Windkraftanlage hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Windgeschwindigkeit, die Höhe der Nabe und die Größe der Anlage. Eine optimale Standortwahl ist entscheidend, um die besten Windverhältnisse zu nutzen und eine hohe Stromausbeute zu gewährleisten.

Die Flächenziele für Windenergieanlagen an Land werden im *Windenergieflächenbedarfsgesetz* (WindBG) geregelt. Für Bayern sind Flächenbeitragswerte von 1,1 % der Landesfläche bis zum 31. Dezember 2027 und 1,8 % bis zum 31. Dezember 2032 vorgesehen. Die regionale Umsetzung erfolgt über die Regionalplanung unter Beteiligung der Kommunen. Daraus ergeben sich Vorranggebiete, die als Flächenpotenziale berücksichtigt werden.

Die Königsmoos liegt im Planungsverband Region Ingolstadt (Region 10). Die regionalplanerische Ausweisung von Vorranggebieten für Windenergie befindet sich derzeit noch in der Fortschreibung. Aufgrund der Nähe der Gemeinde Königsmoos zu einem Militärflugplatz bestehen zusätzliche Restriktionen, die die Errichtung von Windenergieanlagen im Gemeindegebiet einschränken können.

Nach aktuellem Planungsstand ist innerhalb des Gemeindegebiets der Königsmoos kein Vorranggebiet für Windenergie ausgewiesen. Darüber hinaus stehen kaum grundsätzlich geeignete Flächen zur Verfügung.

Für die Ermittlung des Standortertrags werden folgende Annahmen pro Windenergieanlage getroffen[24]:

- Nabenhöhe: 200 Meter
- Rotordurchmesser: 148 Meter
- Nennleistung: 5 MW
- Turbulenzenabzug: 6 %

Unter Berücksichtigung der genannten Annahmen ergibt sich für eine potenzielle Windenergieanlage ein jährlicher Ertrag von rund 11.000 MWh/a. Aufgrund der bestehenden Restriktionen ist eine tatsächliche Errichtung im Gemeindegebiet jedoch voraussichtlich nicht möglich.

Ergebnisse Windenergie

- **Technisches Potenzial: 11.000 MWh/a (pro Anlage)**
- **Es sind keine Bestandsanlagen vorhanden.**
- **Innerhalb der Gemeinde liegen kein Vorranggebiet.**
- **Kein Potenzial zur lokalen Stromerzeugung aufgrund verschiedener Restriktionen.**

3.2 Effizienzpotenziale

Im Rahmen der Effizienzpotenziale wird untersucht, wie durch gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Wärmeversorgung signifikante Einsparungen bei Verbrauch und Emissionen erzielt werden können. In den folgenden Unterkapiteln werden zwei zentrale Ansatzpunkte betrachtet: die Sanierung von Gebäuden und der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

3.2.1 Sanierung

Die Sanierung von Wohngebäuden stellt einen Ansatz dar, um den Heizbedarf zu reduzieren und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Durch gezielte Maßnahmen, wie die Verbesserung der Wärmedämmung, den Austausch von Fenstern oder die Modernisierung von Heizsystemen kann der Energieverbrauch gesenkt werden.

Das detaillierte Wärmekataster bildet die Grundlage für die Bewertung der Energieeffizienz des Bestands. Die bereits in Kapitel 2.3 betrachteten Gebäudetypen, Kubaturen und Baualtersklassen dienen dabei als Datengrundlage [7][11][8].

Für die Ermittlung des Energieeinsparpotenzials wird der *Effizienzhausstandard 70* (EH70) gemäß der *BEG-Förderrichtlinie* als Orientierungsniveau herangezogen. Die Kubatur der Bestandsgebäude wird vereinfacht modelliert und Bauteilen wie Wänden, Fenstern und Dachflächen werden U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizienten) des Referenzgebäudes nach dem *GModG* zugewiesen. Für die vereinfachte Potenzialberechnung wird gegenüber dem so modellierten Referenzgebäude eine pauschale Einsparung von 30 % angesetzt. Die relevanten U-Werte sind in Tabelle 3.1 dargestellt.

Tabelle 3.1: U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach *GModG*, eigene Darstellung

Bauteil	U-Wert des Referenzgebäudes nach <i>GModG</i>
Dach	0,20 W/m²K
Außenwand	0,28 W/m²K
Außentüren	1,8 W/m²K
Fenster	1,3 W/m²K
Bodenplatte (gegen Erdreich)	0,35 W/m²K

Die Auswahl der zu sanierenden Wohngebäude erfolgt über eine baualtersklassenabhängige Exponentialverteilung, sodass ältere und energetisch schlechtere Gebäude bevorzugt saniert werden. Damit wird die energetische Entwicklung des Wohngebäudebestands realitätsnah abgebildet. Der Wärmebedarf der *Privaten Haushalte* beträgt in Königsmoos im Bilanzjahr 2023 42.370 MWh.

Zur Abschätzung des Einsparpotenzials wurde ein Szenario definiert. Die jährliche Sanierungsrate beschreibt den Anteil der Wohngebäude, der pro Jahr energetisch saniert wird.

Szenario 1 geht von einer Sanierungsrate von 0,7 % beziehungsweise 12 Gebäuden pro Jahr aus und entspricht damit der bundesdurchschnittlichen Sanierungsquote für Wohngebäude im Jahr 2025 [25]. Bis 2035 können im Sektor *Private Haushalte* 2.600 MWh eingespart werden.

Szenario 2 basiert auf einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % beziehungsweise 25 Gebäuden pro Jahr. Dieses Szenario ist ambitionierter als der Bundesdurchschnitt, aber grundsätzlich realistisch. Bis 2035 beläuft sich die Einsparung gegenüber dem Betrachtungsjahr auf 5.764 MWh.

Ergebnisse Energieeinsparpotenzial Sanierung

Szenario 1 (0,7 %):

- Energieeinsparpotenzial PHH bis 2045:
5.003 MWh (11,8%)
- Hohes Potenzial zur Energieeinsparung.

Szenario 2 (1,5 %):

- Energieeinsparpotenzial PHH bis 2045:
10.721 MWh (25,3%)
- Sehr hohes Potenzial zur Energieeinsparung.

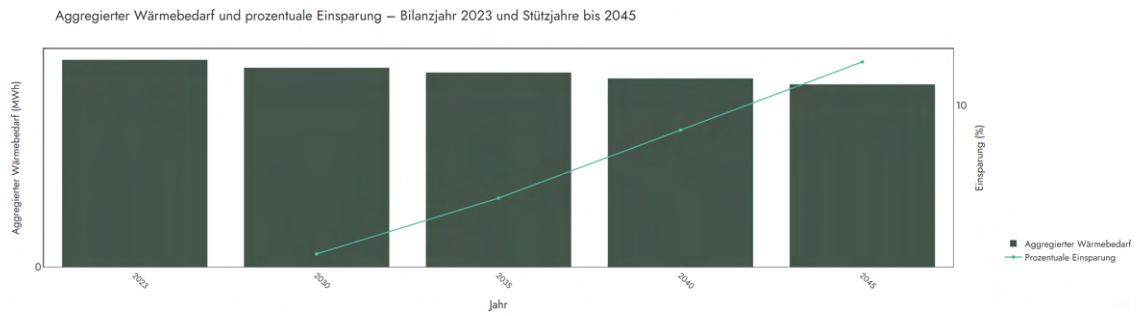


Abbildung 3.16: Szenario 1: jährlich 0,7 % energetische Sanierung des Gebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

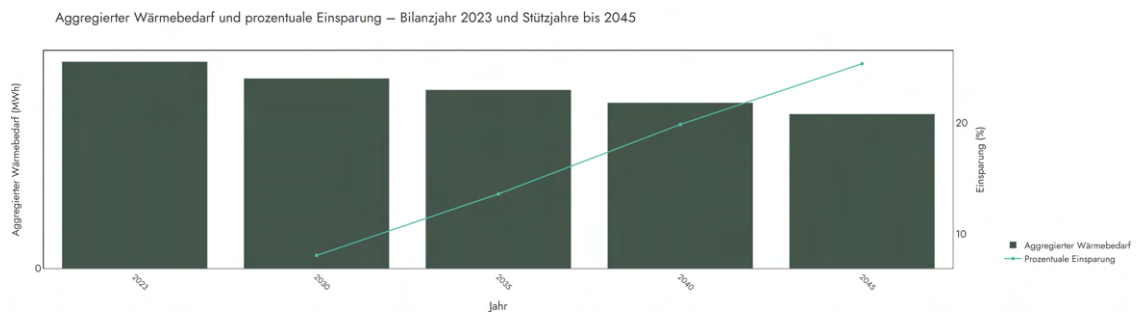


Abbildung 3.17: Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierung des Gebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

3.2.2 KWK

Ein großer Vorteil der Kraft-Wärme-Kopplung ist, dass aus einer Energiequelle gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt wird. Während herkömmliche Kraftwerke die entstehende Wärme ungenutzt an die Umwelt abgeben, nutzen KWK-Anlagen sie direkt zum Heizen und für Warmwasser. Das ermöglicht einen effizienten Betrieb.

Innovative KWK-Systeme (iKWK) können die Flexibilität des Gesamtsystems erhöhen. Durch intelligente Steuerung und Wärmespeicherung kann die Energieproduktion bedarfsgerecht angepasst und können Lastspitzen ausgeglichen werden. Auch die Kombination mit erneuerbaren Wärmeerzeugern in einem Hybridsystem kann für bestehende KWK-Anlagen eine Option darstellen. Alternative Brennstoffe wie Biomethan oder Wasserstoff kommen nur bei entsprechender technischer Eignung und Verfügbarkeit infrage.

In der Königsmoos sind derzeit zwei mit fossilen Energieträgern betriebene KWK-Anlagen vorhanden. Eine davon befindet sich am Standort der *Völpel GmbH & Co. KG*. Das Unternehmen ist auf die Trocknung und Verarbeitung von Kräutern und Gemüse spezialisiert und verfügt entsprechend über einen ausgeprägten Prozesswärmebedarf. Eine weitere fossil betriebene KWK-Anlage befindet sich im Gewerbegebiet *Ingolstädter Straße* im Ortsteil Untermaxfeld.. [17]

Ergebnisse Einsparpotenzial KWK-Anlagen

- **Kein Einsparpotenzial vorhanden**

3.3 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Die Nutzung von Abwärme ist ein weiterer Baustein der kommunalen Wärmeplanung. Im Nachfolgenden wird untersucht, welche bisher ungenutzten Wärmequellen zur Diversifizierung und Dekarbonisierung der Energieversorgung in Königsmoos beitragen können. In den folgenden Unterkapiteln werden die drei zentralen Bereiche Industrie, Rechenzentren und Abwasser auf ihr jeweiliges Potenzial hin analysiert.

3.3.1 Industrie

Die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen kann zusätzliche Wärmequellen für die kommunale Wärmeversorgung erschließen. In vielen Branchen, z. B. in der chemischen Industrie oder Metallverarbeitung, entsteht Prozesswärme, die nicht vollständig genutzt wird. Durch geeignete Technologien kann diese Abwärme für die Beheizung von Gebäuden oder die Einspeisung in Wärmenetze nutzbar gemacht werden.

In Königsmoos wurden die potenziell nutzbaren Abwärmemengen der örtlichen Unternehmen untersucht. Dabei konnte kein Betrieb als geeignete Abwärmequelle für die kommunale Wärmeversorgung identifiziert werden. Wesentliche Gründe hierfür sind das Fehlen nutzbarer oder kontinuierlich anfallender Prozesswärmemengen sowie die räumliche Distanz einzelner Gewerbestandorte zu den zusammenhängenden Siedlungsbereichen, was eine wirtschaftliche Einspeisung in ein Wärmenetz ausschließt.

Ergebnisse industrielles Abwärmepotenzial

- **Industrielle Abwärme:**
Kein nutzbares Potenzial vorhanden
- **Einspeisung in Wärmenetze:**
Wirtschaftlich nicht darstellbar

3.3.2 Rechenzentren

Rechenzentren sind spezialisierte Einrichtungen zur Speicherung, Verarbeitung und Verwaltung großer Datenmengen. Der zuverlässige Betrieb der Server erfordert eine kontinuierliche Kühlung, wodurch nutzbare Abwärme entstehen kann.

Zur effizienten Nutzung der entstehenden Abwärme können Rechenzentren in räumlicher Nähe zu Wärmeverbrauchern integriert werden, sodass die erzeugte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze genutzt werden kann. Dabei ist die eingesetzte Kühltechnologie maßgeblich für das nutzbare Abwärmepotenzial. Insbesondere wassergekühlte Systeme ermöglichen eine deutlich effizientere Wärmerückgewinnung als luftbasierte Kühlsysteme.

Das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) legt für neu in Betrieb gehende Rechenzentren grundsätzlich Mindestanteile wiederverwendeter Energie fest:

- Inbetriebnahme ab dem 1. Juli 2026: mindestens 10 %
- Inbetriebnahme ab dem 1. Juli 2027: mindestens 15 %
- Inbetriebnahme ab dem 1. Juli 2028: mindestens 20 %

Für bestimmte Fälle sieht § 11 EnEfG Ausnahmen von diesen Anforderungen vor.

In Königsmoos ist derzeit kein Rechenzentrum verortet. Planungen für den Neubau eines Rechenzentrums gibt es aktuell ebenfalls nicht.

Ergebnisse Abwärme aus Rechenzentren

- **Kein Rechenzentrum vorhanden.**
- **Kein Potenzial zur Abwärmenutzung aus Rechenzentren.**

3.3.3 Abwasser

Abwasser enthält eine beträchtliche Menge an thermischer Energie, die bei der Behandlung und Entsorgung oft ungenutzt bleibt.

