

Stadt Moosburg

Kommunale Wärmeplanung der Stadt Moosburg

Abschlussbericht

Stand 17.03.2025



Stadt
Moosburg
an der Isar

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bearbeitung durch:

Energie Südbayern GmbH

PricewaterhouseCoopers GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Auftraggeber

Stadt Moosburg an der Isar



Inhaltsverzeichnis

1.	Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Moosburg	9
1.1.	Rechtlicher Rahmen	9
1.2.	Aufbau und Ablauf der Wärmeplanung	9
1.3.	Organisatorischer Rahmen	10
1.4.	Datenerhebung	11
1.5.	Datenverarbeitung	12
2.	Das geplante Gebiet im Überblick	13
2.1.	Beschreibung des geplanten Gebiets	13
2.2.	Status Quo Wirtschaft	13
3.	Akteursbeteiligung und Kommunikation	14
3.1.	Hintergrund und Vorgehen	14
3.2.	Beteiligungskonzept	14
3.3.	Öffentlichkeitsarbeit	15
4.	Bestandsanalyse	16
4.1.	Hintergrund und Vorgehen	16
4.2.	Daten	18
4.3.	Gebäudestruktur	19
4.3.1.	Gebäudestruktur und Gebäudenutzung	19
4.4.	Versorgungs- und Beheizungsstruktur	23
4.5.	Gasnetzinfrastruktur	24
4.6.	Wärmenetzinfrastruktur	25
4.6.1.	Schwerpunktgebiete dezentrale Versorgung	27
4.6.2.	Wärmespeicher	28
4.7.	Wärmebedarf und Energiebilanz	28
4.8.	Erneuerbare Energien	32
4.9.	Treibhausgasemissionen	34
4.10.	Zusammenfassung	37
5.	Potenzialanalyse	39
5.1.	Hintergrund und Vorgehen	39
5.2.	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs	41
5.1.	Zukünftiger Wärmebedarf	42
5.2.	Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung	43
5.2.1.	Wasserstoff	43
5.2.2.	Tiefe und mitteltiefe Geothermie	48
5.2.3.	Oberflächennahe Geothermie	50
5.2.4.	Grundwasserwärmepumpen	52
5.2.5.	Solarthermie auf einzelnen Gebäuden	53
5.2.6.	Solarthermie auf Freiflächen	54
5.2.7.	Großwärmespeicher	55

5.2.8.	Oberflächengewässer	56
5.2.9.	Umgebungsluft/Außenluft	58
5.2.10.	Biomasse aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und biogenen Reststoffen	59
5.2.11.	Klärgas	60
5.2.12.	Deponiegas	60
5.2.13.	Grubenwasser	60
5.2.14.	Thermische Abfallbehandlung	60
5.2.15.	Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben	60
5.2.16.	Abwasser	61
5.3.	Zusammenfassung	62
6.	Zielszenario	64
6.1.	Hintergrund und Vorgehen	64
6.2.	Einteilung des Stadtgebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	65
6.2.1.	Identifizierung wesentlicher Wärmeversorgungsarten	65
6.2.2.	Einteilung wesentlicher Versorgungsgebiete	65
6.2.3.	Wärmenetzgebiete	67
6.2.4.	Wasserstoffgebiete	68
6.2.5.	Gebiete mit dezentraler Versorgung	70
6.2.6.	Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung	72
6.2.7.	Zusammenfassung	74
6.2.8.	Vergleich zentraler und dezentraler Wärmeerzeugungsoptionen	75
6.2.9.	Finalisierung der Netzgebiete und Wärmeerzeugungsoptionen	75
6.3.	Das maßgebliche Zielszenario	76
6.3.1.	Festlegung und Beschreibung des maßgeblichen Zielszenarios	76
6.3.2.	Auswertung des maßgeblichen Zielszenarios	77
6.4.	Zusammenfassung	87
7.	Umsetzungsstrategie & -maßnahmen	88
7.1.	Schlüsselkomponenten der Umsetzungsstrategie	88
7.2.	Planung der Maßnahmen und Fokusgebiete	88
7.2.1.	Schritt 1: Maßnahmen aus Bestands- und Potentialanalyse und Zielszenario	89
7.2.2.	Schritt 2: Sortierung der Maßnahmen	89
7.2.3.	Schritt 3: Priorisierung der Maßnahmen	91
7.2.4.	Schritt 4: Steckbriefe und Fokusgebiete	92
7.2.5.	Priorisierte Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe	93
7.2.6.	Fokusgebiete	99
8.	Verstetigungskonzept	105
8.1.	Hintergrund und Vorgehen	105
8.2.	Verstetigung in Politik und Verwaltung	105
8.3.	Verstetigung in der Stadtgesellschaft	106
8.4.	Verstetigung im kommunalen Kontext	107

9.	Monitoring & Controlling	108
9.1.	Hintergrund und Vorgehen	108
9.2.	Ressourcenbedarf	108
9.3.	Integration des digitalen Zwillings in das Monitoring-Konzept.....	108
9.4.	Rahmenbedingungen für das Controlling-Konzept.....	109
10.	Fazit.....	110

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung.....	9
Abb. 2: Vorgehen im Rahmen der Akteursbeteiligung und Kommunikation	14
Abb. 3: Baublockbezogene überwiegende Gebäudeart nach Fläche	19
Abb. 4: Gebäudetypen nach Anzahl, Fläche und Wärmeverbrauch	20
Abb. 5: Großverbraucher mit einem Jahresverbrauch über 2,5 GWh.....	21
Abb. 6: Anteil von Großverbrauchern am Gesamtenergiebedarf für Wärme	21
Abb. 7: Baublockbezogene Darstellung der Baujahresklassen.....	22
Abb. 8: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach Baualtersklassen	23
Abb. 9: Energieträgerverteilung nach Anzahl der installierten Heizungen	23
Abb. 10: Baublockbezogene Verteilung der Energieträger nach überwiegender Anzahl	24
Abb. 11: Erdgasanteil am Wärmeverbrauch.....	25
Abb. 12: Wärmenetz der Bader Energie GmbH	26
Abb. 13: Energieträgerverteilung des Wärmenetzes an der Wärmemenge.....	27
Abb. 14: Baublockbezogener absoluter Wärmeverbrauch.....	28
Abb. 15: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern	28
Abb. 16: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern	29
Abb. 17: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren.....	30
Abb. 18: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern und Sektoren.....	30
Abb. 19: Spezifischer Wärmeverbrauch in Form einer baublockbezogenen Darstellung.....	31
Abb. 20: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinien-dichte	32
Abb. 21: Gebäude mit einer bestehenden Aufdachanlage.....	33
Abb. 22: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme	34
Abb. 23: THG-Emissionen (Endenergieverbrauch) für Wärme nach Energieträgern	34
Abb. 24: THG-Emissionen (Endenergieverbrauch) für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern	35
Abb. 25: Baublockbezogene Darstellung der Treibhausgasemissionen.....	36
Abb. 26: Anteil der Treibhausgasemissionen nach Sektoren.....	36
Abb. 27: Erneuerbare Wärmepotenziale, Wärmebedarfsreduktion und Wärmespeicher im Rahmen der KWP.....	39
Abb. 28: Abgrenzung der unterschiedlichen Potenzialbegriffe	40
Abb. 29: Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion im Bereich Wohngebäuden	42
Abb. 30: Das geplante Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland im Jahr 2032	44
Abb. 31: Gasnetzinfrastruktur in Moosburg a.d. Isar.....	45
Abb. 32: Importkorridore für Wasserstoff.....	46
Abb. 33: Wasserstoffaktivitäten in Bayern.....	48
Abb. 34: Tiefe der für die tiefe Geothermie relevanten Gesteinsschichten.....	49
Abb. 35: Potenzial oberflächennahe Geothermie dezentral.....	51
Abb. 36: Potenzial oberflächennahe Geothermie zentral.....	52
Abb. 37: Potenzial zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.....	53
Abb. 38: Potenzial zur Nutzung von Solarthermie dezentral.....	54
Abb. 39: Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen	55
Abb. 40: Potenzial zur Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärme-erzeugung	57
Abb. 41: Potenzial zur Nutzung von Außenluft in der Wärme-erzeugung	59
Abb. 42: Potenzial zur Nutzung von Biomasse aus der Landwirtschaft.....	60
Abb. 43: Iterativer Prozess zur Einteilung des Plangebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	66
Abb. 44: Wärmenetzgebiete auf Basis der prognostizierten Wärmenetz-zeichnung im Zieljahr	67
Abb. 45: Wasserstoffnetzgebiet für das Zieljahr 2035.....	69
Abb. 46: Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2035	71
Abb. 47: Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung.....	73
Abb. 48: Gesamte Gebietseinteilung des Plangebiets	74
Abb. 49: Endenergieverbrauch Sektor Wohnen im Zielszenario „Wärmenetz“	77
Abb. 50: Endenergieverbrauch im Sektor Wohnen im Zielszenario „Wasserstoff“	77
Abb. 51: Endenergieverbrauch im Sektor GHD im Zielszenario „Wärmenetz“	78
Abb. 52: Endenergieverbrauch im Sektor GHD im Zielszenario „Wasserstoff“	78
Abb. 53: Endenergieverbrauch im Sektor Industrie in Zielszenario „Wärmenetz“	78
Abb. 54: Endenergieverbrauch im Sektor Öffentlich im Zielszenario „Wärmenetz“	79
Abb. 55: Endenergieverbrauch im Sektor Öffentlich im Zielszenario „Wasserstoff“	79
Abb. 56: Treibhausgasemissionen im Zielszenario „Wärmenetz“	80
Abb. 57: Treibhausgasemissionen im Zielszenario „Wasserstoff“	80
Abb. 58: Eingespeiste Energiemenge für leitungsgebundene Wärme im Zielszenario „Wärmenetz“	81

Abb. 59: Eingespeiste Energiemenge für leitungsgebundene Wärme im Zielszenario „Wasserstoff“	81
Abb. 60: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario „Wärmenetz“	82
Abb. 61: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario „Wasserstoff“	82
Abb. 62: Anzahl der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario Wärmenetz.....	83
Abb. 63: Anzahl der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wasserstoff“	83
Abb. 64: Anteil der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wärmenetz“	83
Abb. 65: Anteil der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wasserstoff“	84
Abb. 66: Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wärmenetz“	84
Abb. 67: Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wasserstoff“	84
Abb. 68: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wärmenetz“	85
Abb. 69: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wasserstoff“	85
Abb. 70: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträger im Zielszenario „Wärmenetz“	85
Abb. 71: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträger im Zielszenario „Wasserstoff“	86
Abb. 72: Anteil des Endenergieverbrauchs aus Gasnetzen im Zielszenarios „Wärmenetz“	86
Abb. 73: Anteil des Endenergieverbrauchs aus Gasnetzen im Zielszenarios „Wasserstoff“	86
Abb. 74: Schritte für die Ableitung der Maßnahmen zur Umsetzungsstrategie der Wärmeplanung	89
Abb. 75: Maßnahmenübersicht zur Umsetzungsstrategie	91
Abb. 76: Übersicht über die Kriterien und Anforderungen bei der Priorisierung der Maßnahmen.....	92
Abb. 77: Anhaltspunkte für die Auswahl von Fokusgebieten	99
Abb. 78: Fokusgebiet 1 - Südlicher Teil Quartier Neustadt	100
Abb. 79: Fokusgebiet 2 - Stadtkern	102
Abb. 80: Fokusgebiete 2 – Sanierungspotentiale im Stadtkern und indikative Sanierungsgebiete	104

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zur Datenerhebung.....	18
Tabelle 2: Trassenlänge und Gesamtanzahl der Anschlüsse nach Druckebene des Gasnetzes	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 3: Wärmebedarfsreduktion im Bereich Wohngebäude (ca. 20 GWh/a)	41
Tabelle 4: Wärmebedarfsreduktion im Bereich Nichtwohngebäude (ca. 60 GWh/a).....	41
Tabelle 5: Potenziale für Wärmebedarfsreduktion, erneuerbare Wärme, Wasserstoff und Abwärmequellen.....	62
Tabelle 6: Ergebnisdarstellung der Kosten- und Risikobewertung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 7: Risiken zur Erschließung und Nutzung von zentralen Wärmepotenzialen.....	68
Tabelle 8: Risiken zur Erschließung und Nutzung von dezentralen Wärmepotenzialen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 9: Übergeordnete Risiken für dezentrale Wärmeversorger	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 10: Vergleich Wärmeversorgungsoptionen Szenarien „Wärmenetz“ und „Wasserstoff“.....	76

1. Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Moosburg

1.1. Rechtlicher Rahmen

Der Endenergieverbrauch für Wärme wird in Deutschland derzeit überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt. Vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung des Wärmesektors hat die Bundesregierung als eine Maßnahme das Wärmeplanungsgesetz (WPG) für die kommunale Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze verabschiedet. Ziel dieses Vorhabens war es, die Erzeugung und die Versorgung mit Wärme auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umzustellen, um dadurch eine nachhaltige sowie wirtschaftlich tragfähige treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2045 in Deutschland sicherzustellen.

Gemäß § 13 WPG umfasst die Wärmeplanung die Eignungsprüfung, die Bestandsanalyse, die Potentialanalyse, die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios, die Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr und die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen (vgl. auch 2.1).

Mit der Verabschiedung und dem Inkrafttreten des WPG zum 1. Januar 2024 sind die rechtlichen Grundlagen für die verbindliche Einführung einer flächendeckenden Wärmeplanung in ganz Deutschland geschaffen worden. Für Kommunen mit einer Größe von weniger als 100.000 Einwohnern, wie die Stadt Moosburg, wurde eine Pflicht zur Durchführung der Wärmeplanung bis zum 30. Juni 2028 gesetzlich verankert. Die Stadt Moosburg, die bereits 2007 den Beschluss gefasst hat, bis zum Jahr 2035 klimaneutral zu sein, begann mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans im Januar 2024. Mit der Erstellung des Wärmeplans stieg die Stadt Moosburg in den eigentlichen Wärmeplanungsprozess ein. Dieser Prozess startete mit der Planaufstellung und endet mit dem strategischen Ziel der Dekarbonisierung des Wärmesektors mit Erreichung des Bundesziel im Jahre 2045.

1.2. Aufbau und Ablauf der Wärmeplanung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgte in fünf Phasen:



Abb. 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung

Ausgehend von der Bestandsanalyse und der Potentialanalyse wurde im Rahmen des Wärmeplans ein Zielszenario erarbeitet, welches die Grundlage für die Einteilung des Stadtgebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Umsetzungsstrategie bildet. Alle Phasen der Wärmeplanung wurden in einen **Beteiligungs- und Kommunikationsprozess** eingebettet, um Bürgerinnen und Bürgern sowie die lokalen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen (im weiteren Bericht zusammenfassend als Akteure oder Akteursgruppen bezeichnet) zu informieren und Gelegenheit zur Mitwirkung zu bieten. Die Inhalte der einzelnen Phase lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die **Bestandsanalyse** liefert eine detaillierte Momentaufnahme der aktuellen Wärmeversorgung. Sie umfasst die Erhebung und Auswertung von Daten zum Gebäudebestand, zur Infrastruktur und zum derzeitigen Energiebedarf bzw. -verbrauch und den damit verbundenen Emissionen im Wärmesektor. Diese Phase bildet die Grundlage für alle weiteren Schritte der Wärmeplanung, indem sie ein detailliertes Bild der Ausgangssituation zeichnet.

- Im zweiten Schritt wurden bei der **Potenzialanalyse** die Möglichkeiten für eine umweltfreundlichere und effizientere Wärmeversorgung untersucht. Ziel dieser Projektphase war es, Potenziale für Energieeinsparungen, den Einsatz erneuerbarer Energien und die Nutzung lokaler Abwärmequellen zu identifizieren.
- Das **Zielszenario** ist das zentrale Element des Wärmeplans. Ausgehend von den Grundlagenermittlungen im Rahmen von Bestands- und Potentialanalyse wurden Teilgebiete hinsichtlich ihrer Eignung als Wärmenetzgebiet, als Wasserstoffnetzgebiet oder als Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung bewertet. Für das Zieljahr 2035 wurden voraussichtliche **Wärmeversorgungsgebiete** benannt. Das ausgewählte Zielszenario stellt die langfristige Vision dar, an der sich alle weiteren Planungs- und Umsetzungsmaßnahmen orientieren.
- In der **Umsetzungs- bzw. Wärmewendestrategie** wurden die Punkte und Schritte zusammengefasst, die zur Erreichung des Zielszenarios erforderlich sind. Hier wurde ein Transformationspfad mit Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und einem Zeitplan für die nächsten Jahre erarbeitet. Neben technischen Maßnahmen und Projekten wurden auch übergeordnete Aspekte wie Kommunikation, Beratung, und Informationsbereitstellung einbezogen.

In allen Phasen der Wärmeplanung wurde angestrebt, die für die jeweiligen Fragestellungen zuständigen Bereiche und Experten der Stadtverwaltung einzubinden, um sicherzustellen, dass die Auswertungen lokaler Gegebenheiten plausibilisiert werden können und dass geplante Maßnahmen in der Praxis umsetzbar sind. Auch wurde damit angestrebt, die Wärmetransformation als einen elementaren Bestandteil der lokalen Stadtentwicklung zu verankern und die Etablierung einer **kontinuierlichen Fortschreibung der Wärmeplanung** und einer regelmäßigen Überprüfung des Soll- und Ist-Zustandes sicherzustellen.

1.3. Organisatorischer Rahmen

Für die Organisation des Wärmeplanungsprozesses wurde eine Steuerungsgruppe aus dem Leitungspersonal der Stadtverwaltung, dem Bürgermeister mit der Geschäftsleitung, dem Stadtkämmerer, dem Klimaschutzmanagement, den Abteilungsleitern und dem technischen Beigeordneten gebildet. Die Steuerungsgruppe delegierte die Aufgaben an die KWP-Koordinierungsstelle, bestehend aus Fachpersonal der Stadt Moosburg, der Energie Südbayern GmbH (ESB) und PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (PwC). Hier erfolgte die Koordination der Planungsabläufe, die Auswahl der zu involvierenden Akteure und die Dokumentation sowie die Erstellung des Wärmeplans.

Die Umstellung auf klimafreundliche Wärmetechnologien und erneuerbare Energien soll vor allem die dominierende Rolle fossiler Energieträger in der Versorgung schrittweise reduzieren. Diese Entwicklung erfordert wohlüberlegte technologie-offene und wirtschaftliche Abwägungen. Deshalb wurden die aus der Planung resultierenden Anpassungserfordernisse, wie die Möglichkeiten zur Energieeinsparung, die Schaffung von Wärmenetzen oder die Möglichkeit zur Nutzung von Wasserstoff, mit lokalen Akteuren diskutiert. Um diesen Abstimmungsprozess zu gewährleisten, fanden im Projektzeitraum regelmäßige Abstimmungstermine in Einzelterminen statt.

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung in Moosburg umfasste die Identifikation von Potenzialen für die Nutzung erneuerbarer Energien wie bspw. Solarthermie, Geothermie oder Biomasse. Auch wurden die Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz bestehender Gebäude adressiert. Diese Themen wurden mit der Stadt Moosburg und den relevanten Akteuren diskutiert, um zu klären, welche Vorarbeiten und Planungen für diesen Bereich existieren und welche Einschränkungen für die Erschließung dieser Wärmepotenziale zu berücksichtigen sind.

Zudem wurde die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern und lokalen Unternehmen in den Planungsprozess berücksichtigt und über entsprechende Beteiligungsangebote wie die Präsentation der Zwischenergebnisse im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung und der Präsentation der Zwischenergebnisse im Rat der Stadt Moosburg sichergestellt. Alle relevanten Informationen wurden zudem auf der Internetseite der Stadt Moosburg zugänglich gemacht (vgl. hierzu Kapitel 3).

Die Organisation der Wärmeplanung wurde so aufgesetzt, dass nach der Ertaufstellung des Wärmeplans eine unmittelbare Weiternutzung für die Umsetzung möglich ist. Die Wärmeplanung wurde als der Beginn eines langfristigen Prozesses der Wärmetransformation verstanden, der im Zeitverlauf überwacht und gegebenenfalls angepasst werden muss.

Dazu ist u.a. auch die stetige Überprüfung und ggf. Konsolidierung der Einteilung des beplanten Gebietes in Wärmeversorgungsgebiete notwendig. Durch die lokale Verankerung der Wärmetransformation als dauerhafter Prozess können zielgerichtet Infrastrukturmaßnahmen für die Wärmeversorgung im Stadtgebiet vorangetrieben werden und Orientierungshilfen für Bürgerinnen und Bürger und die lokal ansässigen Unternehmen bereitgestellt werden.

Mit diesem organisatorischen Vorgehen legte die Stadt Moosburg die kommunale Wärmeplanung als ein Instrument für strategische Planungs- und Investitionsentscheidungen sowie für die städtebauliche Planung an und möchte in der Umsetzungsphase darauf hinwirken, dass neben der Erreichung der Ziele zur Dekarbonisierung des Wärmesektors auch eine Stärkung der lokalen Wirtschaft und der Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger der Stadt Moosburg angestrebt wird.

1.4. Datenerhebung

Im Verlauf der kommunalen Wärmeplanung bildeten detaillierte Erhebungen und Analysen von Daten wie bspw. über den Wärmebedarf die Grundlage zur Erarbeitung eines Transformationspfades. Dabei waren insbesondere Kenntnisse über die Nutzungsschwerpunkte, die Baujahre sowie die Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude von Bedeutung. Zur Erlangung dieser Kenntnisse, wurden die hierfür relevanten Daten weitestgehend aus öffentlich zugänglichen Quellen bezogen und auf Konsistenz plausibilisiert.

Neben den öffentlich zugänglichen Daten, wurden auch Informationen von verschiedenen Verwaltungsbereichen der Stadt (u.a. Bebauungspläne oder Informationen zur Infrastruktur) sowie von lokalen Akteuren wie den Netzbetreibern zur Auswertung herangezogen. Dabei handelte es sich nicht nur um gebäudebezogene Daten, sondern auch um Informationen über den Aufbau der leitungsgebundenen Energieversorgung¹. Zudem wurden Daten der Schornsteinfeger eingeholt.²

Die beschriebenen Daten wurden mit Geodaten über Straßennetze oder Ortsteilgrenzen ergänzt und dann für die Wärmeplanung als georeferenzierte Stammdatensatz in ein Geoinformationssystem (GIS) eingepflegt. Dieses digitale Abbild konnte dann u.a. für die Analyse der Gebäudestruktur und der damit verbundenen räumlich aufgelösten Wärmebedarfe genutzt werden. Im Laufe der Wärmeplanung wurde diese Datenbasis sukzessive mit weiteren Daten angereichert. Hierzu gehörten insbesondere die Daten, die im Rahmen der Potentialanalyse über die Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Wärmequellen erhoben wurden. Zudem wurden weitere Abfragen bei lokalen Akteuren durchgeführt und in den Datensatz aufgenommen. Zu nennen ist hier u.a. die Datenabfrage bei Großverbrauchern (Industrie) zu den Möglichkeiten der Abwärmenutzung.

Über das GIS wurden nicht nur Ist-Daten erfasst, sondern auch Berechnungen und Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sowie daraus hergeleitete Kennzahlen wurden im Datenmodell gespeichert und als Grundlage für die Wärmeplanung genutzt und dokumentiert. Ergänzende Berechnungsroutinen wurden aufgebaut, um ausgehend vom Stammdatensatz simulieren zu können, welchen Beitrag bestimmte Maßnahmen zur angestrebten Wärmetransformation leisten können und ob eine Aufnahme der Maßnahmen in das Zielszenario und die Gesamtstrategie für die Wärmewende stattfinden sollte.

Ergänzend zur digitalen Datenerfassung und -analyse fand die Einbindung von lokalen Akteuren zur Plausibilisierung der erhobenen und berechneten Daten statt. Konsultationen mit relevanten Stakeholdern trugen dazu bei, die Plausibilität der erhobenen Daten zu überprüfen und zusätzliche qualitative und teils auch quantitative Informationen zu gewinnen. Diese Zusammenarbeit förderte

¹ Dazu gehören Verbrauchsdaten der mit Erdgas versorgten Gebäude oder Daten zur Gasinfrastruktur (Gasversorgungsnetze).

² Bei der Datenerhebung wurden die Vorgaben zur Einhaltung des Datenschutzes berücksichtigt (Siehe dazu 4.1).

ein ganzheitliches Verständnis zu den Eigenschaften der Energieverbrauchssituation und schaffte Sicherheit hinsichtlich der verwendeten Daten und durchgeführten Berechnungen.

1.5. Datenverarbeitung

Wie in Abschnitt 1.4 beschrieben, ist eine umfassende Datenerhebung erforderlich, um eine fundierte Bewertung der Wärmeversorgungssituation und die Identifizierung von Potenzialen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Integration erneuerbarer Energien zu ermöglichen.

Damit eine solche Datenerfassungen klar geregelt ist, wurde die rechtliche Grundlage für die Erfassung und Auswertung der für die Wärmeplanung erforderlichen Daten durch den §10 Absatz 1 WPG gegeben. Auch ist im WPG aufgeführt, welche Daten zur Aufgabenerfüllung grundsätzlich erhoben werden dürfen. Zudem regelt §12 Absatz 1 und 2 des WPG die Mindestanforderungen an die Datenverarbeitung.

Die Stadt Moosburg hat bei der Durchführung der Wärmeplanung die im WPG festgeschriebenen Vorgaben für die Datenerhebung und Datenverarbeitung geprüft und eingehalten. Von allen durchführenden Stellen der Wärmeplanung für die Stadt Moosburg (ESB und PwC) wurden alle Vorgaben für die Erfassung und Verarbeitung der erhobenen Daten eingehalten.

Die sorgfältige Prüfung und Einhaltung der datenschutzrechtlichen Anforderungen waren von zentraler Bedeutung, um die Integrität und Vertraulichkeit der erhobenen Daten sicherzustellen. Durch die Bündelung und Aggregation der Daten auf Baublockebene wurde gewährleistet, dass personenbezogene Informationen geschützt und nur anonymisierte Daten für die Analyse verwendet wurden. Zu beachten ist, dass einige Auswertungen aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit einzelner Daten und der aus datenschutzrechtlichen Gründen erforderlichen Aggregation der Datensätze nur auf Grundlage von Annahmen möglich waren. Dies wurde bei der Interpretation der Daten entsprechend berücksichtigt.

2. Das beplante Gebiet im Überblick

2.1. Beschreibung des beplanten Gebiets

Die Stadt Moosburg an der Isar, die älteste Stadt im oberbayerischen Landkreis Freising, liegt zwischen den Flüssen Isar und Amper und hat etwa 20.800 Einwohner. Sie erstreckt sich über eine Fläche von rund 44 km² und ist ein bedeutendes Mittelzentrum in der Region München. Durch die gute Anbindung an die A92 und die Nähe zum Flughafen München ist Moosburg ein attraktiver Wohnort für Pendler. Die Stadt bietet zahlreiche Arbeitsplätze, insbesondere in der chemischen und elektrotechnischen Industrie, und zieht auch viele Pendler aus dem Umland an.

Das beplante Gebiet umfasst die Kernstadt Moosburg mit den Stadtteilen Altstadt, Michaelivorstadt, Bonau, Westerberg und Neustadt, sowie eingegliederte Orte wie Thonstetten mit Grünseiboldsdorf und Moosham, Niederambach mit Oberambach, Feldkirchen, Kirchamper und Pfrombach mit Aich. Auch das Gewerbe- und Industriegebiet Degernpoint sowie die Siedlung Uppenbornstraße gehören dazu. Insgesamt besteht das Gebiet aus der Kernstadt und 24 weiteren Gemarkungen.

Zum Stand 2022 werden 613 Hektar (14%) der gesamten Fläche von 4.386 Hektar als Siedlungsfläche genutzt, die sich in Wohnbau-, Gewerbe- und Industrieflächen unterteilen. Etwa 75% der Fläche sind der Vegetation zugeordnet, davon 51% landwirtschaftlich genutzt, 18% Wald und 5% Gewässer. Die Verkehrsfläche macht 6% der Bodenfläche aus (Bayerisches Landesamt für Statistik, 2023).

2.2. Status Quo Wirtschaft

Die Stadt Moosburg zeichnet sich durch ihre Lage in unmittelbarer Nähe gut erreichbarer Oberzentren in der Region aus, wie zum Beispiel München. Zudem liegt die Stadt Moosburg an der Bundesautobahn A92, wodurch es auch für größere Unternehmen ein attraktiver Standort ist. Die Wirtschaftsstruktur Moosburgs ist durch Unternehmen geprägt, die in unterschiedlichen Industriezweigen tätig sind. Besonders hervorzuheben sind die Lebensmittelbranche, die Logistikbranche, die Chemiebranche, sowie die Elektrotechnikbranche.

Für die Wärmeplanung wurden Großverbraucher gesondert betrachtet. Bei diesen galt es zu validieren, ob es geprüfte Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und zur Dekarbonisierung der eingesetzten Energieträger gibt. Dazu wurden, wenn verfügbar, die Transformationspläne der Unternehmen abgefragt. Zugleich galt es die Potentiale für die Nutzung der unvermeidbaren Abwärme aufzuzeigen. Die Abwärmenutzung kann zur Vermeidung von Treibhausgasen beitragen. Weitere Ausführungen zu diesem Thema finden sich im Kapitel zur Potenzialanalyse.

3. Akteursbeteiligung und Kommunikation

3.1. Hintergrund und Vorgehen

Die Beteiligung und Kommunikation mit den für die Wärmeplanung relevanten Akteuren bzw. Akteursgruppen ist ein komplexer und wichtiger Prozess. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen und die Meinungen und Interessen der lokalen Akteure in der Wärmeplanung zu berücksichtigen.

Gleich zu Beginn der Wärmeplanung wurden daher über ein sogenanntes „Akteursmapping“ die für die Wärmewende relevanten Akteure (bspw. Wärmenetzbetreiber, Eigentümer usw.) auf Basis der Anforderungen des WPG identifiziert. Dies half, maßgeschneiderte Strategien für die Beteiligung und Kommunikation zu entwickeln.

Eine Übersicht der dafür einsetzbaren Kommunikationsstrategien zeigt **Abb. 2**. Die Möglichkeiten reichen von offener Diskussion (diskursiv), in denen politische Entscheidungsträger und ihre Positionen in den Planungsprozess einbezogen werden, bis hin zu restriktiven Formaten. Der diskursive Ansatz wurde für die Wärmeplanung u.a. durch die Vorstellung von Ergebnissen im Rahmen von Ratssitzungen gewählt. Der eher restriktive Ansatz war geeigneter für die drei öffentlichen Informationsveranstaltung (eine als Onlineformat), bei der die Bürgerinnen und Bürger, über den durch das Wärmeplanungsgesetz vorgegebenen Planungsprozess informiert wurden.

Die Wahl der Kommunikationsstrategie erwies sich als vorteilhaft, um geeignete Formate frühzeitig festlegen zu können, die es ermöglichen, die verschiedenen Interessen und Meinungen zur Gestaltung der Wärmetransformation berücksichtigen zu können.

Beispiel Strategie	1	Diskursiv: Meinung (z.B. politische Änderungen) berücksichtigen, zufriedenstellen <i>Bundespolitische Akteure werden angehört, ihre Meinung aufgenommen und verarbeitet.</i>	2	Partizipativ: Key Player - Koalieren, eng managen, bei Planung/ Entscheidungen einbinden <i>Gebäudeeigentümer:innen werden aktiv eingebunden/beteiligt und regelmäßig informiert.</i>	3	Repressiv: Informieren, überwachen <i>Bürgerinitiativen werden über den aktuellen Stand informiert und Bedenken objektiv aufgenommen.</i>	4	Restriktiv: Berücksichtigen, informieren und als Multiplikatoren nutzen <i>Mit den Bürgern erfolgt eine gute Zusammenarbeit mit regelmäßigem Austausch.</i>

Abb. 2: Vorgehen im Rahmen der Akteursbeteiligung und Kommunikation

3.2. Beteiligungskonzept

Nach § 7 WPG sind die Öffentlichkeit sowie alle Behörden und Träger öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereiche von der Wärmeplanung berührt werden, von der planungsverantwortlichen Stelle, zu beteiligen. Den Betreibern von Energieversorgungsnetzen, Wärmenetzen oder natürlichen oder juristischen Personen, die als zukünftige Betreiber absehbar in Betracht kommen, kommt im Rahmen der Wärmeplanung eine herausgehobene Stellung zu (§ 7 Absatz 2 WPG). Die Beteiligung der weiteren Akteure steht im pflichtgemäßen Ermessen der planungsverantwortlichen Stelle und richtet sich nach § 7 Absatz 3 WPG.

Mit der **Akteursanalyse** (Akteursmapping) wurden die relevanten und nach WPG vorgesehen Akteure identifiziert und deren Einfluss und Interessen im Rahmen der Wärmeplanung erfasst.

Die Akteursanalyse unterscheidet die relevanten Einzelakteure in drei Hauptgruppen (Differenzierung erfolgt nach der **allgemeinen Beteiligungspflicht** nach §7 Abs. 1 WPG, **verpflichtend zu beteiligende Akteure** nach §7 Abs. 2 WPG und **fakultativ zu beteiligenden Akteure** nach §7 Abs. 3 WPG). Diese gesetzlich geforderte Unterscheidung der Akteursgruppen war entscheidend, da sie die Basis für ein Beteiligungs- und Kommunikationskonzept bildet. Die systematische Einteilung und das Verständnis der Interessengruppen ermöglichten es, den lokalen Gegebenheiten und der Komplexität interkommunaler Rahmenbedingungen gerecht zu werden.

Aufbauend auf dem Akteursmapping stellt das Beteiligungskonzept den Rahmen für die Einbindung der identifizierten Akteursgruppen im Erstellungsprozess der Wärmeplanung dar. Durch die anschließende Festlegung verschiedener Beteiligungsformate, die von regelmäßigen Besprechungsterminen mit der Verwaltung über die direkte Beteiligung im Steuerungskreis bis hin zu speziell organisierten Veranstaltungen reichten, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

eine entsprechende Basis für die Diskussion und Abstimmung wesentlicher Auswertungsergebnisse und Maßnahmen geschaffen.

Die folgenden Akteursgruppen wurden in unterschiedlicher Intensität in den Planungsprozess einbezogen und deren jeweilige Bedürfnisse und Rollen berücksichtigt:

- **Lokale politische Ebene:** Die Ergebnisse und Fortschritte des kommunalen Wärmeplans wurden im Rat der Stadt Moosburg vorgestellt und diskutiert.
- **Kommunalverwaltung:** Die Kommunalverwaltung brachte ihr fachliches Wissen und ihre lokale Expertise ein, nutzte ihre Vernetzung für die Umsetzung und trug wesentlich zum Gelingen des kooperativen Prozesses bei.
- **Netzbetreiber: Energienetze Bayern (ENB), Bader Energie und die Stadtwerke München** waren entscheidend für die Bereitstellung notwendiger Daten und die Entwicklung von Maßnahmen wie z.B. hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung von netzgebundenen Wärmeversorgungsgebieten. Die ENB waren aktiv bei der Erarbeitung des Wärmeplans involviert. Die Netzbetreiber stellen im Hinblick auf die Entwicklung einer netz- und leitungsgebundenen Energieversorgung einen zentralen Akteur dar.
- **Lokale Interessensgruppen:** Gebäudeeigentümer wurden über das Planungsvorhaben informiert und z.B. für die Teilnahme an der öffentlichen Veranstaltung zur Vorstellung der ersten Ergebnisse zur Bestands- und Potenzialanalyse eingeladen.
- **Handwerkerschaft und Schornsteinfeger:** Diese Gruppen waren für die technische Ausgestaltung der Wärmewende von Bedeutung. Die Schornsteinfeger wurden im Rahmen der Bestandsanalyse hinsichtlich der Datenbereitstellung zu den Feuerungsstätten konsultiert.
- **Großverbraucher:** Unternehmen mit hohem Energiebedarf wurden hinsichtlich der Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion und der Nutzung von Abwärme einbezogen.
- **Öffentlichkeit:** Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Wärmeplanung und deren Umsetzbarkeit war ein wesentlicher Bestandteil des Beteiligungsprozesses.

Neben der Akteursanalyse wurde zu Beginn des Wärmeplanungsprozesses ein Zeitplan festgelegt. Dieser enthielt die wesentlichen Meilensteine, wie die einzelnen Analyseschritte, die Beteiligung der Akteure, regelmäßige Abstimmungsrunden sowie die Termine zur Information der Steuerungsgruppe und der Öffentlichkeit. In einer öffentlichen Veranstaltung wurden interessierte Akteure frühzeitig über die Inhalte und Beteiligungsmöglichkeiten bei der kommunalen Wärmeplanung informiert.

3.3. Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Wärmeplanung umfasste mehrere zentrale Elemente. Diese wurden sorgfältig entwickelt und gezielt umgesetzt:

- **Pressemitteilungen, öffentliche Bekanntmachungen, Onlineinformationen:** Im Planungsprozess wurden mehrere Pressemitteilungen und Bekanntmachungen veröffentlicht, um die Öffentlichkeit über den Start, den Verlauf und die Inhalte der Wärmeplanung zu informieren. Diese Maßnahmen hatten das Ziel, das Bewusstsein für die Relevanz der Wärmeplanung zu schärfen und die Bürgerinnen und Bürger in den Prozess einzubeziehen.
- **Regelmäßige Updates und Informationsveranstaltungen:** Im Verlauf des Planungsprozesses wurden kontinuierlich Updates zu wichtigen Meilensteinen und Fortschritten bereitgestellt, sowohl auf der städtischen Internetseite als auch durch drei öffentliche Informationsveranstaltungen, zwei Ratssitzungen und zwei weitere öffentliche Veranstaltungsformate (Bürgerversammlung, Solartage). Diese Veranstaltungen boten den Bürgerinnen und Bürgern die Gelegenheit, sich über den Stand der Planung zu informieren und ggf. auch eigene Lösungsansätze einzubringen.
- **Auslegung des Wärmeplanentwurfs:** Ein weiterer wichtiger Schritt ist die öffentliche Auslegung des Entwurfs des kommunalen Wärmeplans. Der vorliegende Entwurf wurde nach einer Vorstellung im Rat der Stadt Moosburg und nach Vorstellung der Ergebnisse in einer öffentlichen Informationsveranstaltung im Januar 2025 ausgelegt und bekanntgemacht.

4. Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet den Ausgangspunkt für die kommunale Wärmeplanung. Ihr Hauptziel ist die Erfassung der aktuellen Gebäudestruktur, des Energiebedarfs und -verbrauchs zur Wärmebereitstellung, sowie der Wärmeinfrastruktur. Hierbei werden digitale Liegenschaftskataster genutzt, um präzise Informationen über Nutzungsarten der Gebäude, deren Volumen, Flurstücke und Straßenverläufe zu sammeln. Diese Daten werden ergänzt durch die Analyse des aktuellen Wärmebedarfs oder -verbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen.

Ein wichtiges Element der Bestandsanalyse ist die detaillierte Untersuchung der Energieinfrastruktur, einschließlich der Gas- und Wärmenetze sowie der Möglichkeiten für dezentrale Wärmeerzeugung. Die Datengrundlage hierfür bilden unter anderem Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für verschiedene Energieträger und das digitale Liegenschaftskataster. Zudem fließen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen und denkmalgeschützten Gebäuden mit ein.

Für die technische Aufbereitung der erhobenen Daten wird die Software ArcGIS genutzt. Diese ermöglicht eine präzise und flexible Handhabung der Daten für die Bestandsanalyse und unterstützt die anschließende Potenzialanalyse durch die Bereitstellung einer soliden Datengrundlage. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse sowie weitere relevante Kennzahlen und Informationen werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ausführlich dokumentiert, um einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation und die Basis für zukünftige Planungsschritte zu bieten.

4.1. Hintergrund und Vorgehen

Das Vorgehen bei der Bestandsanalyse folgte den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG). Dem folgend war das Ziel der Bestandsanalyse die für die Wärmeplanung hinreichend genaue Ermittlung und Analyse des Ausgangszustands der Wärmeversorgung.

Um das leisten zu können, wurden systematisch detaillierte Daten und Informationen auf unterschiedlichen Aggregationsebenen erfasst und in einem Stammdatensatz zusammengeführt. Zu nennen, sind hier u.a. die folgenden Daten:

- **Gebäudedaten** (Baualter, Bauart, Geodaten, ...)
- Überwiegende **Nutzungsart** (Wohnen, Büro, Gewerbe, ...)
- **Wärmebedarf**
- **Wärmeverbrauch** der letzten Jahre
- Eingesetzte **Energieträger** (Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...)
- Aktuell genutzte **Heizungsanlage** (Gasbrennwertkessel, Wärmepumpe, ...).

Viele der benötigten Daten lagen bereits öffentlich zugänglich gebäudescharf und georeferenziert vor. Es mussten aber auch Daten bspw. bei den Schornsteinfegern oder Netzbetreibern erhoben werden. Dabei wurden stets die Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt.

Neben den gebäudescharfen Daten wurden weitere Daten auf der Ebene von Flurstücken ergänzt. Das sind insbesondere Informationen dazu, ob auf dem jeweiligen Flurstück mehrere Gebäude stehen, die aus Nutzersicht eine Einheit bilden (bspw. Hauptgebäude und Nebengebäude) und Informationen über das Gebiet selbst wie bspw. „Naturschutzgebiet“, „Gewerbegebiet“, „Ortslage“ usw. All diese Daten wurden mittels eines Geoinformationssystems in ein Gebäudemodell und Landschaftsmodell überführt.

Um gezielt Erkenntnisse und Hinweise für bestimmte Akteursgruppen ableiten zu können, wurde je Gebäude und/oder je Flurstück eine Nutzergruppe zugeordnet. Für die Nutzergruppen wurde in Anlehnung an die üblichen Gruppierungen für Energie- und Treibhausgasbilanzen folgende Einteilung gewählt: „Private Haushalte“, „Industrie“, „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)“ und „Öffentliche Einrichtungen“.

Die Berechnungen und Simulationen, aber auch die Diskussionen über die Strategie zur Wärmeversorgung wurden auf unterschiedlichen Ebenen geführt. Für bestimmte Zwecke war es

erforderlich, einzelne Gebäude zu betrachten. Für andere Zwecke war diese Tiefe nicht erforderlich, wenn bspw. übergeordnete Zusammenhänge für das Stadtgebiet erkannt werden sollten.

Die unterste und detaillierteste Aggregationsebene stellt die Gebäudeebene dar, gefolgt von der Flurstückebene, die bereits häufig verschiedene Gebäude zusammenfasst. Eine weitere Aggregationsebene stellt die Baublockebene dar. Gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 1 WPG umfasst ein Baublock ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten sind. Baublöcke bilden die Grundlage für die Teilgebietsebene. Teilgebiete setzen sich gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 3 WPG aus mehreren Grundstücken, aus Teilen von Baublöcken oder aus einzelnen oder mehreren Baublöcken zusammen. Diese sind insbesondere relevant für die Untersuchung der möglichen Wärmeversorgungsarten sowie die Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Die Baublock- und Teilgebietsebene sind die für den Wärmeplan besonders relevanten Aggregationsebenen und werden in diesem Bericht häufig dargestellt.

Daten zur Versorgungsinfrastruktur wie zu den Gasnetzen oder zur Leistung der Wärmeerzeuger wurden soweit möglich und im WPG vorgesehen von lokalen Akteuren erhoben (bspw. von Energieversorgern oder den Schornsteinfegern). Darüber hinaus flossen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen Gebäuden und denkmalgeschützten Objekten in die Analyse ein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in der Bestandsanalyse Daten und Informationen aus unterschiedlichen Quellen erhoben und zu einer Datenbank mit georeferenzierten Daten zusammengefügt wurden. Über das Geoinformationssystem konnten diese Daten auf unterschiedlichen Aggregationsebenen ausgewertet und in kartografischer Form veranschaulicht und analysiert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt und vermitteln ein umfassendes Bild über die aktuelle Wärmeversorgungssituation und die wesentlichen Handlungserfordernisse.