Im Rahmen der Wärmeplanung werden Wärmetauscher in Abwasserkanälen zum Wärmeentzug zur Erschließung zusätzlicher Wärmequellen betrachtet. Für einen effizienten Einsatz müssen bestimmte Voraussetzungen für das Kanalnetz und das Heizsystem erfüllt sein:

- Trockenwetterabfluss: > 15 l/s
- Kanaldurchmesser: > DN800
- COP Wärmepumpe: 4,5
- Entzugsleistung Wärmetauscher: 3 kW/m
- Verschmutzungsverluste: 30 %

Im Kanalnetz der Gemeinde Königsmoos weist kein Leitungsabschnitt die erforderlichen Mindestdimensionen von über DN800 bei ausreichendem Trockenwetterabfluss auf, sodass eine Wärmeauskopplung im Kanalnetz technisch nicht möglich ist. Zudem betreibt die Gemeinde Königsmoos keine eigene kommunale Kläranlage, das anfallende Abwasser wird zur zentralen Kläranlage der Nachbargemeinde *Karlshuld* abgeleitet. Eine thermische Nutzung des gereinigten Abwassers (Ablaufwärme) im eigenen Gemeindegebiet ist daher ebenfalls ausgeschlossen.

Ergebnisse Abwärme Abwasser

- **Kanalnetz:**
Keine Abschnitte $\geq$ DN800 vorhanden
- **Kläranlage:**
Keine eigene Kläranlage auf Gemeindegebiet (Anschluss an Kläranlage Karlshuld)
- **Kein nutzbares Potenzial vorhanden**

3.4 Fazit Potenziale

Tabelle 3.2 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Effizienzsteigerung zusammen und bewertet sie hinsichtlich ihrer Relevanz für Königsmoos.

Tabelle 3.2: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale

Potenzial	Relevanz	Erläuterung
Wärme		
Luft-Wasser-Wärmepumpen	Hoch	Rund 75% der Gebäude geeignet
Oberflächennahe Geothermie	Mittel	Erdwärmekollektoren am vielversprechendsten
Tiefengeothermie	Gering	Keine günstigen Verhältnisse; keine Abnehmer
Gewässerthermie	Gering	Gewässer Ach: 1.148 MWh/a; Großteil liegt innerhalb FFH-Gebiet
Solarthermie	Mittel	Zubaupotenzial bei 5% Dachbelegung: 10.374 MWh/a; Konkurrenz zu PV
Biomasse aus Holz	Gering	Technisches Potenzial: 162 MWh/a; 100 MWh/a liegen innerhalb LSG
Grüne Gase / Wasserstoff	Inexistent	Keine Nähe zum Wasserstoff-Kernnetz gegeben; kein Gasnetz oder industriellen Abnehmer
Strom		
Biomasse aus Grün- und Ackerland	Gering	Technisches Potenzial: 60.198 MWh/a; Flächenkonkurrenz zu Landwirtschaft und Freiflächenphotovoltaik; lediglich eine Biogasanlage
Freiflächen-Photovoltaik	Gering	Keine nach EEG oder BauGB privilegierten Flächen
Aufdach-Photovoltaik	Hoch	Potenzial bei 20% Dachbelegung: 17.638 MWh/a
Wind	Gering	Keine Vorranggebiete vorhanden; Restriktionen aufgrund eines nahegelegenen Militärflughafens
Effizienz		
Sanierung	Hoch	Realistisches Energieeinsparpotenzial (Sanierungsquote 0,7 %) bis 2045 von 11,8%
KWK	Gering	Kein relevantes Energieeinsparpotenzial vorhanden
Abwärme		
Industrie	Inexistent	Kein relevantes Abwärmepotenzial vorhanden
Rechenzentren	Inexistent	Keine Rechenzentren vorhanden
Abwasser	Inexistent	Kein relevantes Abwärmepotenzial vorhanden

4 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Wärmeversorgung der Gemeinde Königsmoos bis zum Zieljahr 2045 entwickeln kann. Hierzu wird das Gemeindegebiet in räumlich abgegrenzte Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Grundlage bilden die Eignungsprüfung aus Kapitel 2.1 sowie weitere Bewertungskriterien nach dem Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes [5].

Für jedes Teilgebiet wird die Eignung von Wärmenetzen, Wasserstoffnetzen und dezentralen Versorgungsoptionen bewertet. Die Einstufung erfolgt nach den Kategorien *sehr wahrscheinlich geeignet*, *wahrscheinlich geeignet*, *wahrscheinlich ungeeignet* und *sehr wahrscheinlich ungeeignet*.

Die Bewertungen werden anschließend zu einem Zielbild für 2045 zusammengeführt und jedem Gebiet die am besten geeignete Wärmeversorgungsoption zugeordnet. Ist keine eindeutige Bewertung möglich, kann ein Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert werden. Das Zielbild orientiert sich an der gesetzlichen Vorgabe einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 (§ 1 WPG).

4.1 Wärmenetzuntersuchung

Methodik Wärmenetzbewertung

Im Rahmen der Wärmenetzuntersuchung werden potenzielle Wärmenetzgebiete identifiziert und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. In den betrachteten Gebieten werden beispielhafte Trassenverläufe entlang des Straßennetzes modelliert und Anhand mehrerer Indikatoren bewertet. Grundlage für die Bewertung bildet zunächst die Wärmeliniendichte (vgl. Tabelle 4.1). Die Einordnung der Wärmeliniendichte erfolgt anhand der Richtwerte aus Tabelle 2.4. Neben der Wärmeliniendichte werden weitere begünstigende Kriterien berücksichtigt (Tabelle 4.2).

Tabelle 4.1: Bewertung der Wärmeliniendichte für Bestands- und Neubaugebiete

Bebauungsstruktur	Wärmeliniendichte	Bewertung
Alle	<0,7 MWh/m·a	Geringe Eignung für Wärmenetze
Neubaugebiete	0,7 bis >1,1 MWh/m·a	zusätzliche Indikatoren für die Wärmenetzeignung erforderlich
Neubaugebiete	>1,1 MWh/m·a	für Wärmenetze besonders geeignet
verdichtetes Gebiet	1,3 bis >1,7 MWh/m·a	zusätzliche Indikatoren für die Wärmenetzeignung erforderlich
verdichtetes Gebiet	>1,7 MWh/m·a	für Wärmenetze besonders geeignet

Tabelle 4.2: *Begünstigende Kriterien für die Wärmenetzeignung*

Bewertungsaspekt	Begünstigende Kriterien
Vorhandensein von Ankerkunden:	• Energieintensive kommunale Liegenschaften • Industrielle oder gewerbliche Großverbraucher • Wohnungsbaugenossenschaften
Spezifischer Investitionsaufwand für Netzausbau:	• Verlegung durch Ackerflächen • Synergieeffekte mit Straßensanierungen • Synergieeffekte mit Kanalsanierungen
Vorhandensein bestehender Infrastruktur:	• Gebäudenetze • Wärmenetze • nutzbare industrielle oder gewerbliche Abwärme
örtliche Gegebenheiten:	• frühzeitige und konkrete Infrastrukturplanung • Hohes Durchschnittsalter bestehender Heizungsanlagen • Hoher Anteil fossiler Energieträger in Bestandsheizungen

Wärmenetzuntersuchungsgebiete

Abbildung 4.1 zeigt jedes im Rahmen der Wärmeplanung auf die Wärmenetzplanung untersuchte Gebiet. Die Ergebnisse zeigen dabei, dass keines der untersuchten Gebiete eine Wärmenetzplanung aufweist. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.3 zusammengefasst und die Gebiete werden in den folgenden Kapiteln detaillierter betrachtet.

Tabelle 4.3: Untersuchungsergebnisse aller Wärmenetzuntersuchungsgebiete

Gebiet	Gebietseinteilung	Wärmelinien- dichte	Indikatoren
Gewerbegebiet Ingolstädter Straße	dezentrales Versorgungsgebiet	505 kWh/m·a	mögliche Ankerkunden
Klingsmoos	dezentrales Versorgungsgebiet	584 kWh/m·a	mögliche Ankerkunden
Königsmoos	dezentrales Versorgungsgebiet	576 kWh/m·a	mögliche Ankerkunden, kommunale Liegenschaften
Ludwigsmoos	dezentrales Versorgungsgebiet	638 kWh/m·a	bestehendes Gebäudenetz
Obermaxfeld	dezentrales Versorgungsgebiet	739 kWh/m·a	größte Bebauungsdichte in der Gemeinde

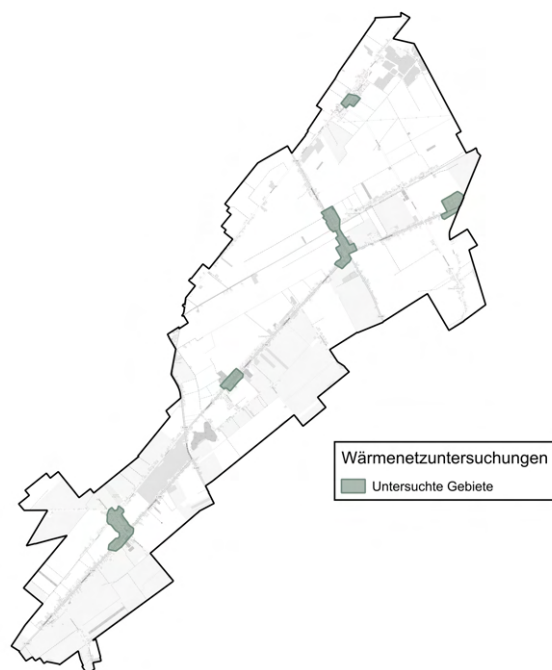


Abbildung 4.1: Wärmenetzuntersuchungsgebiete in Königsmoos, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.1.1 Detailbetrachtung Gewerbegebiet Ingolstädter Straße

Das Betrachtungsgebiet erstreckt sich entlang der Ingolstädter Straße im Osten der Gemeinde Königsmoos an der Grenze zur Nachbargemeinde Karlshuld. Das Gebiet ist überwiegend gewerblich geprägt. Im Gewerbegebiet sind vor allem Betriebe aus den Bereichen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ansässig, während industrielle Großverbraucher fehlen. Gemäß der IWU-Gebäudetypologie entfallen rund 26% des Bestands auf Einfamilienhäuser, 10% auf Mehrfamilienhäuser und 4% auf Reihenhäuser. Mit einem Anteil von etwa 61% bilden Nichtwohngebäude den Schwerpunkt der baulichen Struktur.

Der überwiegende Teil der Bausubstanz wurde zwischen 1949 und 1978 und damit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV) errichtet. Die Auswertung der Kkehrbuchdaten verdeutlicht, dass ein Teil der Gebäude mit fester Biomasse beheizt wird. Das mediane Alter der installierten Heizungsanlagen liegt im Bereich von 10 bis 30 Jahren.

Die Detailbetrachtung eines potenziellen Wärmenetzes ist in Abbildung 4.3 dargestellt. Die Analyse der maßgeblichen Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60% errechnet sich eine Wärmeliniedichte von lediglich 303 kWh/(m·a). Gemäß den Schwellenwerten aus Tabelle 4.1 gilt eine Wärmeliniedichte ab etwa 1.500 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Orientierungswert für eine wirtschaftliche leitungsgebundene Versorgung. Da im Gebiet zudem weder kontinuierlich nutzbare Abwärmequellen noch industrielle Ankerkunden mit hoher Grundlast vorliegen, kann die geringe Wärmeliniedichte nicht kompensiert werden.

Unter Berücksichtigung der wesentlichen Rahmenbedingungen wird das untersuchte Gebiet daher als dezentrales Versorgungsgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen veranschaulichen die detaillierten Ergebnisse der Untersuchung:

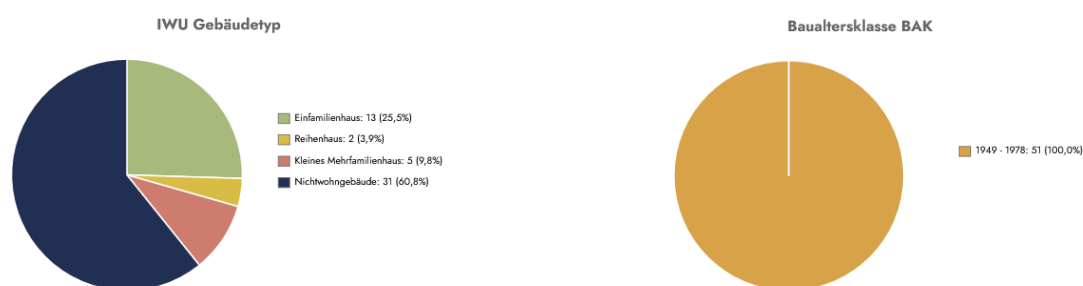


Abbildung 4.2: Detailbetrachtung Gewerbegebiet, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung



Abbildung 4.3: Detailbetrachtung Gewerbegebiet, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Tabelle 4.4: *Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Gewerbegebiet Ingolstädter Straße*

Kennwerte		
Berücksichtigte Gebäude:	Gesamter Wärmebedarf:	Netzlänge:
38	979 MWh/a	1,9 km
Wärmeliniendichte		
Bei 60 % Anschlussquote:	Überwiegender Gebäudetyp:	
303 kWh/(m·a)	Bestandsgebäude	
Indikatoren		
Begünstigende Kriterien	Hemmende Kriterien	
• Vorhandensein von Ankerkunden • Wärmebedarfsschwerpunkte	• Kein bestehendes Wärmenetz vorhanden • Keine Abwärme vorhanden • Kein Gasnetz vorhanden	
→ Geeignet als dezentrales Versorgungsgebiet		

4.1.2 Detailbetrachtung Klingsmoos

Das Betrachtungsgebiet liegt im Ortsteil Klingsmoos im Süden des Gemeindegebiets. Die Bebauung ist überwiegend durch Einfamilienhäuser geprägt. Gemäß der IWU-Gebäudetypologie entfallen rund 60 % des Bestands auf Einfamilienhäuser, 23 % auf Mehrfamilienhäuser und 5 % auf Reihenhäuser. Mit einem Anteil von etwa 12 % spielen Nichtwohngebäude eine untergeordnete Rolle.

Der überwiegende Teil der Bausubstanz wurde zwischen 1949 und 1986 errichtet und entspricht weitgehend veralteten energetischen Standards. Die Auswertung der Kkehrbuchdaten verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung gegenwärtig durch Heizöl dominiert wird, während feste Biomasse lediglich einen kleineren Anteil ausmacht. Das mediane Alter der installierten Heizungsanlagen liegt im Bereich von 20 bis 30 Jahren, sodass in den kommenden Jahren bei vielen Gebäuden ein heizungstechnischer Erneuerungsbedarf zu erwarten ist.

Die Detailbetrachtung eines potenziellen Wärmenetzes ist in Abbildung 4.5 dargestellt. Die Analyse der maßgeblichen Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % errechnet sich eine Wärmelinienichte von lediglich 350 kWh/(m·a). Gemäß den Schwellenwerten aus Tabelle 4.1 gilt eine Wärmelinienichte ab etwa 1.500 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Orientierungswert für eine wirtschaftliche leitungsgebundene Versorgung im Bestand.

Unter Berücksichtigung der infrastrukturellen und energetischen Rahmenbedingungen wird das untersuchte Gebiet daher als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen veranschaulichen die detaillierten Ergebnisse der Untersuchung:

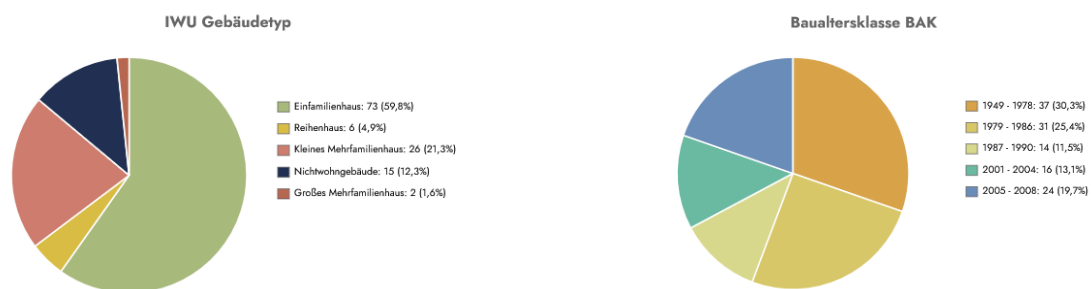


Abbildung 4.4: Detailbetrachtung Klingsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung



Abbildung 4.5: Detailbetrachtung Königsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Tabelle 4.5: *Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Klingsmoos*

Kennwerte		
Berücksichtigte Gebäude: 111	Gesamter Wärmebedarf: 2.751 MWh/a	Netzlänge: 4,7 km
Wärmeliniendichte		
Bei 60 % Anschlussquote: 350 kWh/(m·a)	Überwiegender Gebäudetyp: Bestandsgebäude	
Indikatoren		
Begünstigende Kriterien	Hemmende Kriterien • Kein bestehendes Wärmenetz vorhanden • Keine Ankerkunden vorhanden • Keine Abwärme vorhanden • Keine hohe Wärmeliniendichte • Kein bestehendes Gasnetz vorhanden	
→ Geeignet als dezentrales Versorgungsgebiet		

4.1.3 Detailbetrachtung Königsmoos

Das Betrachtungsgebiet liegt im Zentrum der Gemeinde Königsmoos. Die Bebauung ist überwiegend durch Einfamilienhäuser geprägt. Gemäß der IWU-Gebäudetypologie entfallen rund 63 % des Bestands auf Einfamilienhäuser, 18 % auf Mehrfamilienhäuser und 2 % auf Reihenhäuser. Nichtwohngebäude machen einen Anteil von etwa 17 % aus und nehmen gegenüber der Wohnnutzung eine untergeordnete Rolle ein.

Die Bausubstanz verteilt sich heterogen auf verschiedene Baualtersklassen. Neben einem Anteil von rund 30 % aus dem Zeitraum 1949 bis 1978 wurden weitere 30 % zwischen 1991 und 1995 sowie etwa 15 % zwischen 2001 und 2004 errichtet. Die Auswertung der Kehr buchdaten verdeutlicht, dass die derzeitige Wärmeversorgung maßgeblich durch Heizöl und feste Biomasse dominiert wird. Das mediane Alter der installierten Heizungsanlagen liegt im Bereich von 10 bis 30 Jahren.

Die Detailbetrachtung eines potenziellen Wärmenetzes ist in Abbildung 4.7 dargestellt. Die Analyse der maßgeblichen Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % errechnet sich eine Wärmelinien dichte von lediglich 346 kWh/(m·a). Gemäß den Schwellenwerten aus Tabelle 4.1 gilt eine Wärmelinien dichte ab etwa 1.500 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Orientierungswert für eine wirtschaftliche leitungsgebundene Versorgung im Bestand.

Selbst unter Berücksichtigung potenzieller kommunaler Ankerkunden im Ortszentrum, wie dem Rathaus oder der Grundschule, reicht die geringe Wärmelinien dichte im Umfeld nicht aus, um ein flächendeckendes Leitungsnetz wirtschaftlich zu tragen. Unter Berücksichtigung der infrastrukturellen und energetischen Rahmenbedingungen wird das untersuchte Gebiet daher als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen veranschaulichen die detaillierten Ergebnisse der Untersuchung:

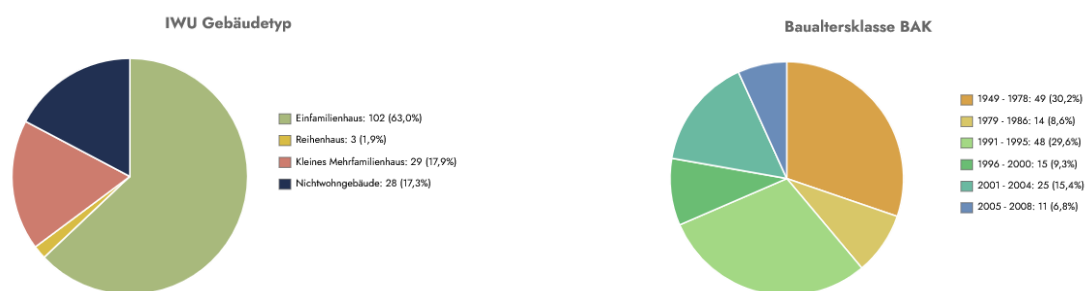


Abbildung 4.6: Detailbetrachtung Königsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung



Abbildung 4.7: Detailbetrachtung Königsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Tabelle 4.6: *Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Königsmoos*

Kennwerte		
Berücksichtigte Gebäude:	Gesamter Wärmebedarf:	Netzlänge:
142	3.141 MWh/a	5,5 km
Wärmeliniendichte		
Bei 60 % Anschlussquote:	Überwiegender Gebäudetyp:	
346 kWh/(m·a)	Bestandsgebäude	
Indikatoren		
Begünstigende Kriterien	Hemmende Kriterien	
• Vorhandensein von Ankerkunden	• Kein bestehendes Wärmenetz vorhanden • Keine Abwärme vorhanden • Keine hohe Wärmeliniendichte • Kein bestehendes Gasnetz vorhanden	
→ Geeignet als dezentrales Versorgungsgebiet		

4.1.4 Detailbetrachtung Ludwigsmoos

Das Betrachtungsgebiet erstreckt sich entlang der zentral gelegenen Ludwigstraße. Neben Wohnbebauung befinden sich hier mehrere kommunale Liegenschaften, darunter der Kindergarten, das Feuerwehrhaus und das Pfarramt. Im Wohngebäudebestand dominieren Einfamilienhäuser. Gemäß der IWU-Gebäudetypologie entfallen rund 49 % des Bestands auf Einfamilienhäuser und 14 % auf Mehrfamilienhäuser. Nichtwohngebäude nehmen mit einem Anteil von etwa 37 % einen vergleichsweise hohen Stellenwert ein und prägen den Wärmebedarf im Betrachtungsgebiet maßgeblich mit.

Die Bausubstanz verteilt sich im Wesentlichen auf drei Baualtersklassen. Rund 56 % der Gebäude wurden im Zeitraum von 1949 bis 1978 errichtet, weitere 28 % zwischen 1979 und 1986 sowie etwa 16 % zwischen 1987 und 1990. Die Auswertung der Kkehrbuchdaten verdeutlicht eine klare Dominanz von Heizöl als alleinigem Hauptenergieträger. Das mediane Alter der installierten Heizungsanlagen liegt im Bereich von 20 bis 30 Jahren, was auf einen kurz- bis mittelfristig bevorstehenden, hohen Erneuerungs- und Austauschbedarf hindeutet.

Die Detailbetrachtung eines potenziellen Wärmenetzes ist in Abbildung 4.9 dargestellt. Die Analyse der maßgeblichen Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % errechnet sich eine Wärmelinien-dichte von lediglich 383 kWh/(m·a). Gemäß den Schwellenwerten aus Tabelle 4.1 gilt eine Wärmelinien-dichte ab etwa 1.500 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % als Orientierungswert für eine wirtschaftliche leitungsgebundene Versorgung im Bestand.

Selbst unter Einbindung der identifizierten kommunalen Ankerkunden liegt die Wärmelinien-dichte deutlich unter den wirtschaftlichen Richtwerten für den Aufbau einer neuen Netzinfrastruktur. Unter Berücksichtigung der infrastrukturellen und energetischen Rahmenbedingungen wird das untersuchte Gebiet daher als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen veranschaulichen die detaillierten Ergebnisse der Untersuchung:

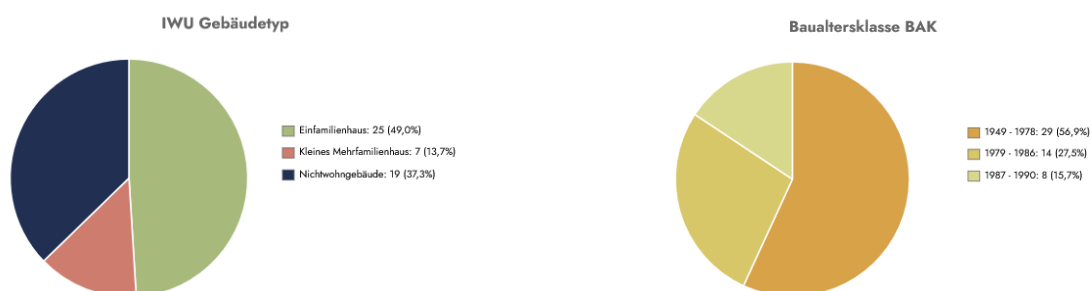


Abbildung 4.8: Detailbetrachtung Ludwigsmoos, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung

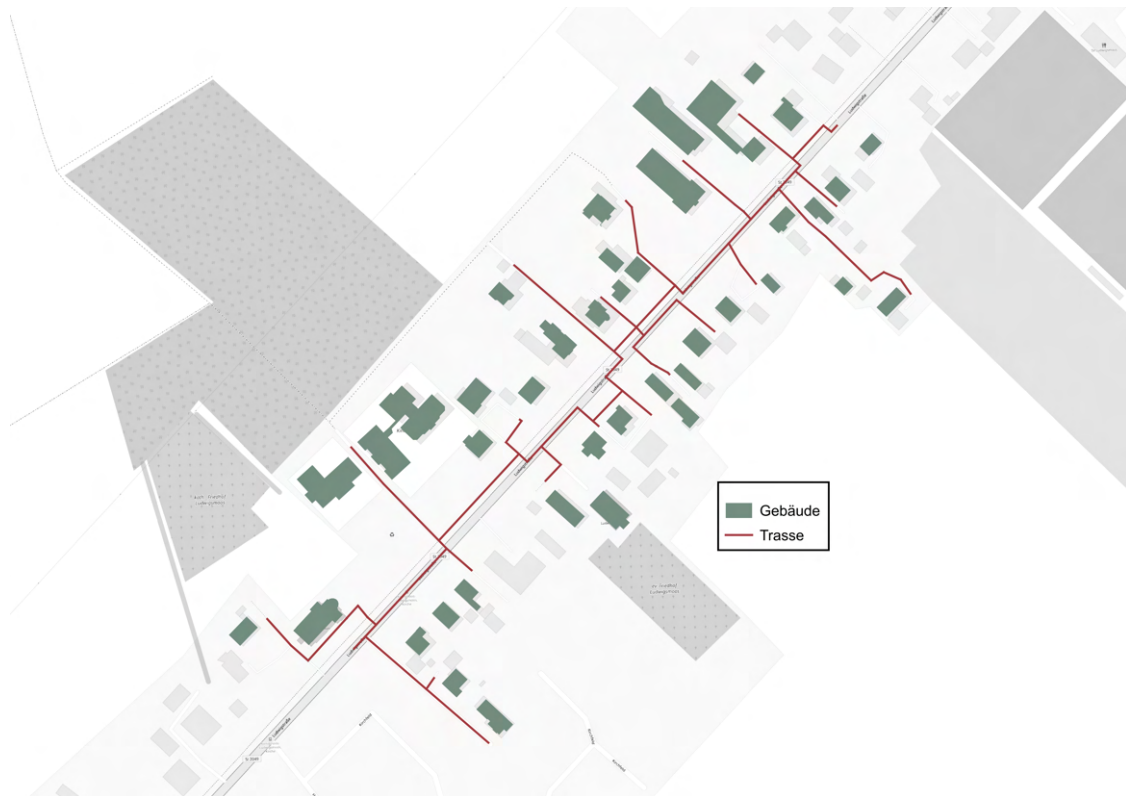


Abbildung 4.9: Detailbetrachtung Ludwigsmoos, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Tabelle 4.7: *Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Ludwigsmoos*

Kennwerte		
Berücksichtigte Gebäude:	Gesamter Wärmebedarf:	Netzlänge:
40	1.134 MWh/a	1,8 km
Wärmeliniendichte		
Bei 60 % Anschlussquote:	Überwiegender Gebäudetyp:	
383 kWh/(m·a)	Bestandsgebäude	
Indikatoren		
Begünstigende Kriterien	Hemmende Kriterien	
• Vorhandensein von Ankerkunden	• Kein bestehendes Wärmenetz vorhanden • Keine hohe Wärmeliniendichte • Keine Abwärme vorhanden • Kein bestehendes Gasnetz vorhanden	
→ Geeignet als dezentrales Versorgungsgebiet		

4.1.5 Detailbetrachtung Obermaxfeld

Das Betrachtungsgebiet erstreckt sich im Nordwesten der Gemeinde nahe der Grenze zur Großen Kreisstadt Neuburg an der Donau. Die Bebauungsdichte fällt hier im Vergleich zu anderen Ortsteilen etwas höher aus. An Infrastruktureinrichtungen und potenziellen Abnehmern finden sich vor Ort lediglich eine Tankstelle sowie ein Feuerwehrhaus. Gemäß der IWU-Gebäudetypologie entfallen rund 72 % des Wohngebäudebestands auf Einfamilienhäuser, 19 % auf Mehrfamilienhäuser und 6 % auf Reihenhäuser. Nichtwohngebäude machen einen Anteil von etwa 3 % aus und spielen gegenüber der Wohnnutzung eine deutlich untergeordnete Rolle. Die Bausubstanz konzentriert sich auf wenige Baualtersklassen. Es dominiert der Zeitraum von 1949 bis 1978 mit einem Anteil von rund 72 % aller Gebäude. Gleichzeitig weist das Gebiet auch einen nennenswerten Anteil an jüngerer Bausubstanz auf, so wurden etwa 19 % der Gebäude im Jahr 2009 oder später errichtet. Die Auswertung der Kkehrbuchdaten verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung überwiegend durch Heizöl gedeckt wird. Das mediane Alter der installierten Heizungsanlagen liegt im Bereich von 20 bis 30 Jahren, was auf einen zeitnah anstehenden Erneuerungsbedarf hinweist.