4.2. Daten

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts basieren auf der Analyse einer Vielzahl von Daten, welche aus verschiedenen Informationsquellen hervorgehen. Die zugrundeliegenden Datensätze wurden dabei teilweise in unterschiedlichen Aggregationsstufen übergeben, sodass zunächst eine Überarbeitung der Daten notwendig war, um eine Vergleichbarkeit der Kennzahlen zu gewährleisten. Anschließend konnten die Daten miteinander verschnitten und wesentliche Erkenntnisse zur Bewertung der Ausgangslage in Moosburg a.d. Isar abgeleitet werden. Zur Einhaltung des Datenschutzes wurden die Daten im Rahmen der Analyse auf Baublockebene zusammengefasst. Das Bezugsjahr der Daten ist das Jahr 2022.

Neben öffentlich zugänglichen Informationen, wie die Auswertung vorhandener Erzeugungsanlagen aus dem Energieatlas Bayern, wurden auch Daten von öffentlichen Verwaltungsstellen sowie Energieinfrastrukturunternehmen herangezogen. Geodaten zur Gebäudestruktur wurden von der Bayerischen Vermessungsstelle zur Verfügung gestellt. Die Daten der Kaminkehrer über die Verteilung der Feuerungsstätten nach Energieträger wurde vom Landesamt für Statistik bereitgestellt. Weitere Kennwerte zu den Elektrizitäts-, Wärme- und Gasversorgungsnetzen konnten von den zuständigen Netzbetreibern (Stadtwerke München GmbH, Bader Energie GmbH, Energienetze Bayern GmbH & Co. KG) bezogen werden.

Themengruppe	MaStR/ Energieatlas	Kehrbuchdaten	EVU	ALKIS	Zensus	Gemeinde
Gas- und Wärmeverbräuche			x			
Dezentrale Wärmerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik	x				x	
Gebäudedaten				x	x	x
Industrie, Gewerbe und sonstige Unternehmen (Prozess- und Abwärme)	x					x
Wärmenetze und Wärmeerzeuger		x	x			x
Gasnetze			x			
Stromnetze (Hoch- und Mittelspannung)	x		x			
Kläranlagen						x
Abwassernetze						x

Tabelle 1: Übersicht zur Datenerhebung

Zu beachten ist, dass einige Auswertungen aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit einzelner Daten und der aus datenschutzrechtlichen Gründen erforderlichen Aggregation der Datensätze nur auf Grundlage von Berechnungen oder Annahmen möglich waren. Daher ist bei der Betrachtung der Ergebnisse für vereinzelte Teilgebiete zu beachten, dass deren Genauigkeit gegebenenfalls beeinträchtigt ist. Diese sollten entsprechend nicht als alleinstehende Grundlage für etwaige Investitionsentscheidungen dienen. Für die Verwendung der Ergebnisse im Rahmen der Wärmeplanung können die hohen Anforderungen an der Datenqualität als erfüllt gesehen werden.

4.3. Gebäudestruktur

4.3.1. Gebäudestruktur und Gebäudenutzung

In einem ersten Schritt wurden alle relevanten Informationen zu dem Gebäudebestand in Moosburg erhoben. Dazu zählen unter anderem die Anzahl an beheizten Gebäuden im Ort, die Einteilung in die jeweiligen Baualtersklassen, sowie die Zuordnung zu den unterschiedlichen Sektoren wie Wohngebäude, Industrie und Gewerbe. Diese Gebäudeinformationen liegen der kommunalen Wärmeplanung zugrunde. Da die Auswertung methodisch einer Bottom-Up Analyse folgt, wird durch Berechnungen jedem beheizten Gebäude ein Wärmebedarf zugeordnet. Im Zuge der weiteren Auswertungen werden Gebäude, die von mehreren oder allen Seiten von Straßen oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen sind, zu so genannten Baublocken zusammengefasst und für die weitere Planung als zusammengehörige Einheit betrachtet. Um den Datenschutzbestimmungen gerecht zu werden, wurde bei der Einteilung drauf geachtet, dass sich immer mindestens fünf Gebäude in einem Baublock befinden. Auf dieser Baublockebene kann unter anderem hinsichtlich der überwiegenden Nutzungsart der Gebäude unterschieden werden.

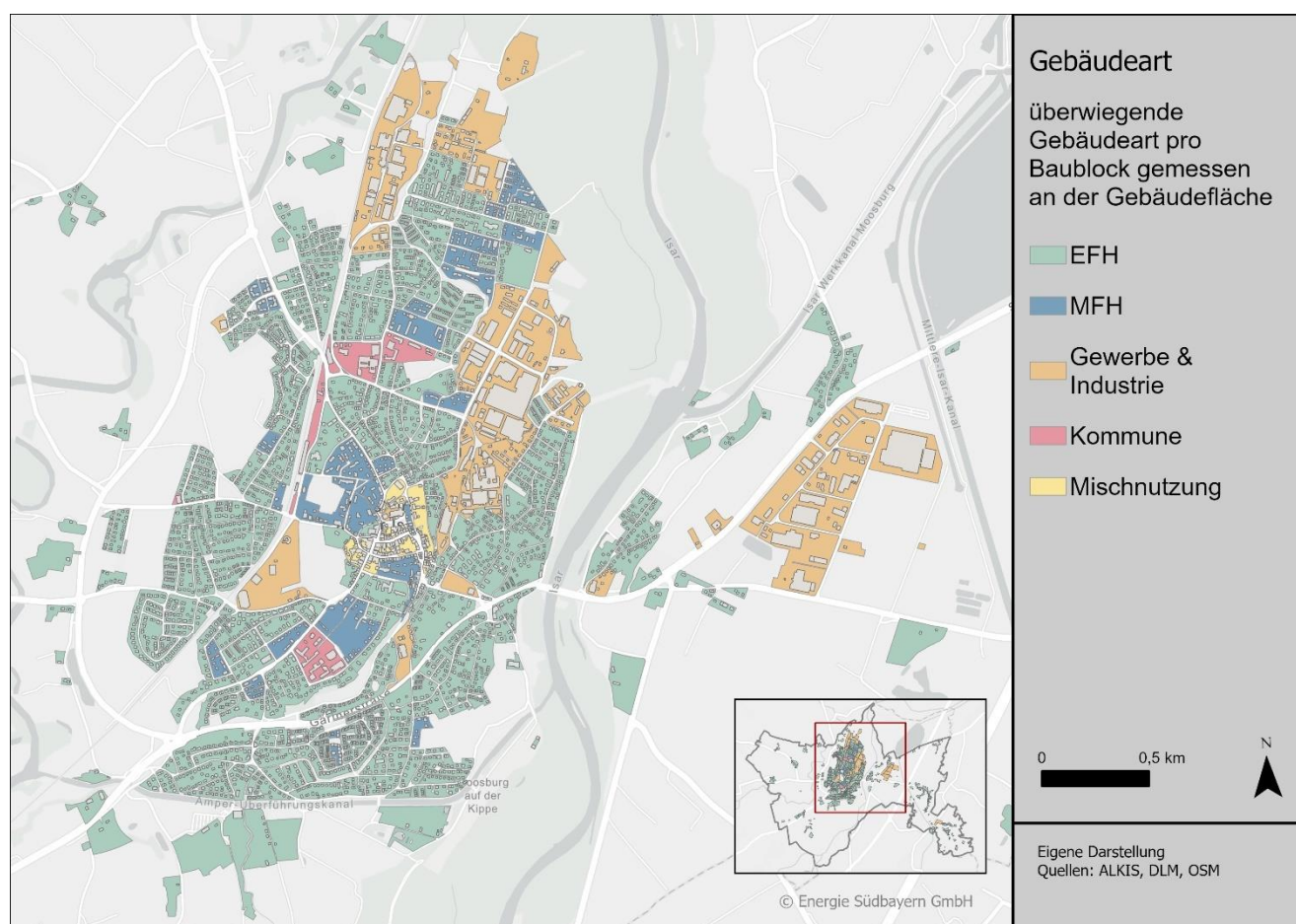


Abb. 3: Baublockbezogene überwiegende Gebäudeart nach Fläche

Die kartografische Darstellung in **Abb. 3** zeigt die überwiegende Gebäudeart bezogen auf die Gebäudefläche für den jeweiligen Baublock. Hierbei zeichnet sich das Bild, dass es sich beim Großteil der erfassten Gebäude um Einfamilienhäuser handelt (grün markierte Fläche). Vor allem im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets wurden Baublocke identifiziert, welche vorwiegend von Gewerbe und Industrie genutzt werden. Das östlich des Stadtkerns liegende Gewerbe- und Industriegebiet „Degernpunkt“ stellt die größte zusammenhängende Fläche dieser Nutzungsart dar. Vereinzelt wurden Baublocke ausgemacht, die hauptsächlich dem Typ Mehrfamilienhäuser oder einer Mischnutzung zuzuordnen sind. Die gesamte Verteilung der Gebäudearten nach anteiliger Menge, Fläche und Wärmeverbrauch ist in **Abb. 4** dargestellt.

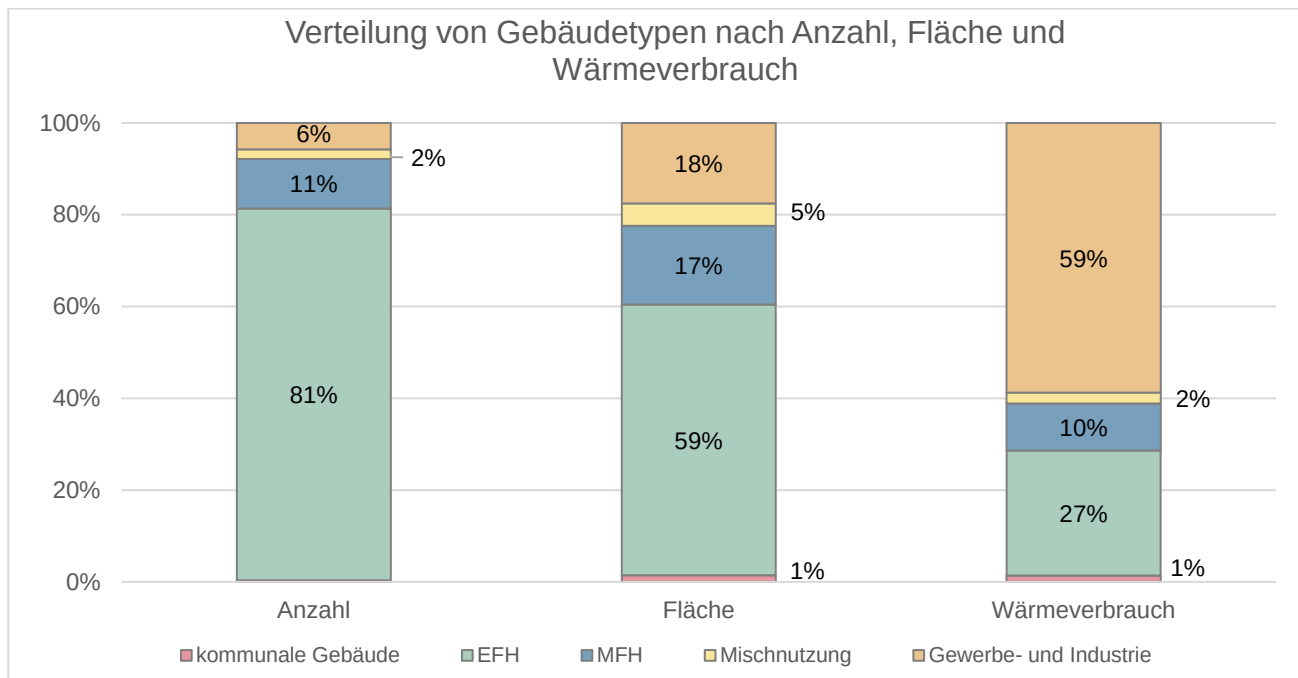


Abb. 4: Gebäudetypen nach Anzahl, Fläche und Wärmeverbrauch

In Moosburg gibt es derzeit ca. 5.180 beheizte Gebäude, dabei handelt es sich bei ca. 4.190 der Gebäude im Stadtgebiet um Einfamilienhäuser (EFH) und Zweifamilienhäuser (ZFH) was einem Anteil von über 80 % entspricht, weitere ca. 560 Gebäude oder 11 % sind Mehrfamilienhäuser (MFH). Auch auf die Fläche bezogen ist das EFH die dominierende Gebäudeart, jedoch lediglich mit 59 % der Gesamtfläche. Auf jeweils knapp ein Fünftel der Siedlungsfläche befinden sich Gewerbe- und Industriegebäude (18 %) sowie MFH (17 %). Bei den restlichen 5 % liegt eine Mischnutzung vor. Hinsichtlich des Wärmeverbrauchs zeigt sich ein umgekehrtes Bild: 59 % des gesamten Wärmeverbrauchs im Untersuchungsgebiet ist dem Gewerbe und der Industrie zuzuordnen, wohingegen nur 27 % der Wärme in Einfamilienhäusern verbraucht wird. Nur 1 % des gesamten Wärmeverbrauchs fällt in den kommunalen Liegenschaften an. Aufgrund des Vorbildcharakters der kommunalen Verwaltung kommt diesen Gebäuden dennoch eine hohe Bedeutung zu.

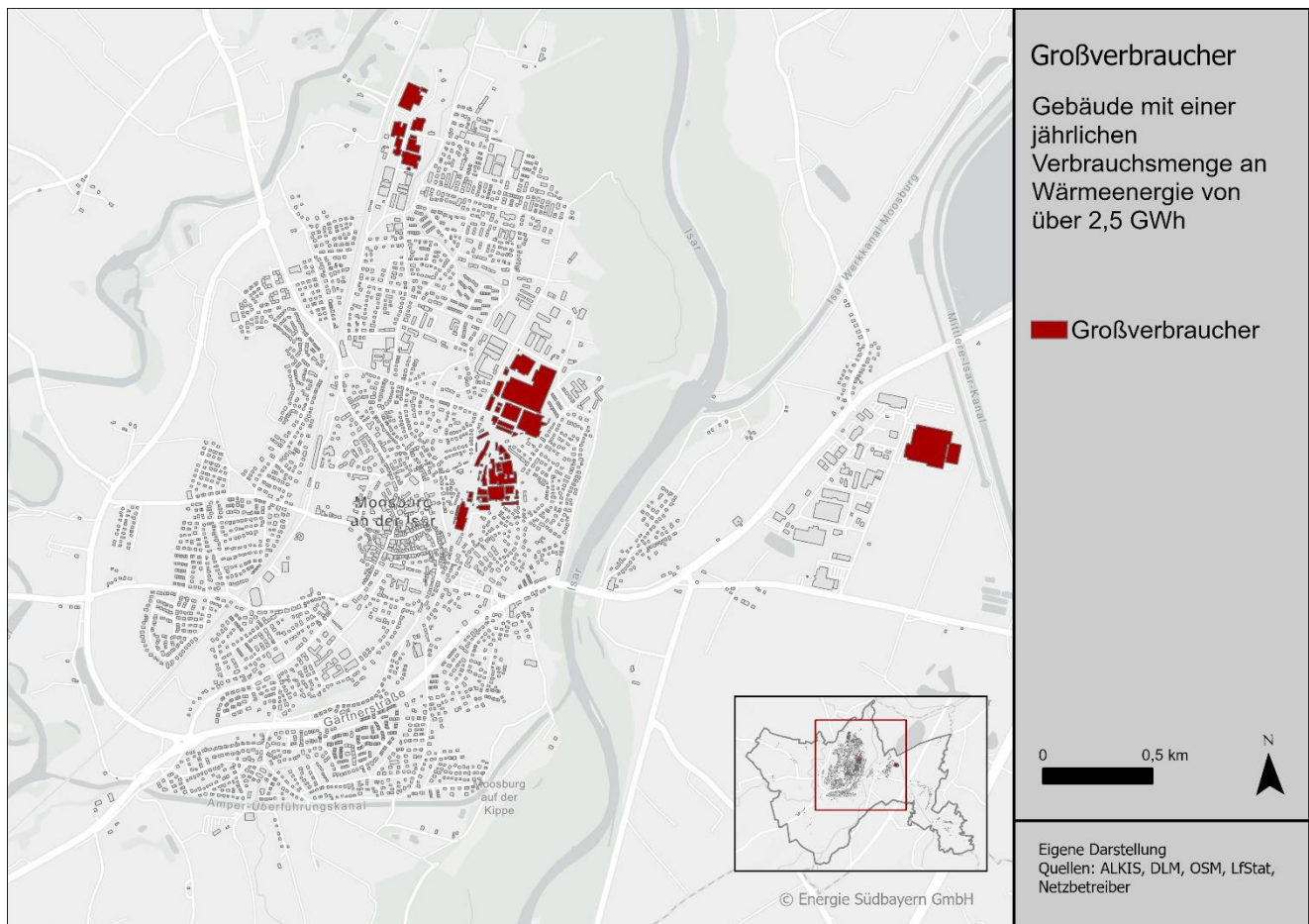


Abb. 5: Großverbraucher mit einem Jahresverbrauch über 2,5 GWh

Der hohe Wärmeverbrauch in den Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) resultiert hauptsächlich aus den in Moosburg ansässigen Industrieunternehmen, die für mehr als 50 % des gesamten Endenergieverbrauchs verantwortlich sind (vgl. **Abb. 6**). Die Standorte der besonders energieintensiven Betriebe werden in **Abb. 5** aufgezeigt.

Anteil Großverbraucher am Gesamtenergiebedarf für Wärme

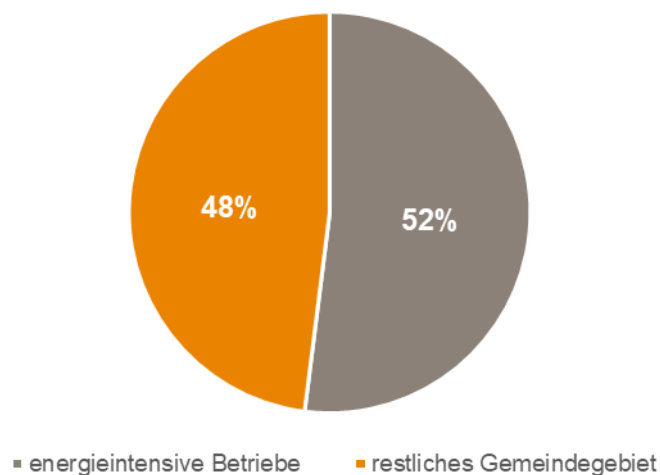


Abb. 6: Anteil von Großverbrauchern am Gesamtenergiebedarf für Wärme

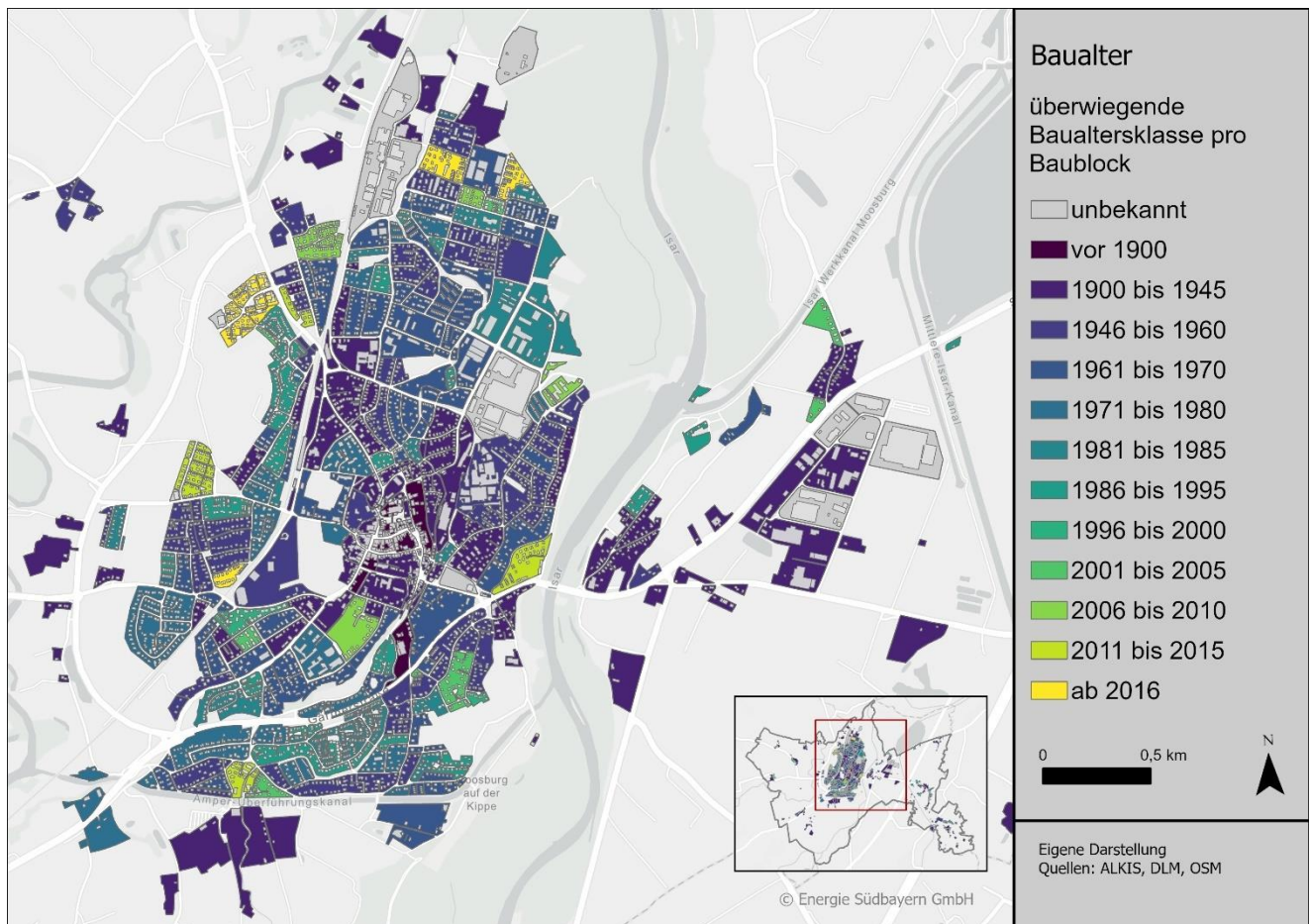


Abb. 7: Baublockbezogene Darstellung der Baujahresklassen

In **Abb. 7** wird für den Gebäudebestand baublockbezogen die jeweils nach der Gebäudeanzahl dominierende Baujahresklasse dargestellt. Ein hohes Gebäudealter zeigt sich im Schwerpunkt im Stadtkern bzw. in der historischen Altstadt. Eine hohe Bautätigkeit ist zudem in den siebziger und achtziger Jahren auszumachen, wobei auch in den letzten beiden Dekaden das Stadtgebiet sukzessive durch Neubaugebiete erweitert wurde.

In **Abb. 8** wird der Gebäudebestand prozentual den dargestellten Baualtersklassen zugeordnet. Hierbei fällt ebenfalls auf, dass ein Großteil der Gebäude im frühen und späten 20. Jahrhundert errichtet wurden. Im Jahr 1977 ist die erste Wärmeschutzverordnung und im darauffolgenden Jahr die erste Heizanlagenverordnung in Deutschland in Kraft getreten. Da ca. die Hälfte aller Gebäude in Moosburg vor dieser Zeit entstanden sind, besteht vermutlich hier ein erhöhtes Sanierungspotential. Dieses wird in der Potentialanalyse näher betrachtet.

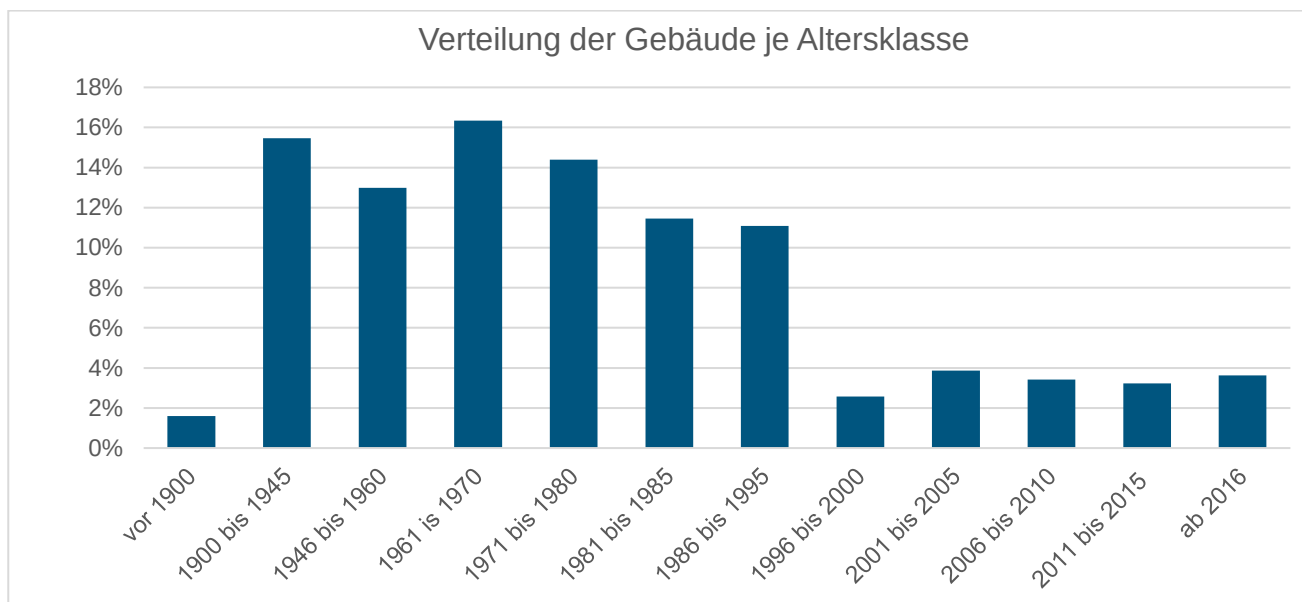


Abb. 8: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach Baualtersklassen

4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Moosburg a.d. Isar wurden die erhobenen Daten zu Energieträgern und Art der Wärmeversorgung aufbereitet und ausgewertet. Dadurch wird die Verteilung der einzelnen Heizsysteme sowohl nach prozentualem Anteil sowie nach örtlicher Verteilung und Aufteilung nach den unterschiedlichen Verbrauchern ersichtlich.

Ca 42 % der derzeit in Moosburg betriebenen Heizungen werden mit Heizöl betrieben. Gasheizungen machen anteilig 28 % aus. 17 % der Heizungen sind Wärmepumpen und Stromheizungen. Der Rest verteilt sich auf Biomasseheizungen (6 %), Wärmenetzanschlüsse (2 %) und andere Energieträger (3 %).

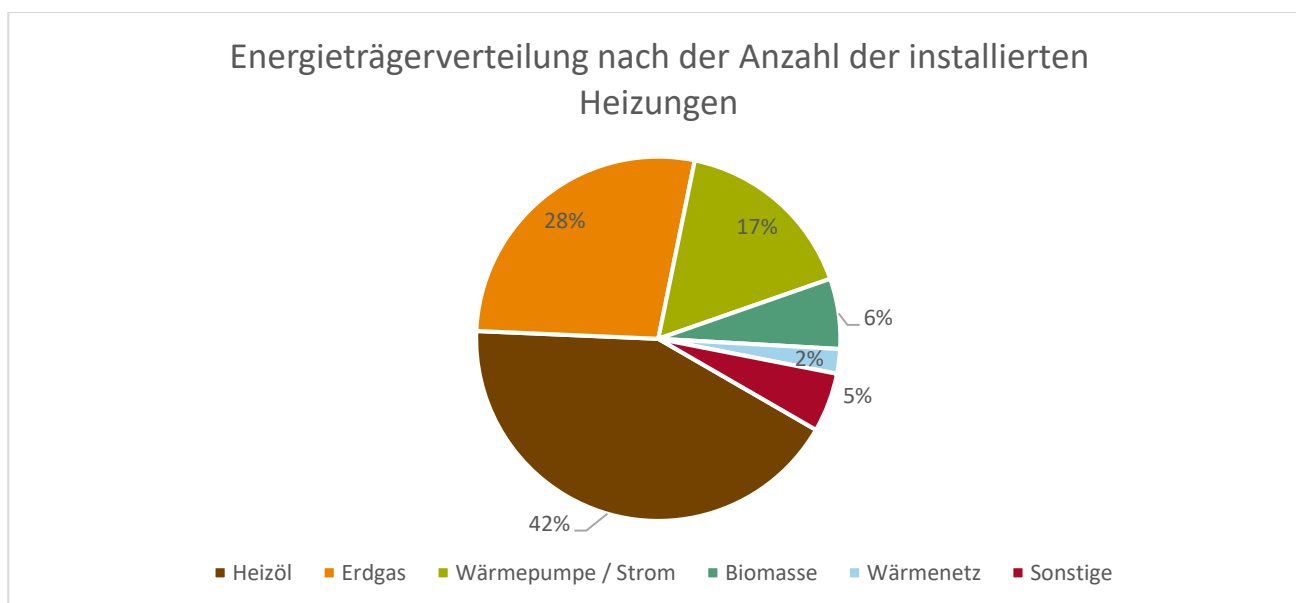


Abb. 9: Energieträgerverteilung nach Anzahl der installierten Heizungen

In **Abb. 9** werden die Baublöcke nach dem quantitativ vorherrschenden Energieträger unterschieden. Die Dominanz von Gas- und Ölheizungen wird hier ersichtlich. Lediglich in zwei Baublöcken sind Biomasseheizungen die am häufigsten vertretende Heizungsform. Über das Untersuchungsgebiet verteilt finden sich einige Baublöcke, die überwiegend durch Wärmepumpen oder Stromheizungen

versorgt werden. Hierbei handelt es sich um Wohngebiete mit jüngerer Bebauung. Durch das Wärmenetz überwiegend versorgte Gebiete sind in der Karte gelb eingefärbt und befinden sich in räumlicher Nähe zu dem Biomasseheizwerk.

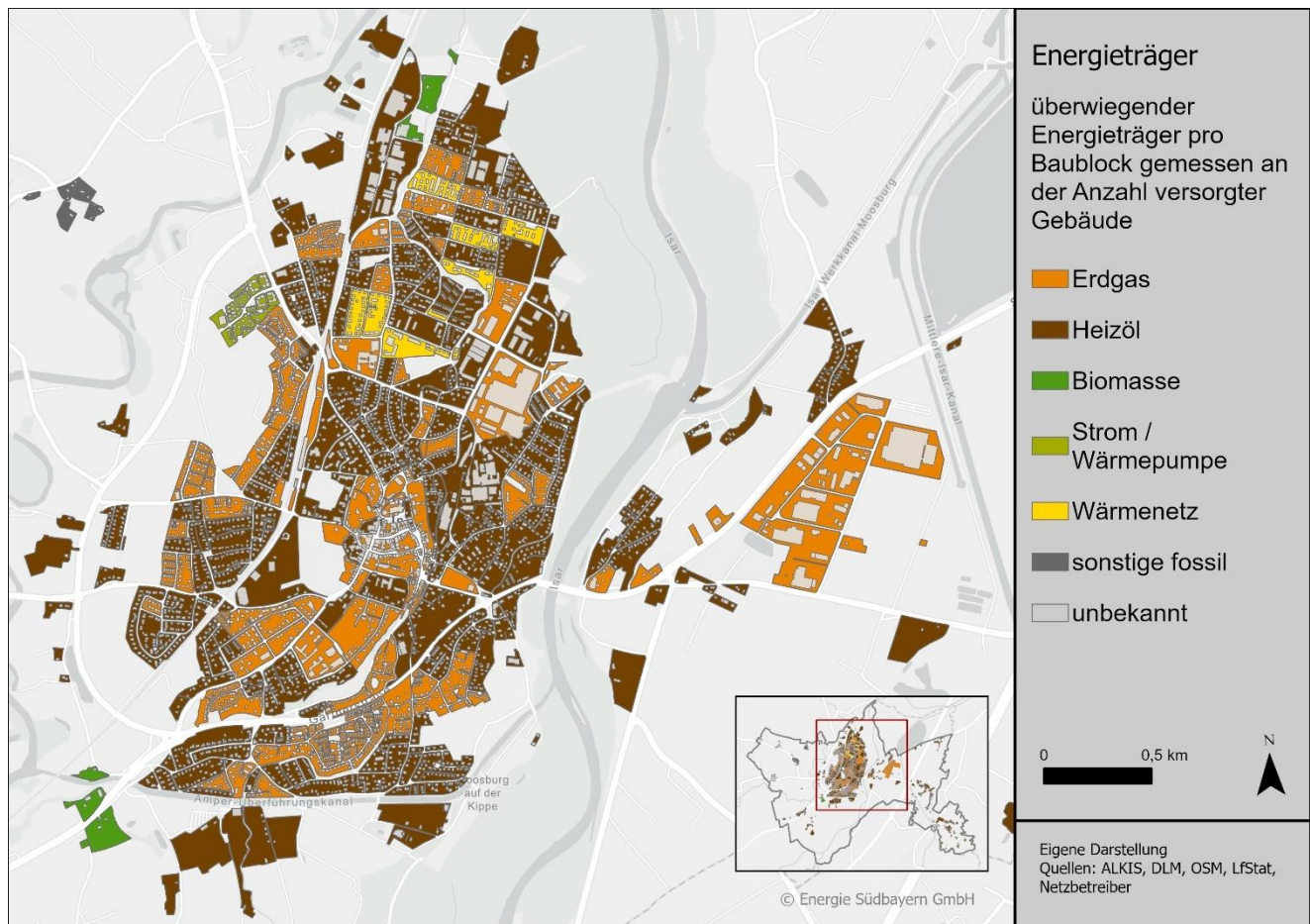


Abb. 10: Baublockbezogene Verteilung der Energieträger nach überwiegender Anzahl

Neben der Analyse des Gebäudestands sind ebenso Daten zur bestehenden Energieinfrastruktur zu erheben und auszuwerten.

4.5. Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung in Moosburg erfolgt zu einem nennenswerten Teil über das Gasnetz, das flächendeckend, mit einer Gesamtlänge von 50 km, in der Kommune verläuft. Der Anschlussgrad liegt derzeit mit ca. 1.530 Anschlüssen bei etwa 30 %. Die Gasversorgung der Stadt Moosburg wird über ein DP 16 Netz (Hochdruck) und ein DP 1 Netz (Mitteldruck) realisiert. Dieses ist im Bereich „Moosburg Lände“ an ein DP 67,5 Netz der Energienetze Bayern GmbH & Co.KG angeschlossen. Das Hochdrucknetz wird aktuell mit einem Druck von ca. 12 bar betrieben und kann bis zu einem maximalen Druck von 16 bar (MOP 16) erhöht werden. Es dient vorrangig der Versorgung der großen Industriekunden und versorgt zusätzlich zwei im Stadtgebiet befindliche Gasdruckregel- und Messanlagen. Das Mitteldrucknetz mit einem Druck von ca. 500 mbar kann bis zu einem max. Druck von 1 bar betrieben werden. Dieses versorgt den größten Teil des Ortsnetzes, an der in erster Linie Haushaltskunden und kleinere Gewerbekunden angeschlossen sind. Besonders in den Gewerbegebieten ist der Erdgasanteil am Wärmeverbrauch besonders hoch (vgl. **Abb. 11**).

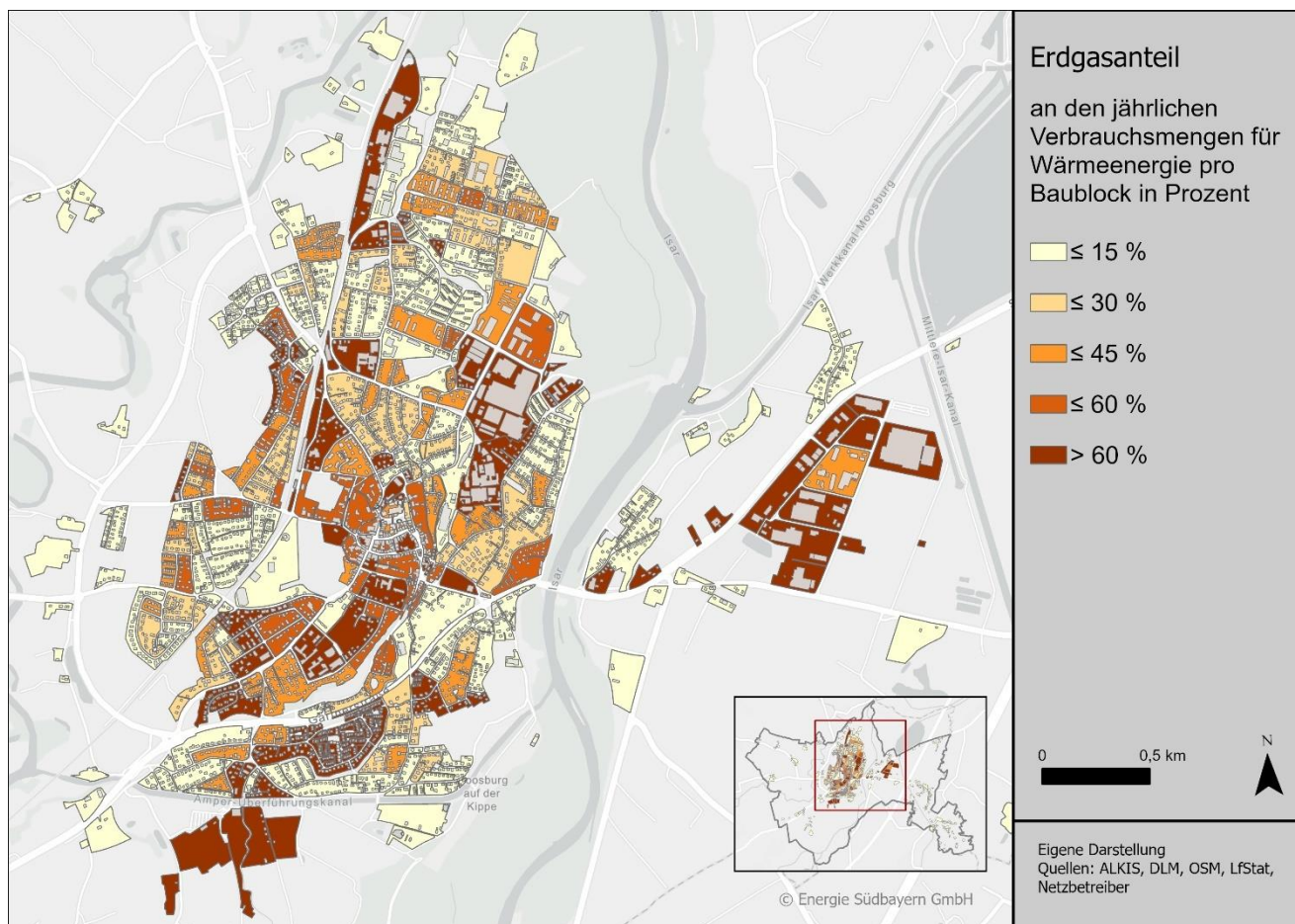


Abb. 11: Erdgasanteil am Wärmeverbrauch

_Gesamte Trassenlänge nach Druckebene in Kilometer (ohne Netzanschluss)	
Druckstufe A (bis 1bar)	45,1 km
Druckstufe B (bis 4 bar)	0,2 km
Druckstufe C (bis 16 bar)	4,1 km
Gesamtanzahl der Anschlüsse nach Druckebene	
Druckstufe A (bis 1bar)	1.528
Druckstufe B (bis 4 bar)	3
Druckstufe C (bis 16 bar)	2

Tabelle 2: Trassenlänge und Gesamtanzahl der Anschlüsse nach Druckebene des Gasnetzes

4.6. Wärmenetzinfrastruktur

Moosburg verfügt über ein Nahwärmenetz, das von der Bader Energie GmbH betrieben wird. Es versorgt im nördlichen Teil des Gemeindegebiets insgesamt 113 Anschlussnehmer. Das Nahwärmenetz wird aus drei Biomasseheizkesseln mit einer thermischen Gesamtleistung von 900 kW und einem jährlichen Einsatz von ca. 5.500 Schüttraummeter (SRM) Hackschnitzel gespeist. Zusätzliche stammt Wärme aus einem Spitzenlastgaskessel mit einer Leistung von 800 kW, sowie einem mobilen Ölkessels mit einer Leistung von 600 kW. Eine weitere Wärmequelle ist die Abwärme eines mit Klärgas betriebenen BHKWs. Die aus dem Klärgas erzeugte Wärmemenge ist jedoch aufgrund des schwankenden Dargebots des Energieträgers volatil, wobei die nutzbare Leistung zwischen 0 und 200 kW variiert. Das Nahwärmenetz wurde im Jahr 2012 in Betrieb genommen, hat derzeit eine 100-prozentige Auslastung und arbeitet mit einer Vorlauftemperatur von 82°C und einer Rücklauftemperatur von 50°C.

In **Abb. 12** sind der Trassenverlauf des Wärmenetzes sowie die Wärmeerzeuger abgebildet. Insgesamt beläuft sich die Netzlänge auf 6,6 km. Aus der Grafik lässt sich ebenfalls auf den Wärmenetzanteil am Wärmeverbrauch in den Baublocken und der damit verbundenen Eignung für Netzausbaugebiete schließen.

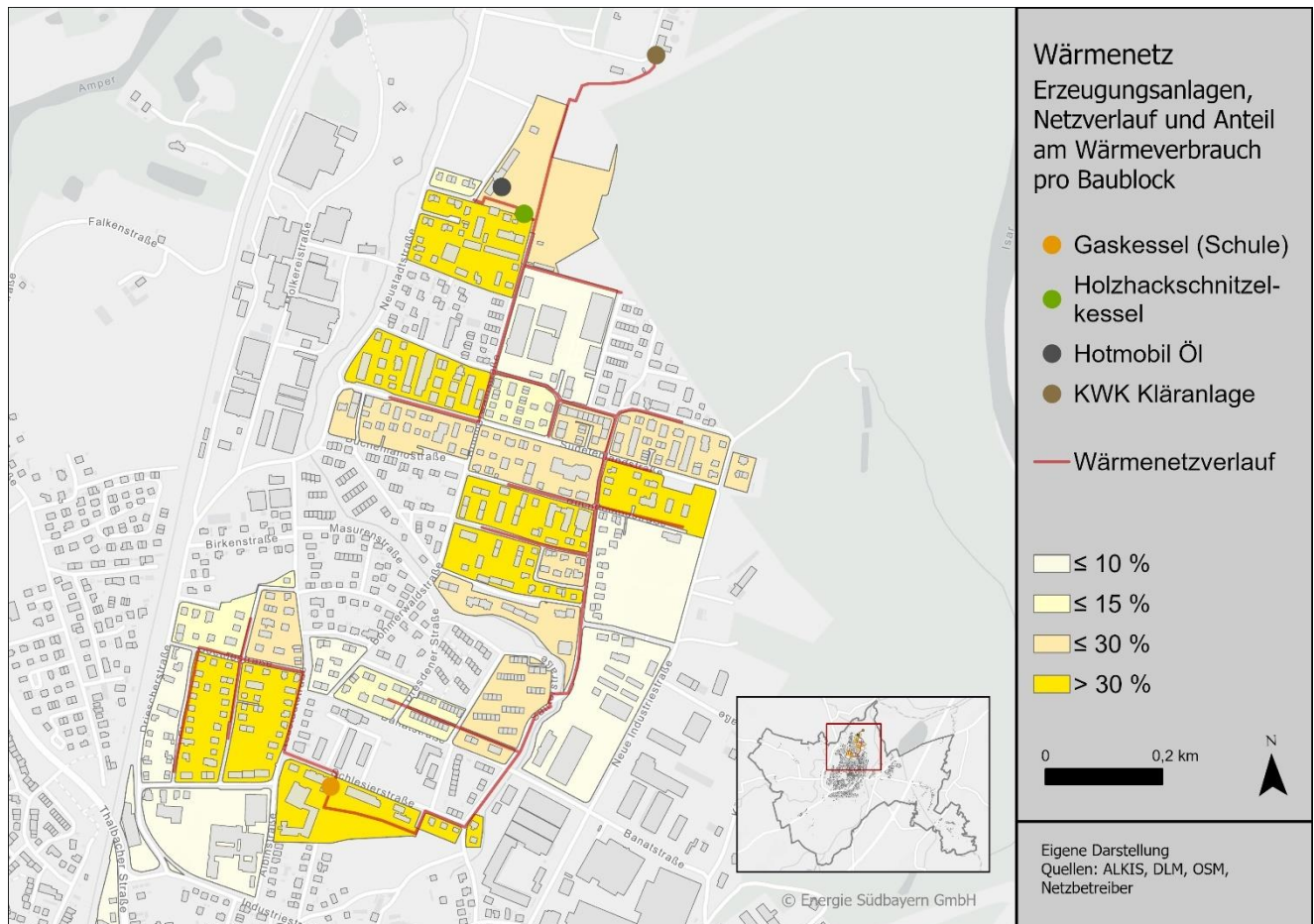


Abb. 12: Wärmenetz der Bader Energie GmbH

Das Wärmenetz wurde seit 2021 stetig ausgebaut, wodurch der Wärmeverbrauch über die Jahre weiter angestiegen ist. Daher wurde für die Betrachtung des Energieträgereinsatzes das Jahr 2023 zugrunde gelegt. Das Wärmenetz wird, wie aus **Abb. 13** hervorgeht, mit 88 % zu einem überwiegenden Teil mit Holzhackschnitzel betrieben. Weitere 11 % der Wärmemenge ist Abwärme des mit Klärgas betriebenen Blockheizkraftwerks der Kläranlage. Lediglich 1 % stammt aus fossilen Quellen zur Spitzenlastabdeckung. Derzeit gibt es Überlegungen das Wärmenetz, um einen großen Pufferspeicher mit bis zu 2.000 m³ zu erweitern.

Anteil der Energieträger bei der leitungsgebundenen Wärme

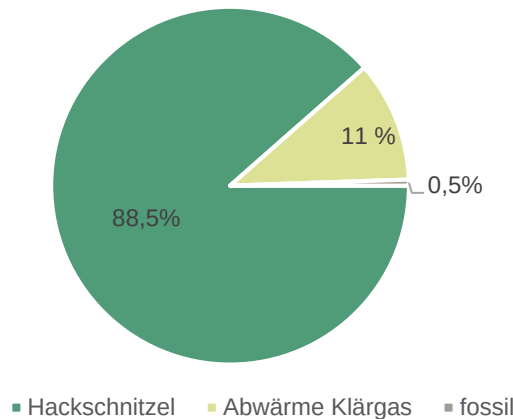


Abb. 13: Energieträgerverteilung des Wärmenetzes an der Wärmemenge

Stromnetzinfrastruktur

Im Jahr 2022 lag der Stromverbrauch der Stadt Moosburg bei etwa 97 Gigawattstunden (GWh). Netzbetreiber des Stromnetzes im innerstädtischen Bereich ist die Stadtwerke München GmbH. Für die Ortsteile Pfrombach und Aich betreibt Bayernwerk AG das Stromnetz.

In Moosburg sind sowohl Nieder- als auch Mittelspannungsleitungen verlegt. Das Niederspannungsnetz der Stadtwerke München besteht aus 241,9 km Erdkabel und 8,2 km Freileitungen. Dazu kommen 88,2 km Erdkabel und 10,5 km Freileitungen des Mittelspannungsnetzes.

Für die Bestandsanalyse wurde die Stromnetzinfrastruktur nicht detaillierter betrachtet.

Abwassernetze

Aufgrund der stark schwankenden Grundwasserstände und einem deutlichen Fremdwassereintrag von bis zu 60 % kann derzeit nur bedingt eine Aussage über den Trockenwetterabfluss in Moosburg getroffen werden. Jedoch soll das Abwassernetz in den nächsten Jahren umfassend saniert, um vorhandene Undichtigkeiten zu beheben. Durch eine Sanierung können sich unter Umständen Synergien ergeben, in dem bei einer Erneuerung der Leitungen eine Wärmenutzung aus dem Abwasser direkt mit bedacht wird. Auf das mögliche Abwärmepotenzial aus dem Abwassernetz wird separat im Rahmen der Potenzialanalyse eingegangen.

4.6.1. Schwerpunktgebiete dezentrale Versorgung

Nach dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) mit Stand Dezember 2024 sind weitere kartografische Darstellungen gefordert, deren Erstellung aufgrund der Datenlage nicht möglich sind.

Dies betrifft vor allem die Darstellung der Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger nach Art der Wärmeerzeuger. Diese Auswertung ist nicht möglich, da die vorliegenden Daten der Schornsteinfeger keine Unterscheidung möglich machen.

4.6.2. Wärmespeicher

Aktuell werden keine größeren Gas- bzw. Wärmespeicher betrieben.

4.7. Wärmebedarf und Energiebilanz

Im Jahr 2022 wurden im Stadtgebiet der Stadt Moosburg 351 Gigawattstunden (GWh) Energie zur Wärmebereitstellung benötigt.

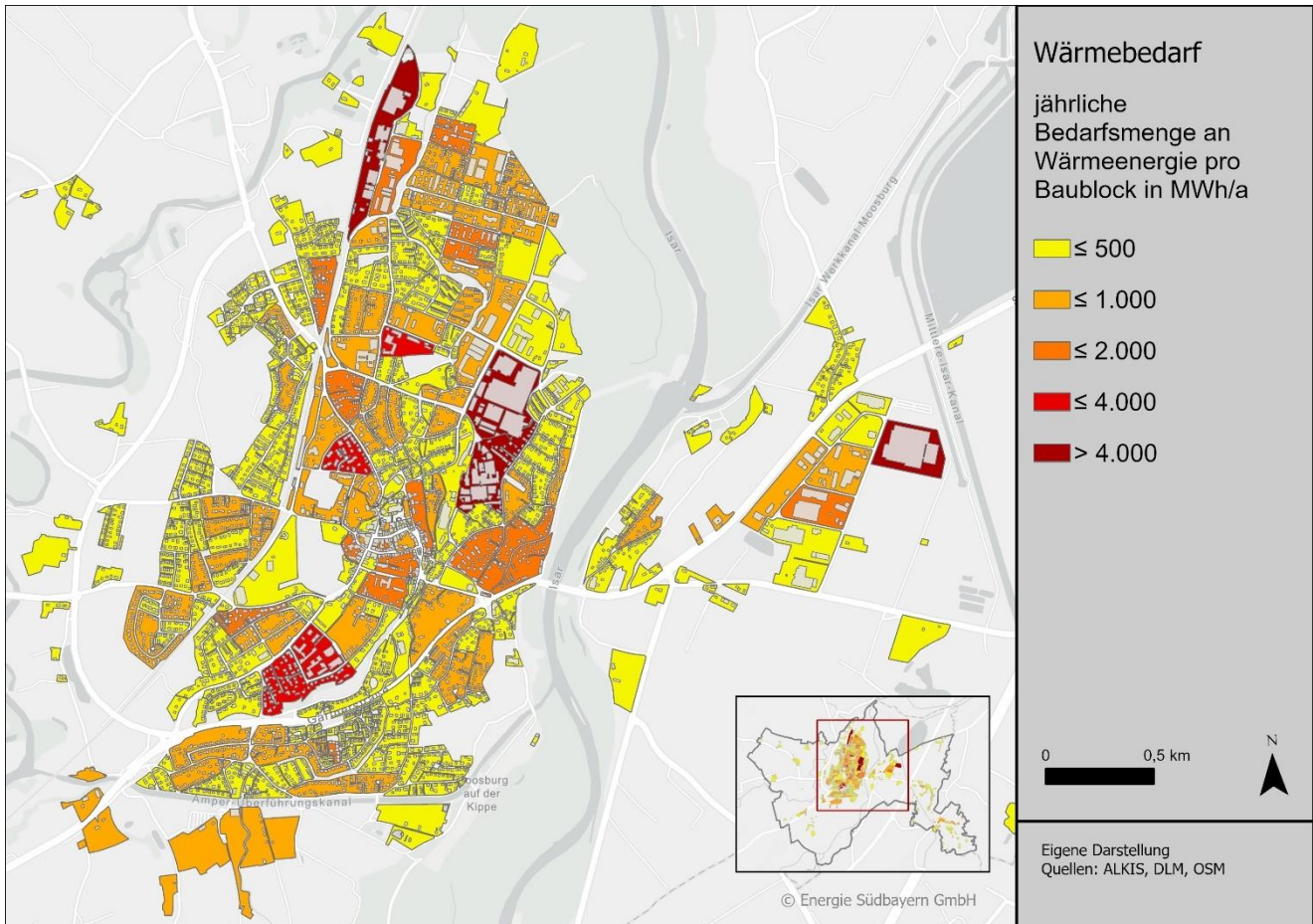


Abb. 14: Baublockbezogener absoluter Wärmeverbrauch

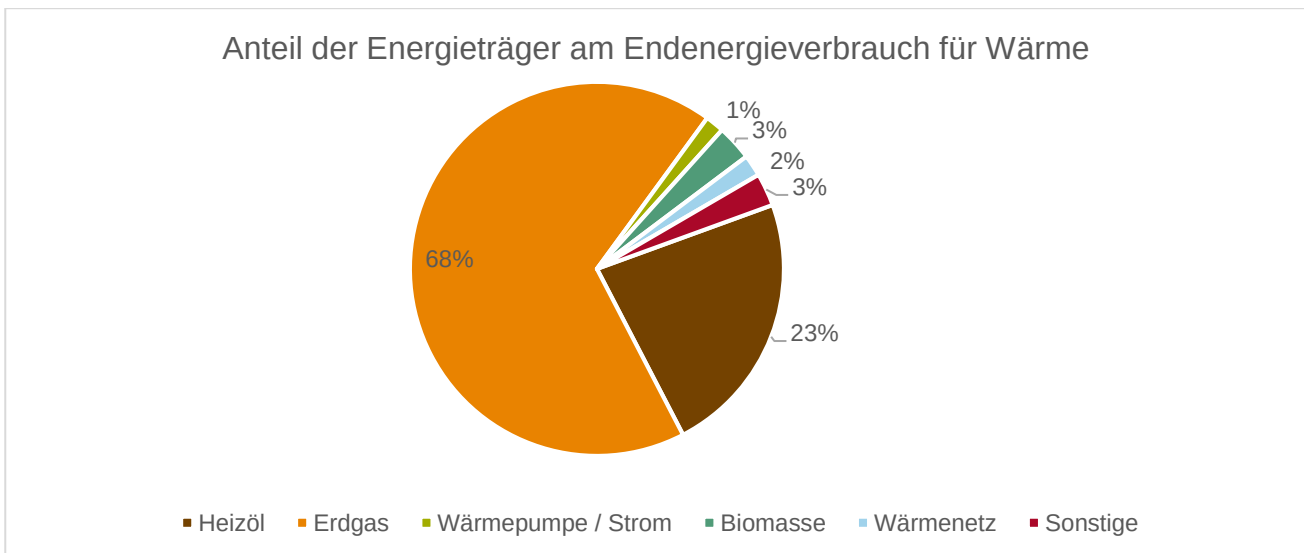


Abb. 15: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern

Die **Abb. 15** und **Abb. 16** zeigen die prozentuale und tatsächliche Verteilung der Endenergieverbräuche für Wärme nach Energieträgern. Als Endenergieverbrauch bezeichnet man die Energie, die für den jeweiligen Zweck tatsächlich verbraucht wird. Im Fall der Wärmebereitstellung wird die Energie für die Raumbeheizung und Warmwasserbereitstellung, aber auch für industrielle Prozesse in Form von Prozesswärme eingesetzt. Im Gegensatz dazu gibt der Wärmebedarf an, welche Wärmemenge in einem Gebäude tatsächlich benötigt wird. Der Endenergieverbrauch ist dabei grundsätzlich höher als der Wärmebedarf, da die Wirkungsgradverluste, die bei jeder Energieumwandlung entstehen berücksichtigt werden müssen.

In Moosburg stellt sich die Verteilung des Endenergieverbrauchs wie Folgt dar: Ca. 91 % der Energie stammten aus fossilen Quellen wie Heizöl mit ca. 81 GWh und Erdgas mit 238 GWh, was die hohe Dominanz fossiler Energieträger verdeutlicht. Lediglich 1 % des Endenergieverbrauchs ist auf den Einsatz von Wärmepumpen zurückzuführen. Dies entspricht einem Wärmeverbrauch von 5,7 GWh. Bei dem Energieverbrauch für Wärmepumpen wird hier jedoch lediglich der Stromverbrauch, der für den Betrieb einer Wärmepumpe benötigt wird, berücksichtigt. Der tatsächliche Wärmebedarf ist um einiges höher. Dieser wird jedoch durch die Nutzung von Umweltwärme (z.B. Luft oder Erdwärme) gedeckt. Daher ist der Anteil von Wärmepumpen am Endenergieverbrauch verhältnismäßig niedrig. Etwa 3 % bzw. 10,8 GWh stammen aus dem Einsatz von Biomasseheizungen. Das Nahwärmenetz im Norden von Moosburg wird momentan mit Biomasse und Klärgas betrieben. Der Wärmeverbrauch über das Wärmenetz beläuft sich derzeit auf 6,5 GWh und entspricht somit etwa 2 % des Gesamtenergieverbrauchs in Moosburg.

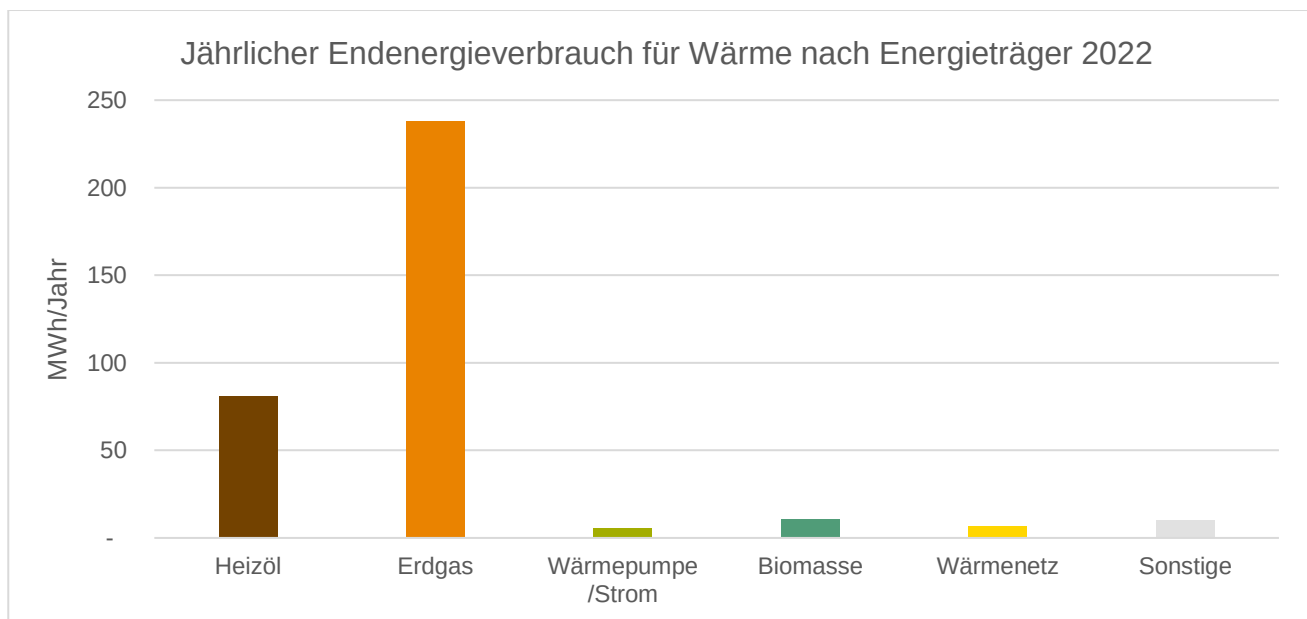


Abb. 16: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern

Im Zuge der Analyse wurden die Energieverbräuche den verschiedenen Gebäudearten zugeordnet.

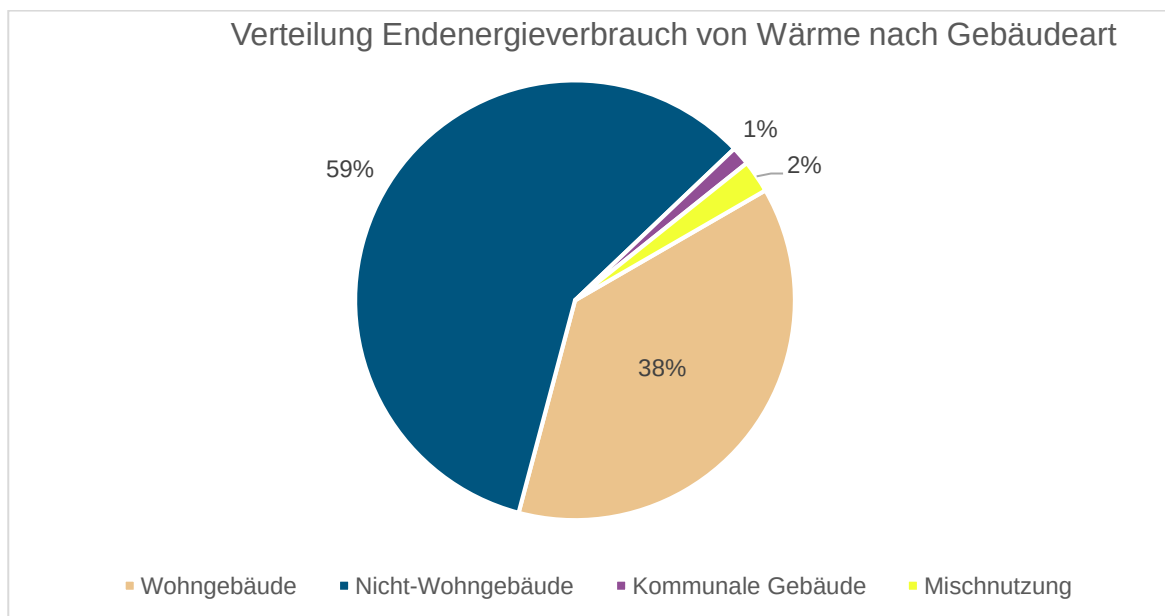


Abb. 17: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren

Der größte Teil des Energieverbrauchs, knapp 60 % bzw. 206 GWh entfallen hierbei auf Nicht-Wohngebäude. Hier sei wieder auf die ortsansässigen Großverbraucher hingewiesen. Wohngebäude verbrauchen mit ca. 120 Megawattstunden (MWh) etwa 38 % der Endenergie. Die Gebäudearten kommunale Liegenschaften und Mischnutzung sind mit einem Anteil von 1 % und 2 % bzw. 4,8 GWh und 8,4 GWh als untergeordnet einzustufen.

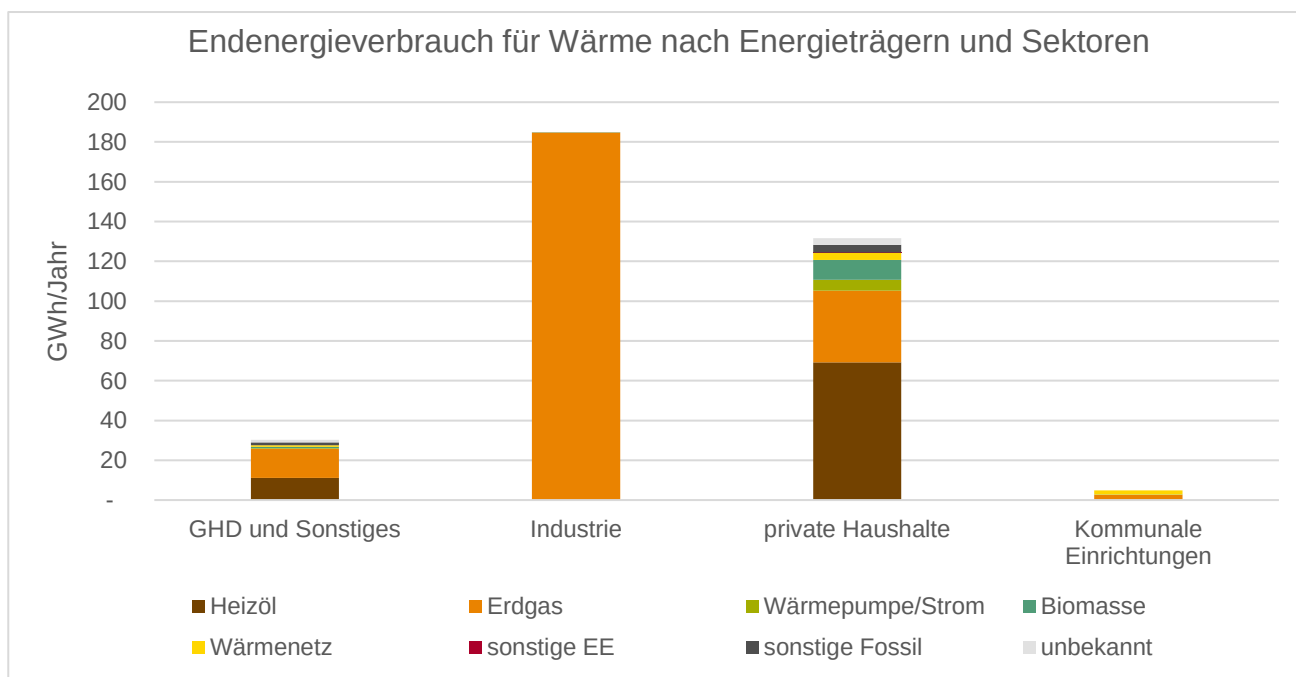


Abb. 18: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern und Sektoren

Der Jährliche Endenergieverbrauch kann unter den verschiedenen Sektoren aufgeteilt werden. Aus **Abb. 18** kann entnommen werden, dass auf die Industrie mit ca. 185 GWh der höchste Anteil im Wärmebereich entfällt. Dieser Teil wird nahezu komplett durch Erdgas gedeckt.

Die restlichen Sektoren (GHD und Sonstiges ca. 16 GWh, Private Haushalte ca. 132 GWh und Kommunale Einrichtungen ca. 5 GWh) werden hauptsächlich durch Heizöl und Erdgas versorgt.

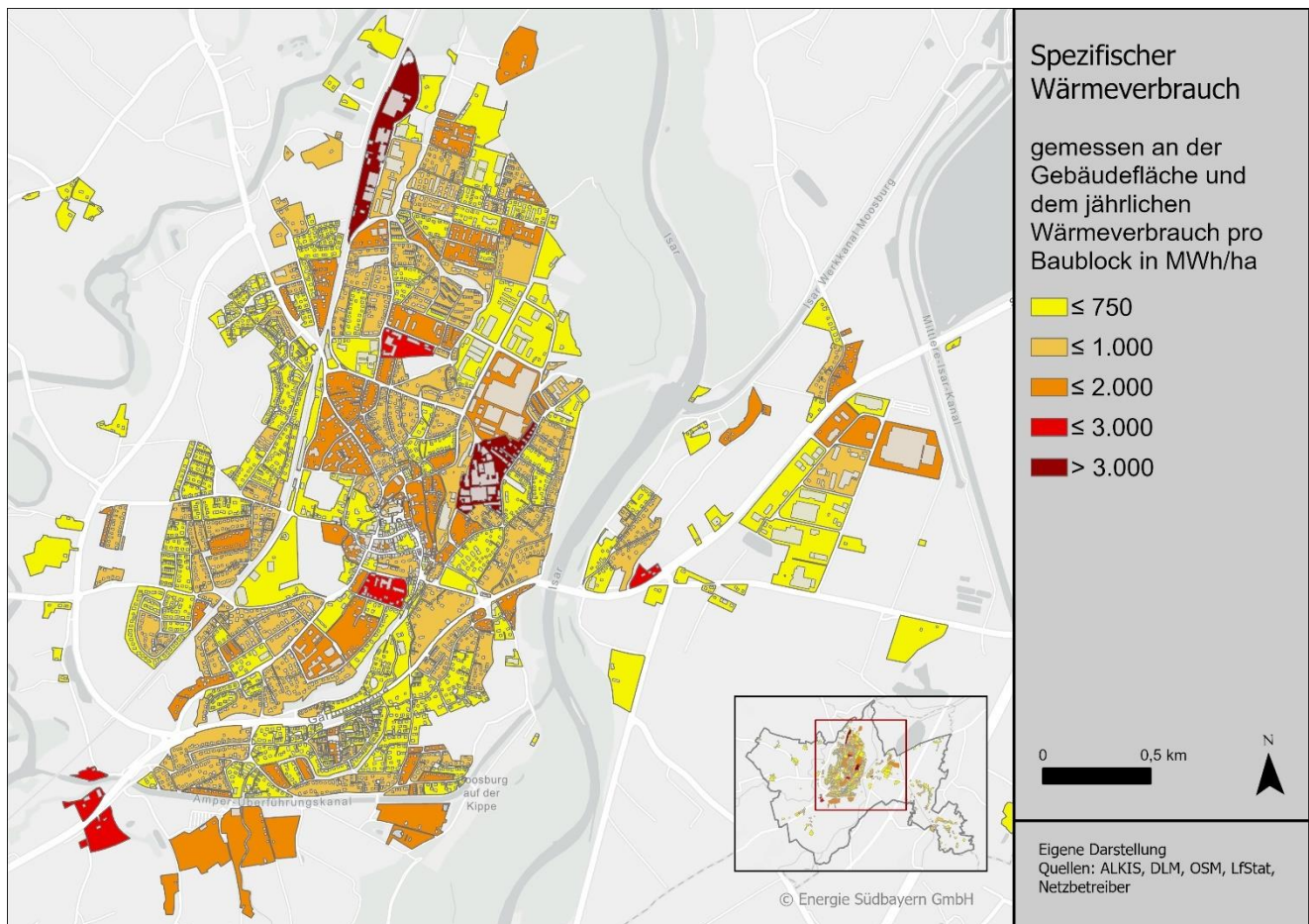


Abb. 19: Spezifischer Wärmeverbrauch in Form einer baublockbezogenen Darstellung

Der spezifische Wärmeverbrauch oder auch Wärmeverbrauchsichte ist der aufsummierte Wärmeverbrauch innerhalb einer bestimmten Fläche, hier wird der Wärmeverbrauch je Hektar (ha) Gebäude-/ Wohnfläche berechnet und gibt an, wo der Wärmeverbrauch besonders hoch ist. Auch hier fallen die energieintensiven Betriebe auf, die teilweise einen Wärmeverbrauch von über 3.000 MWh/ha aufweisen. Im Vergleich dazu haben Baublocke mit überwiegender Wohnbebauung einen spezifischen Wärmeverbrauch von unter 750 MWh/a.

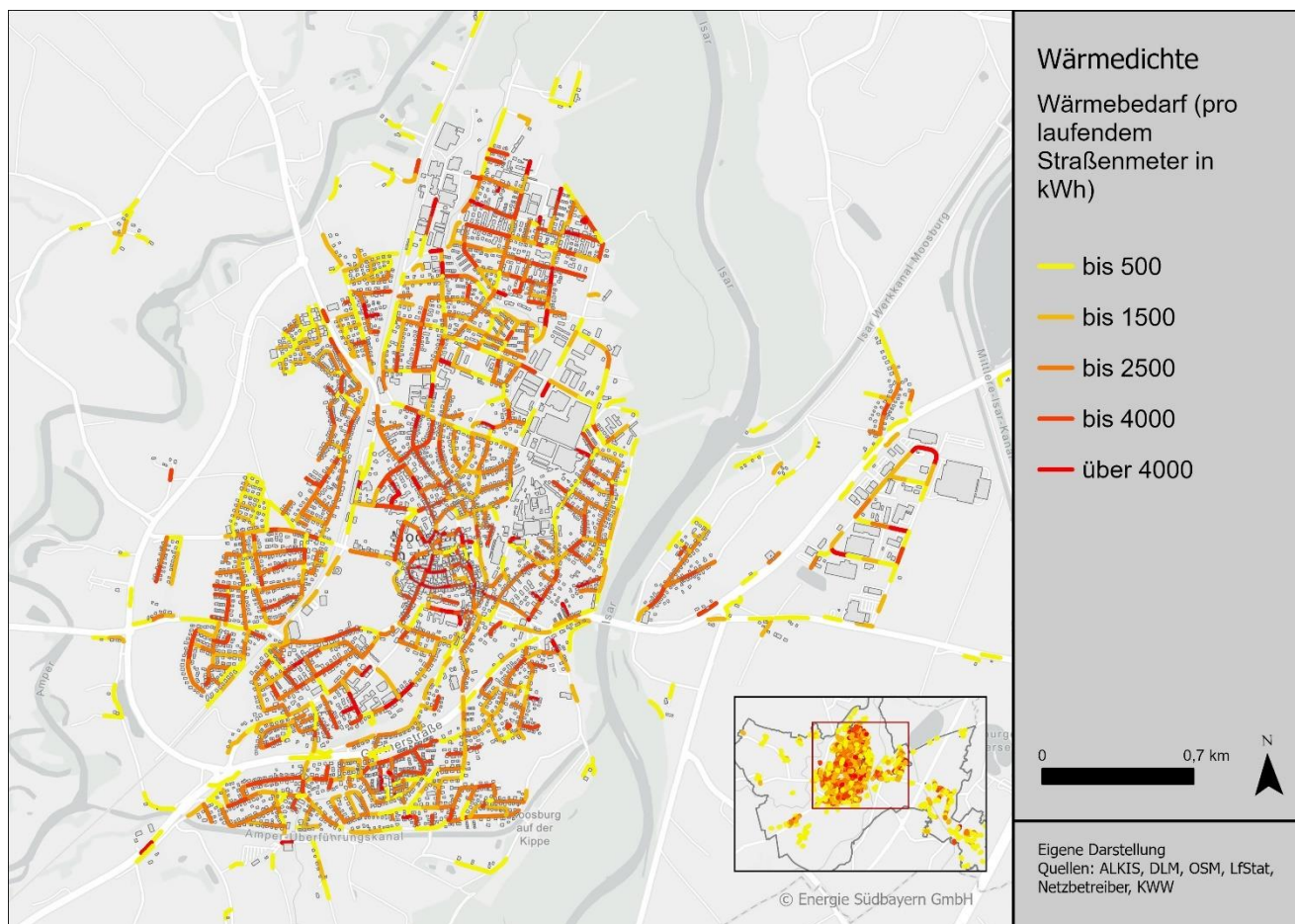


Abb. 20: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinienidichte

Als Indikator für die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes kann die Wärmelinienidichte herangezogen werden. Sie gibt den Wärmebedarf der an einem Straßenzug liegenden Gebäude an und wird in Kilowattstunden (kWh) pro Meter Trassenlänge angegeben. Über die Wärmelinienidichte können Rückschlüsse auf das wirtschaftliche Potenzial eines Wärmenetzes gezogen werden. In **Abb. 20** sind die Wärmelinienidichten des Gemeindegebiets abgebildet.

4.8. Erneuerbare Energien

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung spielt die Integration erneuerbarer Energietechnologien eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Entwicklung des Wärmesektors. Solarthermie und Photovoltaik sind zwei Schlüsseltechnologien, die das Potenzial haben, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren und zur Dekarbonisierung beizutragen.

Solarthermische Anlagen nutzen die Sonnenenergie, um Wärme zu erzeugen, die dann direkt für die Raumheizung oder die Warmwasserbereitung verwendet werden kann. Dies kann besonders in kommunalen Gebäuden oder Wohnsiedlungen effektiv eingesetzt werden, um den Energieverbrauch zu senken und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Photovoltaikanlagen hingegen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um, die entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder vor Ort für den Betrieb von Wärmepumpen und anderen elektrischen Heizsystemen genutzt wird. Die Kombination beider Technologien kann eine ganzheitliche Lösung bieten, mit dem sowohl der elektrische als auch der thermische Energiebedarf gedeckt und somit eine umfassende Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen möglich ist.

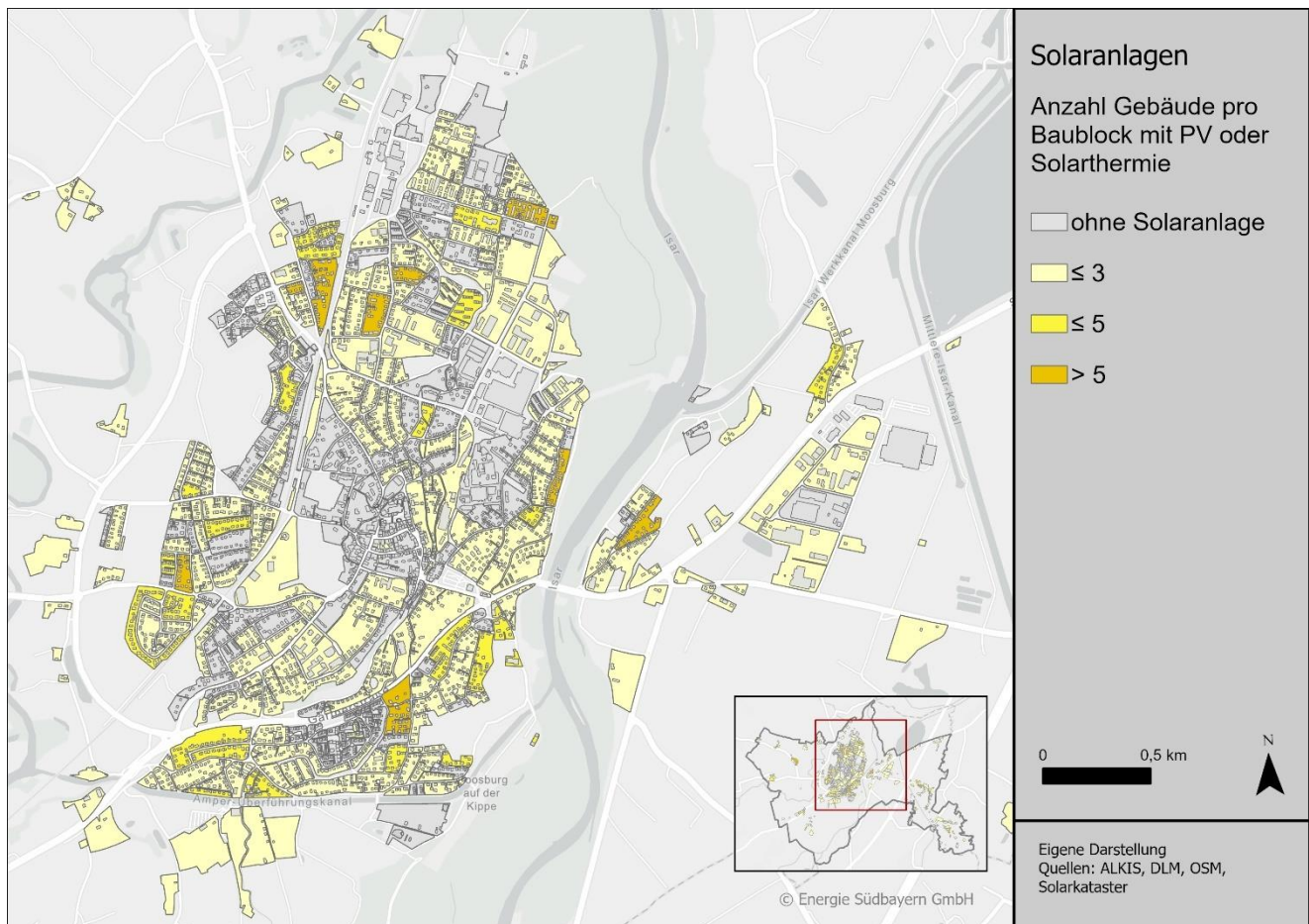


Abb. 21: Gebäude mit einer bestehenden Aufdachanlage

Abb. 21 zeigt, wie sich die Zahl der bestehenden Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen im Gemeindegebiet verteilt. Insbesondere in den Wohngebieten mit einem hohen Anteil an Einfamilienhäuser am Stadtrand kann ein hoher Nutzungsgrad von Anlagen zur Erzeugung von Strom oder Wärme aus Solarenergie festgestellt werden. Insgesamt befinden sich in der Stadt Moosburg a.d. Isar über 500 Dachanlagen für Solarthermie oder Photovoltaik.

Auch die Nutzung weiterer erneuerbare Energiequellen zur Erzeugung von Wärme spielen bei der Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und der Verringerung der CO₂-Emissionen eine entscheidende Rolle. Neben Holz und anderer Biomasse als Brennstoff zählen hierzu auch oberflächennahe Geothermie sowie die Verwendung von unvermeidbarer Abwärme. In Moosburg werden knapp 1.300 Gebäude auf Basis dieser Energiequellen mit Wärme versorgt.

Wie die **Abb. 22** verdeutlicht, liegt der Anteil erneuerbarer Energien gemessen am Endenergieverbrauch für Wärme derzeit lediglich bei 7 %. Dies kann mit dem hohen Anteil der Industrie am Energieverbrauch und deren Einsatz fossiler Brennstoffe begründet werden.

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme

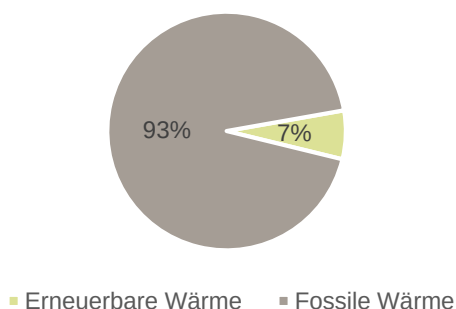


Abb. 22: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme

4.9. Treibhausgasemissionen

In der Bestandsanalyse einer kommunalen Wärmeplanung ist die Betrachtung der Treibhausgasemissionen (THG) von zentraler Bedeutung. Sie bildet die Grundlage für die Entwicklung effizienter und nachhaltiger Heizkonzepte, die sowohl ökologischen als auch ökonomischen Anforderungen gerecht werden. Neben den von Menschen am häufigsten verursachten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO_2) gibt es weitere THG wie Methan oder Lachgas, die jedoch nicht in gleicher Masse und Dauer zum Treibhauseffekt beitragen. Um diese vergleichbar zu machen, können diese in CO_2 -Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet und zusammengefasst werden. Die Analyse der Emissionsaufkommen ermöglicht es, die Hauptquellen von Treibhausgasen innerhalb einer Kommune zu identifizieren und zu bewerten. Dies umfasst die Untersuchung von Heizungsanlagen in privaten Haushalten, gewerblichen Einrichtungen und industriellen Betrieben.

Die Reduzierung von THG-Emissionen kann durch die Modernisierung veralteter Heizsysteme, die Förderung der Gebäudedämmung oder die Implementierung erneuerbarer Energiequellen erfolgen. Durch die Integration von emissionsarmen Technologien und die Optimierung von Heiz- und Kühlsystemen kann eine Kommune ihre Umweltbilanz deutlich verbessern und einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Darüber hinaus ist die Sensibilisierung der Bürger für energieeffizientes Verhalten ein wichtiger Aspekt, der zur Reduzierung der kommunalen Emissionen beitragen kann.

Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

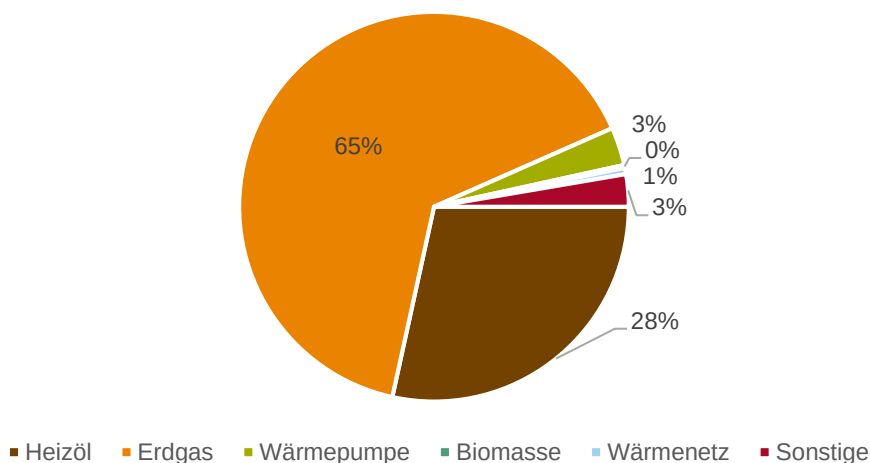


Abb. 23: THG-Emissionen (Endenergieverbrauch) für Wärme nach Energieträgern

Anhand der Verbrauchswerte der einzelnen Energieträger wurden unter Zuhilfenahme der Emissionsfaktoren des GEGs die Treibhausgasemissionen im Gemeindegebiet ermittelt. Insgesamt wurden im Jahr 2022 knapp 88.000 t Treibhausgase in Moosburg emittiert. 57.000 t entfallen auf den Einsatz von Erdgas. Das entspricht etwa 65 % der gesamten Emissionen. Ca. 28 % oder 25.000 t Treibhausgase entstehen durch den Einsatz von Heizöl. (vgl. **Abb. 23** und **Abb. 24**)

Laut dem Bundesumweltministerium liegt der derzeitige Gesamt-CO₂-Ausstoß pro Einwohner bei 10,8 t pro Jahr. Der Bereich Wohnen, in dem mit 73 % fast drei Viertel der THG-Emissionen durch Erzeugung von Raumwärme und weitere 12 % durch die Warmwasserbereitung anfallen, hat einen Anteil von 2,3 t. Für die Bereitstellung der Raumwärme und Warmwasser bedeutet dies durchschnittliche Emissionen pro Kopf von ca. 1,9 t (UBA, 2023). In Moosburg werden allein für die Wärmebereitstellung ca. 4 t je Bürger emittiert (UBA 2023). Auch hier macht sich der Einfluss der Großverbraucher deutlich.

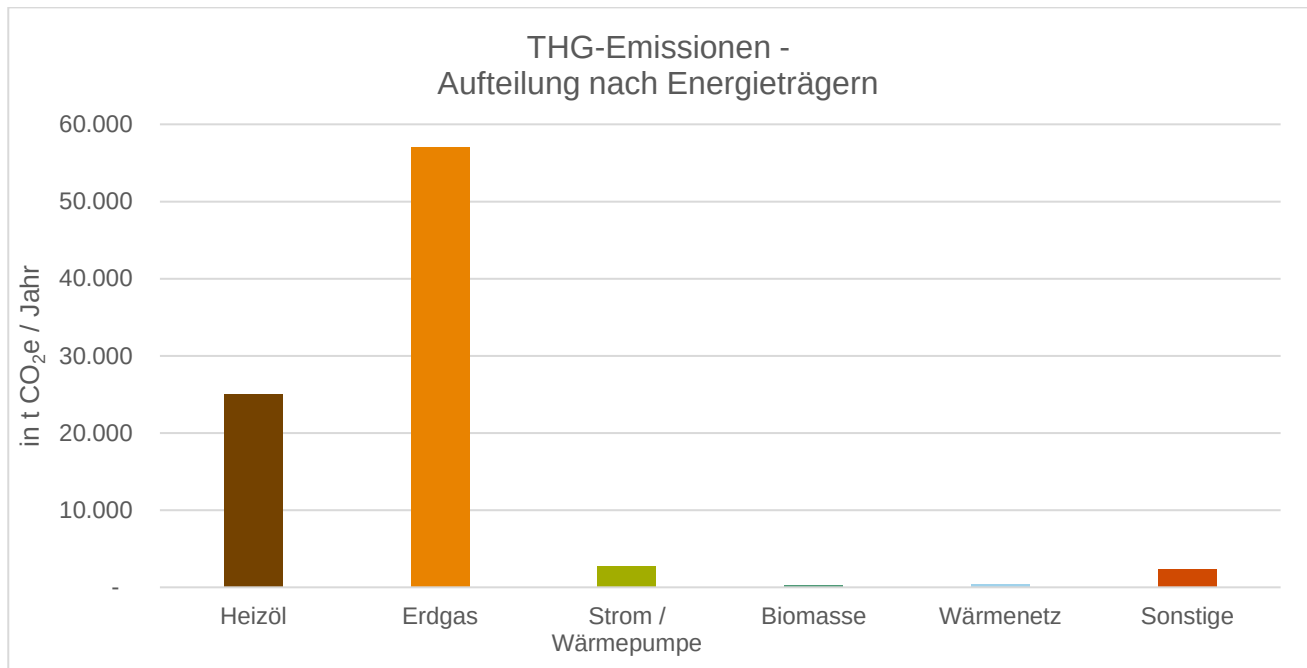


Abb. 24: THG-Emissionen (Endenergieverbrauch) für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern

Eine örtliche Verteilung der Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in **Abb. 25** dargestellt. Hier zeigt sich der starke Einfluss der Industriebetriebe in Moosburg, von welchen ein Großteil der THG-Emissionen emittiert werden. Südlich und im Stadtzentrum sind vereinzelte Gebiete zu identifizieren, die etwas höhere Emissionen aufweisen als das restliche Stadtgebiet.