Die Detailbetrachtung eines potenziellen Wärmenetzes ist in Abbildung 4.11 dargestellt. Die Analyse der maßgeblichen Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % errechnet sich eine Wärmeliniedichte von 443 kWh/(m·a). Dies stellt zwar den höchsten Wert unter allen im Gemeindegebiet untersuchten Teilgebieten dar, liegt jedoch weiterhin deutlich unter den wirtschaftlichen Richtwerten. Gemäß den Schwellenwerten aus Tabelle 4.1 gilt im Bestand erst eine Wärmeliniedichte ab etwa 1.500 kWh/(m·a) bei einer Vollanschlussquote (100 %) als Orientierungswert für eine wirtschaftlich tragfähige leitungsgebundene Versorgung.

Trotz der im Gemeindevergleich kompakteren Bebauung und der höchsten ermittelten Wärmeliniedichte reicht die Wärmeliniedichte nicht aus, um den Neubau eines Wärmenetzes wirtschaftlich zu tragen. Unter Berücksichtigung der infrastrukturellen und energetischen Rahmenbedingungen wird das untersuchte Gebiet daher ebenfalls als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet im Sinne des *Wärmeplanungsgesetzes* eingestuft.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen veranschaulichen die detaillierten Ergebnisse der Untersuchung:

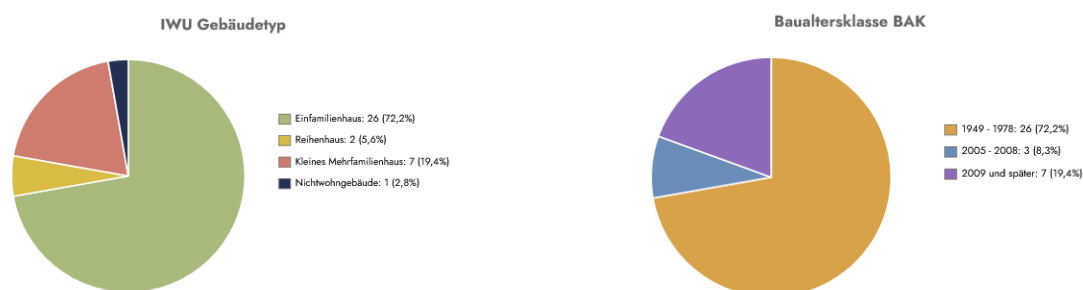


Abbildung 4.10: Detailbetrachtung Obermaxfeld, Verteilung der Gebäudetypen und Baualtersklassen, eigene Darstellung



Abbildung 4.11: Detailbetrachtung Obermaxfeld, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

Tabelle 4.8: *Betrachtete Kennwerte und Indikatoren im Untersuchungsgebiet Obermaxfeld*

Kennwerte		
Berücksichtigte Gebäude:	Gesamter Wärmebedarf:	Netzlänge:
35	835 MWh/a	1,1 km
Wärmeliniendichte		
Bei 60 % Anschlussquote:	Überwiegender Gebäudetyp:	
443 kWh/(m·a)	Bestandsgebäude	
Indikatoren		
Begünstigende Kriterien	Hemmende Kriterien	
	• Kein bestehendes Wärmenetz vorhanden • Keine Ankerkunden vorhanden • Keine Abwärme vorhanden • Keine hohe Wärmeliniendichte • Kein bestehendes Gasnetz vorhanden	
→ Geeignet als dezentrales Versorgungsgebiet		

4.2 Eignung im Zieljahr für Wärmenetze

Nach der systematischen Bewertung der Kriterien zeigt sich, dass für das Zieljahr 2045 ausschließlich diejenigen Teilbereiche als *sehr wahrscheinlich geeignet* für ein Wärmenetz eingestuft werden können, die bereits über ein bestehendes Gebäude- oder Wärmenetz verfügen.

Auch Gebiete, die unmittelbar an diese Bestandsnetze angrenzen oder für eine potenzielle Netzerweiterung in Betracht gezogen wurden, wurden auf ihre Eignung untersucht. Aufgrund der dort vorherrschenden geringen Wärmeliniendichten, der aufgelockerten Bebauungsstruktur sowie des Fehlens relevanter Ankerkunden werden diese Bereiche im Zieljahr als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* klassifiziert.

In Gebieten ohne bereits realisierte Netzinfrastruktur ist zudem davon auszugehen, dass sich die wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Neuaufbau von Wärmenetzen bis zum Jahr 2045 weiter verschlechtern. Fortschreitende energetische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sowie der zunehmende Einbau dezentraler, erneuerbarer Heizsysteme führen zu einem kontinuierlich sinkenden Wärmebedarf und reduzieren somit die verbleibende Wärmeliniendichte und Anschlussbereitschaft weiter (vgl. Abbildung 4.12).

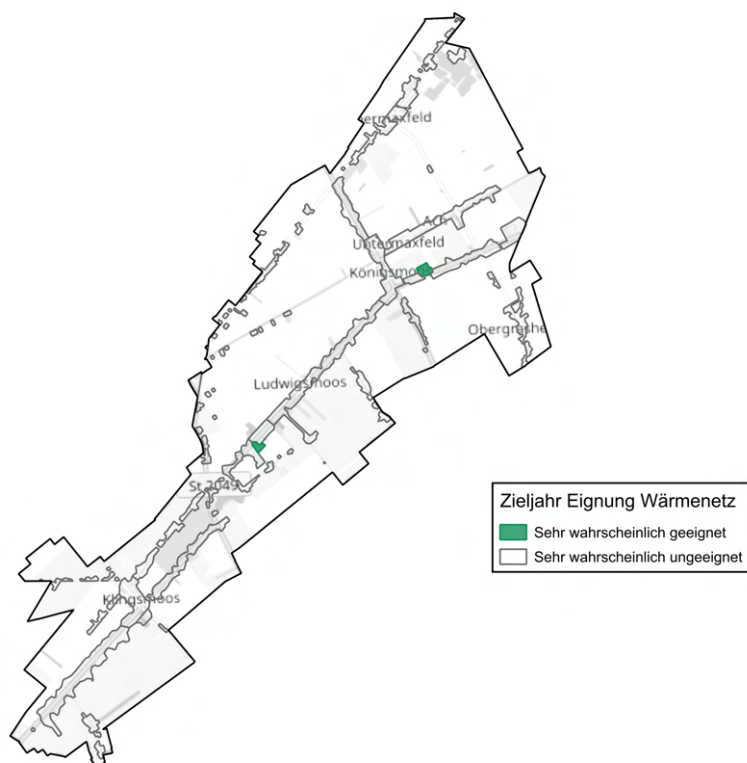


Abbildung 4.12: Eignung der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.3 Eignung im Zieljahr für Wasserstoff

Für die Bewertung der Eignung für eine Versorgung über Wasserstoff werden neben der vorhandenen Infrastruktur weitere standortspezifische Indikatoren herangezogen. Diese Kriterien sind in Tabelle 4.9 zusammenfassend dargestellt.

Die Analyse für die Gemeinde Königsmoos zeigt, dass lediglich für den Standort des Unternehmens *Völpel GmbH & Co. KG* aufgrund der dortigen Struktur (vgl. Kapitel 2.2.3 einzelne begünstigende Indikatoren vorliegen, weshalb dieser Bereich als *wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft wird. Das gesamte übrige Gemeindegebiet wird hingegen als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für eine Versorgung mit Wasserstoff bewertet, da weder ein bestehendes Gasnetz noch relevante industrielle Großabnehmer oder langfristige Hochtemperatur-Prozesswärmebedarfe vorhanden sind.

Vor diesem Hintergrund wird Wasserstoff für die Wärmeversorgung in der Gemeinde Königsmoos bis zum Zieljahr 2045 keine wesentliche Rolle spielen. Die zugrunde liegenden Annahmen und Potenziale wurden bereits in Kapitel 3 ausführlich dargelegt.

Tabelle 4.9: *Begünstigende Kriterien für die Eignung eines Wasserstoffnetzes*

Bewertungsaspekt Wasserstoffnetz	Begünstigende Kriterien
Industrieller Prozesswärme- oder Wasserstoffbedarf:	- dauerhafter Prozesswärmebedarf mit Temperaturen über 200 °C - konkrete Pläne zur Nutzung von Wasserstoff in Prozesswärmeanwendungen bzw. ein signifikanter Wasserstoffbedarf - konkret absehbare Verfügbarkeit von Wasserstoff über die Netzinfrastruktur - regional langfristiger Überschuss an erneuerbarem Strom - geringe Entfernung zum Wasserstoffkernnetz

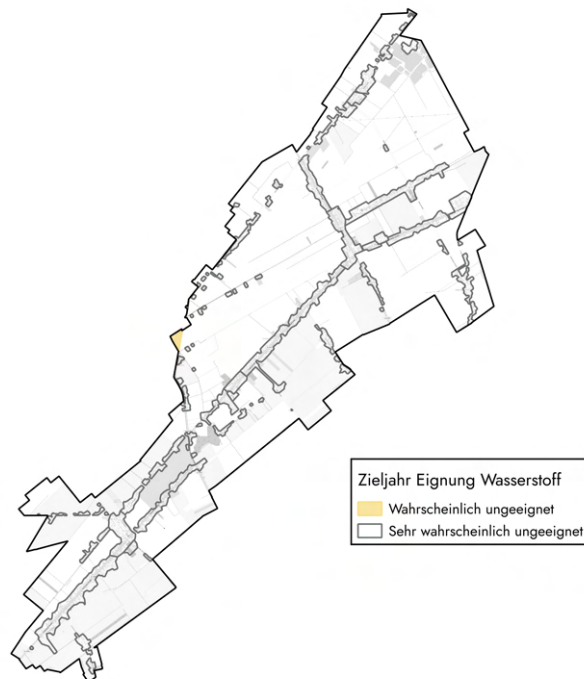


Abbildung 4.13: Eignung der Wärmeversorgung durch Wasserstoff in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.4 Eignung im Zieljahr für eine dezentrale Versorgung

Auch im Zieljahr 2045 weist das gesamte Gemeindegebiet der Gemeinde Königsmoos mit Ausnahme der kleinräumigen Bestandsnetze eine hohe Eignung für dezentrale Versorgungslösungen auf (vgl. Abbildung 4.14).

Bereiche, die bereits heute dezentral versorgt werden und durch eine aufgelockerte Siedlungsstruktur geprägt sind, werden weiterhin als *sehr wahrscheinlich geeignet* für eine dezentrale Wärmeversorgung eingestuft. Dies gilt auch für die untersuchten Ortsteile und Teilgebiete *Klingsmoos, Königsmoos, Ludwigmoos, Obermaxfeld* sowie das *Gewerbegebiet Ingolstädter Straße*. Da in diesen Bereichen keine ausreichenden Wärmelinienichten für eine wirtschaftliche leitungsgebundene Versorgung vorliegen, bilden dezentrale Systeme den maßgeblichen Versorgungspfad bis 2045.



Abbildung 4.14: Eignung der dezentralen Versorgung in Königsmoos im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

4.5 Gebietseinteilung über die Stützjahre

Ausgehend vom Jahr 2030 wurde die Einordnung der Teilgebiete mit Blick auf die prognostizierte Entwicklung schrittweise bis zum Zieljahr 2045 fortgeschrieben. Abbildung 4.15 veranschaulicht die resultierende Gebietseinteilung für das gesamte Gemeindegebiet.

Wie die räumliche Analyse zeigt, wird die Gemeinde Königsmoos mit Ausnahme der bestehenden Gebäudenetze nahezu flächendeckend als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet ausgewiesen. Ausschlaggebend hierfür sind die vorwiegend ländlich und aufgelockert geprägte Siedlungsstruktur mit einem hohen Anteil an Einfamilienhäusern, die daraus resultierenden geringen Wärmeliniendichten sowie das Fehlen industrieller Großabnehmer oder kontinuierlich verfügbarer Abwärmequellen. Die zukünftige Wärmeversorgung der Gemeinde konzentriert sich somit primär auf gebäudeindividuelle, erneuerbare Heizsysteme und energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand.



Abbildung 4.15: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Königsmoos über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [1]

5 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt die mögliche Entwicklung der Wärmeversorgung in Königsmoos bis zum in § 1 WPG verankerten Zieljahr 2045. Es baut auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, der Energie- und Treibhausgasbilanz, der Potenzialanalyse sowie den abgeleiteten Maßnahmen auf und überführt diese in eine zeitliche Entwicklung über die betrachteten Stützjahre. Das Zielszenario dient als strategische Orientierung für zukünftige Handlungsbedarfe und unterstützt die Priorisierung der Maßnahmen.

Unter Berücksichtigung der Potenziale und des Maßnahmenpfads (vgl. Kapitel 6.1 und 9.1) erfolgt die Emissionsminderung im Wesentlichen über zwei Hebel:

- **Minderung des Energiebedarfs:**
Dauerhafte Senkung des Wärmebedarfs, etwa durch die energetische Gebäudesanierung oder Effizienzsteigerungen in *GHD* und *IND*.
- **Substitution von Energieträgern:**
Der bisher eingesetzte Energieträger wird durch einen erneuerbaren Energieträger ersetzt, beispielsweise durch Biomasse oder Umweltwärme.

Für fossile Energieträger werden dabei konstante, brennstoffspezifische Emissionsfaktoren angesetzt [26]. Umweltwärme wird mithilfe von Strom, beispielsweise durch Wärmepumpen, nutzbar gemacht. In der Bilanz werden die strombedingten Emissionen auf Basis des Bundesstrommixes bewertet, dessen Emissionsfaktor über die Stützjahre gemäß dem verwendeten KWW-Technikkatalog fortgeschrieben wird, im Jahr 2045 beträgt dieser 28 gCO₂eq [26].

Für Wärmepumpen wird eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 angesetzt. Damit beträgt der strombezogene Emissionsfaktor der mit der Wärmepumpe bereitgestellten Wärme rechnerisch 31,25 % des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes.

5.1 Wärmebedarf

Im Zielszenario sinkt der Wärmebedarf über alle Sektoren von 48.592 MWh/a im Jahr 2023 auf 37.441 MWh/a im Jahr 2045. Berücksichtigt wird dabei das Sanierungspotenzial gemäß *Szenario 1* mit einer Sanierungsrate von 1,5 % (siehe Kapitel 3.2.1).

Für die weitere Entwicklung des Energieträgereinsatzes werden außerdem folgende Aspekte berücksichtigt:

- Maßnahmen (vgl. Kapitel 9.1)
- dezentraler Ausbau von Wärmepumpen
- dezentraler Ausbau von Biomasse
- dezentraler Ausbau von Solarthermie

Abbildung 5.1 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren *Private Haushalte* (PHH), *Gewerbe, Handel & Dienstleistungen* (GHD) sowie *kommunale Einrichtungen* (KL). Während im Sektor *PHH* größere Einsparungen zu beobachten sind, fallen die Rückgänge in den Sektoren *GHD* und *KOMM* geringer aus. Diese Entwicklung beruht auf den getroffenen Annahmen und Maßnahmen und ist im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung zu aktualisieren.

Abbildung 5.2 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs und dessen Verteilung auf die eingesetzten Energieträger für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045. Im Zielszenario nimmt der Einsatz fossiler Energieträger wie Heizöl, Erdgas und Flüssiggas deutlich ab, während Umweltwärme, Solarthermie und Biomasse an Bedeutung gewinnen.

Tabelle 5.1 zeigt den Gesamtwärmebedarf und den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung im jeweiligen Stützjahr.

Tabelle 5.1: Entwicklung des Wärmebedarfs und des Anteils erneuerbarer Energien über die Stützjahre

	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf in MWh/a	45.043	42.510	39.976	37.441
Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung in %	50,6	67,1	83,5	100

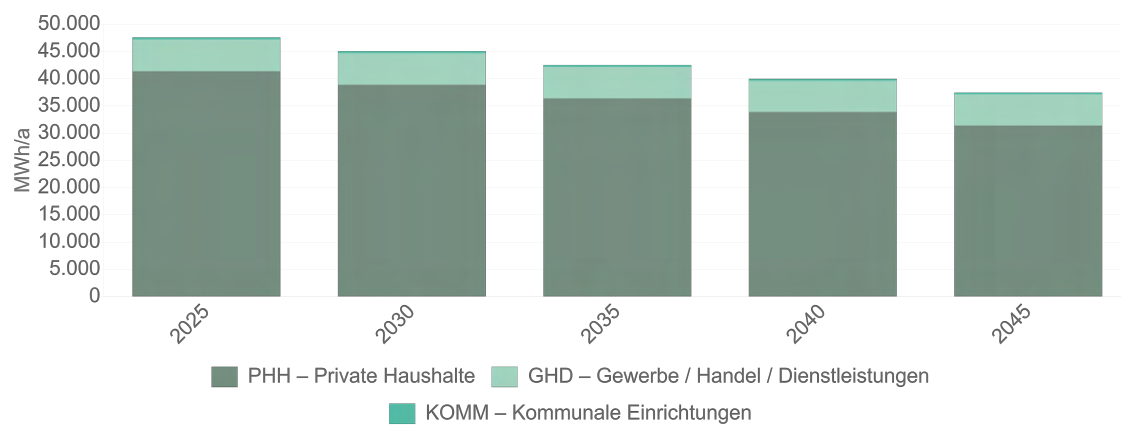


Abbildung 5.1: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

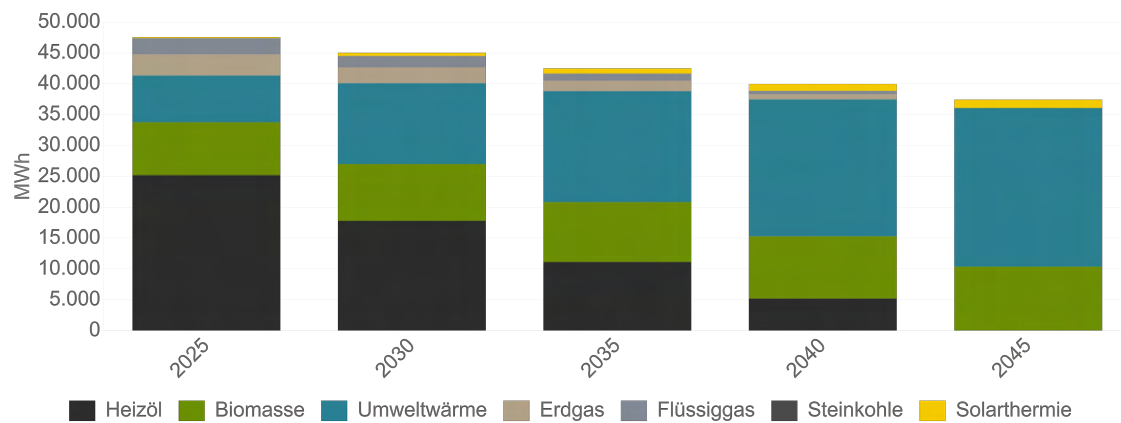


Abbildung 5.2: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

5.2 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern zeigt Abbildung 5.3 die Entwicklung der Treibhausgasemissionen.

Betrachtet werden die Treibhausgasemissionen des Anwendungsbereichs *Wärme*. Die Entwicklung der Emissionen aus dem Verkehr und dem übrigen Stromverbrauch ist nicht Gegenstand dieses Zielszenarios.

Die Minderung der Treibhausgasemissionen im Wärmebereich ergibt sich aus der Reduktion des Wärmebedarfs und der Substitution fossiler Energieträger gemäß der zuvor beschriebenen Methodik. Die im Zieljahr 2045 verbleibenden Treibhausgasemissionen sind im Wesentlichen auf Vorkettenemissionen (z. B. Herstellung, Transport und Bereitstellung von Energieträgern sowie Anlagen und Komponenten) zurückzuführen. Die Transformation der Wärmeversorgung wird bis zum Zieljahr 2045 vollständig über die Energieträger Umweltwärme, Solarthermie und Biomasse vollzogen.

Tabelle 5.2 zeigt die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung im jeweiligen Stützjahr.

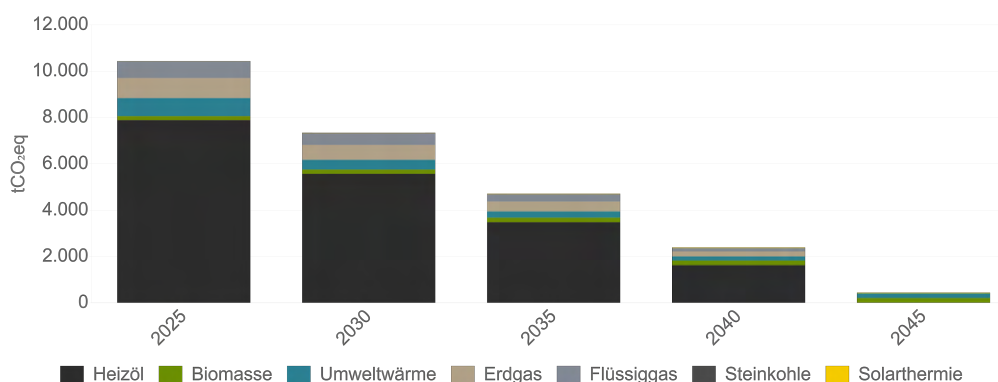


Abbildung 5.3: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 5.2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre

	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen in tCO ₂ eq/a	7.344	4.712	2.392	443

5.3 Leitungsgebundene Versorgung

Als leitungsgebundene Versorgung werden in diesem Kapitel die Wärmeversorgung über Nah- und Fernwärmenetze zusammengefasst. Wie in Kapitel 4.1 erläutert, werden keine der untersuchten Gebiete als für eine Wärmenetzversorgung geeignet bewertet. Die Gemeinde Königsmoos eignet sich lediglich für eine dezentrale Versorgung.

Dies ist in Abbildung 5.4 dargestellt. Der dunkelblaue Anteil zeigt den Wärmebedarf, der ab dem Stützjahr 2030 dezentral gedeckt wird. Der Anteil für die leitungsgebundene Versorgung liegt durchgehend bei 0%.

Grünes Methan ist aufgrund der fehlenden Infrastruktur und Abnehmer in Königsmoos keine Option für die künftige Wärmeversorgung, weshalb der versorgte Anteil im Zieljahr 0 % beträgt



Abbildung 5.4: Entwicklung des über Nah- und Fernwärmenetze gedeckten Wärmebedarfs für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

6 Umsetzungsstrategie

Der folgende Abschnitt beschreibt die Strategie zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Königsmoos. Im Mittelpunkt stehen der Maßnahmenfahrplan sowie die für die Umsetzung erforderlichen Strukturen.

Ergänzend werden das Controlling, die Kommunikation und die langfristige Verstetigung der Wärmeplanung beschrieben.

6.1 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gebiet

Auf Grundlage der vorangegangenen Analysen sowie der identifizierten Potenziale wurde in enger Abstimmung mit der Gemeinde ein Maßnahmenkatalog zur Umsetzung der Wärmewende erarbeitet. Die einzelnen Maßnahmen sind in Steckbriefen dokumentiert und im Anhang dieses Berichts dargestellt (vgl. Anhang 9).

Die Maßnahmensteckbriefe dienen als Leitfaden für die weitere Umsetzung und konzentrieren sich hauptsächlich auf den Anwendungsbereich Wärme. Sie enthalten eine Beschreibung der jeweiligen Maßnahme, die erforderlichen Handlungsschritte, relevante Zielgruppen und beteiligte Akteure. Ergänzend werden der Ressourcen- und Finanzbedarf sowie die zu erwartenden Energie- und Treibhausgaseinsparungen bewertet. Dies ermöglicht eine Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit.

Zur Einordnung der kommunalen Handlungsmöglichkeiten wurden die Maßnahmen vier Handlungsfeldern zugeordnet. Abbildung 6.1 zeigt die Handlungsfelder und den jeweiligen Einfluss der Kommune:

- **Vorbild und Verbrauchen (VV)** Dieses Handlungsfeld umfasst Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Umstellung der Energieversorgung kommunaler Liegenschaften und Einrichtungen. Dabei nimmt die Kommune eine aktive Vorbildfunktion ein.
- **Versorgen und Anbieten (VA)** Hierzu zählen Maßnahmen, mit denen die Kommune oder kommunale Unternehmen die Energie- und Wärmeversorgung aktiv gestalten, beispielsweise durch den Aufbau, den Ausbau oder die Verdichtung entsprechender Infrastrukturen.
- **Regulieren (R)** Dieses Handlungsfeld umfasst planerische und rechtliche Instrumente der Kommune, etwa im Rahmen der Bauleitplanung oder durch kommunale Satzungen.
- **Motivieren und Beraten (MB)** Die Maßnahmen dieses Handlungsfelds unterstützen private Haushalte und Unternehmen bei der Umsetzung klimafreundlicher Wärmeversorgungslösungen und energetischer Sanierungen durch Information, Beratung und Orientierung.

Tabelle 6.1 gibt einen Überblick über die abgestimmten Maßnahmen und die für ihre Umsetzung relevanten Kenngrößen.