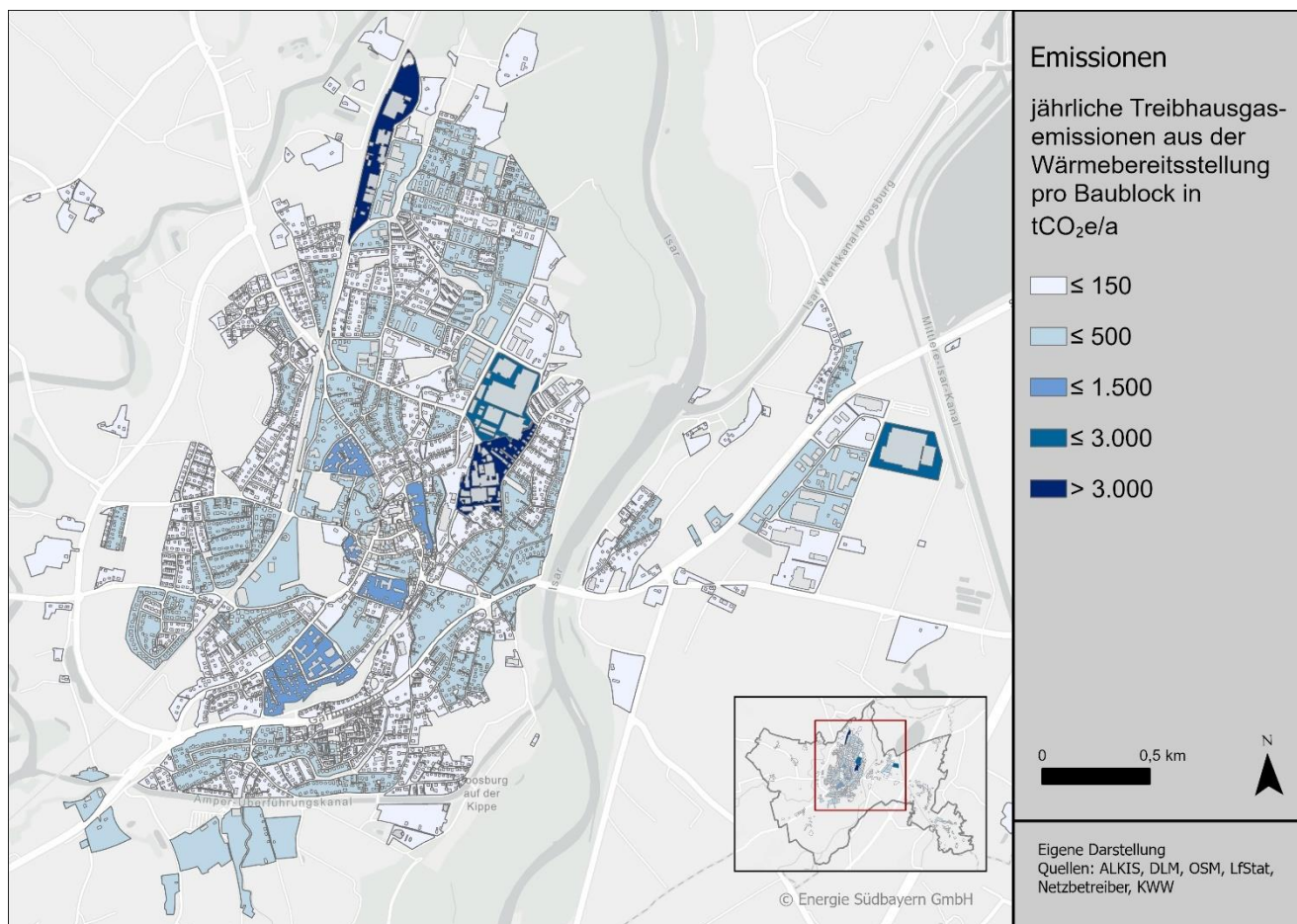


Abb. 25: Baublockbezogene Darstellung der Treibhausgasemissionen

Der Größte Anteil der Treibhausgasemissionen wird durch den Industriesektor verursacht mit einem Anteil von 50 %. Mit 40 % hat der Sektor private Haushalte ebenfalls einen großen Einfluss auf die Emissionen der Stadt. Die Sektoren GHD und Sonstiges (9 %) und der Sektor Kommunale Einrichtungen (1 %) teilen sich die letzten 10 %, wie in Abbildung 26 zu erkennen ist.

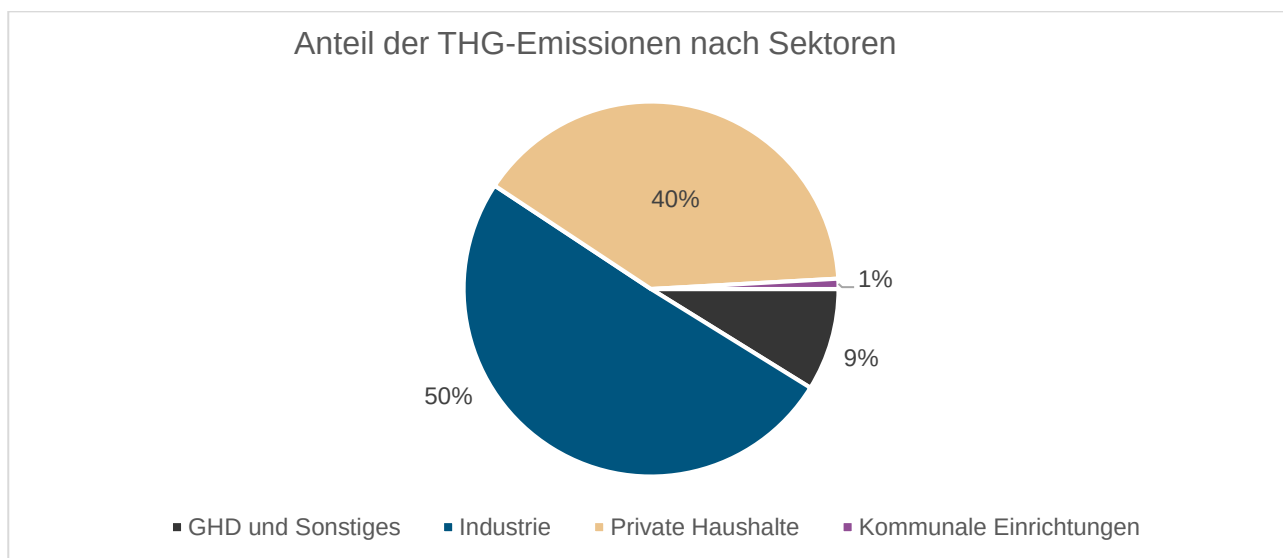


Abb. 26: Anteil der Treibhausgasemissionen nach Sektoren

4.10. Zusammenfassung

In der vorliegenden Bestandsanalyse wurde eine Untersuchung der Gebäudeinfrastruktur und der Wärmeversorgung innerhalb von Moosburg a. d. Isar durchgeführt. Die Kommune gliedert sich im Kerngebiet in fünf verschiedenen Stadtteile und weitere ins Stadtgebiet eingegliederte Orte, die eine Vielzahl von Nutzungen aufweisen. Die Gesamtfläche der Kommune beläuft sich auf 4.386 ha. Diese Fläche setzt sich dabei wie unter 1.2 dargestellt aus verschiedenen Landnutzungstypen zusammen.

Gebäudeinfrastruktur

In der Analyse wurden 5.180 Gebäude erfasst. Die Verteilung und Kategorisierung dieser Gebäude, einschließlich des Anteils der Wohngebäude sowie anderer Gebäudetypen, sind in der Analyse dokumentiert.

Die Gesamtwohnfläche wird mit 1.685.200 m² angegeben, was einer durchschnittlichen Wohnfläche von ca. 81 m² pro Einwohner entspricht. Gebäude mit gemischter Nutzung fließen in die Auswertung nicht mit ein.

Die über das Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellten Daten der Kaminkehrer zeigen, dass die erfassten 3.738 Anlagen ein Durchschnittsalter von 19,3 Jahren haben. Somit lässt sich feststellen, dass ca. die Hälfte der Anlagen älter als 20 Jahre sind. Damit besteht ein deutlicher Sanierungsbedarf.

Wärmebedarf und Energieträger

Mindestens 68 % des Wärmebedarfs werden durch Erdgas gedeckt, gefolgt von 23 % durch Heizöl. Biomasse und das Wärmenetz tragen mit 3% bzw. 2% nur geringfügig zur Wärmeversorgung bei. Die detaillierte Analyse unterstreicht, dass die Wärmeversorgung in Moosburg zu etwa 91% auf fossilen Energieträgern basiert. Mit 23 % ist dabei der Anteil von Heizöl und damit verbundenen THG-Emissionen besonders hoch.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass in Moosburg ein Großteil des Endenergieverbrauchs für Wärme (52 %) durch die vier Standorte der im Stadtgebiet angesiedelten Großverbraucher Clariant, Jungheinrich (2 Standorte) und Hofmeister Käsewerk anfällt. Diese Verbraucher sind für einen Großteil der Emissionen in Moosburg verantwortlich. Dies zeigt, dass ein großes Potenzial für die Wärmewende im industriellen Sektor besteht.

Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren

Etwa 50 % des Wärmebedarfs entfallen auf den Sektor Industrie und Produktion, gefolgt vom Sektor private Haushalte mit 40 %. Die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistung sowie öffentliche Gebäude machen mit 9 % und 1 % einen kleineren Teil des Gesamtwärmebedarfs aus.

Die Bestandsanalyse bildet eine wesentliche Grundlage für die Planung zukünftiger Maßnahmen. Sie verdeutlicht den Bedarf an Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen, insbesondere in Anbetracht des hohen Anteils alter Heizungsanlagen. Die derzeitige Abhängigkeit von fossilen Energieträgern unterstreicht die Notwendigkeit einer strategischen Umstellung auf nachhaltigere und effizientere Wärmeversorgungslösungen.

Zusätzlich zeigt die Analyse Chancen für den Ausbau des bestehenden Wärmenetzes und die Integration erneuerbarer Energien auf. Eine Sanierung und Modernisierung von Heizsystemen bei den privaten Haushalten ist unerlässlich, um den Anteil fossiler Brennstoffe innerhalb des Sektors zu reduzieren und Treibhausgasemissionen zu senken. Dem industriellen Sektor kommt eine tragende Rolle zu. Durch den hohen Anteil am Endenergieverbrauch und den Emissionen der Kommune hat eine klimafreundliche Transformation der Energieversorgung in diesem Sektor einen noch größeren Hebel für die Gesamtbilanz.

Die Bestandsanalyse und deren Erkenntnisse fließen in die Erstellung der Potenzialanalyse mit ein. Sie gibt Aufschluss über den Status Quo, den Ausgangspunkt in Moosburg. Die Potenzialanalyse

dient dazu, Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs, zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für Wärme und Strom sowie zur klimaneutralen Umstellung der Energieversorgung zu identifizieren. Sie bewertet vorhandene und zukünftige Energiepotenziale, um effiziente und nachhaltige Versorgungsszenarien zu entwickeln.

5. Potenzialanalyse

5.1. Hintergrund und Vorgehen

Die Potenzialanalyse ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmeplanung für das geplante Gebiet und wird im § 16 Absatz 1 WPG geregelt. Ziel dieser Analyse ist es, systematisch die in **Abb. 27** dargestellten Potenziale zur Reduzierung des stadtweiten Wärmebedarfs, zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme sowie zur zentralen Wärmespeicherung zu erfassen und auf ihre theoretische und technische Nutzbarkeit zu bewerten.



Abb. 27: Erneuerbare Wärmepotenziale, Wärmebedarfsreduktion und Wärmespeicher im Rahmen der KWP

Die Durchführung der Potenzialanalyse erfolgt in mehreren, aufeinander abgestimmten Schritten, die im Bundesleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung detailliert beschrieben sind.

Datensammlung und -aufbereitung:

Der erste Schritt der Analyse besteht in der umfassenden Sammlung und Aufbereitung aller relevanten Daten. Diese Daten werden auf verschiedenen planerischen Ebenen erhoben und umfassen:

- Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden detaillierte Gebäudedaten mit Informationen zu den eingesetzten Wärmeerzeugern, das Gebäudealter und der energetische Zustand der Gebäude erfasst und auf verschiedenen Aggregationsebene³ ausgewertet (vgl. dazu Abschnitt 4). Zudem wurden Daten zur bestehenden Wärmeanfrastruktur und anschließend die Energiebedarfe und -verbräuche ermittelt und den einzelnen Gebäuden zugeordnet (vgl. Abschnitt 4.7).
- Im Kern der Potenzialanalyse wurden die regional verfügbaren Energiequellen für erneuerbare Wärme wie u.a. Geothermie (vgl. **Abb. 27** und Abschnitt 5.3) analysiert. Darüber hinaus wurden die Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs, der Nutzung von Umweltwärme und die Wärmespeicher in der Datenerfassung berücksichtigt. Anders als in der Bestandsanalyse wird hier nicht zwischen unterschiedlichen Aggregationsebenen unterschieden. Die Erfassung der Potenziale erfolgt zunächst auf einer gesamtstädtischen Ebene und wird anschließend auf die passende Betrachtungsebene (u. a. Gebäude, Flurstück und Blaublöcke) verarbeitet.

³ Hierzu gehören Gebäudeebene, Flurstückebene, Baublockebene, Teilgebiete, Stadtteile und die bilanzielle Ebene für die Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz.

Die gesammelten Daten wurden systematisch im GIS-System aufbereitet, um eine georeferenzierte Grundlage für die Bestimmung und die Bewertung der vorhandenen Potentiale zu schaffen.

Identifikation und Bewertung der verfügbaren Wärmepotenziale

In diesem Schritt erfolgt die Identifikation und Bewertung der oben aufgeführten Wärmequellen und Speicheroptionen (vgl. **Abb. 27**). Hierbei werden quantitative Methoden verwendet, um das theoretische und technische Potenzial der Wärmequellen zu bestimmen (vgl. **Abb. 28**). Das **theoretische Potenzial** beschreibt dabei das physikalisch nutzbare Energieangebot im Plangebiet der Stadt. Einschränkende Faktoren, wie z.B. Landschaftsschutzgebiete oder Bereiche mit Denkmalschutzaufgaben oder sonstige Nutzungsfaktoren werden hier noch nicht betrachtet. Diese einschränkenden Faktoren werden in den anschließenden Schritten im Hinblick auf die Ermittlung des **technischen Potentials** bestimmt. Hierbei wird der Anteil des theoretischen Potentials ermittelt, der unter Beachtung vorhandener, technischer Beschränkungen voraussichtlich für die zukünftige Wärmeversorgung nutzbar ist.

Das wirtschaftliche Potenzial betrachtet den Anteil am technischen Potential unter Berücksichtigung der aktuellen Marktsituation und Kostenstrukturen. In der Potentialanalyse wird das wirtschaftliche Potential noch nicht berechnet. Erst im Rahmen der Szenarienbildung besteht Klarheit über die Dimensionierung der Potentiale und die dazugehörigen Kosten.



Abb. 28: Abgrenzung der unterschiedlichen Potenzialbegriffe

Für jedes identifizierte Wärmepotenzial müssen die vorhandenen Einschränkungen geprüft werden. Diese Einschränkungen umfassen z.B. räumliche Faktoren unter der Berücksichtigung von Schutzgebieten (z.B. bei der Ausweisung von Flächen für die Nutzung von Geothermie).

Die Darstellung dieser räumlichen Einschränkungen werden in den folgenden Abschnitten in Bezug auf das jeweilige erneuerbare Wärmepotenzial abgeleitet. Darüber hinaus kommen technische Beschränkungen zum Tragen, die das theoretisch verfügbare Nutzungspotenzial weiter reduzieren. Diese können infrastrukturelle Anforderungen und technische Faktoren umfassen, die in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Potentialanalyse sind die Grundlage für die Betrachtung verschiedener Szenarien und anschließender Auswahl des maßgeblichen Zielszenarios. Damit werden unter Einbeziehung der Erkenntnisse der Bestandsanalyse die Grundlagen gelegt, um effiziente und nachhaltige Versorgungsszenarien zu entwickeln. Darüber hinaus werden erste Anhaltspunkte ermittelt, welche Wärmequellen in der zukünftigen Planung für die Entwicklung der Wärmeversorgung untersucht werden sollten.

Im Ergebnis ist in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. (siehe S. Fehler! Textmarke nicht definiert.) eine hinreichend genaue Abschätzung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potentiale für die Wärmeerzeugung aus zielkonformen Energiequellen sowie der Potentiale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion ersichtlich.

5.2. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs

Es wurde untersucht, ob und in welchen Bereichen sich Potenziale zur Reduktion des Raumwärmebedarfs für Wohngebäude und Nichtwohngebäude ermitteln lassen. Grundlage für diese Bewertung stellt der für den Gebäudebestand ermittelte Wärmebedarf dar (vgl. Abschnitt 4.4). Diese Betrachtung wurde auf der Gebäudeebene durchgeführt.

Darüber hinaus sollte auch die potenzielle Einsparung für die Prozesswärme der angesiedelten Unternehmen ermittelt werden. In den Rückmeldungen der Unternehmen waren keine auswertbaren Transformationspläne enthalten. Daher war es nicht möglich, ein quantifizierbares Reduktionspotenzial für die Prozesswärme abzuleiten.

Um die Wärmebedarfsreduktion des Gebäudebestands zu ermitteln, wurden Referenzsanierungsstandards für die verschiedenen Wohngebäudetypen und deren Nichtwohngebäude-Äquivalente festgelegt. Zunächst werden für jedes Gebäude auf Basis dessen Nutzfläche und Gebäudetyps (Einfamilien-, Reihenhäuser, usw.) Werte für Wand-, Fenster-, Dach- und Kellerflächen abgeschätzt. Ferner werden Annahmen zu den Heizgradtagen sowie einem Temperaturkorrekturkoeffizienten getroffen. In Verbindung mit den in den Referenzsanierungsstandards hinterlegten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) wird so der Wärmebedarf für das Gebäude nach Sanierung auf den Referenzsanierungsstandard berechnet. Die Differenz zwischen dem aktuellen Wärmebedarf eines Gebäudes und dem Wärmebedarf des zuvor beschriebenen sanierten Gebäudes ergibt das Wärmebedarfs-Reduktionspotenzial.

Als Ergebnisse der Auswertung können in Summe bis zu circa 80 GWh/a an Raumwärmebedarf eingespart werden. Dies teilt sich auf in ca. 20 GWh/a im Sektor Haushalte und in insgesamt ca. 60 GWh/a in allen anderen Sektoren (GHD, Industrie und Öffentlich).

Tabelle 4 zeigt deutlich auf, dass sich das technische Wärmebedarfs-Reduktionspotenzial im Bereich der Wohngebäude (Haushalte) mit 61 % auf die Einfamilienhäuser in Moosburg konzentriert. Im Bereich der Nichtwohngebäude (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.) fällt auf, das mit anteilig 97 % besonders die Altbauten im GHD-Sektor ein signifikantes theoretisches Wärmebedarfsreduktionspotenzial aufweist.

Tabelle 3: Wärmebedarfsreduktion im Bereich Wohngebäude (ca. 20 GWh/a)

Wohngebäude					
Wärmebedarfsreduktion in %	EFH	RH	MFH	GMFH	Summe
Altbau	≈ 6	≈ 1	≈ 1	≈ 1	≈ 9
Mittelalt	≈ 40	≈ 7	≈ 6	≈ 14	≈ 66
Neubau	≈ 15	≈ 4	≈ 2	≈ 4	≈ 25
Summe	≈ 61	≈ 11	≈ 9	≈ 19	100 (20 GWhh/a)

Tabelle 4: Wärmebedarfsreduktion im Bereich Nichtwohngebäude (ca. 60 GWh/a)

NWG (GHD/Industrie/Öffentlich)		
Wärmebedarfsreduktion		
Altbau	≈ 57 GWh/a	97%
Mittelalt	≈ 2 GWh/a	3%
Neubau	≈ 0 GWh/a	0%
Summe	≈ 60 GWh/a	100%

Erwartungsgemäß entfällt das größte Reduktionspotential bei Wohngebäuden mit rund 12 GWh/a auf den Bereich der Einfamilienhäuser. Der größte Anteil des Sanierungspotenzials liegt bei den mittelalten Wohngebäuden. Bei Neubauten ist ein geringerer Wärmebedarfs in Folge von z.B. besseren Dämmungen und Baumaterialien zu erkennen. Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien.

In der **Abb. 29** wird anhand der georeferenzierten Darstellung der Wärmebedarfsreduktion von Wohngebäuden deutlich, dass die höchsten Potenziale in den Bereichen, um den Stadtkern von Moosburg zu verorten sind. Erklärbar ist dies, wie bereits in der Bestandsanalyse dargestellt, durch einen hohen Gebäudebestand aus den Erstellungsjahren vor 1977 (> 50 %). Unberücksichtigt bleibt der Anteil von denkmalgeschützten Gebäuden, die aus anderen, zumeist wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht oder nur moderat saniert werden können.

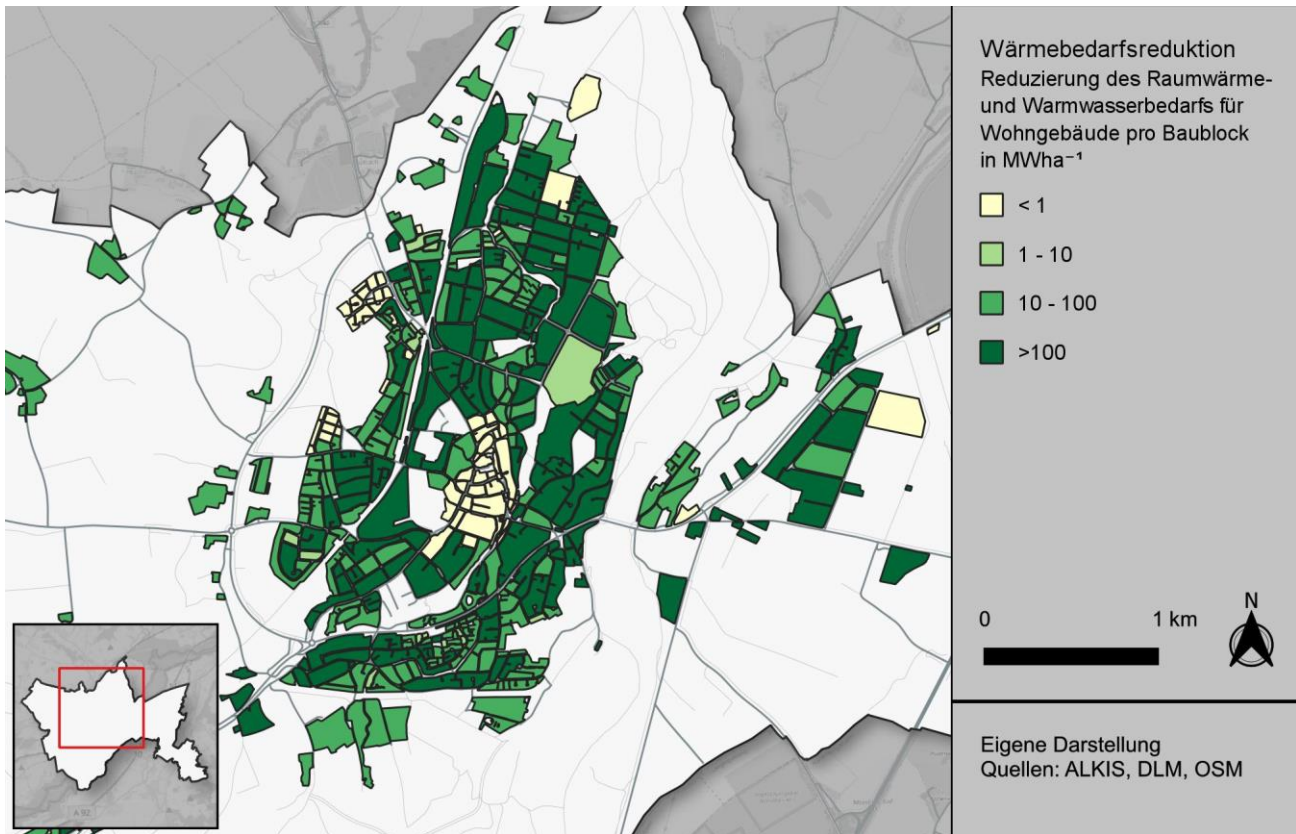


Abb. 29: Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion im Bereich Wohngebäuden

5.1. Zukünftiger Wärmebedarf

Neben der Wahl von Wärmerzeugern auf Basis erneuerbarer Energien kann auch die Einsparung von Wärmeenergie bei der Senkung von Treibhausgasemissionen eine wichtige Rolle spielen.

Aus der Potenzialanalyse ist bekannt, dass zwei Arten der Wärmebedarfsreduktion betrachtet werden: Die Reduktion des Raumwärmebedarfs durch Sanierung der Gebäudehülle sowie die Reduktion des Prozesswärmebedarfes. Da das technische Potenzial jedoch keine wirtschaftlichen Faktoren bewertet, umfasst dieses Potenzial auch besonders unwirtschaftliche Sanierungsobjekte. Es ist also erforderlich eine sinnvolle Annahme zu treffen, welche Gebäude voraussichtlich bis zur Erreichung des Zielszenarios saniert werden. Für die Sanierungsrate wird angenommen, dass jährlich 0,5 % des Raumwärmebedarfs eingespart wird. Derzeit liegt die energetische Sanierungsquote im deutschen Gebäudebestand bei 0,7 %.

5.2. Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung

Wie einleitend bereits unter 5.1 dargestellt, werden im Rahmen der Potenzialanalyse die unterschiedlichsten erneuerbaren Energiepotenziale für die Erzeugung klimaneutraler Wärme betrachtet. Diese Potenziale basieren auf einer breiten Palette natürlicher Quellen und Technologien (vgl. dazu **Abb. 27**), von der Tiefengeothermie und der oberflächennahen Geothermie über die Nutzung von Umgebungsluft und Oberflächengewässern, bis hin zur Biomasse aus Forst- und Landwirtschaft sowie biogenen Abfällen und der Umwandlung von Abfall in Energie. Weitere Potentiale liegen in der Nutzung der grünen Gase wie Biogas und grüner Wasserstoff, ergänzt durch die effiziente Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen und Dächern.

Für das Plangebiet sind die folgenden relevante Potenziale untersucht worden:

5.2.1. Wasserstoff

Im Rahmen der Diskussion rund um die zukünftige Energieversorgung in Deutschland wird auch dem Energieträger Wasserstoff eine wichtige Rolle zugesprochen. So z.B. will die Bundesregierung mit der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) und ihrer Fortschreibung den Einsatz klimafreundlicher Wasserstofftechnologien vorantreiben, um schon frühzeitig auch einen Beitrag zur Diversifizierung der Energieimporte und damit zur Versorgungssicherheit Deutschlands zu leisten.

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H_2O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Die Wasserstoffproduktion ist dabei ortsunabhängig und der Energieträger kann über Ländergrenzen hinweg über die bestehende Gasinfrastruktur oder andere Transportwege verteilt und gespeichert werden.

Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl- und Chemieindustrie, wird Prozesswärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, das effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

In Abhängigkeit vom spezifischen Anwendungsfall ist die Verwendung von grünen Gasen entweder technologisch zwingend geboten (Prozessgas) bzw. technologisch sinnvoll (Hochtemperaturprozesse) oder wirtschaftlich von Vorteil (H_2 in Wärmeprozessen). Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräte oder Gasbrennwertkessel (H_2 -Ready) verwendet werden.

Die Verfügbarkeit von Wasserstoff für den Einsatz in Gewerbe- und Industriebetrieben und Haushalten hängt im Wesentlichen vom Netzinfrastrukturausbau und dem weiteren Ausbau des sich schnell entwickelnden, internationalen Wasserstoffmarktes ab.

Die Wasserstoff-Netzinfrastruktur

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) hat das von den Fernleitungsnetzbetreibern (FNB) vorgeschlagene Wasserstoff-Kernnetz am 22.10.2024 genehmigt. Insgesamt enthält das Netz 9.040 km an Leitungen, welche sukzessiv bis 2032 in Betrieb gehen sollen (BNetzA, 2024).

Genehmigtes Wasserstoffkernnetz



Abb. 30: Das geplante Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland im Jahr 2032⁴

Das Kernnetz besteht zum überwiegenden Teil aus umgestellten Erdgasleitungen. Das gesamte Wasserstoffnetz in Deutschland wird zu rund 60 Prozent von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt und zu 40 Prozent neu gebaut. In Bayern beträgt der Anteil an heutigen Gasleitungen, die lediglich umgestellt werden, sogar etwa 80 Prozent.

Das geplante Kernnetz soll große Verbrauchs- und Erzeugungsregionen für Wasserstoff verbinden. Dadurch sollen zentrale Standorte wie Industriezentren, Speicher, Kraftwerke und Importkorridore angebunden und damit eine effiziente und nachhaltige Wasserstoffinfrastruktur gewährleistet werden. In Bayern verläuft die Leitung über Ingolstadt nach München und von dort über den Knotenpunkt bei Moosburg a. d. Isar nach Burghausen. Ein weiterer Abschnitt verläuft von Ingolstadt in Richtung Augsburg.

Das Kernnetz erfüllt die im EnWG verankerten Ziele eines deutschlandweiten, ausbaufähigen, effizienten, klimafreundlichen Wasserstoffnetzes mit dem Zieljahr 2032. Um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten, müssen des Weiteren auch die Gasverteilnetze entsprechend umgestellt und an das Kernnetz angebunden werden. Der Fernleitungsnetzbetreiber bayernets GmbH hat hierzu zusammen mit den bayerischen Verteilnetzbetreibern ein synchronisiertes Konzept für die bayerische Wasserstoffinfrastruktur vorgelegt. Das sogenannte Kernnetz^{plus} spiegelt die Wasserstoffplanungen auf Transport- und Verteilerebene wider, die unter Berücksichtigung von bestehender Infrastruktur und H₂-Bedarfen in der Region erarbeitet wurden. Der Ausbau der Gasnetzinfrastruktur in weiten Teilen Ober- und Niederbayerns wird vom zuständigen Verteilnetzbetreiber der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG (ENB) demnach in mehreren Stufen durchgeführt.

⁴ Quelle: BNetzA, 2024

Im ersten Schritt plant der Netzbetreiber die Umstellung von Gebieten und Ortsnetzen, die physisch direkt durch das Kernnetz aufgespeist werden. In einem nächsten Schritt sind die Bereiche umzustellen, die nicht unmittelbar am Kernnetz liegen. Die Stadt Moosburg a. d. Isar fällt in die erste Kategorie, da sich die Stadt in unmittelbarer räumlicher Nähe zum geplanten Wasserstoffkernnetz befindet (vgl. **Abb. 30**). Aus diesem Grund ist in Moosburg eine physische Verfügbarkeit von Wasserstoff aus dem Kernnetz bis zum Jahr 2032 zu erwarten.

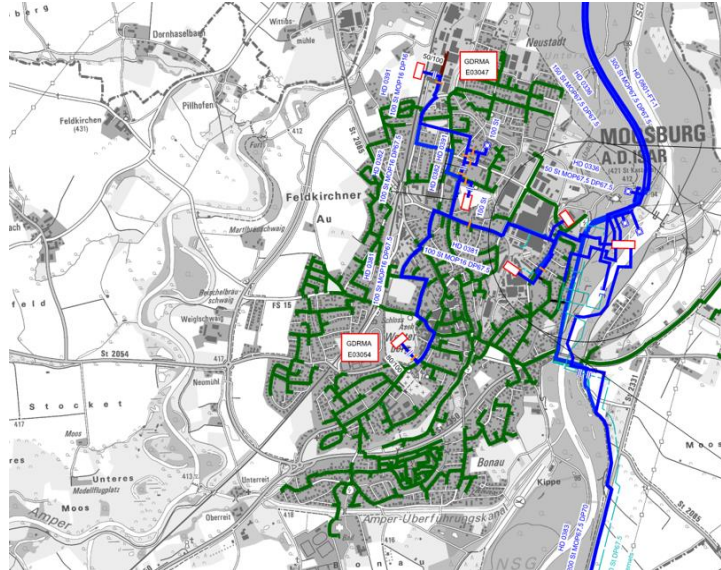


Abb. 31: Gasnetzinfrastruktur in Moosburg a.d. Isar⁵

Neben der Nähe zum Kernnetz bietet die vorhandene Gasnetzinfrastruktur im Stadtgebiet gute Voraussetzungen für eine Umstellung auf Wasserstoff. Da zu den Gewerbe- und Industriestandorten in Moosburg separate Hochdruckleitungen (siehe blaue Linie **Abb. 31**) neben dem Ortsnetz verlaufen, lassen sich einzelne Gebiete umstellen und mit Wasserstoff beliefern, ohne die Versorgung mit Erdgas in den restlichen Stadtteilen zu beeinträchtigen (vgl. **Abb. 31**). Bei Bedarf kann anschließend jederzeit eine H₂-Umstellung des Ortsnetzes erfolgen, damit die dort vorhandene Haushaltskunden ebenfalls versorgt werden können. Für eine konkrete Planung der Wasserstoffversorgung in Moosburg ist die Ausarbeitung einer Strategie zur Transformation des Gasnetzes notwendig, welcher in den kommenden Jahren von Energienetze Bayern erarbeitet werden soll.

Dass sich die bestehende Erdgasinfrastruktur technisch auf 100% Wasserstoff umstellen lässt, hat die Energienetze Bayern im Rahmen des Projektes „H₂ direkt“ im oberbayerischen Ort Hohenwart gezeigt. Im Rahmen des Projekts hat der Gasverteilnetzbetreiber ein Teilstück eines bestehenden Erdgasnetzes vom Netz abgetrennt und auf 100% grünen Wasserstoff umgestellt. Insgesamt werden zehn private Haushalte und ein Gewerbekunde mit Wasserstoff versorgt. Der notwendige Brennstoff wird über einen speziellen Anhänger für den Transport von Wasserstoff (Trailerstation) zur Verfügung gestellt. Des Weiteren wurden die bisherigen Gasthermen in den Gebäuden gegen hochmoderne 100%-H₂-fähige Brennwertgeräte ausgetauscht. Alle weiteren Komponenten im Netz und bei den Kunden wurden hinsichtlich der Wasserstofftauglichkeit, als einsatzbereit für 100% Wasserstoff bewertet. Ein Austausch musste nicht vorgenommen werden. Aufgrund des höheren Volumens von Wasserstoff mussten lediglich die vorhandenen Zähler durch größere ersetzt werden. Bei ihrem Wärmekomfort bemerken die Teilnehmer durch die Umstellung keinen Unterschied. Der Betrieb erfolgt seit Beginn an (September 2023) störungsfrei.

⁵ Quelle: ENB, 2024

Der Wasserstoffmarkt in Deutschland

Die Frage, welche Mengen Wasserstoff in den einzelnen Regionen erforderlich sind, beantwortet insbesondere der Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP). Kern des GTP sind die zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit ermittelten zukünftigen Bedarfslagen, die von den Gasverteilnetzbetreibern gemeldet und zu einem deutschlandweiten Gesamtplan verdichtet werden. Diese Verdichtung zu einem Gesamtplan ist erstmals im Herbst 2022 erfolgt. Bis zur Umstellung werden die durchzuführenden Analyse- und Planungsschritte jedes Jahr vertieft. Für die Stadt Moosburg a.d. Isar wurden der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG als zuständiger Netzbetreiber bereits einige Bedarfsmengen für Wasserstoff der ortsansässigen Industriebetriebe gemeldet. Dabei konnte ein zukünftiges Nachfragepotenzial festgestellt werden.

Mit der Nachfrage nach Wasserstoff werden zunehmend Märkte entstehen. Dabei bleibt Deutschland auf Importe angewiesen, beispielsweise über die Korridore Nordafrika & Süd-Europa, Südwest-Europa, die Baltischen Staaten oder Ost- und Südost-Europa. Der H₂-backbone stellt die Verbindung zwischen Erzeugern und Verbrauchern her und kann die Frage beantworten, wo der Wasserstoff herkommen soll. Die **Abb. 32** verdeutlicht, aus welchen Korridoren der Import künftig erwartet wird.

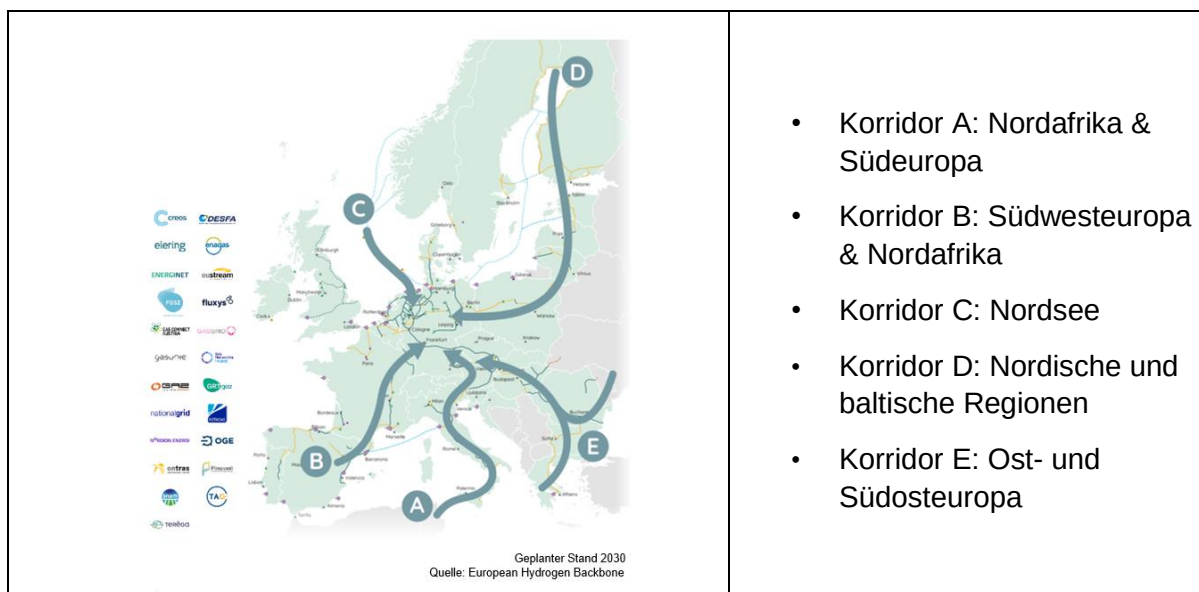


Abb. 32: Importkorridore für Wasserstoff

Gleichzeitig entstehen zunehmend regionale Projekte zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Erneuerbarer Strom aus PV und/oder Wind liefert die Energie für die Elektrolyse von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Der erzeugte grüne Wasserstoff kann als Energiequelle für die Beheizung lokaler Verbrauchsanlagen oder Wärmenetze dienen oder in das bestehende Gasnetz eingespeist werden.

Damit eine Versorgung der Kunden mit Gas sicher möglich ist, müssen unterschiedliche Infrastrukturelemente zusammenwirken: Das europäische Wasserstoffverbundnetz („H2 backbone“), das deutsche Wasserstoff-Kernnetz und das regionale Gasverteilnetz. Außerdem wird die dezentrale H2- Erzeugung einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten.

Potenziare in Moosburg a. d. Isar

Technisch betrachtet, kann durch die direkte Anbindung des bestehenden Gasverteilnetzes an das Kernnetz entsprechend Wärme für Haushalte und Unternehmen durch Wasserstoff bereitgestellt werden. Aus ökonomischer Sicht bestehen Vorteile durch die unkomplizierte und kosteneffiziente Umstellung und der weiteren Nutzung vorhandener Infrastruktur. Das Potenzial für Wasserstoff aus

dem Kernnetz wurde für Moosburg von der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG berechnet. Dabei wurde unter Berücksichtigung der maximalen Auslastung der Netzinfrastruktur ein technisches Potenzial von etwa 750 GWh pro Jahr ermittelt.

Für den Zeitraum von heute bis zur Anbindung an das Wasserstoffnetz können zudem folgende Übergangslösungen zur Verfügung stehen:

- 1) Bilanzielle Belieferung mit grünen Gasen (Biogas oder Wasserstoff)
- 2) Physische Versorgung mit dezentral erzeugten grünen Gasen (Biogas oder Wasserstoff)

Die bilanzielle Belieferung mit Biogas und Wasserstoff spielt eine wichtige Rolle bei der Umstellung auf erneuerbare Energien und ist dabei losgelöst von lokalen Erzeugungskapazitäten. Beim bilanziellen Bezug von Biogas oder Wasserstoff wird die Menge des eingespeisten Gases im Netz erfasst und mit der Menge des entnommenen Gases an einer anderen Stelle abgeglichen. Dies ermöglicht es Verbrauchern, unabhängig von ihrem Standort, grüne Gase zu nutzen, auch wenn diese physisch nicht direkt bei ihnen ankommen.

Für eine physische Versorgung mit Wasserstoff ohne die Anbindung an das Kernnetz sind hingegen lokale Kapazitäten zur Erzeugung von grünem Wasserstoff notwendig. Über das „Bayerische Förderprogramm zum Aufbau einer Elektrolyse-Infrastruktur“ (BayFELI) forciert der Freistaat Bayern den Ausbau von klimaneutralen Wasserstoffkapazitäten vor Ort als wichtigen Baustein zum Erreichen der bayerischen und nationalen Klimaziele. Wie auf der Karte des bayerischen Staatsministeriums in **Abb. 33** ersichtlich ist, finden in Bayern bereits zahlreiche Aktivitäten zum Aufbau einer solchen Infrastruktur statt. Derzeit sind in Bayern drei Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von 15 MW in Betrieb und weitere elf Anlagen in Planung. Langfristig ist von immer weiter steigenden regionalen Kapazitäten auszugehen. Bis 2032 soll in Bayern eine Elektrolyseleistung von 500-1.000 MW erreicht werden. Die Frage, inwieweit lokal produzierter Wasserstoff für Moosburg in Zukunft relevant wird, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend geklärt werden. Im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans sollten mögliche Veränderungen in der lokalen Verfügbarkeit jedoch berücksichtigt und gegebenenfalls neu bewertet werden.

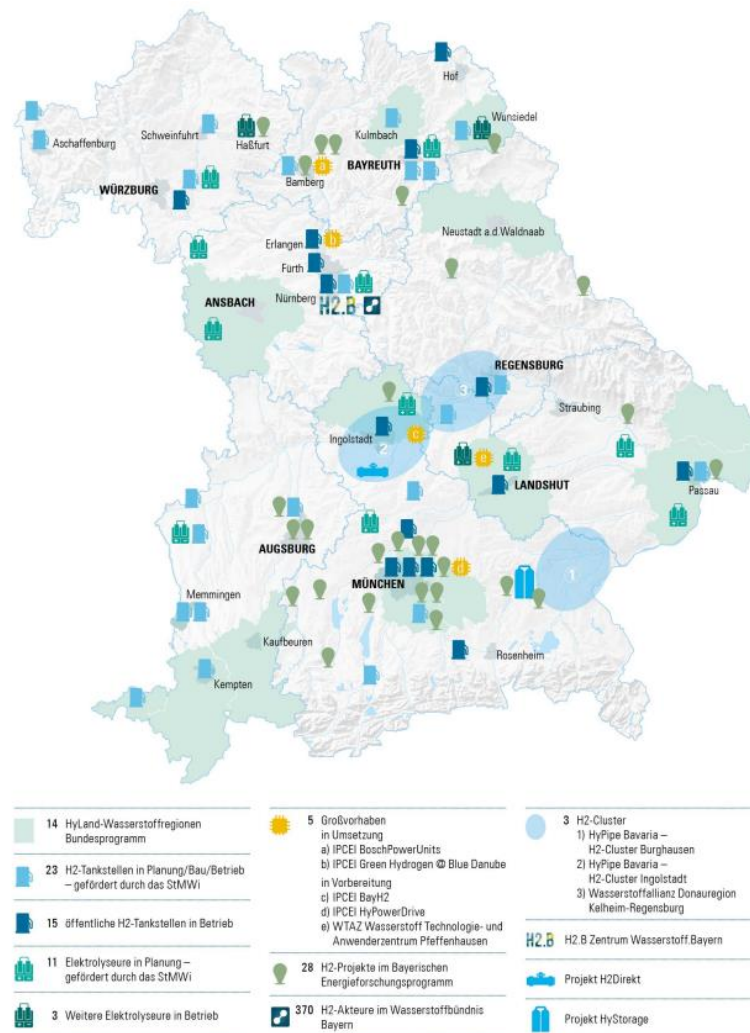


Abb. 33: Wasserstoffaktivitäten in Bayern⁶

5.2.2. Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Tiefe und mitteltiefe Geothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Dadurch können Wärmereservoirs in mehreren tausend Metern Tiefe erschlossen werden. Aufgrund des hohen Temperaturniveaus gegenüber der oberflächennahen Geothermie kann die Wärme sowohl für größere Wärmenetze als auch für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Die Einbindung der Wärme erfolgt in der Regel zentral in bestehende oder geplante Wärmenetze. Die Betrachtung des Wärmepotenzials erfolgt auf der Aggregationsebene des Stadtgebietes.