MÖGLICHE MAßNAHMEN

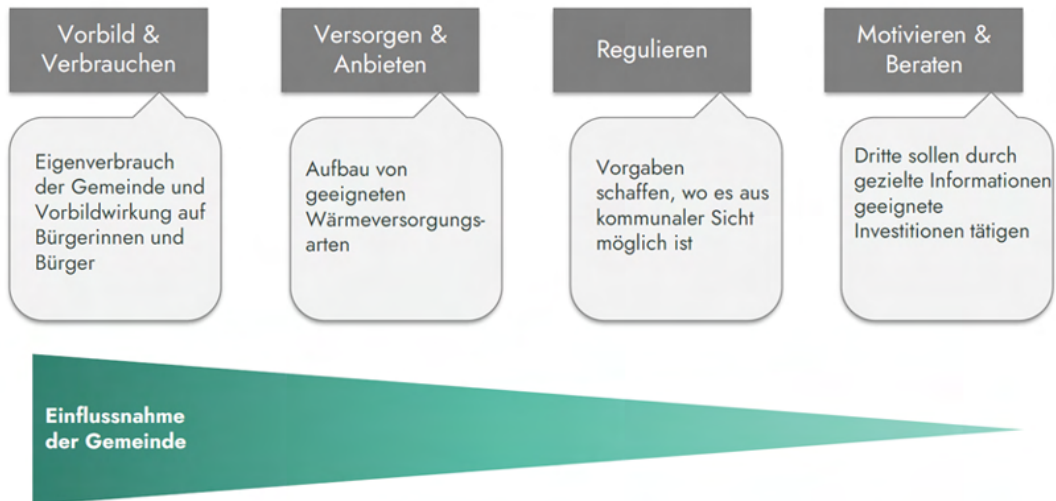


Abbildung 6.1: Einflussmöglichkeiten der Kommune in Abhängigkeit des Handlungsfelds, eigene Darstellung

Tabelle 6.1: Maßnahmenliste mit Handlungsfeld, Umsetzungszeitraum und Einsparwirkung, eigene Darstellung

Handlungsfeld	Beschreibung der Maßnahme	geplanter Umsetzungszeitraum	Einsparung (MWh/a bzw. %)	Einsparung (tCO ₂ eq)
VV	Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften	2028 - 2033	10 % KOMM	15 tCO ₂ eq
VV	Heizungserneuerung in kommunalen Liegenschaften in dezentral versorgten Gebieten	2030 - 2035	Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch	30 tCO ₂ eq
VA	Realisieren von Gebäudenetzen oder kalter Nahwärme	2025 - 2035	Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch	Nicht quantifizierbar

Fortsetzung auf der nächsten Seite.

Fortsetzung der vorherigen Seite.

Handlungsfeld	Beschreibung der Maßnahme	geplanter Umsetzungszeitraum	Einsparung (MWh/a bzw. %)	Einsparung (tCO ₂ eq)
VA	Ausbau PV Freiflächenanlagen	2030 - 2040	Ein Ausbau von PV-Anlagen resultiert in keiner Energieeinsparung	Nicht quantifizierbar
MB	Öffentlichkeitsarbeit: Niederschwelliges Informationsangebot	2026 - 2045	2 % GHD/PHH	Nicht quantifizierbar

6.2 Controlling

Die kommunale Wärmeplanung ist ein langfristiger Prozess und erfordert ein kontinuierliches Controlling der Umsetzung. Dieses dient dazu, den Fortschritt der Maßnahmen und die Entwicklung zentraler Kennwerte zu überwachen und bei Bedarf nachzusteuern. Neben quantitativen Indikatoren wie Treibhausgasemissionen, Energieverbrauch, Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung und Energieeinsparungen ist auch die qualitative Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Umsetzbarkeit relevant. Als methodischer Rahmen kann der PDCA-Managementprozess (Plan, Do, Check, Act) verwendet werden. Der zyklische Ansatz verbindet Planung, Umsetzung, Erfolgskontrolle und Anpassung.

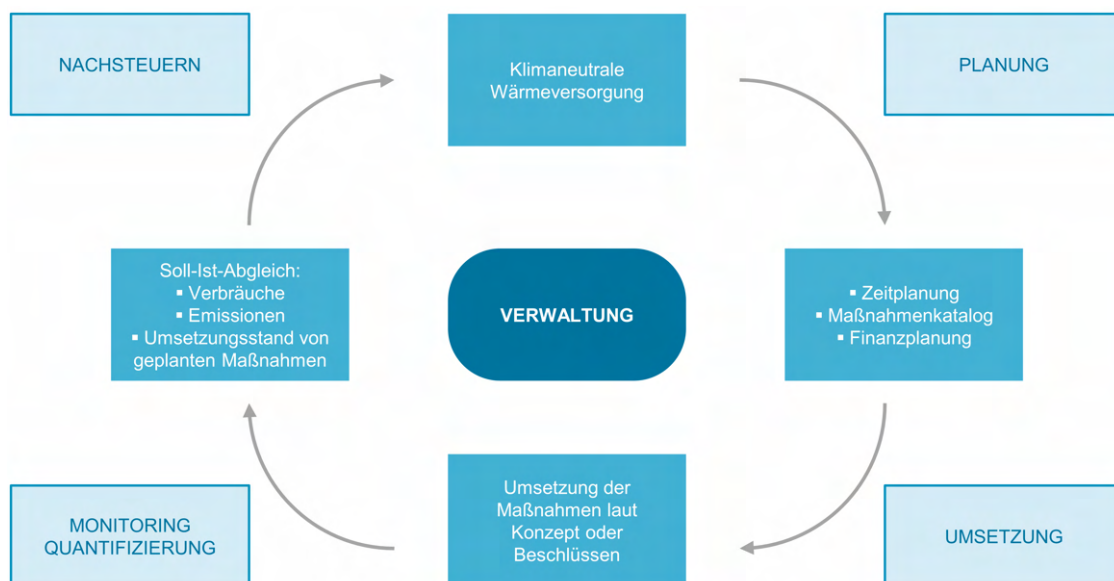


Abbildung 6.2: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung

Es wird empfohlen, den PDCA-Prozess jährlich durchzuführen. Zu den wichtigsten Monitoring-indikatoren gehören die Treibhausgasemissionen, der Energieverbrauch, der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung und die Sanierungsrate. Die systematische Erhebung dieser Daten, beispielsweise mithilfe eines standardisierten Erhebungsbogens, ermöglicht einen Soll-Ist-Vergleich als Grundlage der Erfolgskontrolle und Nachsteuerung. Hierfür können die Indikatoren aus der Energie- und Treibhausgasbilanz herangezogen werden, die für das Bilanzjahr 2023 für die Gemeinde Königsmoos erstellt wurde (vgl. Kapitel 2.5). Zur Beobachtung der Maßnahmenwirkung wird eine Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz im Abstand von zwei Jahren empfohlen. Gemäß § 25 WPG ist der Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und fortzuschreiben.

Werden Abweichungen von den gesetzten Zielen festgestellt, können im Rahmen des Controllings frühzeitig Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden. Dabei sind auch technologische Entwicklungen und Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die für die Gemeinde Königsmoos festgelegten Ziele und Maßnahmen sind in den Kapiteln 6.1 und 5 dokumentiert.

Für die Nachsteuerung ist zunächst zu analysieren, warum einzelne Ziele oder Maßnahmen nicht wie vorgesehen erreicht beziehungsweise umgesetzt wurden. Mögliche Ursachen sind unzureichende Ressourcen, organisatorische Engpässe sowie technische, wirtschaftliche oder rechtliche Hemmnisse. Auf dieser Grundlage können geeignete Korrekturmaßnahmen festgelegt werden.

Die Ergebnisse des Controllings bilden zugleich eine Grundlage für die Kommunikation gegenüber Politik, Verwaltung, Öffentlichkeit und weiteren relevanten Akteuren. Die geeigneten Kommunikationswege werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

6.3 Kommunikation

Eine kontinuierliche und zielgruppengerechte Kommunikation unterstützt die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Relevante Akteure aus Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bevölkerung sollten regelmäßig über Ziele, wichtige Meilensteine und Fortschritte informiert werden. Transparente und konsistente Informationen können die Akzeptanz der Maßnahmen fördern, Hemmnisse frühzeitig sichtbar machen und die Beteiligung unterstützen.

Für die Ansprache der verschiedenen Zielgruppen empfiehlt sich eine Kombination unterschiedlicher Kommunikationskanäle. Multiplikatoren wie lokale Vereine, Energieagenturen, Medienschaffende oder Politiker können die Verbreitung von Informationen zusätzlich unterstützen.

6.3.1 Beteiligung während der Erstellung der Wärmeplanung

Ein zentraler Erfolgsfaktor für die kommunale Wärmeplanung war die frühzeitige und kontinuierliche Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung. Durch die aktive Einbindung von Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Netzbetreibern sowie weiteren Fachakteuren konnte ein praxisnahes Konzept erarbeitet werden, das eine breite Akzeptanz vor Ort sichert. Die Beteiligung erfolgte über verschiedene Formate, die sowohl Transparenz über den aktuellen Planungsstand schufen als auch Raum für eine aktive Mitwirkung boten.

Ablauf und Termine

Den Auftakt des Beteiligungsprozesses bildete die verwaltungsinterne Kick-Off-Veranstaltung am 13. November 2025, in deren Rahmen die Ziele, die Methodik sowie der vorgesehene Ablauf der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt wurden.

Im weiteren Projektverlauf erfolgte die fortlaufende fachliche Abstimmung mit dem Projektteam in rund zehn Online-Jour-Fixe-Terminen.

Gegen Ende des Projekts fand am 29. Juni 2026 die Vorstellung der Gesamtergebnisse im Gemeinderat statt. Das Gremium nahm die Ergebnisse zustimmend zur Kenntnis und beschloss den Abschlussbericht zur Kommunalen Wärmeplanung.

Den vorläufigen Abschluss der Öffentlichkeitsbeteiligung bildete die Bürgerinformationsveranstaltung am 02. Juli 2026 im Sitzungssaal des Rathauses Königsmoos. Neben der Präsentation der zentralen Ergebnisse durch das Projektteam stellte die Firma Florian & Krammer praxisrelevante Lösungen im Bereich erneuerbarer Heizungstechnologien, insbesondere Wärmepumpensysteme, sowie aktuelle Fördermöglichkeiten vor.

Beteiligte Akteure

Die Akteursbeteiligung umfasste ein breites Spektrum relevanter Interessengruppen und Entscheidungsträger:

- Verwaltung der Königsmoos mit Erstem Bürgermeister Marco Meir, Alt-Bürgermeister Heinrich Seißler (zu Projektbeginn) sowie Geschäftsleiter Gerhard Otillinger
- Gemeinderat der Gemeinde Königsmoos
- Fachplaner und das Projektteam
- ansässige Gewerbe- und Industrieunternehmen
- regionale Gasnetzbetreiber energie schwaben gmbh
- örtliche Stromnetzbetreiber Bayernwerk Netz GmbH
- potenzielle Wärmenetzbetreiber und Energieversorger
- lokale Interessensvertretungen und Bürgervereine wie die Bürger-Energie-Genossenschaft Neuburg-Schrobenhausen-Aichach-Eichstätt eG sowie Vertretungen der Wald- und Forstwirtschaft

Diese breite Einbindung stellte sicher, dass lokale Besonderheiten und fachspezifische Anforderungen fundiert in die Planung einfließen konnten.

Transparenz und Öffentlichkeitsarbeit

Eine transparente Kommunikation bildete einen wesentlichen Pfeiler des Planungsprozesses. Alle relevanten Zwischenschritte, Planungsstände und Endberichte wurden auf der Website der Gemeinde veröffentlicht. Ergänzend dazu informierten regelmäßige Pressemitteilungen und Veröffentlichungen im gemeindlichen Mitteilungsblatt bzw. in den lokalen Printmedien über den aktuellen Fortschritt der Wärmeplanung.

Fazit und Ausblick

Die zielgerichtete Einbindung der lokalen Akteure und der Bürgerschaft bildete eine entscheidende Grundlage für die Ausarbeitung des Wärmeplans in Königsmoos. Auf dieser Basis konnte ein fachlich fundierter und lokal abgestimmter Transformationspfad entwickelt werden, der die Weichen für eine verlässliche und klimaneutrale Wärmeversorgung stellt.

6.3.2 Strategien für eine transparente und bürgernahe Kommunikation

Für die weitere Kommunikation empfiehlt sich eine Kombination aus digitalen und klassischen Kanälen. Neben Printmedien, insbesondere lokalen Zeitungen und dem wöchentlich erscheinenden Mitteilungsblatt der Gemeinde Königsmoos, können weiterhin soziale Medien wie Instagram genutzt werden. Eine wiedererkennbare Gestaltung und ein zentraler Ablageort für weiterführende Informationen erleichtern die Orientierung.

Die Homepage der Gemeinde bietet unter der Rubrik Leben im Unterbereich Verkehr und Versorgen eine Plattform zur Information über die kommunale Wärmeplanung, die sukzessive ausgebaut und fortlaufend aktualisiert werden kann. Für Rückfragen und zur übergeordneten Steuerung kann Geschäftsleiter Gerhard Ottlinger als zentrale Ansprechperson benannt werden.

Des Weiteren ist es sinnvoll zur Förderung des direkten Informationsaustauschs ergänzend öffentliche Informationsabende sowie Workshops anzubieten. Die Öffentlichkeit sollte über wesentliche Fortschritte, Entscheidungen und Meilensteine der Wärmeplanung informiert werden. Die Inhalte sollten an den jeweiligen Kommunikationskanal angepasst werden. Tabelle 6.2 fasst geeignete Kanäle und Inhalte zusammen.

Tabelle 6.2: Kommunikationskanäle und geeignete Inhalte, eigene Darstellung

Kanal	Aktueller Sachstand	Veranstaltungen	Fördermöglichkeiten	Ergebnisse	Dialog & Feedback
Mitteilungsblatt & Lokalzeitungen	X	X			
Soziale Medien	X	X	X	X	
Website	X	X	X	X	
Informationsabende und Workshops				X	X

Ein weiterer Bestandteil der Kommunikation mit der Öffentlichkeit können Rückmeldemöglichkeiten per E-Mail, über ein Kontaktformular oder im Rahmen der Informationsveranstaltungen sein. Die Inhalte sollten fachlich präzise, klar strukturiert und allgemein verständlich aufbereitet werden. Abbildungen und Praxisbeispiele können komplexe Sachverhalte zusätzlich veranschaulichen. Abbildung 6.3 zeigt mögliche Inhalte für die Öffentlichkeitsarbeit.

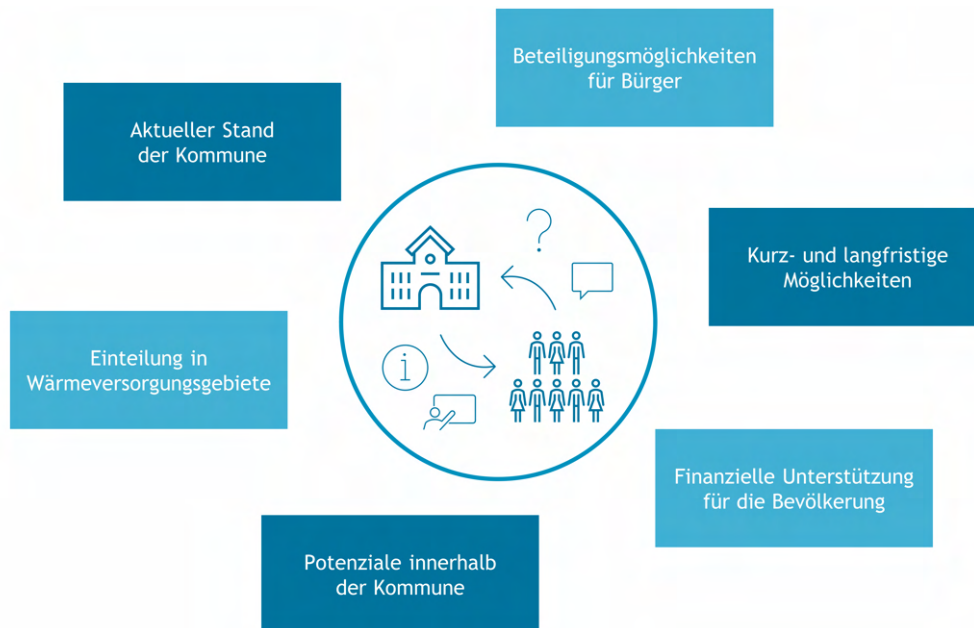


Abbildung 6.3: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung

6.4 Verstetigung

Die Verstetigungsstrategie dient dazu, die Umsetzung, das Controlling und die regelmäßige Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung dauerhaft in der Verwaltung zu verankern.

Ein wesentlicher Schritt ist die feste Zuordnung von Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung. Empfohlen wird eine zentrale Ansprechperson, die die übergeordnete Koordination der Wärmeplanung, das Maßnahmencontrolling und die Abstimmung der Kommunikation übernimmt. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den beteiligten Fachbereichen und externen Akteuren und koordiniert die regelmäßige Fortschreibung. Für die externe Kommunikation sollten klare Zuständigkeiten und interne Freigabeprozesse festgelegt werden.

Der erste Wärmeplan wurde von der Geschäftsleitung in Zusammenarbeit mit der Bayernwerk Netz GmbH und INEV erstellt. Da die Wärmeplanung als strategisches und fachübergreifendes Planungsinstrument enge Schnittstellen zur Bauleitplanung sowie zur Infrastrukturentwicklung aufweist, wird empfohlen, neben der Koordination durch die Geschäftsleitung auch das Bauamt als maßgeblichen Akteur innerhalb der Gemeindeverwaltung einzubinden. Dadurch können Schnittstellen zu Gebäudemanagement, Straßenbau, Bauleitplanung, Bauanträgen und Denkmalschutz effizient genutzt werden.

Für die Verstetigung ist zudem die bayerische Vollzugsstruktur relevant. Nach § 8 AVEn sind die Gemeinden die planungsverantwortlichen Stellen für die kommunale Wärmeplanung. Das Bayerische Landesamt für Maß und Gewicht ist für den Vollzug des *WPG* zuständig.

Die mit der kommunalen Wärmeplanung verbundenen zusätzlichen kommunalen Kosten werden durch den Freistaat Bayern über Konnexitätsmittel ausgeglichen. Für die Auszahlung ist das Bayerische Landesamt für Maß und Gewicht zuständig.

7 Fazit

Mit der vorliegenden kommunalen Wärmeplanung schafft die Gemeinde Königsmoos eine strategische und verlässliche Planungsgrundlage für die schrittweise Transformation der örtlichen Wärmeversorgung hin zur Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045. Auf Basis der durchgeführten Bestandsanalyse, der detaillierten Untersuchung der Energieinfrastruktur sowie der Bilanzierung der Wärmebedarfe und Treibhausgasemissionen wird der Handlungsbedarf vor Ort deutlich. Die Wärmeversorgung macht mit rund 70 % den überwiegenden Teil des gesamten Endenergieverbrauchs im Gemeindegebiet aus und wird bisher zu über 72 % durch fossile Energieträger, allen voran Heizöl, gedeckt. In Kombination mit einem hohen Anteil älterer Bausubstanz und vielen vor dem Austausch stehenden Heizungsanlagen bildet der Wärmesektor den zentralen Hebel für den lokalen Klimaschutz.

Die detaillierte Untersuchung potenzieller Wärmeversorgungsstrukturen zeigt ein klares Zielbild für Königsmoos. Aufgrund der ländlich geprägten, aufgelockerten Siedlungsstruktur und der daraus resultierenden geringen Wärmeliniendichten erweist sich der Neuaufbau zentraler Wärmenetze in allen untersuchten Ortsteilen sowie im Gewerbegebiet als wirtschaftlich nicht tragfähig. Auch eine leitungsgebundene Versorgung über ein Wasserstoffnetz scheidet mangels Gasinfrastruktur und industrieller Hochtemperaturabnehmer aus. Daher wird das Gemeindegebiet, mit Ausnahme der beiden bereits bestehenden, kleinräumigen Gebäudenetze in Königsmoos und Ludwigsmoos – für das Zieljahr 2045 als dezentrales Versorgungsgebiet ausgewiesen. Die zukünftige Wärmeversorgung stützt sich somit primär auf gebäudeindividuelle, erneuerbare Lösungen. Die Potenzialanalyse weist hierfür hervorragende Voraussetzungen aus. Insbesondere Umweltwärme über moderne Luft-Wasser-Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie sowie die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen bieten ein hohes Erschließungspotenzial. Flankiert wird dieser Umstieg durch die kontinuierliche energetische Sanierung der Gebäudehüllen, wodurch der Gesamtwärmebedarf bis 2045 um knapp 12 % gesenkt werden kann.

Darüber hinaus verdeutlicht die kommunale Wärmeplanung, dass die Wärmewende neben den technischen Aspekten in hohem Maße organisatorische, kommunikative und strategische Anforderungen mit sich bringt. Der Erfolg der Transformation hängt maßgeblich von der aktiven Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger sowie der lokalen Wirtschaft ab, da die Umsetzung im dezentralen Raum primär über private Investitionsentscheidungen erfolgt. Die Gemeinde Königsmoos nimmt hierbei eine aktive Rolle ein. Einerseits durch die Vorbildfunktion bei der energetischen Sanierung und Heizungserneuerung der eigenen Liegenschaften, andererseits durch ein niedrigschwelliges Informations- und Beratungsangebot, das Orientierung zu Fördermöglichkeiten und zukunftsfähigen Heiztechnologien bietet. Ergänzend können kleinräumige Nachbarschafts- und Gebäudenetze bei geeigneten Gegebenheiten im Einzelfall geprüft werden.

Die erarbeiteten Maßnahmen, das Controlling nach dem kontinuierlichen PDCA-Zyklus sowie das Zielszenario bilden einen strukturierten Handlungsrahmen für die kommenden Jahre. Gleichzeitig ist die kommunale Wärmeplanung als dynamischer Prozess zu verstehen, der gemäß den gesetzlichen Vorgaben spätestens alle fünf Jahre überprüft und an veränderte Rahmenbedingungen, technologische Fortschritte sowie rechtliche Anpassungen fortgeschrieben wird.

Insgesamt stellt die kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Königsmoos einen entscheidenden Schritt dar, um die Wärmeversorgung langfristig klimaneutral und bezahlbar auszurichten. Sie gibt Verwaltung, Politik, Unternehmen sowie den Bürgerinnen und Bürgern die notwendige Orientierungs- und Planungssicherheit, um die Wärmewende gemeinsam, eigenverantwortlich und nachhaltig zu gestalten.

8 Glossar

Abwärme Wärme, die als Nebenprodukt in Industrie, Gewerbe oder Kraftwerken entsteht. Statt sie ungenutzt entweichen zu lassen, kann sie für Heizung oder Warmwasser genutzt werden.

Amortisationszeit Zeitraum, bis die Investitionskosten einer Maßnahme durch Energieeinsparungen wieder ausgeglichen sind.

CO₂-Äquivalente (CO₂eq) CO₂-Äquivalente geben an, wie viel ein Treibhausgas zur Erderwärmung beiträgt – im Vergleich zur gleichen Menge Kohlenstoffdioxid. Sie sind eine vereinheitlichte Messgröße, mit der alle Treibhausgasemissionen zusammengefasst und verglichen werden können.

Dekarbonisierung Verringerung von CO₂-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien statt fossiler Brennstoffe wie Öl oder Gas.

Effizienzhaus Standard Einstufung, wie energiesparend ein Gebäude ist. Je niedriger die Zahl (z. B. Effizienzhaus 40), desto weniger Energie wird benötigt.

Emissionsfaktor Kennwert, der angibt, wie viele Treibhausgasemissionen bei der Nutzung einer bestimmten Energie- oder Brennstoffmenge entstehen. Er dient dazu, Verbräuche in Treibhausgasemissionen umzurechnen.

Fernwärme Wärme wird zentral (z. B. in einem Heizkraftwerk) erzeugt und über ein Leitungsnetz zu vielen Gebäuden transportiert.

Geothermie Nutzung von Wärme aus dem Erdreich oder Grundwasser. Die Temperaturniveau wird oft über Wärmepumpen angehoben und nutzbar gemacht.

Kommunale Wärmeplanung Gesetzlich geregelter Prozess, bei dem eine Kommune untersucht, wie sie ihre Wärmeversorgung klimafreundlich umbauen kann.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Technik, die gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dadurch wird Energie besonders effizient genutzt.

Kubatur Volumen beziehungsweise Rauminhalt eines Gebäudes oder Baukörpers. Sie wird üblicherweise in Kubikmetern angegeben.

Median Mittlerer Wert einer der Größe nach sortierten Datenreihe. Jeweils die Hälfte der Werte liegt unterhalb beziehungsweise oberhalb des Medians, wodurch einzelne Ausreißer das Ergebnis nur wenig beeinflussen.

Nahwärme Wie Fernwärme, aber für kleinere Gebiete (z. B. ein Dorf oder ein Stadtviertel). Die Abgrenzung zur Fernwärme erfolgt üblicherweise über die räumliche Ausdehnung und die Größe des Versorgungsnetzes.

Nettowärmeerzeugung Wärmemenge, die eine Erzeugungsanlage nach Abzug des für den Anlagenbetrieb benötigten Eigenverbrauchs tatsächlich zur weiteren Nutzung oder Verteilung bereitstellt.

TA-Lärm Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm. Sie legt fest, wie Geräusche von Anlagen beurteilt werden und welche Immissionsrichtwerte in der Umgebung einzuhalten sind.

Treibhausgasemissionen Gase wie CO₂ oder Methan, die zum Klimawandel beitragen.

Treibhausgasneutral Der Ausstoß und der Abbau von Treibhausgasen stehen im Gleichgewicht. Es werden nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen, als durch natürliche oder technische Prozesse wieder gebunden oder kompensiert werden können.

Trockenwetterabfluss Abfluss in einem Gewässer oder Kanal, der in niederschlagsfreien Zeiten auftritt. Er setzt sich insbesondere aus dauerhaft zufließendem Wasser zusammen und enthält keinen unmittelbaren Regenwasserabfluss.

U-Wert Kennwert für den Wärmedurchgang durch ein Bauteil, zum Beispiel eine Wand oder ein Fenster. Je niedriger der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils.

Umweltwärme Wärme, die in der Umgebungsluft, im Erdreich oder in Gewässern gespeichert ist. Sie kann insbesondere mithilfe von Wärmepumpen für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht werden.

Wasserstoffkernnetz Überregionales Leitungsnetz, das wichtige Erzeugungs-, Import-, Speicher- und Verbrauchsstandorte für Wasserstoff miteinander verbinden soll. Es bildet das Grundgerüst für den Aufbau einer zukünftigen Wasserstoffinfrastruktur.

Wärmebedarf berechnete Energiemenge, die nötig ist, um ein Gebäude zu heizen und Warmwasser bereitzustellen.

Wärmelinienichte bezeichnet die spezifische Wärmebedarfsmenge pro Trassenmeter eines potenziellen Wärmenetzes und dient als Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Netzauslegung.

Wärmeverbrauch tatsächlich gemessene Energiemenge, die ein Gebäude zum Heizen und für die Warmwasserbereitung benötigt.

9 Anhang

9.1 Maßnahmenkatalog

Die folgenden Seiten zeigen den individuellen Maßnahmenkatalog für die Gemeinde Königsmoos, welcher verschiedene Handlungsfelder umfasst. Zu gewissen Maßnahmen wurden bereits erste Schritte unternommen, jedoch ist eine konsequente Weiterführung notwendig, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen.