Das Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie kann ohne detaillierte Informationen zur thermischen Leistungsfähigkeit des Untergrunds nur grob eingeordnet werden. Die Nutzung der Tiefengeothermie wird in Deutschland durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Bundesberggesetz (BBergG) geregelt. Diese Bundesgesetze bilden den rechtlichen Rahmen für die Erschließung und Nutzung von Erdwärme, ergänzt durch spezifische Landesgesetze, die weiteren Regelungen und Anforderungen vorsehen.

In Deutschland muss jede Bohrung bis zu einer Tiefe von mehr als 100 Metern von der Unteren Wasserbehörde genehmigt und beim geologischen Landesamt angemeldet werden. Bohrungen ab 100 Metern sind zusätzlich hinsichtlich bergrechtlicher Vorschriften genehmigungspflichtig, wobei die

⁶ Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landentwicklung und Energie: Bayerische Wasserstoffstrategie 2.0

Bergbehörden der Bundesländer zuständig sind. Die wasserrechtliche Genehmigung erfolgt durch die Unteren Wasserbehörden.

Die tiefe Geothermie gilt in Deutschland als umweltverträgliche Energiequelle und birgt keine unbeherrschbaren Risiken. Schäden durch seismische Ereignisse sind bei sorgfältiger Kontrolle unwahrscheinlich. Gefahren für das Trinkwasser sind bei Einhaltung der bergrechtlichen Vorgaben und des Trink- und Grundwasserschutzes nahezu ausgeschlossen. Störfälle wie undichte Bohrungen sind selten, erkennbar und räumlich begrenzt in ihrer Auswirkung.

Im Gebiet von Moosburg sind Grundwasserleiter in großen Tiefen anzutreffen. Geschätzt wird hier ein Temperaturniveau zwischen 60 und 80 °C. Für die Abschätzung des technischen Potenzials wird in der Szenarienbildung die Fläche der potenziellen Wärmenetze betrachtet. Die Lage und die Ausdehnung des Netzgebietes sind jedoch sehr variabel, weshalb hier vorerst nur das theoretische Potenzial ausgewiesen wird.

Zur Bestimmung des Potenzials in Moosburg werden die relevanten Gesteinsschichten ermittelt, deren Temperaturen in **Abb. 34** abgebildet sind. Auf dieser Fläche werden Wärmeentnahmebohrungen in 1-2 km Abständen angenommen. Die Wärmeentnahme pro Bohrung wird dann mittels Referenzprojekten abgeschätzt, wobei die Aggregationsebene das Stadtgebiet ist. **Das technische Potenzial für die dem Boden entnehmbare Wärmemenge liegt bei ca. 160 GWh/a.** Dabei bedürfen der teils große Abstand zwischen Entnahmestelle und Verbrauchern sowie die notwendigen Bohrtiefen einer gesonderten wirtschaftlichen Betrachtung. Durch fehlenden Bergbau liegen über den Untergrund in Moosburg nur wenige Informationen vor. Die Bewertung des Potenzials beruht daher vor allem auf Modellvorstellungen. Grundsätzlich gilt hier die Einordnung des Bayerischen Geothermie-Atlas. Demzufolge sind im Untersuchungsraum um die Stadt Moosburg gute Wärmeleitfähigkeiten festgestellt worden.

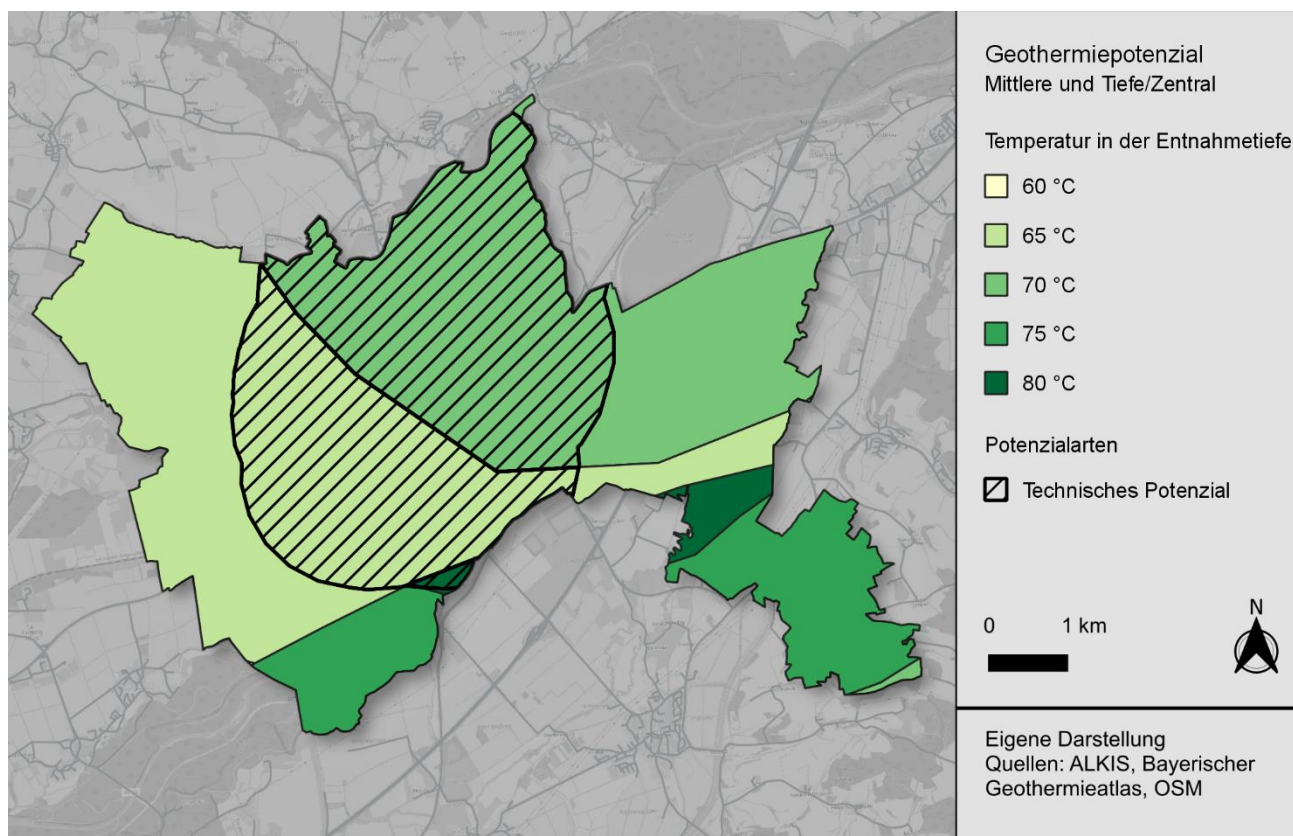


Abb. 34: Tiefe der für die tiefe Geothermie relevanten Gesteinsschichten

5.2.3. Oberflächennahe Geothermie

Auch die Wärme von oberflächennaher Geothermie kann für Wärmenetze genutzt werden. Der Unterschied in den Wärmeniveaus zwischen tiefer und mitteltiefer Geothermie und der oberflächennahen Geothermie liegt insbesondere darin, dass bei tieferer Bohrung und damit höherer Temperaturen Wärmepumpen effizienter arbeiten können, bzw. keine Wärmepumpen, sondern Wärmetauscher zum Einsatz kommen können. Entsprechend muss weniger Strom eingesetzt werden, um das Temperaturniveau zu heben, was den Betrieb wirtschaftlich attraktiver machen kann. Die im Folgenden vorgenommene Betrachtung erfolgt auf der Ebene der Flurstücke.

Die oberflächennahe Geothermie ermöglicht die Gewinnung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m. Sie ist ganzjährig verfügbar, unabhängig vom Klima, unterliegt aber in der Nutzung den bergbau- bzw. wasserrechtlichen Genehmigungen. Kleinanlagen können zur Beheizung und Warmwasserversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern eingesetzt werden. Größere Anlagen angeschlossen an Erdwärmesondenfelder eignen sich zur Wärme- und Warmwasserversorgung größerer Gebäudekomplexe. Bei der Planung einer Erdwärmeanlage sind wasser- und bergrechtliche Bestimmungen zu beachten. Ein wasserrechtliches Verfahren ist notwendig, um den Schutz des Grundwassers mit der Nutzung der Erdwärme in Einklang zu bringen. Unter bestimmten Voraussetzungen ist ein bergrechtliches Verfahren notwendig. Darüber hinaus sind besondere Schutzvorkehrungen in Wasserschutzgebieten zu treffen. Die individuelle Genehmigung liegt in der Zuständigkeit der jeweiligen Unteren Wasserbehörde.

Im Allgemeinen wird technologisch betrachtet zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren unterschieden, wobei der Fokus dieser Analyse auf dem Einsatz von Erdwärmesonden liegt. In allen Formen der Erschließung von Erdwärme im oberflächennahen Bereich wird das Temperaturniveau über eine Wärmepumpe angehoben, um Raumwärme bereitstellen zu können.

Die Anlagen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie können einerseits **dezentral** und damit direkt in Gebäuden oder aber **zentral** in bestehenden oder geplanten Wärmenetzen genutzt werden.

Für das Stadtgebiet von Moosburg wurde ein **technisches Potenzial für die dezentrale Nutzbarkeit von rund 320 GWh/a** (80 GWh/a aus zugeführter elektrischer Energie und 240 GWh/a aus dem Untergrund) ermittelt. Damit lassen sich ca. 40 % der Flurstücke mit Wohnnutzung (Raumwärme- und Warmwasserbedarf) vollständig mittels Geothermie versorgen. Es werden nur Flurstücke betrachtet, welche eine oberflächennahe geothermische Nutzung durch abwesende Schutzgebiete und entsprechende freie Flächen prinzipiell ermöglichen. Eine weiterführende Standortbewertung ist jedoch erforderlich, um Flächen durch einschränkende und konkurrierende Nutzungen auszuschließen.

Die nachfolgende **Abb. 35** gibt einen Überblick über den flurstücksbezogenen Deckungsgrad an Raumwärme- und Warmwasserbedarf, also die Deckung der jährlichen Bedarfsmengen durch dezentrale oberflächennahe Geothermie. Der Innenstadtbereich ist als Bodendenkmal gekennzeichnet und wird daher ausgeschlossen.



Abb. 35: Potenzial oberflächennahe Geothermie dezentral

In **Abb. 36** sind demgegenüber die **zentral** abzuschätzenden geothermischen Entnahmepotentiale ab einer potenziellen Entnahmeleistung von 0,5 MW dargestellt. Die zentrale oberflächennahe Geothermie nutzt Erdsondenfelder mit einem hohen Flächenverbrauch von ca. 20 ha (viele nahe beieinander platzierte Erdwärmesonden). Angenommen wurden 5.000 Volllaststunden. Der Wärmeentzug wurde über das Jahr verteilt. **Für die zentrale Nutzung von oberflächennaher Geothermie ist ein technisches Potential von rund 50 GWh/a ermittelt worden**, davon ca. 37 GWh/a Wärme aus dem Untergrund und ca. 13 GWh/a durch den zugeführten Strom.

Bei den analysierten Flächen der dezentralen und zentralen oberflächennahen Geothermie kann es zu Überschneidungen kommen. Diese Überschneidungen zeigen die Nutzungskonkurrenz zwischen den beiden Potenzialen auf, welche bei der Ausgestaltung der Maßnahmen berücksichtigt wird.

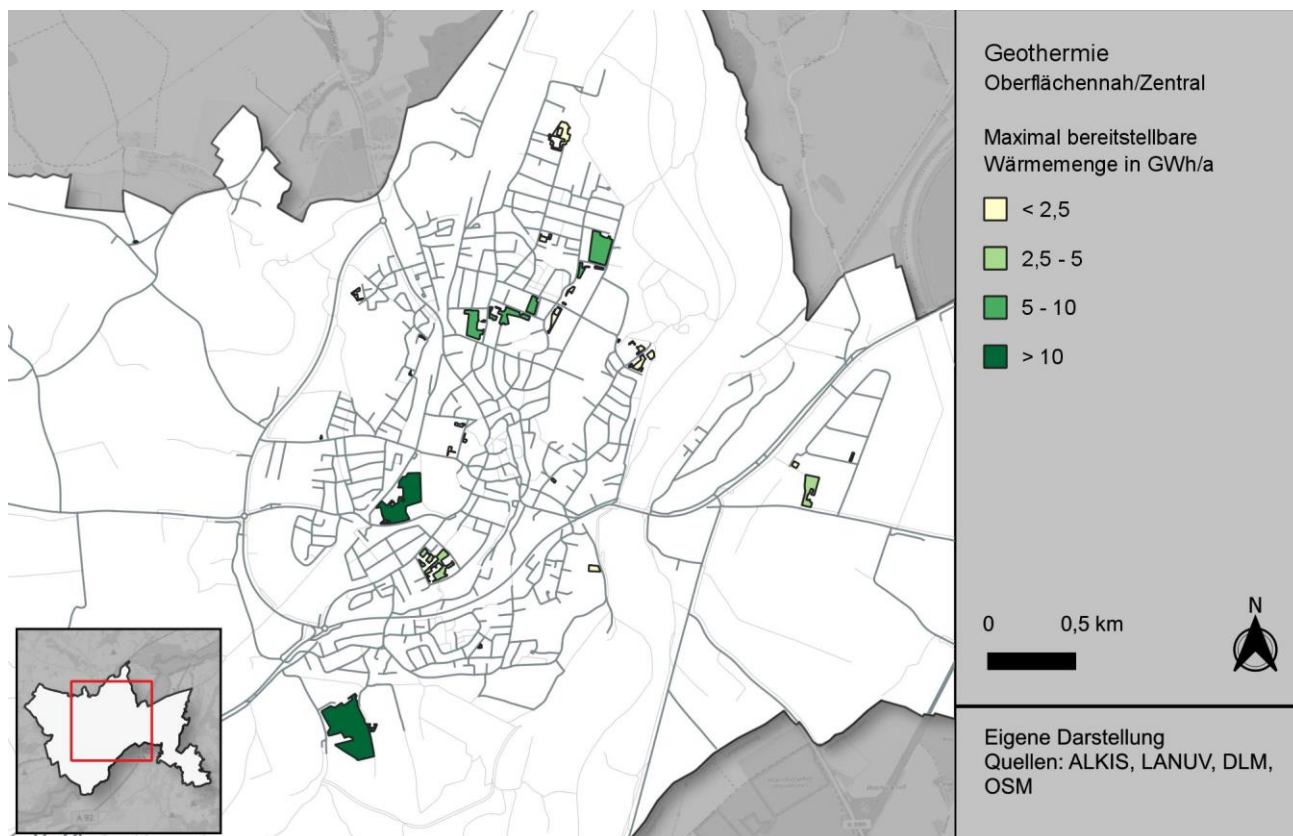


Abb. 36: Potenzial oberflächennahe Geothermie zentral

5.2.4. Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen sind eine effiziente Möglichkeit, erneuerbare Energiequellen zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden zu nutzen. Der wesentliche Unterschied zu anderen geothermischen Systemen besteht darin, dass hier das Grundwasser direkt als Wärmequelle dient.

Die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen erfordert jedoch spezifische Genehmigungen, da Eingriffe in den Grundwasserhaushalt mit wasserrechtlichen Bestimmungen im Einklang stehen müssen. Ein wasserrechtliches Verfahren ist unerlässlich, um den Schutz der Ressource Grundwasser zu gewährleisten. In Wasserschutzgebieten sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich, um nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität zu vermeiden. Die Genehmigungsverfahren liegen in der Verantwortung der zuständigen Unteren Wasserbehörde.

Grundwasserwärmepumpen können sowohl für Einfamilienhäuser als auch für größere Gebäudekomplexe eingesetzt werden. Die Technologie eignet sich sowohl für die dezentrale Versorgung von Einzelgebäuden als auch für die Integration in zentrale Wärmenetze. Der Einsatz in Wärmenetzen kann besonders vorteilhaft sein, da die gleichmäßige und konstante Temperatur des Grundwassers eine stabile Energiequelle darstellt.

Für das Stadtgebiet von Moosburg wurde ein technisches Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen von rund **60 GWh/a** ermittelt. Diese Kapazität könnte einen signifikanten Anteil des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs in den geeigneten Flurstücken decken. Wie bei der oberflächennahen Geothermie ist auch hier eine detaillierte Standortbewertung erforderlich, um Gebiete mit Nutzungseinschränkungen oder konkurrierenden Nutzungen zu identifizieren und auszuschließen. Die nachfolgende **Abb. 37** zeigt das flurstücksbezogene Potenzial für Grundwasserwärmepumpen.

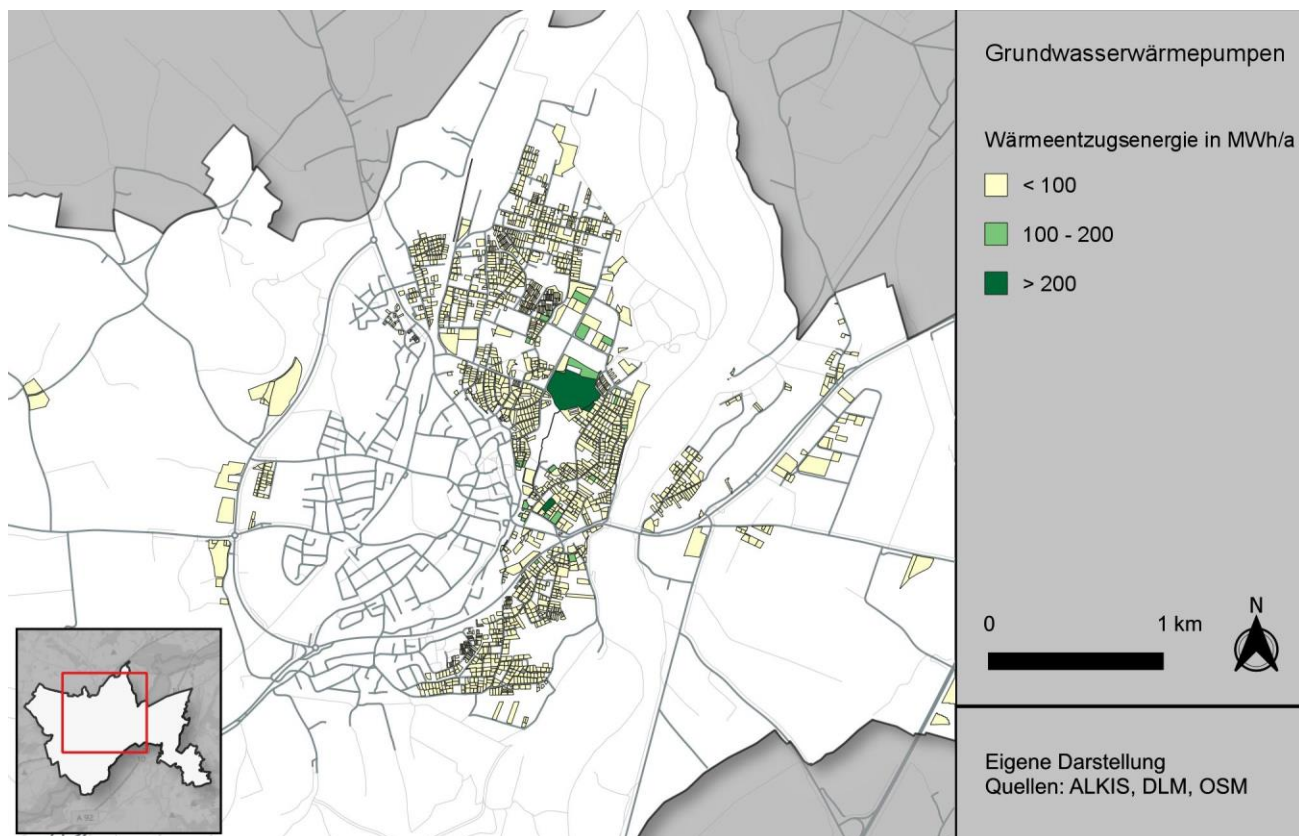


Abb. 37: Potenzial zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen

5.2.5. Solarthermie auf einzelnen Gebäuden

Es gehört nach WPG nicht zur Potenzialermittlung, die Solarthermie-Potenziale auf allen Dachflächen für die dezentrale Wärmeerzeugung im geplanten Bereich zu ermitteln. Zur Vervollständigung der Potenzialbetrachtung wurde dies für die vorliegende Wärmeplanung dennoch erfasst und ausgewertet. In den meisten Fällen kann Solarthermie nur teilweise zur Wärmeversorgung einzelner Gebäude beitragen. Für die Potenzialermittlung wurde als Basis das Solarkataster vom Landkreis Freising sowie OpenGeodata genutzt. Die Berechnung wurde hierfür monatsweise vorgenommen, um saisonale Schwankungen bei der Sonneneinstrahlung und beim Wärmebedarf auszugleichen. Die Betrachtung des Potenzials erfolgt auf der Gebäudeebene.

Für Moosburg wurden die feststellbaren Deckungsanteile für die Warmwasserversorgung dargestellt. Aus der Analyse der Dachflächen der einzelnen Gebäude wurde ein dezentrales technisches Potenzial von etwa 10 GWh/a für die Warmwasserbereitstellung festgestellt, wobei insbesondere der Warmwasserbedarf der Gebäude das abschöpfbare Potenzial limitiert. Mittels Solarthermie können ca. 85 % der ausgewiesenen Baublöcke zumindest über die Hälfte des Warmwasserbedarf abdecken (vgl. **Abb. 38**). Für eine weiterführende Betrachtung der einzelnen Standortmöglichkeiten ist es erforderlich einschränkende und konkurrierende Nutzungen auszuschließen.

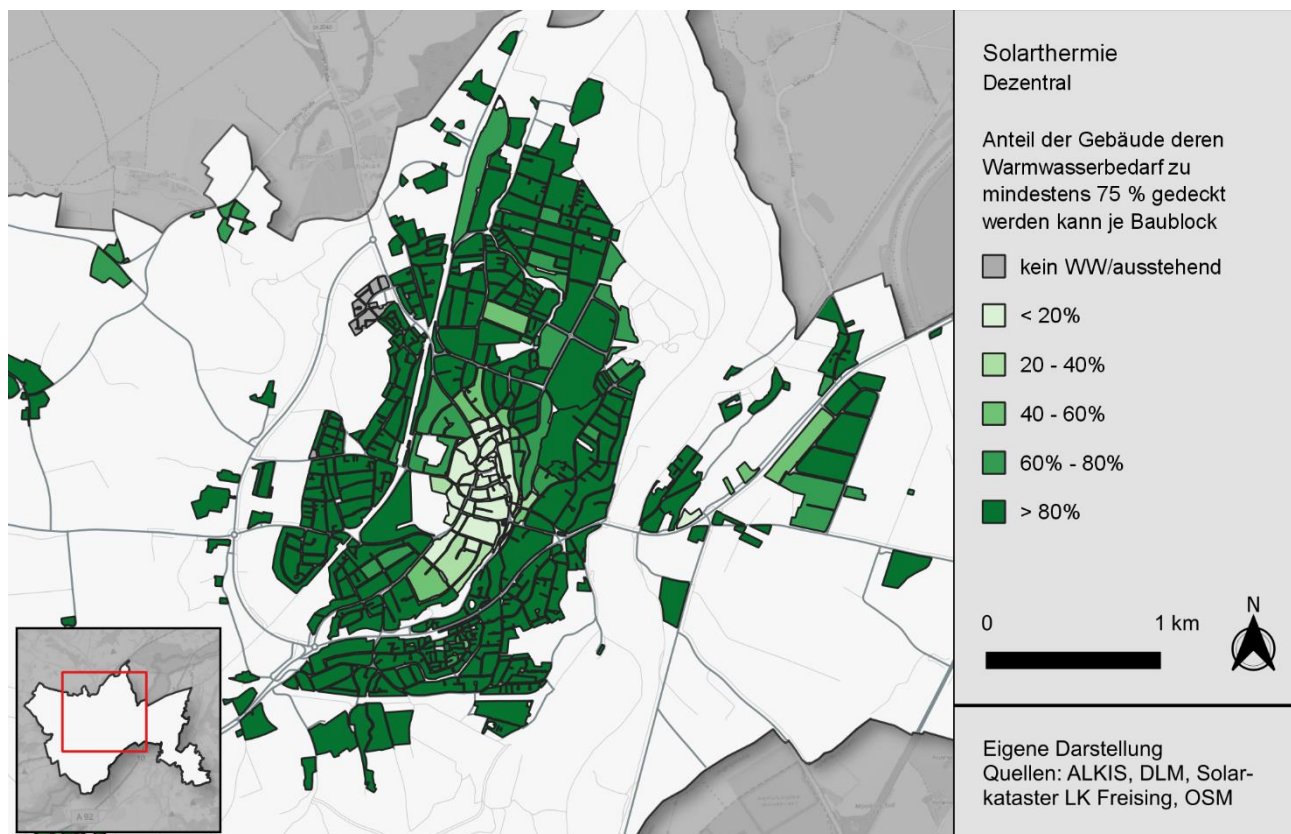


Abb. 38: Potenzial zur Nutzung von Solarthermie dezentral

5.2.6. Solarthermie auf Freiflächen

Im Zuge des Flächenscreenings wurden potenzielle Flächen für die Nutzung durch Solarthermieanlagen identifiziert. In einem nächsten Schritt wurden Schutzgebiete und Gebiete mit anderen städtebaulichen Verwendungen ausgeschlossen. Für die Aggregation wurde die Ebene der Flurstücke gewählt.

Genehmigungsrechtlich ist zu beachten, dass solarthermische Freiflächenanlagen in der Regel nicht als privilegierte Vorhaben im Außenbereich zulässig sind. Wesentlichen Einfluss auf die Genehmigung haben die jeweiligen Flächennutzungspläne. Für die Planung ist aus diesem Grund zu prüfen, welche Flächen bereits zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme aus erneuerbaren Energien vorgesehen sind und inwiefern weitere Flächen bei vorliegendem Potenzial für die kommenden Jahre gesichert werden können.

Der Anwendungsbereich solcher Anlagen ist sehr vielseitig und reicht vom kWp-Bereich bei Aufdachanlagen bis hin zu mehreren Hektar großen Kollektorflächen im MW_p-Bereich auf Freiflächen⁷. Dabei wird die spezifische Leistung von Solarthermieanlagen kollektor- und standortunabhängig auf Basis verschiedener Analysen i.d.R. mit ca. 0,7 kWp/m² angegeben. Ausreichend dimensionierte Freiflächenanlagen können auch für Fernwärmenetze eine Rolle spielen.

Ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit von Solarthermieanlagen ist die Höhe der Investitionskosten, während die Betriebskosten gering ausfallen. Besonders die Wartungs- und Instandhaltungskosten sind niedrig und werden mit 0,7 % der Gesamtinvestition als jährliche Kosten angesetzt. Auch die Stromkosten sind gering. Der Strombedarf kann mit rund 1-1,5 % der erzeugten Wärmemenge angenommen werden. Die Anlagen sind in aller Regel mit Wärmespeichern verbunden, um jahreszeitliche Schwankungen auszugleichen. Alternativ können die Anlagen so dimensioniert werden, dass Wärmeüberschüsse vermieden werden.

⁷ Hierbei sind Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren die am häufigsten eingesetzten Kollektortypen.

Für den Planbereich von Moosburg wurde ein technisches Potential von rund 10 GWh/a bereitstellbarer Wärmemenge ermittelt (vgl. Abb. 39 zur Verteilung des Potentials). Eine weitergehende Standortbewertung ist zukünftig jedoch erforderlich, um aufgrund veränderter Bebauungen oder konkurrierender Nutzungen weitere Flächen auszuschließen. Die identifizierten Flächen für potenzielle Solarthermieranlagen wurden im Szenario als Erzeugungsoption berücksichtigt und untersucht, ob und wie sie in potenzielle Wärmenetze integriert werden könnten.

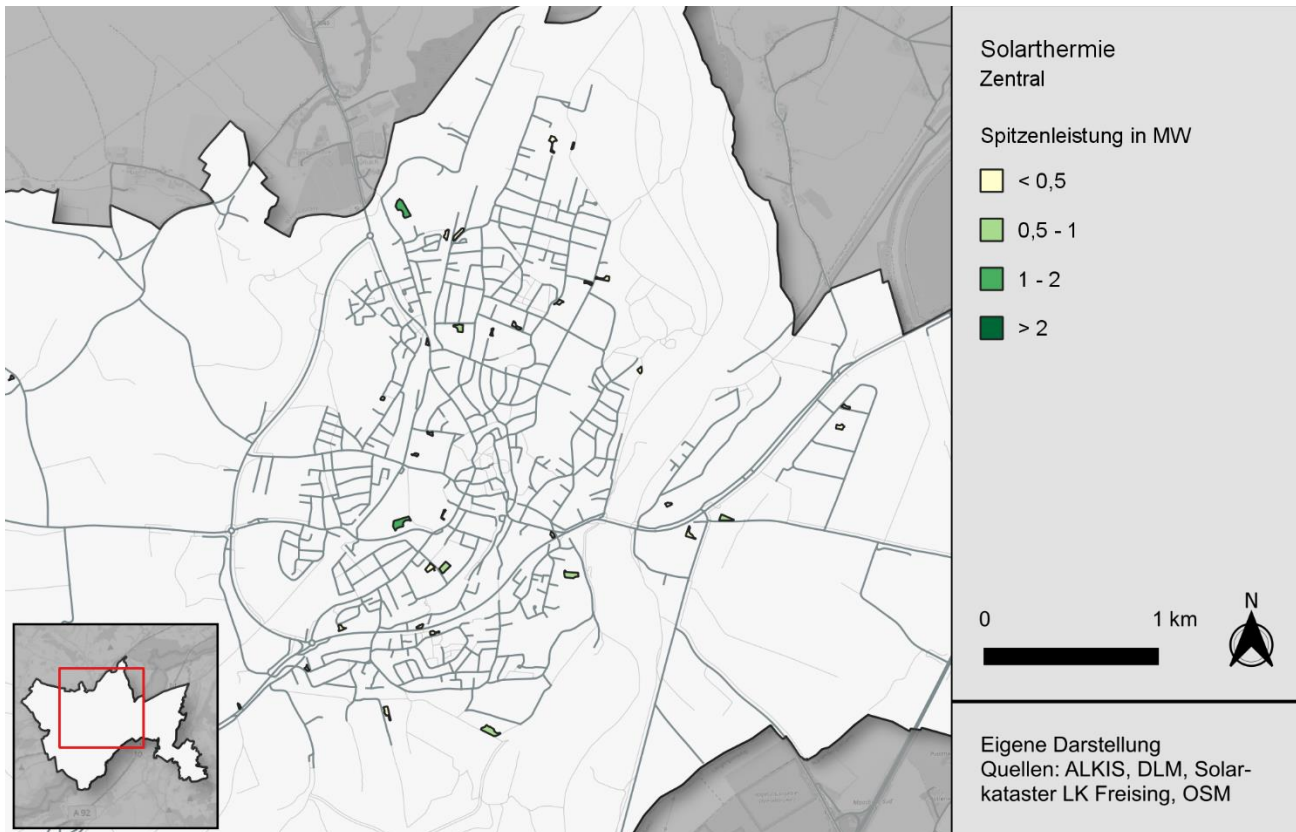


Abb. 39: Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen

5.2.7. Großwärmespeicher

Im Winter ist die Nachfrage nach Raumwärme und Warmwasser deutlich höher als im Sommer. Daher ist es wichtig, die im Sommer verfügbare und erzeugbare Wärme effizient zu speichern, um sie in den kalten Monaten nutzen zu können. Saisonal angelegte Großwärmespeicher spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie überschüssige Wärmeenergie über längere Zeiträume hinweg speichern und bei Bedarf wieder abgeben können.

Es gibt verschiedene Arten von Wärmespeichern, die sich insbesondere in ihrer Speicherkapazität und der zeitlichen Reichweite, also der Spanne zwischen Einspeicherung und Ausspeicherung, unterscheiden. Zu den wichtigsten Typen saisonaler Wärmespeicher gehören:

- **Erdbecken-Wärmespeicher:** Diese Speicherart besteht aus großen, isolierten Becken, die in den Boden eingelassen sind und mit Wasser gefüllt werden. Sie eignen sich besonders gut für die Speicherung großer Wärmemengen und können über mehrere Monate konstant Wärme liefern.
- **Unterirdische Tankspeicher:** Diese Wärmespeicher bestehen aus großen, unterirdischen Tanks, die ebenfalls mit Wasser oder anderen Wärmeträgern gefüllt sind. Sie bieten eine hohe Speicherkapazität und sind durch ihre unterirdische Lage gut isoliert gegen Wärmeverluste.

- **Erdwärmesondenspeicher** (BTES – Borehole Thermal Energy Storage⁸⁾): Hierbei handelt es sich um ein System, bei dem Wärme über vertikale Bohrungen in die Erdschichten eingebracht und gespeichert wird. Diese Form der Speicherung nutzt die natürlichen thermischen Eigenschaften des Erdreichs, um Wärme zu speichern und bei Bedarf wieder abzurufen.
- **Aquifer-Wärmespeicher**: Bei dieser Technologie wird die Wärme in natürlichen Grundwasserschichten (Aquiferen) gespeichert. Die Wärmeenergie wird dabei in das Grundwasser eingebracht und kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder entnommen werden.

Der Fokus dieser Potenzialanalyse liegt auf Erdwärmesondenspeichern. Das Potenzial dieser Speicher orientiert sich an der Nutzung der oberflächennahen Geothermie. Dabei wird Bezug auf die Analyse der zentralen oberflächennahen Geothermie genommen (vgl. Kapitel 0).

In dieser Analyse werden die **bestimmten Flächen**, bezogen auf die Flurstücke, durch das Einbringen von Wärme um bis zu 10 °C erhitzt. Hierdurch könnte ein technisches Potenzial von bis zu 30 GWh pro Jahr an Wärme gespeichert werden. Die Entnahme der gespeicherten Wärme erfolgt durch dieselben Anlagen, die auch für die zentrale Nutzung der oberflächennahen Geothermie eingesetzt werden. Dies bedeutet, dass die gespeicherte Energie, nach Abzug von Verlusten, zusätzlich zu dem Potenzial der zentralen oberflächennahen Geothermie genutzt werden kann.

Durch die Verwendung von Erdwärmesondenspeichern kann somit eine effiziente und nachhaltige Lösung zur Wärmeversorgung in den Wintermonaten geschaffen werden, wodurch Heizkosten gesenkt und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduziert werden kann.

5.2.8. Oberflächengewässer

In Verbindung mit Wärmepumpen können Oberflächengewässer einen Beitrag zur Bereitstellung von Wärme leisten. Oberflächengewässer lassen sich dabei in Still- und Fließgewässer unterteilen.

Durch die sehr hohe spezifische Wärmekapazität von Wasser können Gewässer sehr große Mengen Wärme speichern. Die Nutzbarmachung dieser Wärme wird als Gewässerthermie bezeichnet. Diese kann sowohl zum Zweck der Heizung als auch zur Kühlung genutzt werden. Bei entsprechender Skalierung und unter Verwendung von Großwärmepumpen können auf diese Art entsprechende Gebäudekomplexe und Quartierslösungen beheizt werden. Für Stillgewässer wurde das Wasservolumen und darüber die Wärmeentzugsleistung abgeschätzt.

Für Fließgewässer wurde der minimale bekannte Abfluss aufgenommen, aus welchem die Wärmeentzugsleistung abgeleitet wurde. Korrekturen mit Hilfe von Referenzprojekten plausibilisieren die jeweiligen entnehmbaren Wärmemengen. Die Grundlage der Berechnung sind Elemente des Digitalen Landschaftsmodells. **Das technische Potenzial für den Oberflächengewässern entnehmbare Wärme liegt bei ca. 20 GWh/a.** Das technische Potenzial zur Wärmeentnahme der Isar liegt bei ca. 20 GWh/a, für die Amper bei unter 10 GWh/a. Das technische Potenzial für die verbleibenden Oberflächengewässer liegt unter 10 GWh/a. Die Isar und die Amper verlaufen nahe am Stadtgebiet und können für die Wärmeversorgung erschlossen werden. Das technische Potenzial für die den verbleibenden Oberflächengewässern, sowohl Fließ- als auch Stillgewässer, entnehmbare Wärme liegt bei **< 1 GWh/a.**

Eine Einzelfallprüfung ist immer notwendig, um die Möglichkeiten von Wärme aus Gewässern (Flüssen, Seen) zu erfassen. Eine standortgenaue Prüfung potenzieller Anlagen zur Erzeugung und Einspeisung von Zentralwärme in ein Wärmenetz oder ein kaltes Wärmenetz ist dabei ratsam.

Abb. 40 zeigt die potenziellen standortbezogenen Anlagen zur Wärmeeinspeisung in ein Wärmenetz. Es ist sinnvoll, die Verfügbarkeit von Flächen vorab zu überprüfen, wobei potenzielle Einschränkungen aufgrund der Eigentumsverhältnisse nicht berücksichtigt werden können.

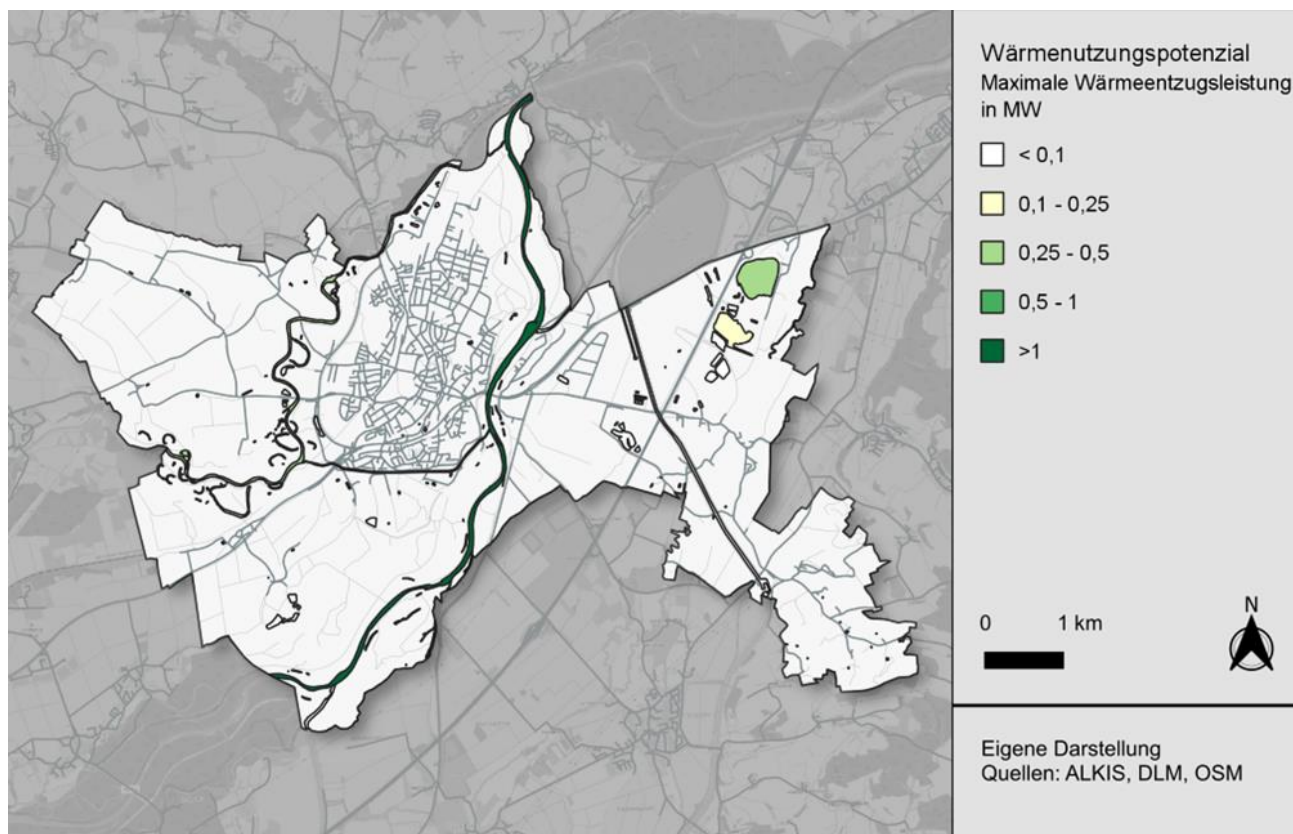


Abb. 40: Potenzial zur Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärmeerzeugung

5.2.9. Umgebungsluft/Außenluft

Zunächst ist zwischen der **zentralen** und **dezentralen** Nutzung von Umgebungsluft zu unterscheiden. Bei der zentralen Nutzung von Umgebungsluft wird der Luft Wärme durch Großwärmepumpen entzogen, um diese anschließend in Wärmenetze einzuspeisen. Um das technische Potenzial für den Einsatz dieser Großwärmepumpen zu bestimmen, wurde nach Flurstücken gesucht, die für die Platzierung von Großluftwärmepumpen infrage kommen und dabei nachfolgende Kriterien erfüllen:

- öffentliche Flurstücke
- keine Wald- oder Landwirtschaftsflächen
- keine Flurstücke in Hochwasser- und Landschaftsschutzgebieten oder sonstigen geschützten Bereichen
- Flurstücke mit mind. 900 m² Grundfläche

Ferner sind beim Betrieb der Großwärmepumpen, insbesondere bei einer Luftwärmepumpe, Immissionsschutzvorgaben zu beachten (u.a. die Einhaltung der Immissionsrichtwerte der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm), da insbesondere die Ventilatoren einen gewissen Geräuschpegel erreichen. Für den Lärmschutz wurden 35 dB als Höchstgrenze in reinen Wohngebieten während der Nachtzeit angenommen. Da große Wärmepumpen an der Quelle einen Schalldruck von 81 dB erreichen, wurden die Flurstücke so gewählt, dass die Vorgaben des Immissionsschutzes eingehalten werden.

Bei der dezentralen Nutzung der Luft-Wasser-Wärmepumpe kann zunächst festgestellt werden, dass die Entwicklung dieser kleineren Anlagen bereits weit fortgeschritten ist. Moderne Anlagen sind kompakt, halten die Immissionsschutzvorgaben meist ein und können auch konventionelle Vorlauftemperaturen für die Raumwärmeversorgung bereitstellen. Als einziges Ausschlusskriterium für die dezentrale Nutzung von Wärmepumpen wird die Hochtemperaturprozesswärme von über 150°C angenommen.

Unter der Annahme, dass alle beheizten Gebäude Zugang zum Stromnetz haben, stehen Luft-Wasser-Wärmepumpen mit wenigen Ausnahmen überall als Wärmeerzeugeroption bereit, die sich im Vergleich zu Wärmepumpen mit anderen Quellen leicht realisieren lassen. **Wird die bekannte Hochtemperaturprozesswärme ausgeschlossen, können durch dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen bis zu 70 GWh/a Wärme in Moosburg bereitgestellt werden.**



Abb. 41: Potenzial zur Nutzung von Außenluft in der Wärmeerzeugung

5.2.10. Biomasse aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und biogenen Reststoffen

Biomasse aus forst- und landwirtschaftlichen Abfällen umfasst im Rahmen der Potenzialanalyse alle organischen Stoffe, die zur Erzeugung von Energie genutzt werden können. Dies schließt Rest- und Abfallstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft, organische Siedlungsabfälle sowie Landschaftspflegereste ein, aber auch für die Energiegewinnung angebaute Pflanzen. Aufgrund der begrenzten Flächen und der anzunehmenden Nutzungskonkurrenzen sollten für die Erzeugung von Energie aus Biomasse primär Rest- und Abfallstoffe genutzt werden, die keiner höherwertigen stofflichen Nutzung zugeführt werden können. Beispiele hierfür sind Rest- und Abfallstoffe aus dem Holzverarbeitenden Gewerbe, der Lebensmittelindustrie und der Landwirtschaft.

Eine standortbezogene Abbildung und Erläuterung der Nutzung dieser Biomasse ist notwendig, um die nachhaltige Energieerzeugung zu gewährleisten.

Die Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen in Moosburg zur Einspeisung von Wärme in ein Wärmenetz hat ein theoretisches Potenzial von insgesamt etwa 25 GWh pro Jahr, davon ca. 56 % aus Landwirtschaft und ca. 40 % aus forstwirtschaftlicher Nutzung.

Das theoretische Potenzial des landwirtschaftlichen Nutzens liegt bei etwa 14 GWh/a. Aufgrund zunehmender Nutzungskonflikte ist anzunehmen, dass 10 % davon verfügbar sind. Ebenso verhält es sich bei der forstwirtschaftlichen Nutzung. Das theoretische Potenzial liegt bei unter 10 GWh/a. Auch hier bestehen Nutzungskonflikte, insbesondere durch die gewerbliche Nutzung von Holz.

Als technisches Potential kommen zudem < 10 GWh/a aus der Verbrennung von Stroh (Restprodukt der Getreideproduktion), aus Biotonnenabfällen (Vergärung zu Biomethan) und aus Grünschnitt aus der Abfallwirtschaft hinzu.

Abb. 42 gibt einen Überblick, wo für eine Biomassenutzung aus der Forstwirtschaft und Landwirtschaft Flächen zur Verfügung stehen. Die Grundlage der Berechnung sind Elemente des Digitalen Landschaftsmodells. Die Konzentration liegt im südwestlichen Bereich der Stadt.

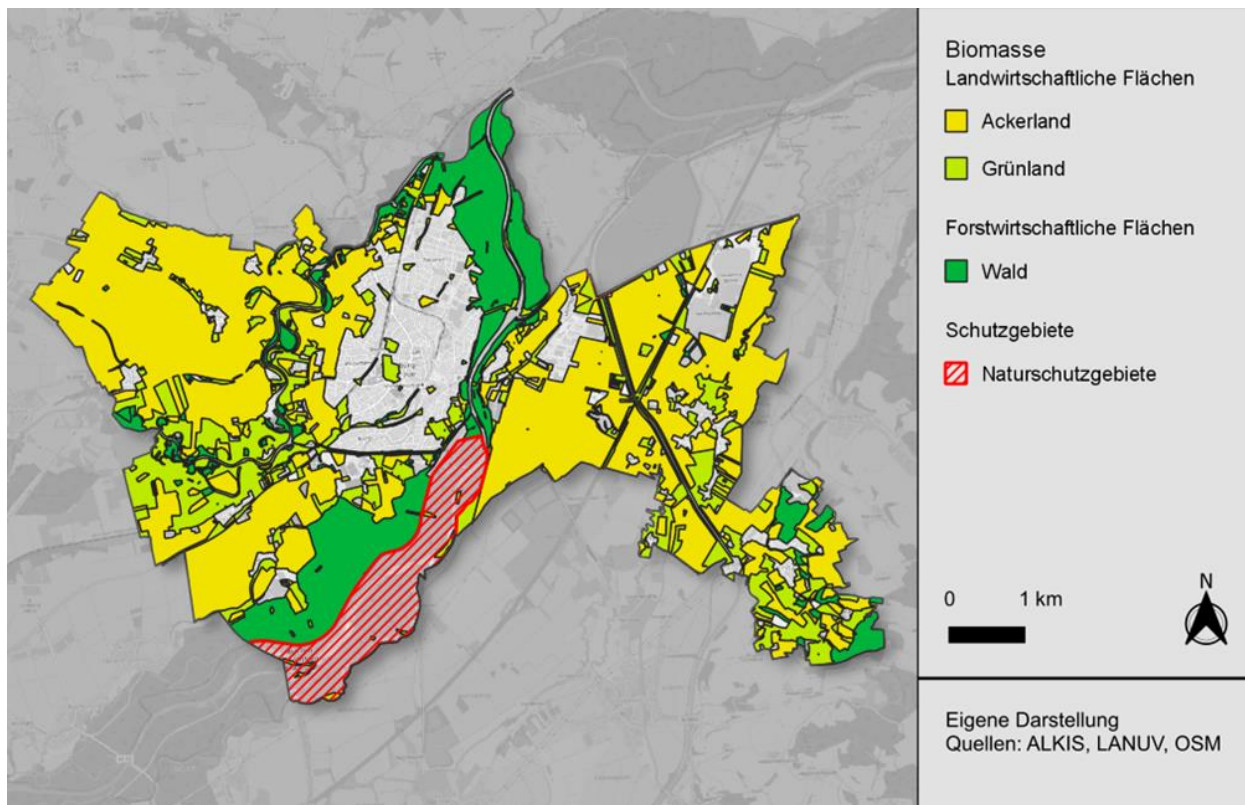


Abb. 42: Potenzial zur Nutzung von Biomasse aus der Landwirtschaft

5.2.11. Klärgas

Ein relevantes Vorkommen an Klärgas ist nicht feststellbar. Es findet keine Analyse statt.

5.2.12. Deponiegas

Ein relevantes Vorkommen an Deponiegas ist nicht feststellbar. Es findet keine Analyse statt.

5.2.13. Grubenwasser

Ein Vorkommen von Grubenwasser ist nicht feststellbar. Es findet keine Analyse statt.

5.2.14. Thermische Abfallbehandlung

Eine thermische Abfallbehandlung findet im Stadtgebiet nicht statt. Es findet keine Analyse statt.

5.2.15. Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben

Die Nutzung von **unvermeidbarer Abwärme** aus Industrieprozessen und Abwassersystemen, einschließlich Kanälen und Kläranlagen, stellt ein mögliches Potenzial dar, um die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern und zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beizutragen. Abwärme gilt, als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und mit vertretbarem Aufwand nicht verringert werden kann. Zudem gehört Wärme aus thermischer Abfallbehandlung dazu, die unter Einhaltung gesetzlicher Vorgaben gewonnen wird. Gleichgestellt sind dabei auch Anlagen zur thermischen Behandlung von Klärschlamm.

Die Abwärmenutzung zielt darauf ab, die vorhandene Abwärme für die Wärmeversorgung zu nutzen, die über die Grenzen des eigenen Unternehmens hinausgehen. Bei der Wärmeplanung wird je nach Temperaturniveau, Wärmemenge und Wärmeträgermedium untersucht, wie die Abwärme für externe Zwecke in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz genutzt werden kann.

Es wurden potenziell relevante Unternehmen angefragt. Drei Unternehmen haben auf diese Abfrage geantwortet. Bei diesen Unternehmen ließ sich kein wesentliches Potenzial erschließen.

Von diesen Unternehmen haben zwei angegeben, dass in ihrem Unternehmen unvermeidbare Abwärme anfällt, diese soll jedoch hauptsächlich selbst genutzt werden. Es konnten keine konkreten Angaben zu den anfallenden Abwärmemengen getätigt werden. Für die weitere Betrachtung und Ermittlung der Abwärme aus Prozessen wurden diese Unternehmen für die weitere Betrachtung außenvorgelassen.

In einem Unternehmen können an verschiedenen Punkten Abwärmequellen erschlossen werden. In Summe können hier weniger als **10 GWh/a** Wärme zur Verfügung gestellt werden. Dies umfasst auch den aufzubringenden Strom, welcher benötigt wird, um entsprechende Temperaturniveaus zu erreichen.

5.2.16. Abwasser

Die Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist in den Siedlungsgebieten flächendeckend ausgebaut. Das Abwasser weist ein Temperaturniveau auf, das grundsätzlich für eine energetische Nutzung durch Wärmepumpen geeignet ist (in der Regel über 10 °C).

Zur energetischen Nutzung des Abwassers können verschiedene Entnahmearten genutzt werden:

- durch die Verwendung des nicht gereinigten Abwassers im Abwasserkanal vor der Kläranlage,
- durch direkte Nutzung in der Kläranlage sowie
- durch Nutzung des gereinigten Abwassers nach der Kläranlage.

Die biochemischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage erfordern gewisse Temperaturbereiche, die durch die Abwasserwärmenutzung nicht unterschritten werden dürfen. Dies schränkt den Wärmeentzug in der Kanalisation und in der Kläranlage ein.

Bei einer Nutzung nach der Kläranlage entfällt diese Limitierung. Aus technischer Sicht ist die Nutzung in oder nach der Kläranlage auch deshalb leichter zu realisieren, weil Wärmetauscher an diesen Stellen im Gegensatz zum Einsatz in der Kanalisation keine regelmäßige Reinigung erfordern. Die nutzbare Wärme liegt hier räumlich sehr konzentriert vor, allerdings in der Regel in größerer Entfernung zu potenziellen Wärmeabnehmern, was zu höheren Anbindungskosten führt. Die Nutzung direkt in der Kanalisation hat den Vorteil der räumlichen Nähe zu möglichen Abnehmern (Quartiere, Wärmenetze). Bereits heute besteht zwischen dem bestehenden Wärmenetz und der Kläranlage eine Anbindung. So dass hier Abwärme aus dem Klärgas der Kläranlage energetisch genutzt wird (vgl. dazu auch Abschnitt 4.6).

Die Nutzung der Energie des Abwassers für einzelne Gebäude ist primär auf große Wärmeabnehmer zu fokussieren wie z.B. größere Mehrfamilienhäuser, Schulen, Schwimmbäder oder Bürogebäude, da die Wirtschaftlichkeit der Einbindung in der Regel erst ab größeren Abnahmemengen gegeben ist. Betrachtet werden Kanäle mit einem Durchmesser von mindestens 800 mm. In dieser Größenordnung wird die Zugänglichkeit für bauliche Maßnahmen sowie für die Unterhaltung erleichtert, um z.B. Wärmetauschersysteme einzusetzen.

Die Grundlage für die Berechnung des Potentials stellen 359 an das Abwassersystem angeschlossene potenzielle Abnehmer dar. Hierunter fallen Wohngebäude und öffentliche Gebäude. **Auf Basis der durchschnittlichen Jahresabwassermenge von ca. 5,5 Mio m³/a beträgt das technische Potential an Wärme < 10 GWh/a.** Das Abwassernetz in Moosburg weist wie in der Bestandsanalyse beschrieben einschränkend ein deutliches Sanierungspotenzial auf. Sollten zukünftig Sanierungsmaßnahmen im nördlichen Stadtgebiet mit einer räumlichen Nähe zum Bestandnetz vorgenommen werden, könnten die vorhandenen Potenziale ggf. genutzt werden, um Abwärme in das Wärmenetze einzuspeisen. Für die tatsächliche Nutzbarmachung sind jedoch weitere Berechnung erforderlich, die im Rahmen der KWP nicht dargestellt werden.

5.3. Zusammenfassung

Die Potenzialanalyse ist ein zentraler Bestandteil der Wärmeplanung und zielt darauf ab, Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu identifizieren (vgl. dazu Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Die Analyse bewertet sowohl vorhandene als auch zukünftige Energiepotenziale, um effiziente und nachhaltige Versorgungsszenarien zu entwickeln.

Tabelle 5: Potenziale für Wärmebedarfsreduktion, erneuerbare Wärme, Wasserstoff und Abwärmequellen

Potenziale	Tech. Potenzial (in GWh/a)	Anmerkung
Wärmebedarfsreduktion		
Raumwärme	≈ 80	≈ 20 GWh/a Wohngebäude + ≈ 60 GWh/a Nichtwohngebäude
Prozesswärme	0	Keine Rückmeldung der Unternehmen, daher keine Reduktion abschätzbar
Erneuerbare Wärmequellen		
Wasserstoff	≈ 750	Maximale Auslastung der vorhandenen Netzinfrastruktur
Oberflächennahe Geothermie	≈ 370	≈ 50 GWh/a zentral + ≈ 320 GWh/a dezentral (Nutzungskonkurrenz nicht ausgeschlossen)
Tiefe Geothermie	≈ 160	Auf Basis eines theoretischen Untergrundmodells
Umgebungsluft	≈ 90	≈ 20 GWh/a zentrale Großwärmepumpen + ≈ 70 GWh/a dezentrale Wärmepumpen
Grundwasserwärmepumpe	≈ 60	Bezieht sich vollständig auf das dezentrale Potenzial
Solarthermie	≈ 20	≈ 10 GWh/a zentral + ≈ 10 GWh/a dezentral
Oberflächengewässer	≈ 20	≈ 20 GWh/a Isar + < 10 GWh/a Amper + 0 GWh/a aus Seen
Biomasse & -abfälle	≈ 10	< 10 GWh/a Landwirtschaft + < 10 GWh/a Forstwirtschaft
Klärgas	0	Wird von der Kläranlage bereits selbst genutzt
Deponiegas	0	Keine relevanten Vorkommen
Grubengas	0	Keine Gruben bekannt/geplant
Abfallbehandlung	0	Keine thermische Abfallbehandlung bekannt/geplant
Abwärmequellen		
Unvermeidbare Abw.	< 10	Bereitgestellt durch 2 Unternehmen zu ungefähr gleichen Teilen
Abwasser	< 10	Potenziell für einzelne Quartiere einsetzbar
Summe	≈ 810	(Ohne Wasserstoff)

Ein wesentlicher Fokus der Analyse liegt auf der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung. Die oberflächennahe Geothermie bietet signifikante Potenziale zur Deckung des Wärmebedarfs, wobei zwischen zentralen und dezentralen Nutzungsmöglichkeiten unterschieden wird. Das Potenzial wird auf etwa 370 GWh pro Jahr geschätzt. Das Potenzial der tiefen Geothermie wird mit insgesamt 160 GWh pro Jahr abgeschätzt. Solarthermie stellt sowohl auf Gebäuden als auch auf Freiflächen eine wertvolle Ressource dar. Auf Gebäuden wird ein dezentrales Potenzial von etwa 10 GWh pro Jahr festgestellt, während Freiflächenanlagen ebenfalls zur Wärmeversorgung beitragen können. Die Nutzung von Umgebungsluft durch Wärmepumpen zeigt ein Potenzial von etwa 90 GWh pro Jahr, wobei sowohl zentrale als auch dezentrale Systeme betrachtet werden. Zudem bietet die Nähe zum geplanten Wasserstoffnetz Potenziale, die jedoch noch auf ihre wirtschaftliche Umsetzbarkeit geprüft werden müssen.

Neben den erneuerbaren Energien wird auch die Nutzung von Abwärme untersucht. Abwärme aus Industrieprozessen, insbesondere aus Abluft, Abwasser und Kühltürmen, kann genutzt werden,

obwohl die Potenziale hier begrenzt werden, da Unternehmen die Abwärme oft selbst nutzen. Das technische Potenzial zur Nutzung von Abwasser für die Wärmeversorgung wird auf weniger als 10 GWh pro Jahr geschätzt, was besonders für große Wärmeabnehmer wie Mehrfamilienhäuser oder öffentliche Gebäude geeignet ist.

Die Potenzialanalyse unterscheidet zwischen theoretischem, technischem und wirtschaftlichem Potenzial. Das theoretische Potenzial beschreibt das physikalisch nutzbare Energieangebot, während das technische Potenzial die Nutzung unter Berücksichtigung technischer Beschränkungen darstellt. Das wirtschaftliche Potenzial wird im Rahmen der Szenariobildung genauer betrachtet.

Ein weiterer Aspekt der Analyse ist die Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerungen, die den jährlichen Wärmebedarf um rund 80 GWh reduzieren können. Besonders bei der Sanierung von öffentlichen Gebäuden und großen Mehrfamilienhäusern sind große Einsparungen zu erwarten.

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse bilden die Grundlage für die Entwicklung verschiedener Szenarien und die Auswahl des maßgeblichen Zielszenarios, das den Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035 aufzeigt. Die Analyse identifiziert auch erste Anhaltspunkte, welche Wärmequellen in der zukünftigen Planung untersucht werden sollten, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

6. Zielszenario

6.1. Hintergrund und Vorgehen

Das Zielszenario der Wärmeplanung verfolgt das Ziel, alle im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse gewonnenen Erkenntnisse zu einem Gesamtkonzept für die zukünftige Wärmeversorgung zu vereinen. Dieses Szenario soll den Entwicklungspfad zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung für die Stadt bis zum Jahr 2035 darstellen. Das Zielszenario umfasst die Gebietseinteilungen und die Darstellung der verschiedenen Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2035 sowie für die Stützjahre 2022 und 2030. Auf diese Weise wird die Struktur der Wärmeversorgung räumlich differenziert über die Zeit entwickelt.

Gemäß § 17 WPG werden im vorliegenden Wärmeplan zwei Szenarien untersucht. Aus diesen Szenarien wird das maßgebliche Zielszenario ausgewählt. **Die Auswahlkriterien umfassen niedrige Wärmegegostehungskosten, geringes Realisierungsrisiko, hohe Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen.** Diese Kriterien werden im Wärmeplan, wo immer möglich, dargestellt. Die Ausarbeitung der Szenarien wurde in enger Abstimmung mit den nach WPG vorgesehenen Akteuren (Stadt, Netzbetreiber und Industrieunternehmen) diskutiert und bewertet. Die möglichen Gebietseinteilungen und die Bestimmung der Versorgungsarten wurden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Risikoeinschätzung gegenübergestellt.

Jedes Szenario basiert auf dem Ist-Zustand, der aus der Bestandsanalyse hervorgeht. Die Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse werden hinzugefügt, um einen Raum von Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Wärmeversorgung ausgehend vom Ist-Zustand weiterentwickelt werden kann. Zur Auswahl der Szenarien aus diesem Lösungsraum wurden verschiedene Parameter ausgewählt.

Auf Basis dieser Parameter erfolgt die Szenarienerstellung mittels folgender Methodik:

- Im ersten Schritt wurde der Zustand im Zieljahr 2035 bestimmt: Der zukünftige Wärmebedarf wurde ermittelt. Auf Basis dieses Wärmebedarfs werden mögliche Wärmenetz- und Wasserstoffgebiete erstellt. Diese Gebiete erlauben bei der sich anschließenden (gebäudescharfen) Bestimmung der zukünftigen Wärmeversorgung den Vergleich verschiedener Wärmeerzeuger, wobei auch zentrale und dezentrale Optionen verglichen wurden. Bereits hier fließen Aspekte der Wirtschaftlichkeit und verschiedener Risiken in die Betrachtung ein.
- Im zweiten Schritt wurde die Entwicklung zum Zieljahr auf die Stützjahre heruntergebrochen. Dabei wurden auf Grundlage der Daten Vorschläge für den Aufbau der Wärme- und Wasserstoffnetze erarbeitet. Dies ermöglicht eine schrittweise Planung der Transformation der Wärmeversorgung.
- Im dritten Schritt wurden die Szenarien ausgewertet. Vor dem Hintergrund der vorgenommen Gebietseinteilung und der ausgewählten Wärmeversorgungsarten ergab sich für einen Teil des zu beplanenden Gebiets kein abschließend klares Ergebnis. In der Auswertung des maßgeblichen Zielszenarios (Abschnitt 6.3) wurde aus diesem Grund jeweils die zwei betrachteten Wärmeversorgungsarten herausgearbeitet und gegenübergestellt. Als Teil der Auswertung wurde zudem die Eignung eines Teilgebietes für die Wärmeversorgungsarten gem. § 19 WPG in vier Stufen bewertet: sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet und sehr wahrscheinlich ungeeignet für das Zieljahr. Diese zusammengefasste Bewertung ist in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dargestellt. Diese Methodik stellt sicher, dass die Szenarien nachvollziehbar entwickelt wurden, wobei alle relevanten Faktoren und Daten berücksichtigt werden, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu erreichen.

Nachdem die Eignung der Teilgebiete bestimmt wurde, wurden diese Ergebnisse in eine strategische Planung überführt. Diese Strategie beinhaltet Maßnahmen zur Umsetzung der empfohlenen Wärmeversorgungsarten. Dazu können beispielsweise der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten mit einer hohen Wärmedichte, die Einrichtung von Wasserstoffnetzen in industriell geprägten Bereichen und die Förderung dezentraler Lösungen wie Wärmepumpen in den stärker dezentral geprägten Gebieten gehören. Ein Bestandteil der Strategie zur Wärmeplanung war die Entwicklung

eines Maßnahmenkatalogs. Dieser Katalog umfasst Vorhaben, die im Plangebiet umgesetzt werden können, sowie die entsprechenden Umsetzungszeiträume und Verantwortlichkeiten.

Die Umsetzung der Maßnahmen wird von der Stadt kontinuierlich überwacht und evaluiert, um sicherzustellen, dass das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreicht werden kann.

Zusätzlich wird die Strategie regelmäßig überprüft und bei Bedarf angepasst. Dazu gehört eine Aktualisierung des Plans fünf Jahre nach Abschluss des Erstgutachtens (2030). Technologische Entwicklungen, politische Rahmenbedingungen und wirtschaftliche Trends können dazu führen, dass dann Anpassungen notwendig werden. Durch die zukünftige Überarbeitung des Wärmeplans wird somit gewährleistet, dass die Planung und Umsetzung langfristig aktuell bleibt und die Stadt Moosburg ihre Ziele zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreichen kann.

6.2. Einteilung des Stadtgebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

6.2.1. Identifizierung wesentlicher Wärmeversorgungsarten

In Übereinstimmung mit dem Bundesleitfaden für die kommunale Wärmeplanung wurde das Plangebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, um die Energieinfrastruktur zu optimieren und die Klimaschutzziele zu erreichen.

Eine umfassende Potenzialanalyse, die im Einklang mit den Empfehlungen des Bundesleitfadens durchgeführt wurde, hat mögliche Optionen für die Wärmeerzeugung ermittelt. Diese Analyse berücksichtigt die spezifischen lokalen Gegebenheiten und bewertet die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technologien hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit, wobei sich das Kapitel zur Potenzialanalyse auf das technische Potenzial beschränkt. Die ermittelten wirtschaftlichen Aspekte fließen in die Bewertung im Rahmen des Zielszenarios ein. Die Bestimmung der Wärmeerzeugungsoptionen ist von entscheidender Bedeutung, um die energetischen und klimapolitischen Zielsetzungen der Stadt nachhaltig zu erfüllen und die Wärmeversorgung zukunftssicher zu gestalten.

Wie in der Einleitung dieses Kapitels ausgeführt, werden für den Vergleich der zentralen und dezentralen Erzeugungstechnologien vorläufige Wärme- und Wasserstoffnetzgebiete erstellt. Mittels dieser vorläufigen Wärmenetzgebiete werden zentrale und dezentrale Versorgungsoptionen anhand von Kriterien der Wirtschaftlichkeit und des Risikos verglichen. Dieser Vergleich und die Auswahl der optimalen Versorgungsoption auf Gebäudeebene erlaubte eine Schärfung der Netzgebiete.

6.2.2. Einteilung wesentlicher Versorgungsgebiete

Das geplante Gebiet wird entsprechend seiner charakteristischen Merkmale in verschiedene Zonen unterteilt. Insgesamt wurden zehn Gebiete identifiziert, auf die im Detail in den folgenden Abschnitten detaillierter eingegangen wird (vgl. Abschnitt 6.2.3 bis 6.2.7):

- Bestandswärmenetz
- geplante Ausbauggebiete des Wärmenetzes
- drei Industriestandorte
- Stadtkern
- Stadtkern-Süd
- Süd
- West-Nord
- West-Süd
- Sonstige Randgebiete
- und Außenbezirke.

Basierend auf den Voranalysen wurde eine Bewertungsmatrix aufgestellt, um das optimale Zielszenario für die Wärmeversorgung auszuwählen. Die Matrix umfasst Kriterien wie Realisierungsrisiken, Versorgungsrisiken und Treibhausgasemissionen. Faktoren wie die Altersstruktur der Wärmeerzeuger, Kapazitäten für den Ausbau von Wärmenetzen und die

Umstellung von Gasnetzen flossen ebenfalls in die Bewertung ein (vgl. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

	Eignung		
	Dezentral	Wasserstoff	Wärmenetz
Bestandswärmenetz	/	/	sehr wahrscheinlich geeignet
Ausbaubestand Wärmenetz	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	sehr wahrscheinlich geeignet
Fokus Industrie	/	sehr wahrscheinlich geeignet	/
Stadtkern	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet
Stadtkern-Süd	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet
Süd	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet
West-Nord	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet
West-Süd	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet
Außenbezirke	wahrscheinlich geeignet	/	/
Sonstige gasversorgte Gebiete	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	/

Tabelle 6: Ergebnisdarstellung der Kosten- und Risikobewertung

Zusätzlich wurde eine erste Betrachtung der Wärmegegostehungskosten durchgeführt. Die tatsächlichen zukünftigen Kosten sind jedoch mit erheblichen Unsicherheiten versehen. Aus diesem Grund wurde ein Vergleich der Versorgungsarten herbeigeführt, um indikativ abschätzen zu können, wie sich die Kosten der Optionen (sowohl Investition als auch Versorgung) zueinander verhalten. Die Basis für den Vergleich ist der Technikatalog, der dort wo möglich um individuelle Komponenten durch die relevanten Akteure (z.B. Wärmenetzbetreiber, Gasnetzbetreiber) ergänzt wurde. Daraus resultiert, wie bei den Risiken, eine entsprechende indikative Einordnung der möglichen Kosten. Für die Einteilung der Gebiete wurden somit eine parameterbasierte Einordnung vorgenommen, die mit den relevanten Stakeholdern hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Wärmeplanung diskutiert wurde.

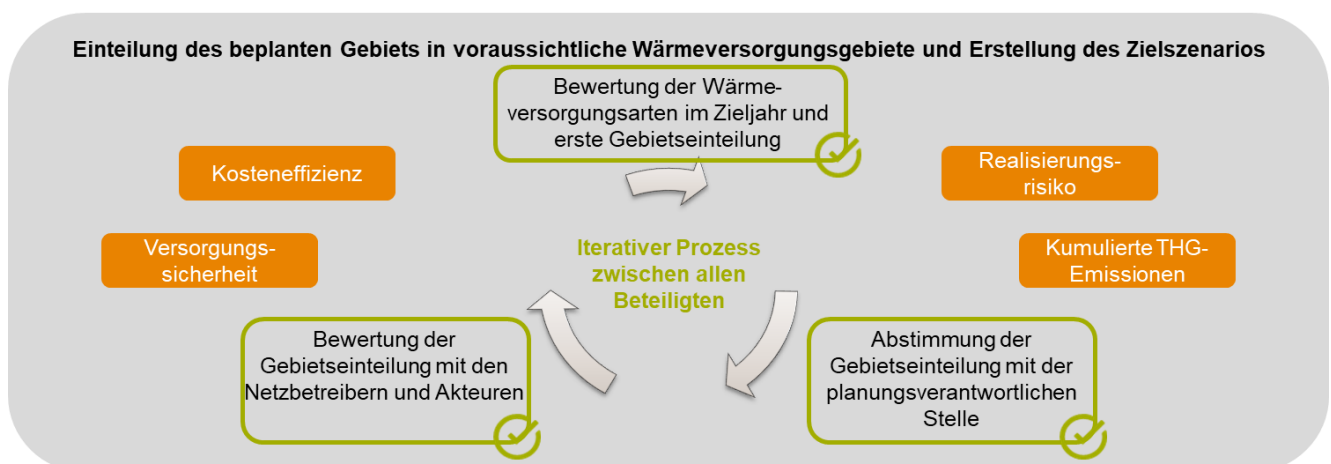


Abb. 43: Iterativer Prozess zur Einteilung des Plangebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

6.2.3. Wärmenetzgebiete

Um ein Wärmenetzgebiet zu identifizieren, mussten drei Komponenten in Einklang gebracht werden: Erstens, die Verbraucher, welche einen Wärmebedarf haben. Zweitens, die Wärmequellen, welche Wärme bereitstellen können. Drittens, die Infrastruktur, welche die Wärme von den Wärmequellen zu den Verbrauchern transportiert. Dabei mussten Kriterien berücksichtigt werden, insbesondere die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung und die Risiken dieser Art der Wärmeversorgung.

Als erste Komponente wurde der Bedarf der Verbraucher betrachtet. Hier diente als Ausgangsgröße die Wärmedichte auf Basis des berechneten Wärmebedarfs. Diese Maßzahl gibt an, welcher Wärmebedarf in Relation zur Grundfläche eines Baublocks vorliegt, wobei vorteilhafterweise durchgeführte Sanierungsmaßnahmen bereits mit beachtet wurden. Die Intention hinter der Wärmedichte ist folgende: Gibt es einen höheren Bedarf auf engerem Raum, so ist dieser Bereich eher für die wirtschaftliche Erschließung eines Wärmenetzes geeignet, da wenig Leitungen benötigt werden, um große Mengen Wärme abzusetzen.

Für jedes Gebiet wurde mittels des geschätzten Anschlussgrades der Wärmebedarf der Wärmenetze abgeschätzt. Um diesen zu decken, treten die zentralen Potenziale im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Risiko in Konkurrenz. An diesem Punkt stehen zunächst nur Informationen zur geografischen Lage und dem zu deckenden Wärmebedarf der angeschlossenen Verbraucher zur Verfügung.

Um den Wärmebedarf des gesamten Wärmenetzes abzuschätzen, mussten zusätzlich zum Bedarf der Verbraucher und den Verlusten in den Verteilnetzen auch Wärmeverluste bei der Übergabe zwischen Wärmequellen und -netz sowie zwischen Wärmenetz und -verbraucher beachtet werden. Für diese Verlustarten stellt der Technikkatalog Annahmen bereit, die in das dem Wärmeplan zu Grunde liegende Modell überführt wurden. Um den gesamten Wärmebedarf inkl. der Wärmeverluste zu decken, treten die zentralen Potenziale im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Risiko in Konkurrenz.

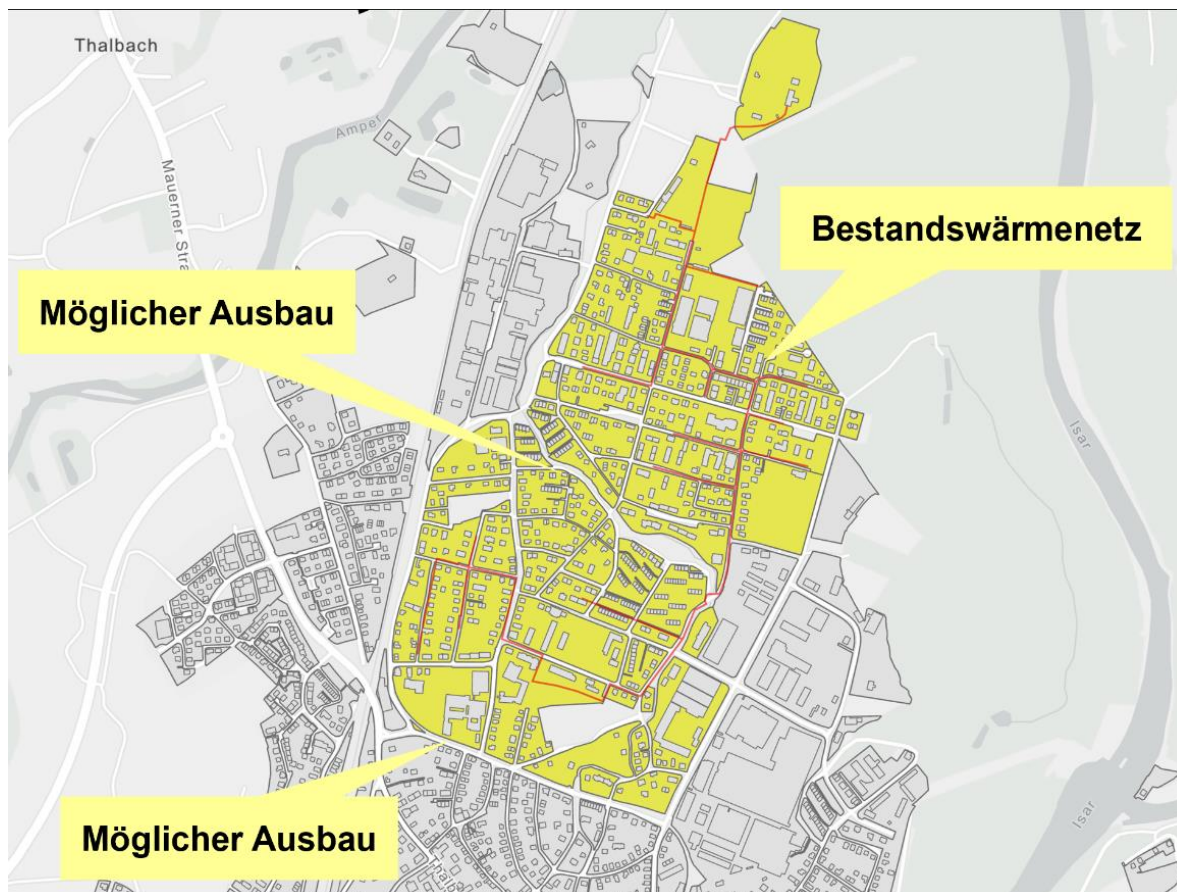


Abb. 44: Wärmenetzgebiete auf Basis der prognostizierten Wärmenetzsignung im Zieljahr

Im Rahmen der Risikobetrachtung wurden die Realisierungs-, Versorgungs- und Infrastrukturrisiken abgewogen. Realisierungsrisiken beziehen sich auf die Herausforderungen, die bei der Planung und beim Bau zentraler Wärmeerzeuger auftreten können. Dazu gehören Verzögerungen bei der Fertigstellung, technische Schwierigkeiten bei der Installation oder Inbetriebnahme der Anlagen sowie finanzielle Unsicherheiten, die zu Kostenüberschreitungen führen können. Versorgungsrisiken betreffen die Zuverlässigkeit und Kontinuität der Brennstoff- und der Energieversorgung, die für den Betrieb der zentralen Wärmeerzeuger notwendig sind. Sie können durch Schwankungen in der Verfügbarkeit von Brennstoffen (z. B. Gas, Biomasse), Preisschwankungen oder die Abhängigkeit von wenigen Lieferanten entstehen. Die Infrastrukturrisiken umfassen den Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur, die rechtzeitige Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen sowie die Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen.

Die für die entstehenden, zentralen Wärmeerzeuger auf Basis unterschiedlicher Potenziale betrachteten Realisierungs- und Versorgungsrisiken sind in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zusammengefasst. Bemerkenswert sind die Einschätzungen zu folgenden Potenzialen: Für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie wurde mit einem geringen Risiko gerechnet. Im Bereich des Wasserstoffs besteht hingegen ein hohes Risiko für das Realisierungsrisiko aber eine mäßiges Risiko bei der Einschätzung der Versorgungssicherheit. Die Nutzung von Umgebungsluft in zentralen Systemen beschränkt sich auf die Übergangsjahreszeiten, was sich negativ auf die Versorgungssicherheit auswirkt. Bei der Nutzung von Abwärme ist das Risiko von den Unternehmen abhängig, da Faktoren wie eine Insolvenz, die Verfügbarkeit erheblich beeinflussen können.

Im Rahmen der Betrachtung der Risiken zur zentralen Infrastruktur ist anzumerken, dass bei den Wärmenetzen beim Auf-, Aus- und Umbau von hohen Risikoannahmen ausgegangen wird. Dies trifft in Moosburg z.B. für den Innenstadtbereich zu, da dieser Bereich aufgrund der vorhandenen baulichen Verdichtung größere Risiken aufweist, als dies beispielsweise für Gebiete gilt, wo von geringeren Belegungsdichten durch bereits vorhandene Leitungen auszugehen ist. Je geringer die Besiedlungsdichte ausfällt, desto geringer wird die Risikoeinschätzung für den Auf-, Aus- und den Umbau der Infrastruktur bewertet. Diese Einschätzung betrifft Wärmenetz und das Wasserstoffnetz.

Tabelle 7: Risiken zur Erschließung und Nutzung von zentralen Wärmepotenzialen

Potenzial	Realisierungsrisiko	Versorgungsrisiko
Solarthermie	gering	hoch
Oberflächennahe Geothermie	gering	sehr gering
Tiefe Geothermie	sehr hoch	sehr gering
Stille Oberflächengewässer	gering	sehr gering
Fließende Oberflächengewässer	mäßig	gering
Wasserstoff BHKW	hoch	mäßig
Biogasanlage mit BHKW	gering	gering
Umgebungsluft	gering	mäßig
Abwärme	gering	mäßig

Tabelle 8: Risiken zur Erschließung und Nutzung von zentralen Wärmepotenzialen

6.2.4. Wasserstoffgebiete

Es wurden Bereiche identifiziert, wo der Einsatz von Wasserstoff besonders wahrscheinlich ist. Der Schwerpunkt liegt bei der Auswahl auf dem Industriesektor. Innerhalb des Fokusgebiets wurden drei Unterbereiche identifiziert, die sich durch die geforderten Prozesswärmertemperaturen auszeichnen. In diesen Bereichen wurde die zukünftige Nutzung von Wasserstoff als sehr wahrscheinlich angesehen. Ein bereits vorhandenes Gasnetz steht zur Verfügung, das für die Versorgung mit Wasserstoff genutzt werden kann. Diese bestehende Netzinfrastuktur kann zudem an das Wasserstoffkernnetz angeschlossen werden, was eine effiziente Integration ermöglicht (vgl. dazu Abschnitt 5.2.1 zum Potenzial von Wasserstoff). Aufgrund der hohen Prozesswärmertemperaturen

wurde für diese Gebiete mangels weiterer Realisierungsmöglichkeiten kein Vergleich zwischen einer Versorgung durch ein Wärmenetz und einer dezentralen Versorgung durchgeführt.

Für das Gebiet wurde ein „eher geringer“ Kostenansatz und ein „mäßiges“ Risiko ermittelt. Die Eignungswahrscheinlichkeit für die Versorgungslösung Wasserstoff wurde als „sehr wahrscheinlich“ eingestuft. Die Möglichkeiten zur Auskopplung unvermeidbarer Abwärme muss zukünftig weiterhin durch die Stadt geprüft werden. Es gilt zu klären, ob die Abwärme ggf. in das bestehende Wärmenetz und in den Ausbaubereich eingespeist werden kann.

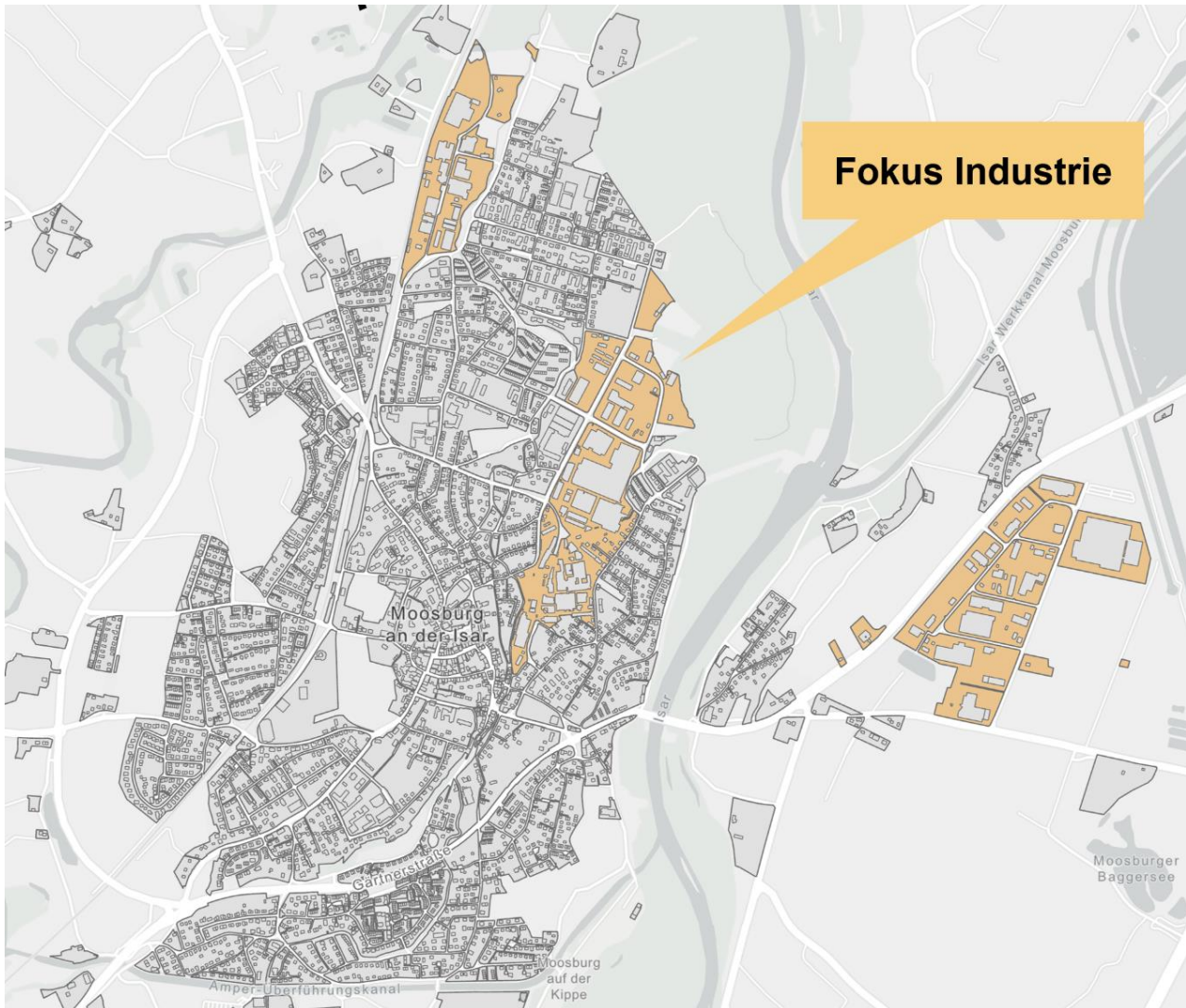


Abb. 45: Wasserstoffnetzgebiet für das Zieljahr 2035

6.2.5. Gebiete mit dezentraler Versorgung

Im Rahmen der Untersuchung wurden Bereiche identifiziert, für die dezentrale Energieversorgung in Frage kommt. Diese Gebiete zeichnen sich durch einen spez. Wärmebedarf von weniger als 22 kWh/m² aus und sie werden vor allem durch Ein- und Zweifamilienhäuser geprägt. Zudem existiert in diesen Gebieten nur teilweise ein Gasnetz. Die Anschlussdichten fallen tendenziell eher gering aus. Die Regeln zum Heizungsaustausch für die dezentrale Versorgung wird dabei durch das Gebäudeenergie Gesetz geregelt. Dieses ermöglicht für eine dezentrale Versorgung aus erneuerbaren Energiequellen wie Biogas⁹, Biomasse (Holz, Pellets, Hackschnitzel), Hybridlösungen, Solarthermie, Stromdirektheizungen, Wärmepumpen und Wasserstoffheizungen.

Darüber hinaus sind die Möglichkeiten, diese Gebiete an ein bestehendes Wärmenetz anzuschließen, eingeschränkt und eine Ausweitung des Wärmenetzes ist hier nicht vorgesehen, da keine gute Verbindung zu Gebieten mit einer hohen Wärmedichte vorhanden ist (z.B. aufgrund einer räumlichen Trennung durch Fließgewässer oder andere Infrastrukturen). Aufgrund dieser infrastrukturellen Gegebenheiten wurden diese Gebiete der Kategorie der dezentralen Versorgung zugeordnet.

Insgesamt umfassen diese Bereiche 2.609 Gebäude, was etwa 19 % des Gesamtbedarfs ausmacht. Diese Einteilung ermöglicht eine gezielte Planung zukünftigen der Energiebereitstellung in Abhängigkeit von den spezifischen Voraussetzungen der jeweiligen Verbraucher in diesen Gebieten.

Für die dezentrale Versorgung wurde ein „mäßiger“ Kostenansatz und ein „eher geringes“ Risiko ermittelt. Die Eignungswahrscheinlichkeit für diese Versorgungslösung wurde als „wahrscheinlich“ eingestuft.