VV1 Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften

Verbrauchen & Vorbild
Strategisch, Organisatorisch

Die Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften soll sicherstellen, dass diese systematisch energetisch saniert werden. Die Priorisierung erfolgt nach Gebäudealter, Energieverbrauch und Nutzerintensität, um die größten THG-Einsparungen und Energieeffizienzgewinne zu erzielen. Die Priorisierungen des Sanierungsfahrplans sollten anhand des Gebäudealters und dem absoluten Energieverbrauch erfolgen. Damit können die ältesten und größten Verbraucher zuerst saniert werden und die größten Einsparungen (Treibhausgase und Energieverbrauch) erreicht werden. Des Weiteren sind Synergien mit anderweitigen Vorhaben zu berücksichtigen, beispielsweise für Instandsetzungsmaßnahmen des Brandschutzes. Zusätzlich kann die Nutzungsintensität (Anzahl Nutzer der Liegenschaft) einbezogen werden. Ein Sanierungsfahrplan nach festen Kriterien schafft Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Erfassung und Analyse der kommunalen Liegenschaften in Bezug auf Energieverbrauch, Alter und Nutzung
- Erstellung eines Sanierungsfahrplans mit Priorisierungskriterien
- Integration des Sanierungsfahrplans in den kommunalen Haushaltsplan
- Monitoring und Anpassung des Fahrplans nach Fortschritt und weiteren Anforderungen

Zielgruppe

- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

- Bau- und Liegenschaftsmanagement

- Gemeindeverwaltung
- Energieberater
- Planungsbüros
- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

●○○

Zeitlich

●○○

Priorität

●●●

THG-Reduktion

●○○

Energieeinsparung - Wärme

60 MWh

VV2 Heizungserneuerung in kommunalen Liegenschaften in dezentral versorgten Gebieten

Verbrauchen & Vorbild
Investiv

Mit dieser Maßnahme sollen kommunale Gebäude in dezentral versorgten Gebieten mit veralteter Heiztechnik auf effiziente und möglichst erneuerbare Heizsysteme umgerüstet werden. So kann die Gemeinde Königsmoos ihrer Vorbildfunktion gerecht werden und langfristig Betriebskosten sowie Emissionen senken. Ziel ist es, in dezentral gelegenen städtischen Gebäuden mit veralteter Heiztechnik schrittweise effiziente und umweltfreundlichere Heizsysteme zu installieren. Dabei soll, je nach Machbarkeit, auf erneuerbare Energieträger gesetzt oder hocheffiziente fossile Ersatzsysteme verwendet werden. Durch eine schrittweise, vollständige Erneuerung der Heizungen in den kommunalen Liegenschaften ergibt sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Erhebung der Bestandsdaten der Heizungsanlagen in dezentralen Liegenschaften
- Bewertung der technischen Erneuerbarkeit
- Einbindung von Fachplanern zur Auswahl geeigneter Systeme
- Prüfung und Beantragung von Fördermitteln
- Umsetzung der Maßnahme im Rahmen eines mehrjährigen Modernisierungsprogramms
- Nachfolgendes Monitoring und ggf. Nachjustierung

Zielgruppe

- Liegenschaftsverantwortliche

Initiatoren und Akteure

- Gebäudemanagement

- Planungsbüros
- Externe Fachleute
- Fördermittelgeber
- Energieberatende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung
- Förderung durch Bundesförderung effiziente Gebäude – BEG

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

●●○

Zeitlich

●○○

Priorität

●●●

THG-Reduktion

●○○

Energieeinsparung - Wärme

Austausch der Heizung verringert nicht den Verbrauch

VA1 Realisieren von Gebäudenetzen oder kalter Nahwärme

Anbieten

Organisatorisch, vernetzend

Die Realisierung von Gebäudenetzen soll die Energieeffizienz erhöhen, fossile Energieträger reduzieren und die Nutzung erneuerbarer Energien fördern. Dadurch werden sowohl Kosten als auch THG-Emissionen gesenkt. Gebäudenetze verbinden bis zu 16 Gebäude innerhalb einer Liegenschaft oder in direkter Nachbarschaft und ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme oder anderen erneuerbaren Energien. Dabei werden moderne, effiziente Technologien eingesetzt, um die Wärmeverteilung und -nutzung zu optimieren.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Analyse: Identifikation geeigneter Standorte und Wärmequellen
- Planung: Entwicklung eines Konzepts und Absprache mit den Gebäudeeigentümern
- Förderung: Beantragung von Fördermitteln zur finanziellen Unterstützung
- Umsetzung: Beauftragung qualifizierter Fachfirmen für Bau und Inbetriebnahme

Zielgruppe

- Bürger
- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

- Verwaltung
- Vertreter der Politik
- Bürger
- Gewerbetreibende

- Energieberater
- Fachplaner

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel des Betreibers
- Förderung durch Bundesförderung effiziente Gebäude – BEG
- ggf. Kombination mit KfW-Darlehen oder Landesprogrammen

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

●●●

Zeitlich

○●○

Priorität

●●○

THG-Reduktion

●●○

Energieeinsparung - Wärme

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

VA2 Ausbau PV Freiflächenanlagen

Versorgen & Anbieten

Investiv

Der Ausbau von PV-Freiflächenanlagen verfolgt das Ziel, die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien deutlich zu erhöhen und damit einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende zu leisten. PV-Freiflächenanlagen stellen ein großes Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien dar. Über den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen stellt die Gemeinde eine Versorgungssicherheit von erneuerbarem Strom sicher, welche, auch unter Anbetracht der, durch Sektorkopplung entstehenden, steigenden Strombedarfen für unter anderem Wärmepumpen, für eine klimaneutrale Entwicklung der Gemeinde unabdingbar sein wird. Zudem können zusätzliche Einnahmen für die Gemeinde generiert und regionale Wertschöpfung gefördert werden. Um den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen voranzutreiben können beispielsweise kommunale Grundstücke verpachtet, oder der Flächennutzungsplan angepasst werden. Durch diese Maßnahme wird keine Energie eingespart, nur substituiert. Durch BSKO resultiert hieraus auch keine Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Systematische Ermittlung geeigneter Flächen mit Priorisierung von Flächen mit minimalem Eingriff in Natur und Landschaft
- Erstellen eines kommunalen PV-Freiflächenkonzepts und vereinfachte und beschleunigte Genehmigungsverfahren
- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit um transparent über Vorteile, Standorte und Auswirkungen zu informieren
- Förderung privater und öffentlicher Investitionen
- Integration in bestehende Energiekonzepte

Zielgruppe

- Gemeinde
- Energiegenossenschaften
- Investoren

Initiatoren und Akteure

- Gemeinde
- Netzbetreibende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel (des Betreibenden)
- Investoren

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

●●○

Zeitlich

○○○

Priorität

●○○

THG-Reduktion

○○○

Energieeinsparung - Strom

Ein Ausbau von PV-Anlagen resultiert in keiner Energieeinsparung

MB1: Öffentlichkeitsarbeit: Niedrigschwelliges Informationsangebot

Motivieren & Beraten
kommunikativ

Die Informationen zu den Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde sollen leicht zugänglich sein und alle Bürger erreichen. Dasselbe gilt für Informationen und Hinweise zur Umsetzung eigener Maßnahmen und Förderungsmöglichkeiten. Dafür ist die Nutzung verschiedener Kanäle der Öffentlichkeitsarbeit erforderlich. Durch den niedrigschwelligen Zugang zu Informationen und Förderprogrammen wird erwartet, dass sowohl Effizienzpotenziale als auch die Umrüstung von Wärmeerzeugern vermehrt genutzt werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

Mögliche Kommunikationswege sind die Tageszeitung, Website der Stadt, soziale Medien und Flyer/Plakate. So kann z.B. durch QR-Codes der Zugang zu den Informationen der Stadt-Website erleichtert werden, auf welcher der Umsetzungsstand geplanter Maßnahmen und Hinweise zum klimabewussten Handeln und Förderungsmöglichkeiten geteilt werden. Darüber hinaus sind die Zielgruppen im Rahmen von Kampagnen, Aktionen und Veranstaltungen zu informieren, zu motivieren und zu beteiligen.

Zu teilende Informationen:

- Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde
- Aufklärung zur Umsetzung von Maßnahmen
- Informationsveranstaltungen
- Information an Bürger zu Energie und Klimaschutz
- Tipps zum Energiesparen
- Verlinkung zu Verbraucheraufklärung und Fördermöglichkeiten
- Möglichkeiten für regionales Engagement aufzeigen
- Für den Aufbau und die Pflege zur Nut-

zung von Social-Media-Kanälen kann eine Werkstudierendenstelle und die Einbindung der Pressestelle hilfreich sein

Zielgruppe

- Einwohner
- GHD

Initiatoren und Akteure

- Verwaltung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Marketing und Social Media

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

●○○

Zeitlich

●○○

Priorität

●●●

THG-Reduktion

○○○

Energieeinsparung - Wärme / Strom

120 MWh

10 Verweise

- [1] OpenStreetMap contributors. Openstreetmap. URL <https://www.openstreetmap.org>. Zugriff am 14.08.2026.
- [2] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Schutzgebiete des naturschutzes, . URL https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/pretty_downloaddienst.htm?dld=schutzgebiete.xml#Landschaftsschutzgebiete. OpenData, halbjährlich aktualisiert; Zugriff am 14.08.2026.
- [3] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Kurzgutachten zur eignungsprüfung für die kommunale wärmeplanung, 2025. Kommunenspezifisches Kurzgutachten; Kommune und Ausgabedatum im jeweiligen Projekt ergänzen.
- [4] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Fördersätze beg - stand juli 2026, 2026. Förderkonditionen von KfW/BAFA nach der Neufestlegung der Fördersätze.
- [5] Sara Ortner, Angelika Paar, Lea Johannsen, Philipp Wachter, Dominik Hering, Martin Pehnt, et al. Leitfaden wärmeplanung: Empfehlungen zur methodischen vorgehensweise für kommunen und andere planungsverantwortliche, 2024. URL <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/leitfaden-waermeplanung-empfehlungen-zur-methodischen-vorgehensweise-fuer-kommunen-und-andere-planungsverantwortliche>. Zugriff am 14.08.2026.
- [6] Bayerische Vermessungsverwaltung. 3d-gebäudemodelle (lod2), . URL <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>. OpenData, laufend aktualisiert; Zugriff am 14.08.2026.
- [7] Bayerische Vermessungsverwaltung. Alkis®-tatsächliche nutzung (tn), . URL <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=tatsaechlichenutzung>. OpenData, monatlich aktualisiert; Zugriff am 14.08.2026.
- [8] Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Zensus 2022: Gebäude- und wohnungszählung sowie gitterzellenbasierte ergebnisse, 2022. URL https://www.zensus2022.de/DE/Aktuelles/Ankuendigung_Zensus-Atlas_weitere_Auswertungen.html. Stichtag 15.05.2022; Ergebnisse unter anderem in 100-m-Gitterzellen; Zugriff am 14.08.2026.
- [9] Nikolaus Diefenbach. Basisdaten für hochrechnungen mit der deutschen gebäudetypologie des iwu, 2013. URL <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebaeudetypologie/>. Neufassung Oktober 2013.
- [10] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Leitfaden energieausweis teil 1: Energiebedarfsausweis – datenaufnahme wohngebäude, 2022. URL <https://www.dena.de/infocenter/leitfaden-energieausweis-teil-1/>. Zugriff am 14.08.2026.
- [11] Frank Dünnebeil, Benjamin Gugel, Nicole Rogge, Lena Schreiner, and Philipp Wachter. Bisko bilanzierungssystematik kommunal: Methoden und daten für die kommunale treibhausgasbilanzierung für den energie- und verkehrssektor in deutschland, 2025. URL <https://difu.de/publikationen/2025/bisko-bilanzierungssystematik-kommunal-0>. Methodenpapier, Version Juli 2024.

- [12] Klima-Bündnis Services GmbH. Klimaschutz-planer. URL <https://www.klimaschutz-planer.de/>. Webbasiertes Bilanzierungswerkzeug; Zugriff am 14.08.2026.
- [13] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Förderdaten solarthermie – kommunenspezifischer datenauszug, 2023. Projektbezogene Datengrundlage. Konkreten Datenauszug, Abrufdatum und gegebenenfalls Umrechnung von Kollektorfläche in Wärme-ertrag im jeweiligen Projekt dokumentieren.
- [14] Michel Allekotte, Kirsten Biemann, Marie Colson, Christoph Heidt, Jan Kräck, and Wolfram Knörr. Aktualisierung tremod 2024, 10 2025. URL <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-tremod-2024>. Zugriff am 14.08.2026.
- [15] Simon Greif. *Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland*. PhD thesis, Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, 2023. URL <https://mediatum.ub.tum.de/1702065>. Dissertation, 195 Seiten; veröffentlicht am 25.08.2023.
- [16] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sechste allgemeine verwaltungsvorschrift zum bundes-immissionsschutzgesetz (technische anleitung zum schutz gegen lärm – ta lärm), 1998. Vom 26.08.1998, zuletzt geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017.
- [17] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Energie-atlas bayern, . URL <https://www.energieatlas.bayern.de/>. Dynamisches Karten- und Informationsangebot; Zugriff am 14.08.2026.
- [18] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Gewässerkundlicher dienst bayern: Abfluss, . URL <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/tabellen>. Mess- und Kennwerte zu Abflüssen bayerischer Gewässer; Zugriff am 14.08.2026.
- [19] Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). Undine – informationsplattform zu hydrologischen extremereignissen. URL <https://undine.bafg.de/>. Entwicklung und Pflege durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde; Zugriff am 14.08.2026.
- [20] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). Wärmegewinnung aus fließgewässern – betreibhinweise zur planung, genehmigung und betrieb von wärmetauscheranlagen. Technical report, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2025.
- [21] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Wald im wandel: Ergebnisse der vierten bundeswaldinventur in bayern, 10 2024. URL https://www.lwf.bayern.de/service/publikationen/lwf_spezial/362533/index.php.
- [22] Nikolaus Diefenbach, Marc Großklos, and Andreas Enseling. Auf dem weg zur klimaneutralität: Kosten und co₂-emissionen bei der wohngebäude-wärmeversorgung, 2025. URL <https://www.iwu.de/research/gebaeudebestand/beitrag-der-wohngebaeude-fuer-eine-co2-freie-energieversorgung/>. Endbericht vom 10.07.2025; Zugriff am 14.08.2026.
- [23] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). Faustzahlen zur biogaserzeugung. URL <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>. Richtwerte unter anderem zu Biogas- und Methanerträgen landwirtschaftlicher Substrate; Zugriff am 14.08.2026.

- [24] Bayerisches Landesamt für Umwelt. Bayerischer windatlas: Potenzial prüfen – der windatlas, 2021. URL <https://www.energieatlas.bayern.de/erneuerbare-energien/windenergie/potenzial>. Windatlas mit standortspezifischen Jahreserträgen unter anderem für 160 m Höhe; Zugriff am 14.08.2026.
- [25] Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG). Sanierungsquote 2025: Talfahrt für energetische gebäudesanierung geht weiter, 2 2026. URL <https://buveg.de/pressemitteilungen/sanierungsquote-2025-talfahrt-fuer-energetische-gebaeudesanierung-geht-weiter/>. Sanierungsquote Wohngebäude 2025: 0,67 %; Zugriff am 14.08.2026.
- [26] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Kww-technikkatalog wärmeplanung, 2025. URL <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument>. Aktualisierte Fassung Dezember 2025; Zugriff am 14.08.2026.