⁹ Eine Versorgung mit Biogas ist u.a. auch über das weiterhin bestehende Gasnetz möglich. Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es keine Planung für den Rückbau des bestehenden Erdgasnetzes.



Abb. 46: Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2035

6.2.6. Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung

In den dicht bebauten Stadtgebieten (vgl. **Abb. 45**), die etwa 15 % zum Gesamtwärmebedarf beitragen, bieten sich verschiedene Möglichkeiten für eine nachhaltige und effiziente Energieversorgung an. Diese Gebiete profitieren von einer hohen Wärmedichte, was sie besonders interessant für unterschiedliche Versorgungsmethoden macht. Eine Option ist die Nutzung des bestehenden Gasnetzes mit der Beimischung von Wasserstoff (H_2). Diese Lösung könnte kostengünstig sein, da bestehende Hausanschlüsse weiterverwendet werden können. Zudem verspricht sie eine potenzielle Reduzierung der CO_2 -Emissionen, insbesondere wenn der Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen stammt. Allerdings birgt die Umstellung auf Wasserstoff Herausforderungen, da sie von einem umfassenden Transformationsplan des Gasnetzes abhängt und technologische sowie sicherheitstechnische Anforderungen erfüllt werden müssen.

Eine weitere Möglichkeit ist der Aufbau eines Wärmenetzes. Aufgrund der Wärmedichte in den städtischen Gebieten könnte ein Wärmenetz besonders effizient arbeiten, indem es die Nutzung von Abwärme oder erneuerbaren Energien zentral ermöglicht. Die zentrale Steuerung und Optimierung eines solchen Netzes können zudem die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an den Energiebedarf verbessern. Dennoch sind die hohen Investitionskosten und logistischen Herausforderungen, die mit der Verlegung neuer Leitungen in dicht besiedelten Gebieten einhergehen, nicht zu unterschätzen. Die Finanzierung und der Platzmangel stellen hier die größten Hürden dar.

Die dritte Möglichkeit ist eine dezentrale Versorgung, etwa durch Wärmepumpen oder Blockheizkraftwerke. Diese Systeme bieten flexible und individuelle Lösungen für einzelne Gebäude oder Quartiere und erlauben die Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energiequellen. Die Reduzierung von Übertragungsverlusten durch die Nähe von Erzeugung und Verbrauch ist ein weiterer Vorteil. Jedoch könnte die Kapazität des lokalen Stromnetzes durch den erhöhten Strombedarf an ihre Grenzen kommen, was Investitionen in die Netzstärkung erfordert. Auch die Betriebskosten und der Bedarf an technischen Anpassungen bestehender Heizsysteme sind zu beachten.

Der Maßnahmenkatalog sieht weitere Prüfungen der genannten Versorgungsmethoden vor, um die wirtschaftlichste und effizienteste Lösung zu identifizieren. Dabei ist es entscheidend, die spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen der einzelnen Gebiete zu berücksichtigen. Die erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung in den Gebieten wird davon abhängen, wie gut Umweltaspekte, technologische Fortschritte und wirtschaftliche Überlegungen integriert werden können.

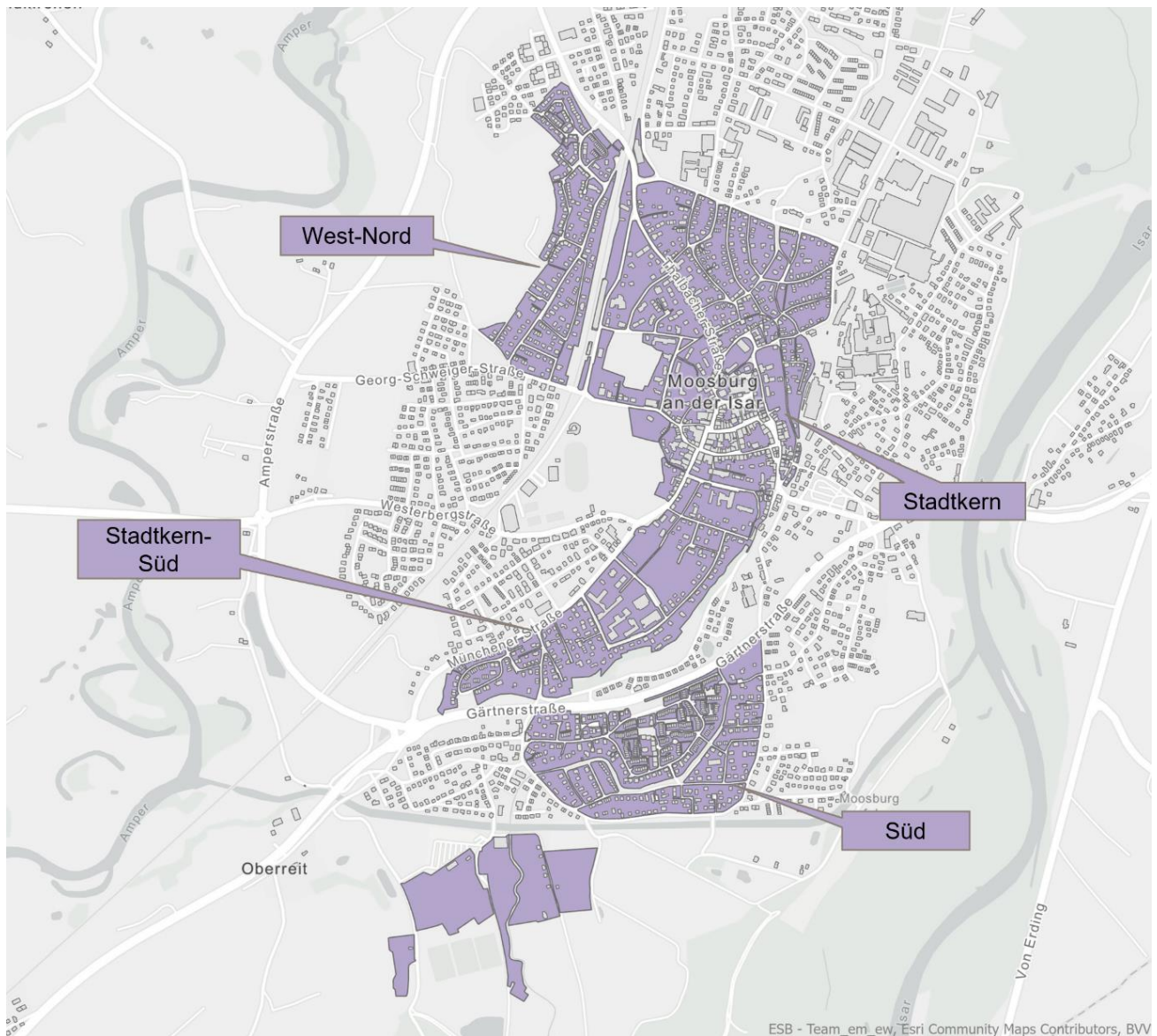


Abb. 47: Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung

6.2.7. Zusammenfassung

Insgesamt wird dann das Stadtgebiet in vier verschiedene Fokusgebiete unterteilt. Die Gesamtaufteilung wird in **Abb. 48** dargestellt. Für das Gebiet ohne finale Risikoabwägung werden in Kapitel 6.3 zwei verschiedene Zielszenarien miteinander verglichen.

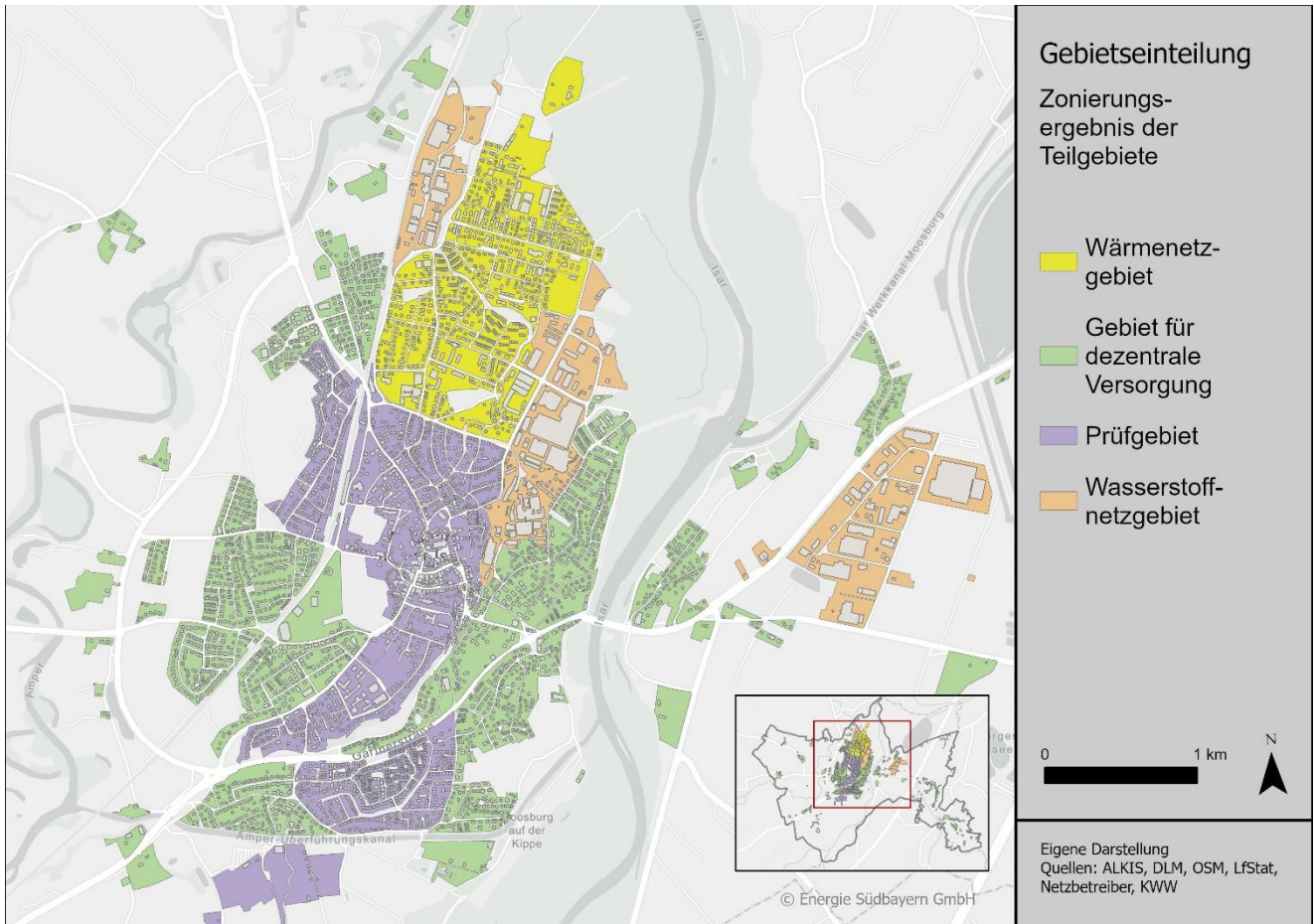


Abb. 48: Gesamte Gebietseinteilung des Plangebiets

6.2.8. Vergleich zentraler und dezentraler Wärmeerzeugungsoptionen

Um die Wärmeversorgungsarten im Zieljahr zu bestimmen, genügt es nicht, die zentralen vorläufigen Wärme- und Wasserstoffnetze in Isolation abzuschätzen. Dies vernachlässigt die dezentralen Wärmeerzeugungsoptionen, welche beheizten Gebäuden zur Verfügung stehen. Die Erkenntnisse zu den dezentralen Potenzialen aus der Potenzialanalyse und zu den zentralen leitungsgebundenen Versorgungsoptionen aus den vorherigen Unterkapiteln erlauben eine Gegenüberstellung aller bei einem Gebäude verfügbaren Erzeugungsoptionen. Dieser Vergleich wird in diesem Abschnitt abgebildet.

Ziel ist es, für jedes Gebäude die zur Verfügung stehenden Wärmeerzeugeroptionen zu bewerten und die optimale Wärmeerzeugeroption zu bestimmen. Als Maßzahl für diese Bewertung wird jedem dezentralen Potenzial ein Rang zugewiesen, der die Attraktivität eines dezentralen Potenzials im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Risiko einordnet, ähnlich der Bewertung zentraler Potenziale. Dabei werden zentrale Optionen in ihre dezentralen Anschlüsse überführt. So fließt die Bewertung der zentralen Netze bei der Bewertung einer dezentralen Übergabestation für ein Gebäude ein.

Infrastrukturrisiken sind in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. aufgeführt. Für Wärmenetze werden die für die einzelnen Netze jeweils berechneten Risiken in die Abwägung übernommen.

Potenzial	Realisierungsrisiko	Versorgungsrisiko
Solarthermie	sehr gering	hoch
Geothermie oberflächennah	sehr gering	sehr gering
Abwasser	mäßig	sehr gering
Wasserstoff HW	hoch	mäßig
Biomasse Forst HW	sehr gering	gering
Umgebungsluft	sehr gering	sehr gering

Tabelle 9: Risiken zur Erschließung und Nutzung von dezentralen Wärmepotenzialen

	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Risiken hinsichtlich recht-zeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen
Dezentral			
dicht besiedelt	mäßig	sehr gering	mäßig
mäßig besiedelt	gering	sehr gering	mäßig
dünn besiedelt	sehr gering	sehr gering	mäßig

Tabelle 10: Übergeordnete Risiken für dezentrale Wärmeversorger

Anders als bei der Ermittlung geeigneter Wärmenetzversorgungsoptionen wird für einzelne Gebäude jedoch immer nur ein Wärmeerzeuger ausgewählt, welcher den gesamten Wärmebedarf des Gebäudes decken muss. Als einzige Ausnahme kann die Solarthermie als Unterstützungssystem für die Warmwasserversorgung als zweiter Wärmeerzeuger hinzugefügt werden. Dabei muss die Kombination aus primärem Wärmeerzeuger und Solarthermieanlage einen besseren Rang aufweisen als der Rang des isoliert eingesetzten primären Wärmeerzeugers. Wärmeerzeuger, welche auf Basis des berechneten Potenzials nicht den zukünftigen Wärmebedarf eines Gebäudes decken können, werden für das entsprechende Gebäude ausgeschlossen.

6.2.9. Finalisierung der Netzgebiete und Wärmeerzeugeroptionen

Die Vorschläge der Wärme- und Wasserstoffnetze erfolgten unter der Annahme, dass der Wärmebedarf eines Baublocks durch die jeweilige Netzlösung abgedeckt werden kann. Die Bestimmung der optimalen Wärmeerzeuger für jedes Netzgebiet ermöglicht eine Abschätzung des Bedarfs für leitungsgebundene Wärme und Wasserstoff und mittels dieses Bedarfs einer Optimierung der Netzgebiete.

6.3. Das maßgebliche Zielszenario

6.3.1. Festlegung und Beschreibung des maßgeblichen Zielszenarios

Im letzten Schritt wurden auf der Grundlage der durchgeführten Analysen mehrere Versorgungsansätze für die möglichen Teilgebiete entwickelt. Diese Ansätze wurden anschließend bewertet und überarbeitet, wobei die Beteiligung der relevanten Stakeholder berücksichtigt wurde. Eine abgestimmte Gewichtung der Kriterien half dabei, das bevorzugte Zielszenario zu identifizieren.

Nach der Entwicklung der Versorgungsansätze wurde das gesamte Plangebiet in mehrere Teilgebiete unterteilt. Diese Aufteilung zeigt auf, welche Teilgebiete für verschiedene Arten der Wärmeversorgung geeignet sind. Zu den in Betracht bezogenen Versorgungsarten gehören unter anderem Wärmenetze, dezentrale Lösungen und Wasserstoffnetze. Um die Priorität der geeigneten Gebiete zu bestimmen, wurden Preis- und Risikokriterien herangezogen. Gebiete, bei denen keine eindeutige Lösung festgelegt werden konnte, wurden als „Prüfgebiete“ festgelegt, die zukünftig einer weiteren detaillierten Analyse zur Festlegung der Bewertung bedürfen. Die Betrachtung dieser Prüfgebiete wurde in die Entwicklung der Maßnahmen und der Strategie mit integriert.

Es wurden zwei Hauptszenarien entwickelt, die als Zielszenarien dienen (vgl. **Tabelle 10**). Im „**Wärmenetz**“-Szenario ist vorgesehen, die Prüfgebiete – der Stadtkern, Stadtkern-Süd, West-Nord und West-Süd – durch ein umfassendes Wärmenetz zu versorgen. Das alternative „**Wasserstoff**“-Szenario strebt hingegen die Versorgung dieser Gebiete durch Wasserstoffnetze an.

Die beiden Szenarien dienen als Grundlage für einen Vergleich, um die beste Lösung für die zukünftige Wärmeversorgung zu ermitteln. Dabei werden die Eignung und die Risiken der verschiedenen Optionen sorgfältig analysiert. Die endgültige Entscheidung über die optionale Versorgungsoption hängt von weiteren Untersuchungen und der Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab. Dabei ist eine dezentrale Wärmeversorgung nicht automatisch ausgeschlossen, sondern auch diese Option ist eine mögliche Erfüllungsoption die Erwägung gezogen werden kann, sobald eine finale Bewertung der Risikogebiete vorgenommen wird.

Beide Zielszenarien bilden die Grundlage für einen Vergleich, der in den folgenden Abschnitten detailliert dargestellt wird. Hierbei werde die Entwicklungen innerhalb der Szenarien dargestellt.

Plangebiete	Szenarien	
	„Wärmenetz“	„Wasserstoff“
Bestandswärmenetze	Wärmenetz	Wärmenetz
Ausbaugebiet des Wärmenetzes	Wärmenetz	Wärmenetz
Drei Industriestandorte	Wasserstoffnetz	Wasserstoffnetz
Stadtkern („Prüfgebiet“)	Wärmenetz	Wasserstoffnetz
Stadtkern-Süd („Prüfgebiet“)	Wärmenetz	Wasserstoffnetz
Süd („Prüfgebiet“)	Wärmenetz	Wasserstoffnetz
West-Nord („Prüfgebiet“)	Wärmenetz	Wasserstoffnetz
West-Süd	Dezentrale Versorgung	Dezentrale Versorgung
Sonstige Randgebiete	Dezentrale Versorgung	Dezentrale Versorgung
Außenbezirke	Dezentrale Versorgung	Dezentrale Versorgung

Tabelle 11: Vergleich Wärmeversorgungsoptionen Szenarien „Wärmenetz“ und „Wasserstoff“

Die beiden Zielszenarien basieren auf einer Bewertungsmatrix, die die verschiedenen Gebiete in Bezug auf ihre Eignung und Risiken analysiert. Diese Matrix unterscheidet zwischen Gebieten, die noch kein eindeutiges Ergebnis aus der Risikoanalyse aufzeigen („Prüfgebiete“). Dazu gehören die Bereiche Stadtkern, Stadtkern-Süd, West-Nord und West-Süd. Für jedes dieser Gebiete wurden zwei wahrscheinliche Versorgungsarten in Betracht gezogen: ein Wärmenetz und ein Wasserstoffnetz.

6.3.2. Auswertung des maßgeblichen Zielszenarios

A. Auswertung des jährlichen Endenergieverbrauchs nach Endenergiesektoren und Energieträgern

Im vorliegenden Zielszenario spielt der jährliche Endenergieverbrauch eine zentrale Rolle. Der Endenergieverbrauch gibt Aufschluss darüber, wie viel Wärmeenergie für die gesamte Wärmeversorgung innerhalb eines Jahres zukünftig benötigt wird. Eine detaillierte Betrachtung des Endenergieverbrauchs erfolgt durch die Unterscheidung nach Energieträgern und Sektoren. Die Unterscheidung ermöglicht die Betrachtung der Sektoren Wohnen, GHD, Industrie und Öffentlich.

Die **Abb. 49** und **Abb. 50** zeigen die Reduzierung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern im Sektor Wohnen bis zum Zieljahr 2035. Die Reduktion der Endenergie verdeutlicht den erkennbaren Einfluss durch die Sanierungen der Wohngebäude sowie die Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien im Wärmesektor. Dabei werden hier eingesetzte, zu beziehende Energieträger dargestellt; Medien, denen Wärme mittels Wärmepumpen entzogen wird, wie die Umgebungsluft, sind aufgrund ihrer freien Verfügbarkeit nicht gesondert dargestellt.

Im Zielszenario Wärmenetz sinkt der Endenergieverbrauch von ca. 132 GWh/a im Jahr 2022 auf 74 GWh/a im Jahr 2035. Im Zielszenario Wasserstoff sinkt der Endenergieverbrauch von ca. 132 GWh/a im Jahr 2022 auf 76 GWh/a im Jahr 2035.

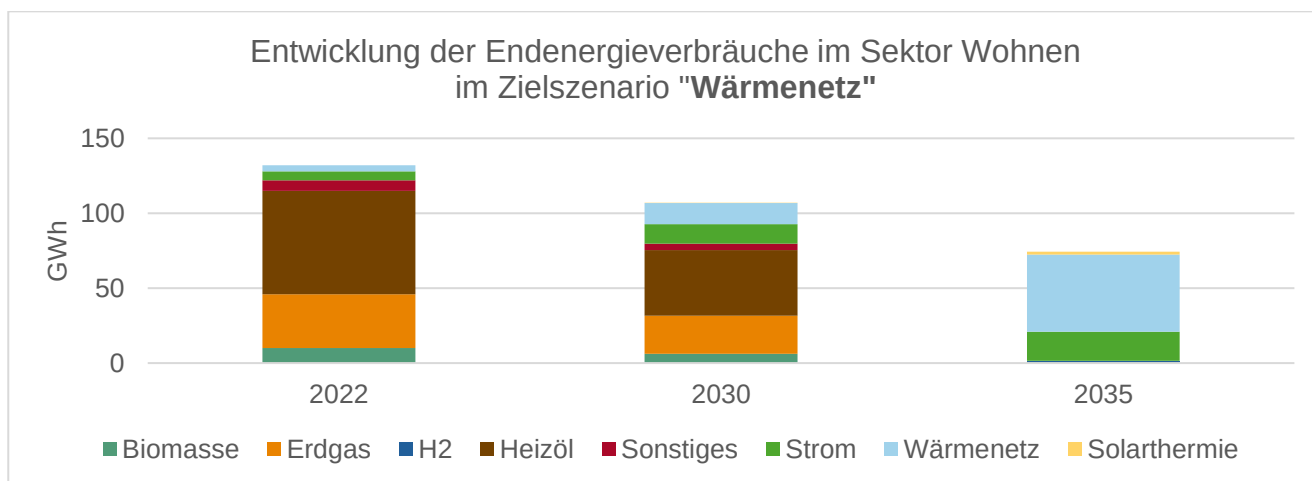


Abb. 49: Endenergieverbrauch Sektor Wohnen im Zielszenario „Wärmenetz“

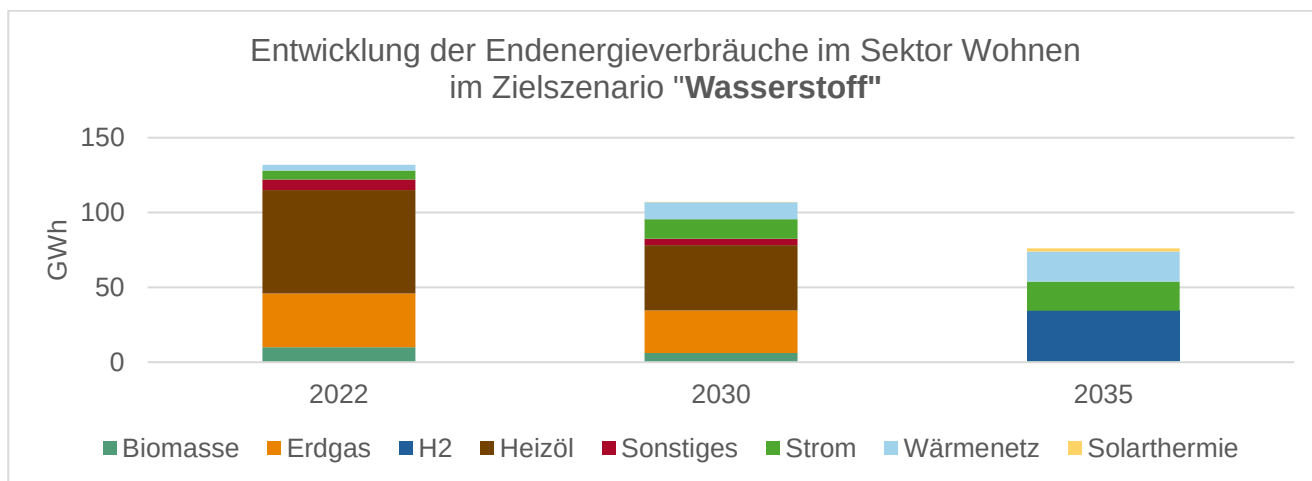


Abb. 50: Endenergieverbrauch im Sektor Wohnen im Zielszenario „Wasserstoff“

Abb. 51 und **Abb. 52** zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor bis zum Zieljahr 2035 auf. Die Auswertung zeigt deutlich, dass die Hauptenergieträger für den GHD-Sektor im Schwerpunkt Strom, das Wärmenetz und Wasserstoff sein werden. Der Endenergieverbrauch

verringert sich in beiden Szenarien bis 2035 von ca. 21 GWh/a auf 13 GWh/a. Erdgas hat im Jahr 2035 keine Rolle mehr als Energieträger. Alle dargestellten Energieträger werden erneuerbar sein.

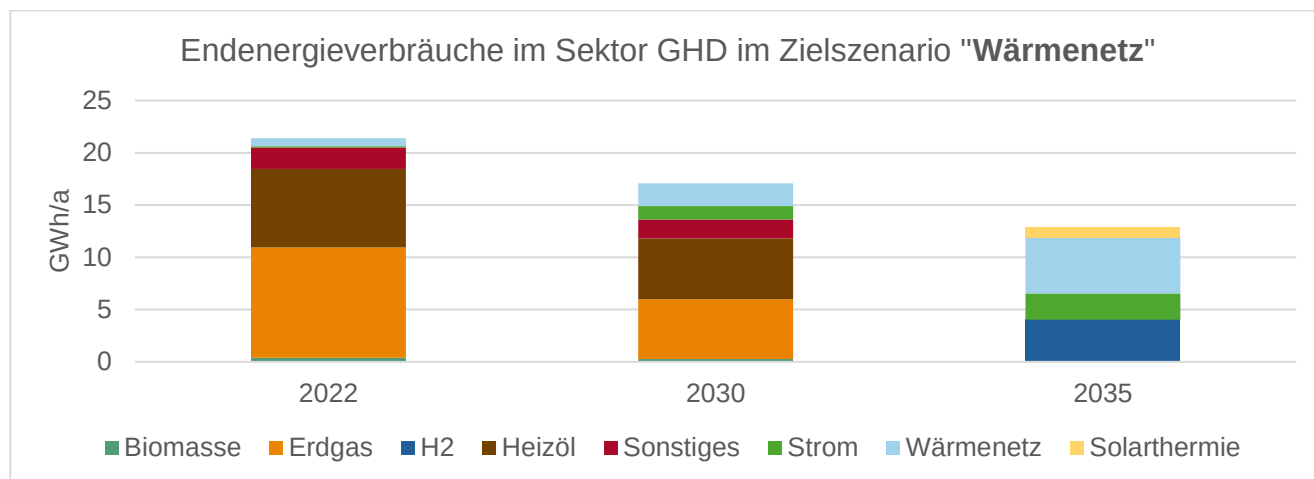


Abb. 51: Endenergieverbrauch im Sektor GHD im Zielszenario „Wärmenetz“

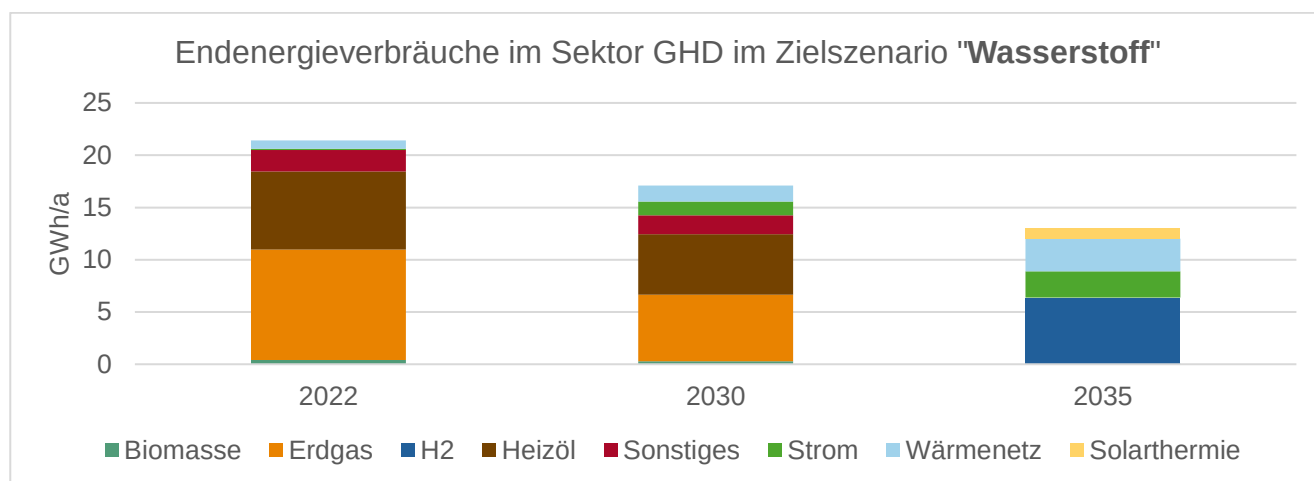


Abb. 52: Endenergieverbrauch im Sektor GHD im Zielszenario „Wasserstoff“

In **Abb. 53** wird veranschaulicht, wie sich der Endenergieverbrauch im Sektor Industrie bis zum Jahr 2035 verändert. In diesem Sektor zeigt sich ein markanter Rückgang des Erdgasverbrauchs im Jahr 2035, der durch eine zunehmende Umstellung auf Wasserstoff als Energieträger kompensiert wird.

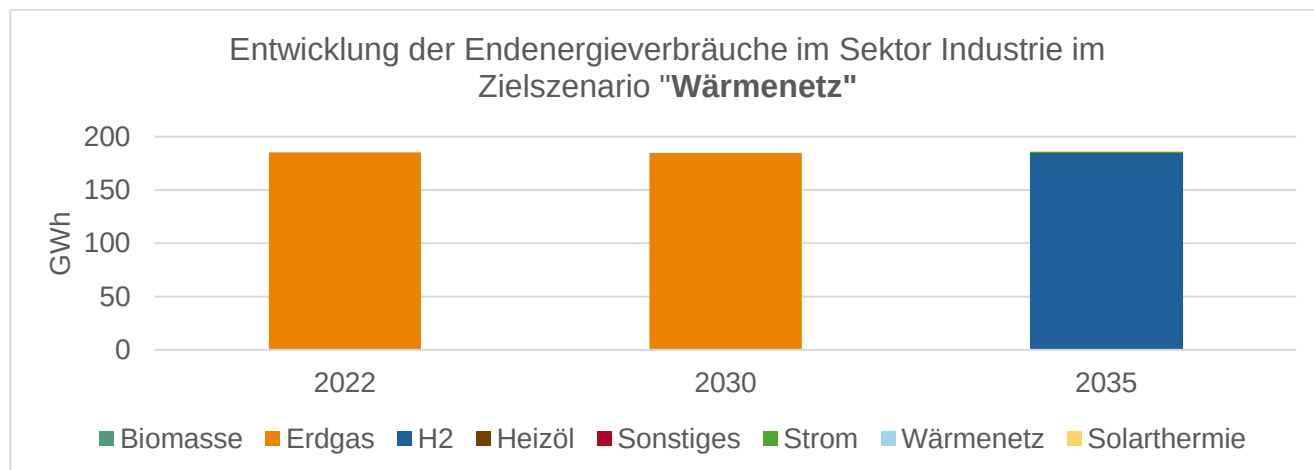


Abb. 53: Endenergieverbrauch im Sektor Industrie in Zielszenario „Wärmenetz“

In **Abb. 54** und **Abb. 55** werden eine deutliche Reduktion des Verbrauchs im öffentlichen Sektor bis 2035 deutlich. Der Verbrauch wird in beiden Zielszenarien von ca. 5 GWh im Jahr 2022 auf ca. 3 GWh im Jahr 2035 reduziert. Letztlich wird der gesamte Energiebedarf des Sektors durch erneuerbare Energien gedeckt. Im Zielszenario Wasserstoff wird der Endenergieverbrauch ebenfalls teilweise mit Wasserstoff gedeckt.

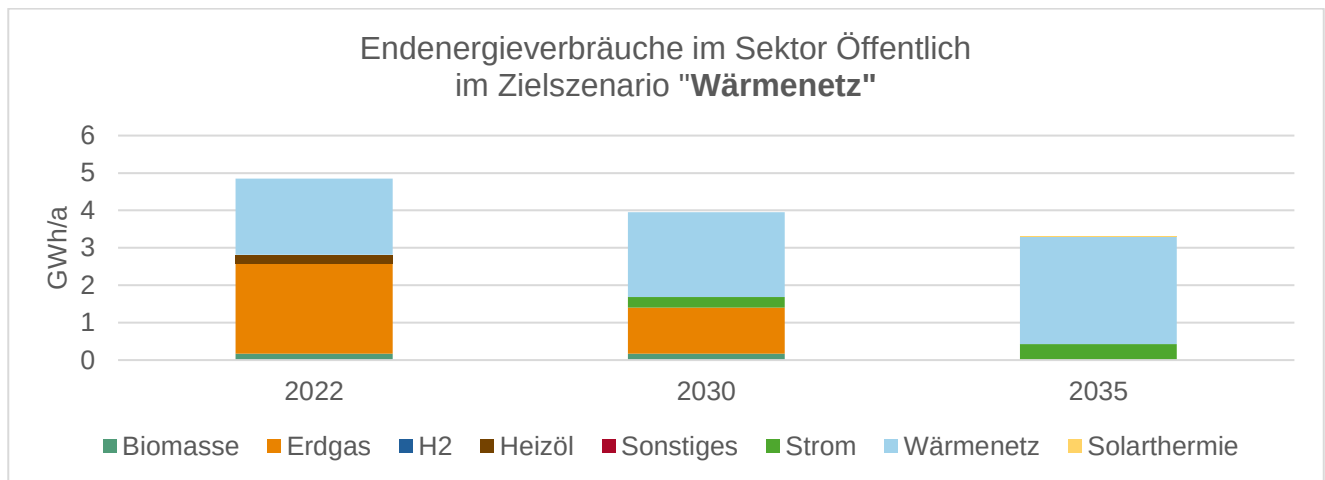


Abb. 54: Endenergieverbrauch im Sektor Öffentlich im Zielszenario „Wärmenetz“

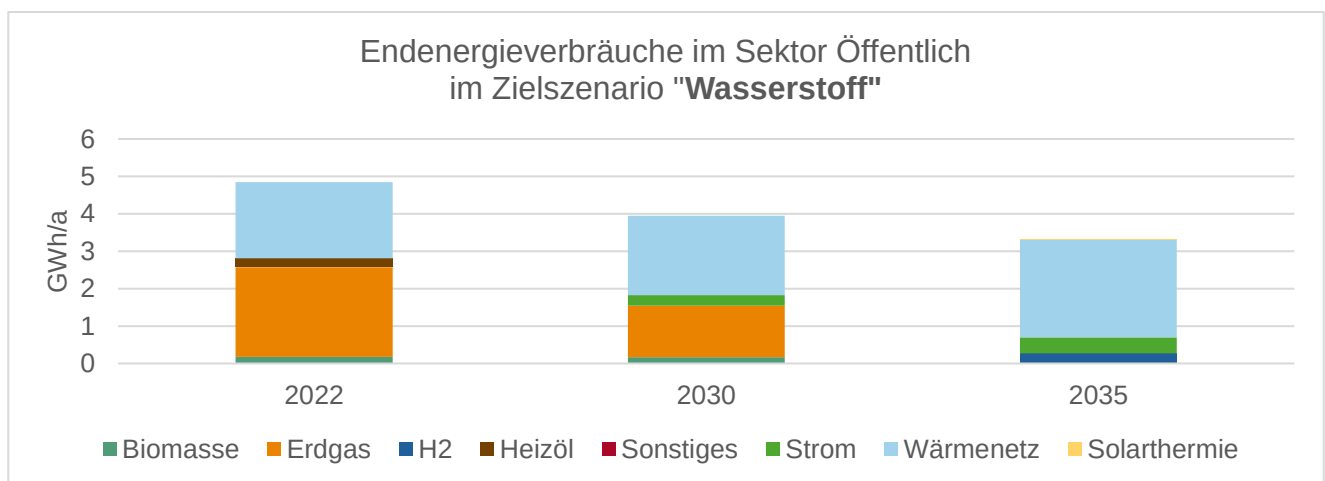


Abb. 55: Endenergieverbrauch im Sektor Öffentlich im Zielszenario „Wasserstoff“

B. Ermittlung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung im Planungsgebiet

In diesem Abschnitt wird die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundesklimaschutzgesetzes für die gesamte Wärmeversorgung des geplanten Gebiets analysiert. Die Berechnung erfolgt in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent, um eine einheitliche Vergleichsbasis zu schaffen. Dies ermöglicht eine umfassende Bewertung der Klimawirkung der geplanten Maßnahmen.

In **Abb. 56** und **Abb. 57** wird dargestellt, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2035 abnehmen. Im Jahr 2022 betragen die Emissionen etwa 88.000 Tonnen CO₂-Äquivalent. Im Zielszenario Wärmenetz sinken die Emissionen bis 2035 auf etwa 8.000 Tonnen CO₂-Äquivalent, während im Zielszenario Wasserstoff die Emissionen auf rund 9.000 Tonnen CO₂-Äquivalent reduziert werden.¹⁰

¹⁰ Die verbleibenden Emissionen im Jahr 2035 sind im Wesentlichen auf den Wasserstoffverbrauch zurückzuführen, da grüner Wasserstoff zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig klimaneutral ist.

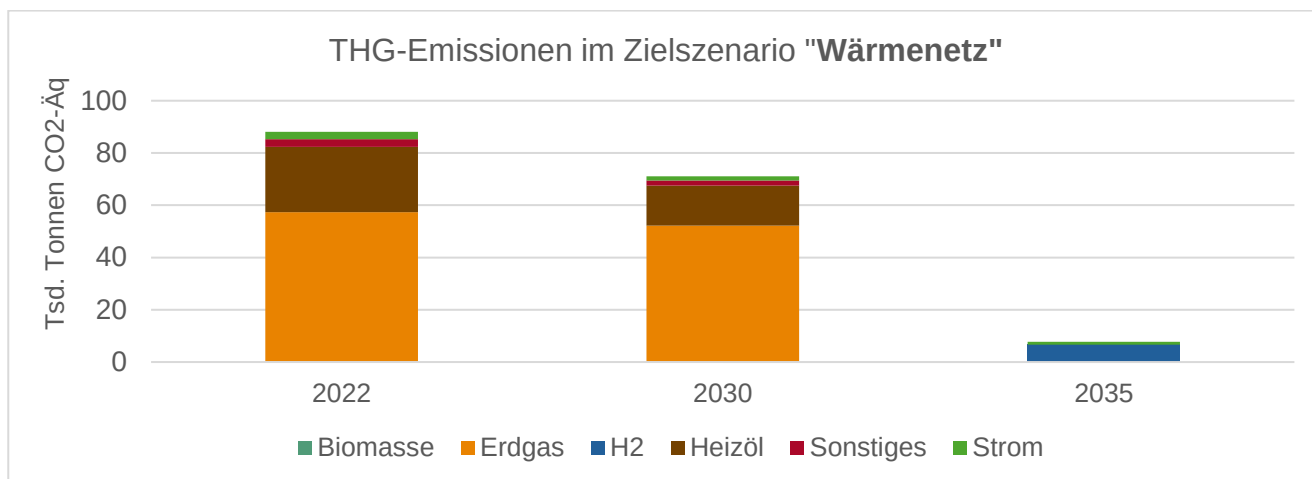


Abb. 56: Treibhausgasemissionen im Zielszenario „Wärmenetz“

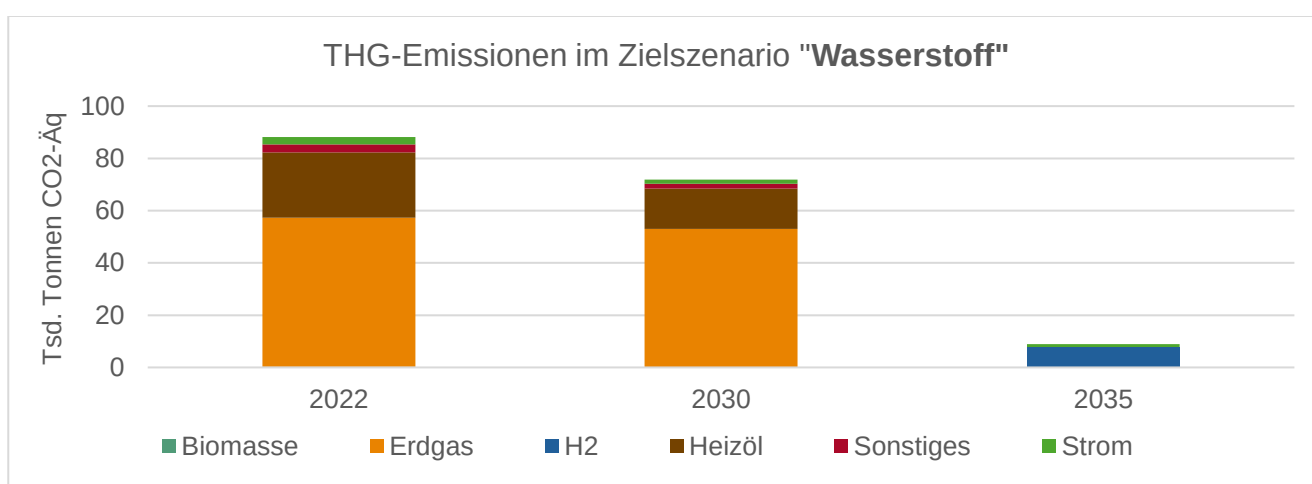


Abb. 57: Treibhausgasemissionen im Zielszenario „Wasserstoff“

C. Analyse des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung wird nach Energieträgern in GWh pro Jahr analysiert. Dabei wird die Wärmeversorgung für zwei unterschiedliche Zielszenarien bis zum Jahr 2035 untersucht. Diese Daten verdeutlichen die Rolle der Energieträger innerhalb der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2035. In beiden Zielszenarien ist allgemein eine steigende Energiemenge zu erkennen, die in das Wärmenetz eingespeist wird.

Das erste Zielszenario Wärmenetz im Jahr 2022 zeigt eine Einspeisung von ca. ≈ 7 GWh in das Wärmenetz. Diese Einspeisung wird primär durch die Verbrennung von Hackschnitzel mit 6 GWh (88 %) erzeugt. Die verbliebene Energiemenge wird durch die Kläranlage mit ≈ 1 GWh (12 %) erzeugt. Durch die Erschließung zusätzlicher Versorgungsgebiete steigt die eingespeiste Energiemenge bis zum Jahr 2035 auf ≈ 60 GWh. In diesem Zeitraum bleibt die eingespeiste Energiemenge durch die Verbrennung von Hackschnitzel sowie der Kläranlagen konstant, jedoch sinkt der Anteil an der gesamten Energiemenge auf etwa 10 %, respektive 1 %. Die Energie wird bis 2035 primär durch Geothermie mit 29 GWh (48 %) und Abwärme ≈ 24 GWh (40 %) eingespeist. Die Abwärme entsteht dabei als Nebenprodukt bei der chemischen Produktion des Unternehmens Clariant.

Das zweite Zielszenario Wasserstoff im Jahr 2022 zeigt eine identische Einspeisung der Energiemengen mit einem dominanten Anteil von ≈ 6 GWh (88 %) durch die Verbrennung von Hackschnitzel. In diesem Zielszenario steigt die gesamte eingespeiste Energiemenge bis zum Zieljahr jedoch nur auf rund 27 GWh an. Dabei bleibt die Einspeisung durch die Verbrennung von

Hackschnitzel bei ≈ 6 GWh konstant, jedoch sinkt die anteilige Einspeisung auf 22 %. Im Zieljahr wird die Einspeisung primär durch Geothermie mit ca. 20 GWh (75 %) bereitgestellt.

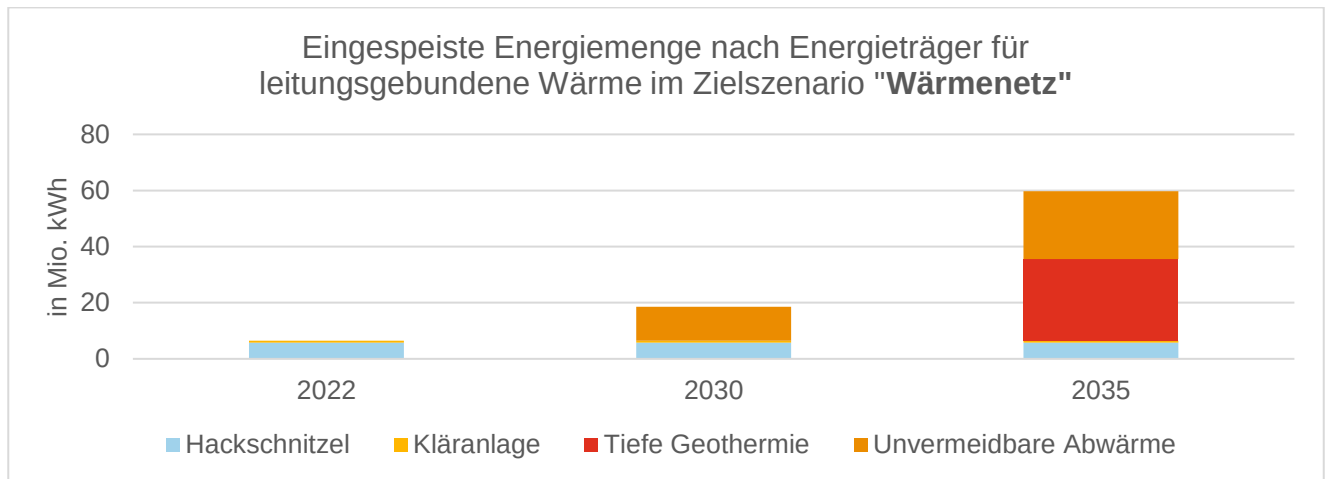


Abb. 58: Eingespeiste Energiemenge für leitungsgebundene Wärme im Zielszenario „Wärmenetz“

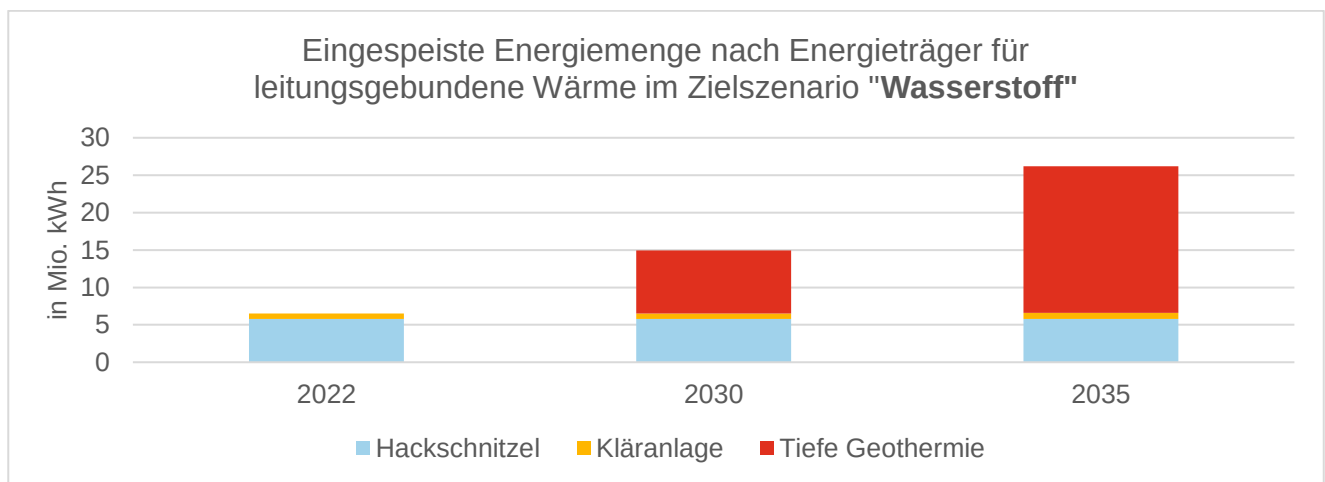


Abb. 59: Eingespeiste Energiemenge für leitungsgebundene Wärme im Zielszenario „Wasserstoff“

D. Prozentualer Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Gesamtenergieverbrauch

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Endenergieverbrauch wird in Prozent dargestellt. Diese Betrachtung ermöglicht eine Einschätzung der Bedeutung der leitungsgebundenen Systeme innerhalb der Energieversorgung. **Abb. 60** zeigt, dass der Anteil der leitungsgebundenen Wärme am Gesamtendenergieverbrauch im Zielszenario Wärmenetz bis 2035 auf etwa 20 % ansteigt. Im Zielszenario Wasserstoff steigt dieser nur auf ca. 9 % (vgl. **Abb. 61**).

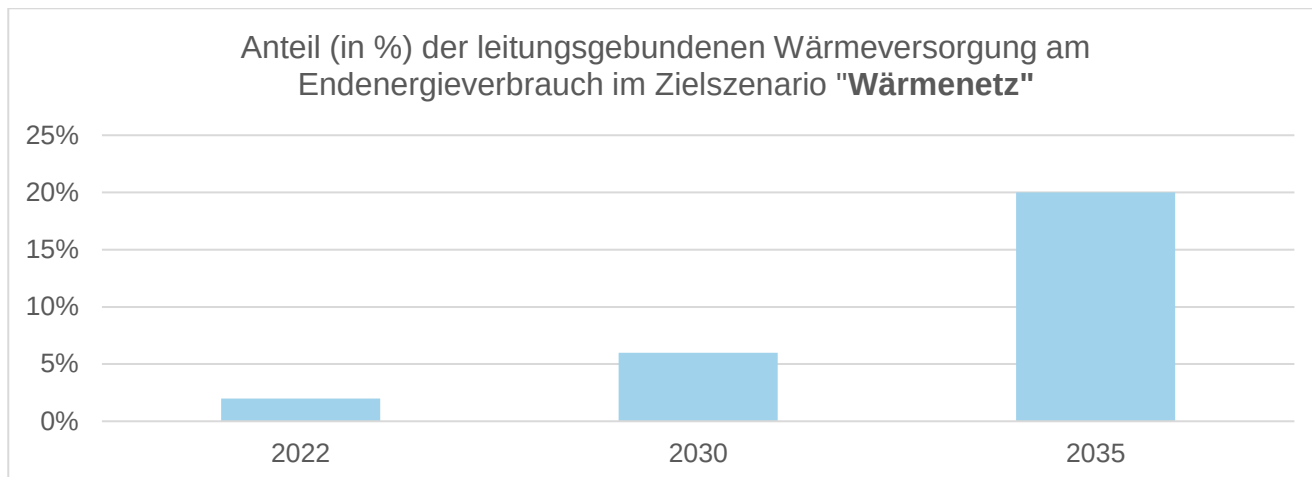


Abb. 60: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario „Wärmenetz“

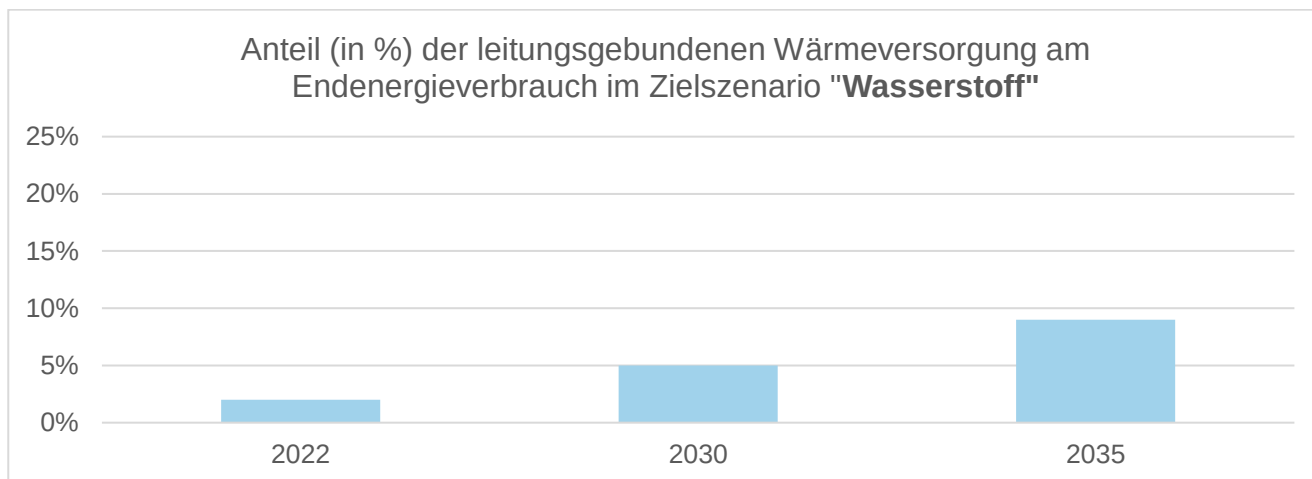


Abb. 61: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario „Wasserstoff“

E. Anschlussrate der Gebäude an das Wärmenetz im Planungsgebiet

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz sowie deren prozentualer Anteil an der Gesamtheit der Gebäude werden für beide Zielszenarien im zeitlichen Verlauf in **Abb. 62** bis **Abb. 65** dargestellt. In **Abb. 62** ist zu erkennen, dass die Zahl der an ein Wärmenetz angeschlossenen Gebäude bis zum Jahr 2035 im Zielszenario Wärmenetz auf etwa 2.700 anwächst. Im Zielszenario Wasserstoff hingegen steigt diese Anzahl lediglich auf rund 800 Anschlüsse.

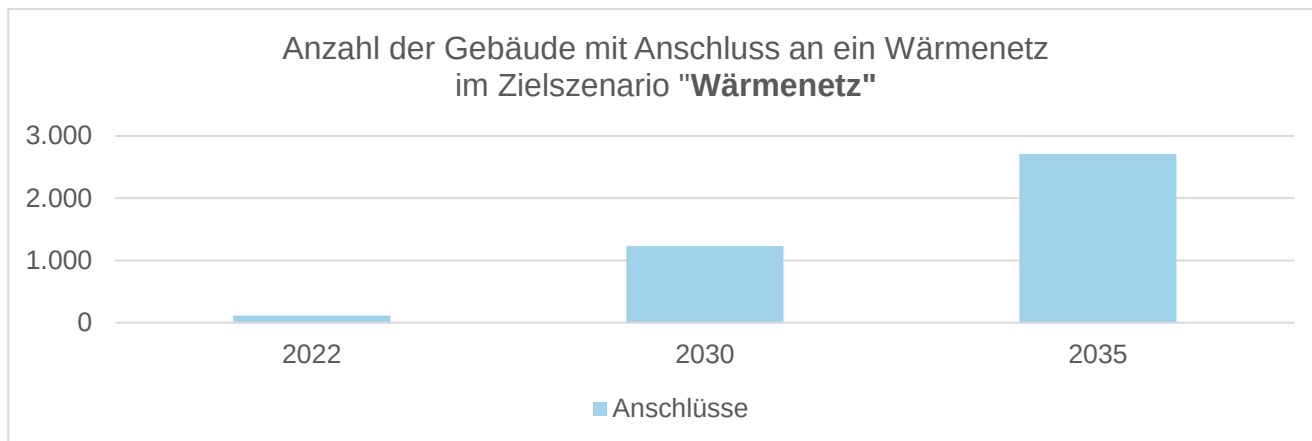


Abb. 62: Anzahl der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario Wärmenetz



Abb. 63: Anzahl der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wasserstoff“

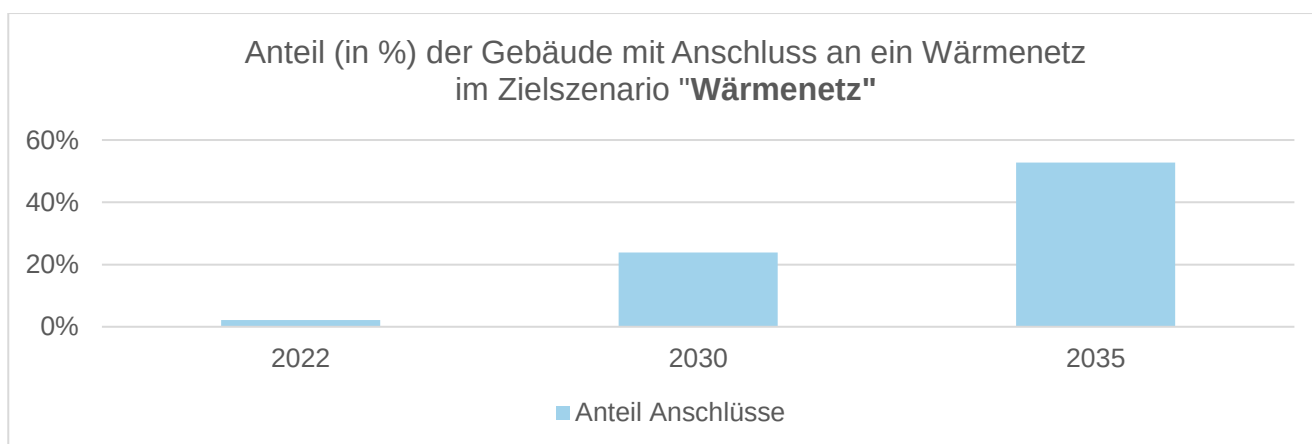


Abb. 64: Anteil der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wärmenetz“

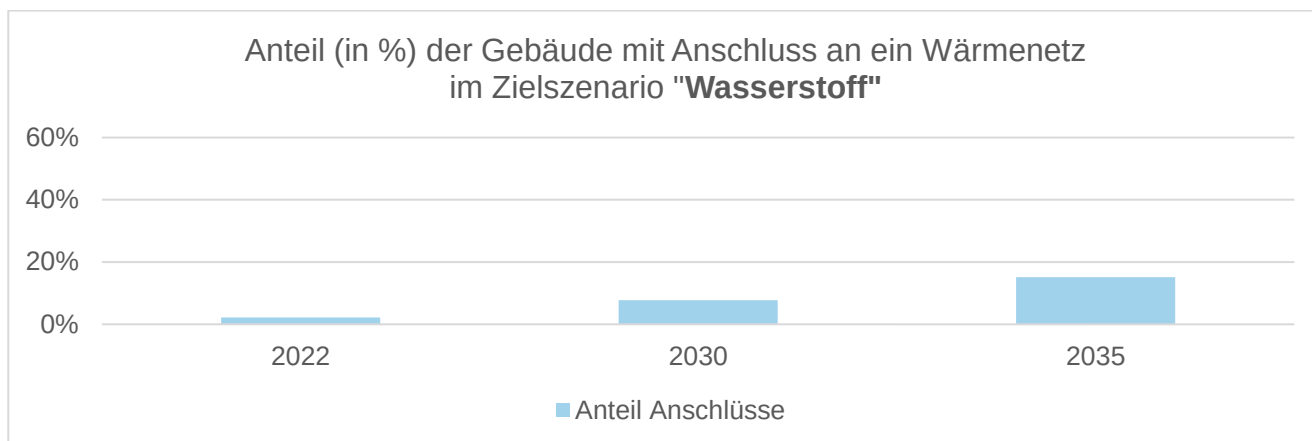


Abb. 65: Anteil der Gebäude mit einem Anschluss an ein Wärmenetz im Zielszenario „Wasserstoff“

F. Anschlussrate der Gebäude an das Gasnetz im Planungsgebiet

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz sowie deren prozentualer Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet wurden ebenfalls untersucht. Diese Kennzahlen bieten Aufschluss über die Verbreitung und Nutzung der Gasinfrastruktur innerhalb des Gebiets. In **Abb. 66** bis **Abb. 69** ist zu erkennen, dass im Zielszenario Wärmenetz bis zum Jahr 2035 die Zahl der Gebäude mit Gasanschluss erheblich abnimmt, sodass von ca. 1.500 Anschlüssen im Jahr 2022 nur noch zwei Großverbraucher im Zieljahr 2045 an ein Gasnetz angeschlossen sind, die sich den Verbrauch teilen. Die Umstellung auf Wasserstoff wird hier angenommen, obwohl keine Transformationspläne der Unternehmen vorliegen.

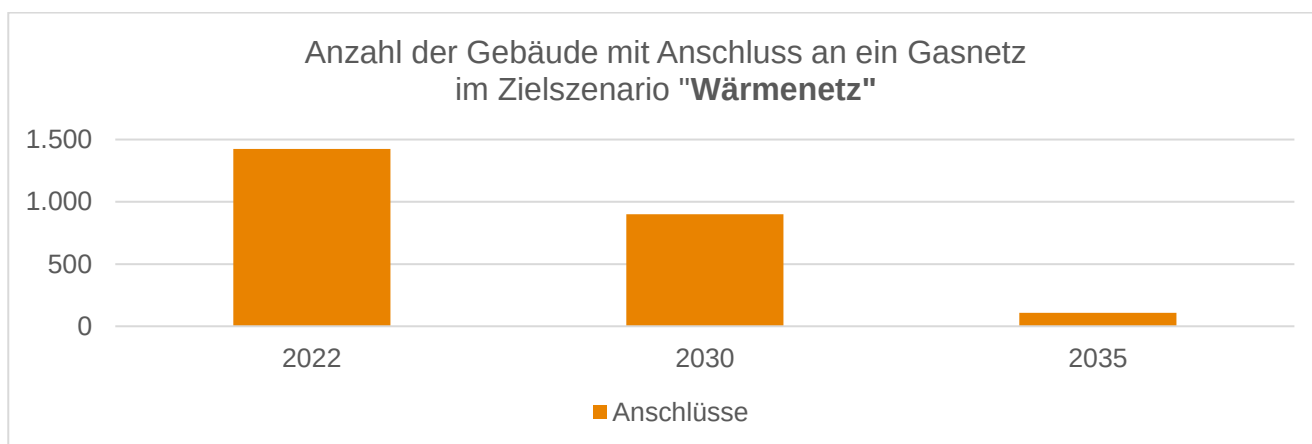


Abb. 66: Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wärmenetz“

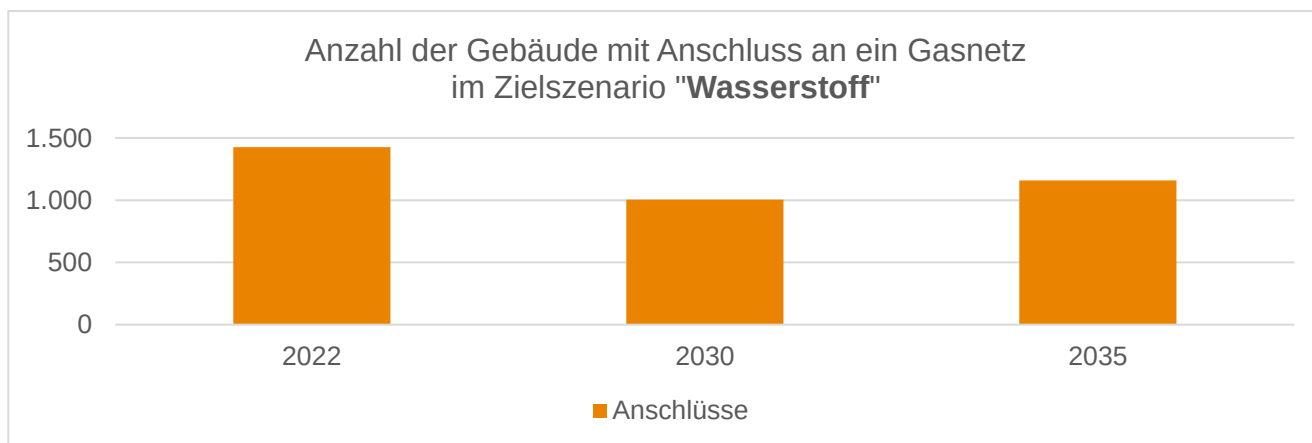


Abb. 67: Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wasserstoff“

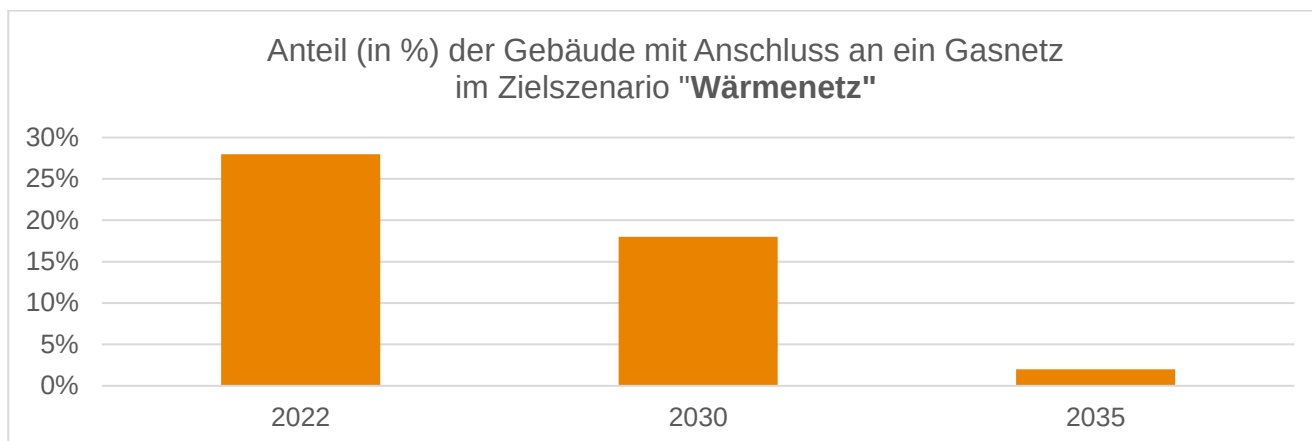


Abb. 68: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wärmenetz“

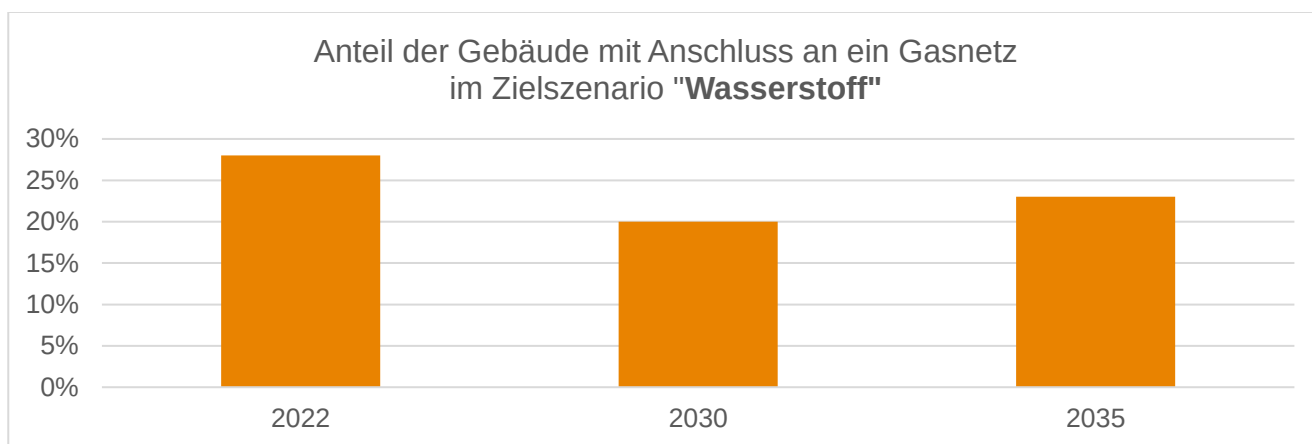


Abb. 69: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz im Zielszenario „Wasserstoff“

G. Endenergieverbrauch aus Gasnetzen und Energieträgeranteile

Diese Darstellung bietet eine Übersicht über die Nutzung des Gasnetzes. In **Abb. 71** ist zu erkennen, dass der Endenergieverbrauch für das Zielszenario Wasserstoff vom Jahr 2022 bis zum Zieljahr von 238 GWh/a auf etwa 224 GWh/a sinkt. Darüber hinaus wird in **Abb. 73** der Anteil der verschiedenen Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent dargestellt. Bis zum Zieljahr 2035 zeigt sich, dass Erdgas ab 2030 schrittweise durch Wasserstoff ersetzt wird.

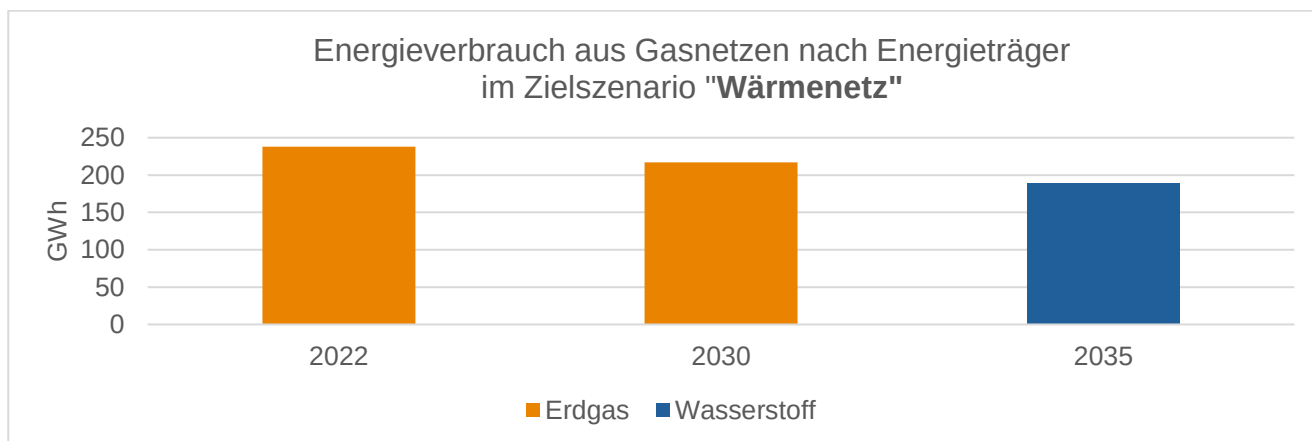


Abb. 70: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträger im Zielszenario „Wärmenetz“

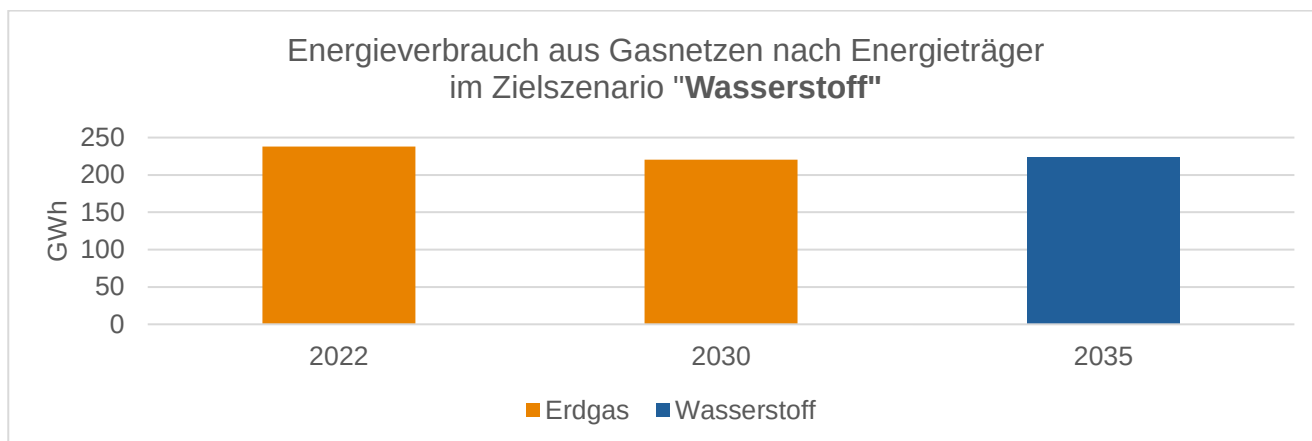


Abb. 71: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträger im Zielszenario „Wasserstoff“

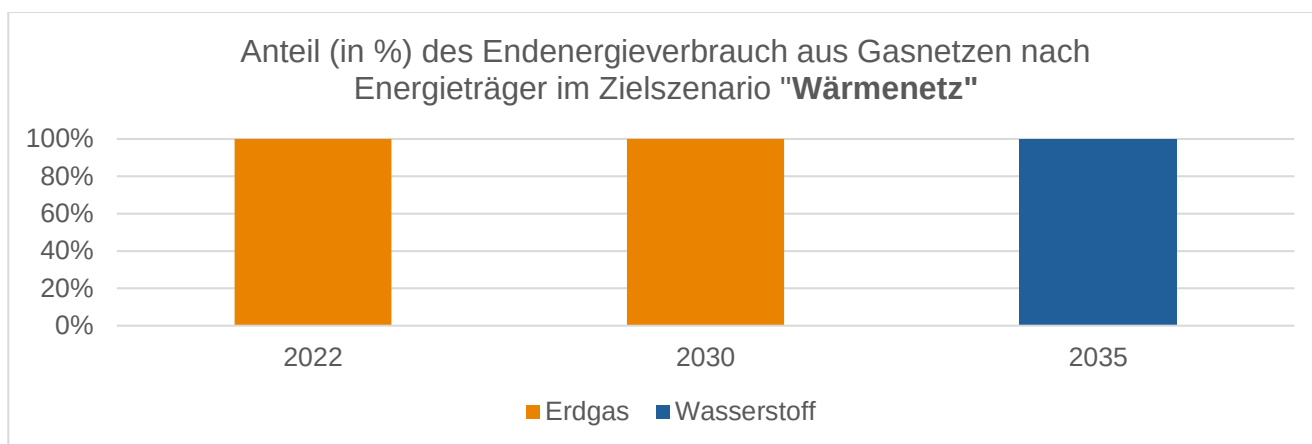


Abb. 72: Anteil des Endenergieverbrauchs aus Gasnetzen im Zielszenarios „Wärmenetz“

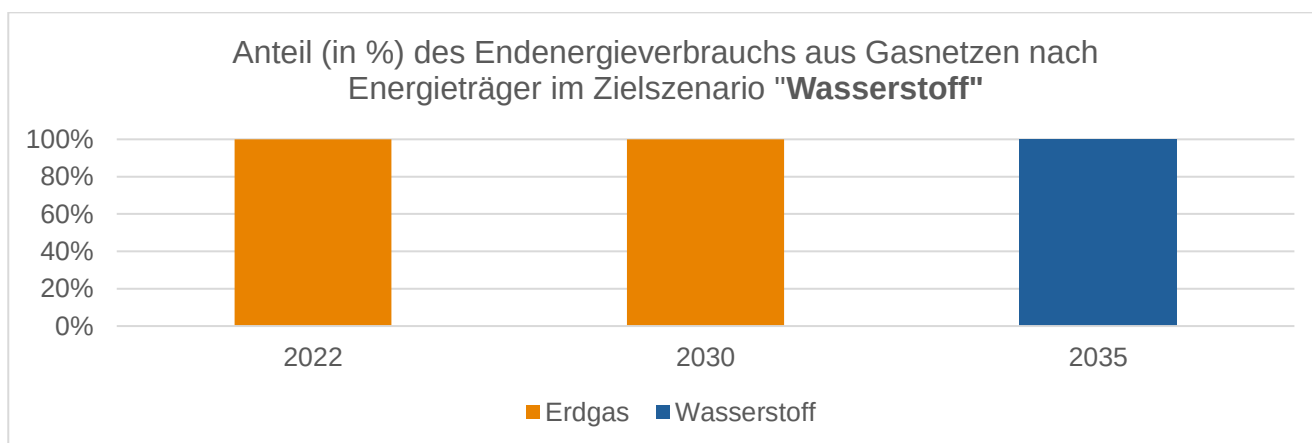


Abb. 73: Anteil des Endenergieverbrauchs aus Gasnetzen im Zielszenarios „Wasserstoff“

6.4. Zusammenfassung

Das Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung untersucht die strategische Ausrichtung, durch welche Gebietseinteilung und welche Wärmeversorgungsart bis zum Jahr 2035 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung im Plangebiet erreicht werden kann.

Die Planung basiert auf einer umfassenden Bestands- und Potenzialanalyse, die die Grundlage für die Entwicklung eines stimmigen Gesamtkonzepts bildet. Die räumliche Einteilung der Stadt Moosburg in Wärmeversorgungsgebiete basiert auf einer detaillierten Bewertung der gebietsbezogenen Eigenschaften, wobei Gebiete mit einer hohen Wärmedichte als besonders geeignet für den Ausbau des Wärmenetzes identifiziert wurden. Darüber hinaus wurden die Möglichkeiten zur Versorgung mit Wasserstoff und einer dezentralen Wärmeversorgung betrachtet. Die verschiedenen Versorgungsoptionen wurden mit den lokalen Akteuren intensiv diskutiert. Zwei Hauptszenarien wurden untersucht: das Wärmenetz- und das Wasserstoffszenario. Beide Szenarien wurden hinsichtlich ihrer Eignung für die verschiedenen Stadtgebiete bewertet.

Im Szenario „Wärmenetz“ wird der Endenergieverbrauch im Sektor Wohnen von etwa 132 GWh/a im Jahr 2022 auf 74 GWh/a im Jahr 2035 reduziert. Im Vergleich dazu sinkt der Verbrauch im Wasserstoffszenario auf 76 GWh/a. Diese Reduktionen verdeutlichen den Einfluss von Gebäudesanierungen und der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien. Die Treibhausgasemissionen im Wärmenetzscenario sinken bis 2035 auf etwa 8.000 Tonnen CO₂-Äquivalent, während sie im Wasserstoffszenario auf rund 9.000 Tonnen CO₂-Äquivalent reduziert werden. Der Vergleich beider Szenarien liefert kein eindeutiges Ergebnis, wodurch eine weitere Betrachtung in fünf Jahren erforderlich ist.

Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz steigt im Wärmenetzscenario bis 2035 auf etwa 2.700, während im Wasserstoffszenario nur rund 800 Anschlüsse erreicht werden. Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Gesamtendenergieverbrauch steigt im Wärmenetzscenario auf etwa 20 %, im Wasserstoffszenario jedoch nur auf ca. 9 %.

Die strategische Planung sieht Maßnahmen zur Umsetzung der empfohlenen Wärmeversorgungsarten vor, wie den Ausbau des Wärmenetzes in Gebieten mit hoher Wärmedichte und die Förderung dezentraler Lösungen wie Wärmepumpen. Die Umsetzung wird kontinuierlich überwacht und bei Bedarf angepasst, um die Ziele der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erreichen. Die Umsetzung des Wärmeplans wird im Folgekapitel ausgeführt.

7. Umsetzungsstrategie & -maßnahmen

7.1. Schlüsselkomponenten der Umsetzungsstrategie

Die Stadt steht, wie viele andere Kommunen in Deutschland, vor der Herausforderung, ihre Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 vollständig klimaneutral zu gestalten. Die Umsetzungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung baut auf den Erkenntnissen der durchgeführten Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse und der Entwicklung des Zielszenarios auf.

Diese Analysen dienen als Grundlage für die Entwicklung einer passgenauen Umsetzungsstrategie, die sich an den spezifischen Gegebenheiten der Stadt orientiert.

Um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen, müssen diese Elemente zeitlich geplant, konkretisiert und in Maßnahmen überführt werden. Auf Basis der Simulation von Potentialen von Erneuerbaren Energien, Abwärme sowie Wärmenetzen und energetischen Sanierungen wird die Umsetzungsstrategie mit von der Stadt selbst zu realisierenden Umsetzungsmaßnahmen in den Fokusgebieten entwickelt.

Schlüsselkomponenten der Umsetzungsstrategie sind:

A. Zentrale Maßnahmen: Wärmenetze und Wasserstoffintegration

Der Aus- und Neubau von Wärmenetzen ist zentraler Bestandteil der Strategie. Diese Netze ermöglichen eine effiziente Verteilung der Wärme, insbesondere in dicht besiedelten Ortsteilen. Zudem wird die Integration von Wasserstoff als zukünftiger Energieträger vor allem für industrielle Großverbraucher geprüft, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern und die Emissionen nachhaltig zu reduzieren. Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit mit regionalen Energieversorgern und technologischen Partnern.

B. Dezentrale Maßnahmen: Erneuerbare Energien und Abwärmenutzung

Die planungsverantwortliche Stelle setzt auf eine Mischung aus zentralen und dezentralen Ansätzen, um eine flexible und anpassungsfähige Energieversorgung sicherzustellen. Der Ausbau von erneuerbaren Energien, wie Geothermie und Solarthermie, wird vorangetrieben. Darüber hinaus wird die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen und lokalen Unternehmen gefördert, um vorhandene Energiequellen optimal zu nutzen und den Primärenergiebedarf zu verringern.

C. Effizienzmaßnahmen und Wärmebedarf

Der Reduktion des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Der Energieverbrauch soll durch die Steigerung der Sanierungsrate und den Einsatz moderner Heiztechnologien gesenkt werden (vgl. dazu **Abschnitt 7.2.2** und **7.2.4**). Die Entwicklung und Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen ist entscheidend, um den Gesamtenergiebedarf vor Ort zu minimieren und die Nutzung erneuerbarer Energien langfristig zu steigern.

7.2. Planung der Maßnahmen und Fokusgebiete

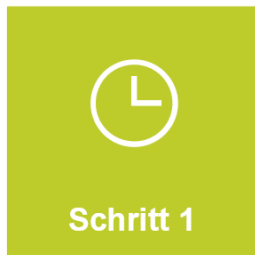
Die Umsetzungsstrategie der Stadt zur kommunalen Wärmeplanung basiert auf einem systemischen Ansatz, der darauf abzielt, die geplanten Maßnahmen effizient und nachhaltig zu realisieren. Ziel ist eine Umsetzungsstrategie mit konkreten, umsetzbaren Maßnahmen.

Dabei werden folgende Ergebnisse angestrebt:

- **Maßnahmenübersicht:** Es wird eine Übersicht über mittel- bis langfristig geplanten Maßnahmen erstellt, die von der Kommune umgesetzt werden können.
- **Steckbriefe:** Zu den priorisierten Maßnahmen werden sechs detaillierte Steckbriefe erstellt, die Informationen zu Umfang, Kosten und Zeithorizont der jeweiligen Maßnahme liefern.
- **Fokusgebiete:** Es werden zwei Gebiete innerhalb der Kommune identifiziert, die sich besonders gut für die Umsetzung von Maßnahmen eignen.

Die Ableitung der Maßnahmen folgt einem systematischen Vorgehen, das in **Abb. 74** dargelegt ist.

Sammlung der Maßnahmen aus den Schritten Bestands- und Potentialanalyse sowie der Bildung des Zielszenarios



Priorisierung nach ausgewählten Kriterien sind bspw. Beitrag zur Zielerreichung und Kosten sowie zeitliche Priorisierung



Sortierung nach thematischen Strategiefeldern sowie Einflussbereichen der SW / Stadt Kleve



Darstellung der Umsetzungsmaßnahmen anhand von Steckbriefen

Abb. 74: Schritte für die Ableitung der Maßnahmen zur Umsetzungsstrategie der Wärmeplanung

7.2.1. Schritt 1: Maßnahmen aus Bestands- und Potentialanalyse und Zielszenario

Um eine nachhaltige Wärmeversorgung für die Stadt zu gewährleisten, wurden bereits im Rahmen der Bestands- und Potentialanalyse sowie im Zielszenario erste Ableitungen für mögliche Maßnahmen getroffen.

Hier konnten erste indikative Maßnahmen abgeleitet werden, wie zum Beispiel:

- **Wärmenetz:** Aufgrund von begrenzten Ausbaupkapazitäten der installierten Wärmeleistung, müssen neue Wärmequellen identifiziert und eingebunden werden
- **Tiefengeothermie:** Hohes Potenzial durch Tiefengeothermie welches aufgrund einer früheren Dünnsäureverklappung genauer untersucht werden muss
- **Prozesswärme:** Durch die Industrie werden in mehreren Stadtteilen aufgrund der Prozesswärme hohe Temperaturen benötigt, wodurch sich die Lösungsoptionen einschränken
- **Informationskampagnen:** Vielen Wohngebäude werden mit hoher Wahrscheinlichkeit keine zentralen Wärmelösungen zur Verfügung gestellt. Hier können passende Informationsangebote bei der Heizungsmodernisierung unterstützen

7.2.2. Schritt 2: Sortierung der Maßnahmen

Im zweiten Schritt erfolgt die Sortierung der Maßnahmen nach Strategiefeldern und Einflussbereichen. Dieser Prozess umfasst das Ableiten und die Konkretisierung der Maßnahmen.

Die Maßnahmen werden in folgende Strategiefelder unterteilt:

1. **Potentialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien:** Identifikation und Nutzung von Flächen für erneuerbare Energien sowie deren Ausbau.
2. **Wärmenetzausbau und -transformation:** Aufbau und Erweiterung von Wärmenetzen.
3. **Sanierung, Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden:** Verbesserung der Energieeffizienz durch Sanierung und Modernisierung.
4. **Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren:** Umstellung auf umweltfreundlichere Heizsysteme.

5. **Strom- und Wasserstoffnetzausbau:** Ausbau der Infrastruktur für Strom und Wasserstoff.
6. **Verbraucherverhalten und Suffizienz:** Förderung eines bewussten und sparsamen Energieverbrauchs.

Die Maßnahmen werden zudem nach ihren Einflussbereichen sortiert:

- **Eigenverbrauch:** Maßnahmen, die den Eigenverbrauch der Stadt betreffen.
- **Versorgen:** Maßnahmen, die die Versorgung der Bevölkerung sicherstellen.
- **Regulieren:** Maßnahmen, die regulatorische Aspekte berücksichtigen.
- **Motivation:** Maßnahmen, die das Verhalten und die Motivation der Verbraucher beeinflussen.

Eine Übersicht mit den ersten vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen wird in den nachfolgenden Tabelle dargestellt. Diese Maßnahmen sollen zur Erreichung des Zielszenarios beitragen. Die Liste ist im weiteren Verlauf der Wärmeplanung zu ergänzen und zu aktualisieren.

lfd. Nr.	Titel	Einflussbereich	Beschreibung
Strategiefeld: Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien			
1	Beauftragung von Machbarkeitsstudien für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien	Versorgen	Beauftragung von Machbarkeitsstudien für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme in Kooperation mit den zentralen Akteuren für (potenzielle) Wärmenetze im (Teil-)Eigentum der Kommune
Strategiefeld: Wärmenetzausbau und -transformation			
2	Kommunikation und Förderung neuer erneuerbarer Wärmequellen und Wärmeinfrastrukturen	Versorgen	Maßnahmen, die Potentiale und Innovationsfreudigkeit von erneuerbaren Wärmequellen fördern. Zum Beispiel sollen Best-Practices von Microwärmenetzen kommuniziert werden. Ferner Potentialanalysen von Wärmenetzen über die im Steckbrief 3 hinausgehende Infrastruktur im Innenstadtbereich. Insbesondere bei baulichen Maßnahmen sollte simultan eine potenzielle Wärmeinfrastrukturweiterung in der Planung berücksichtigt geprüft werden.
3	Förderung neuer Wärmeinfrastrukturen und Dienstleistergründungen	Versorgen	Unterstützung oder Neugründung von Dienstleistern zur Errichtung neuer Wärmeinfrastrukturen und Bereitstellung von Wärme und wärmebezogenen Dienstleistungen, falls im Gebiet oder Teilgebieten keine leitungsgebundene Wärmeversorgung vorherrscht. Seitens der Kommune sollen Unterstützung bei der Identifikation von passenden Gebieten und bei der Suche nach passenden Contracting- und Planungspartnern gegeben werden.
4	Effiziente Kommunikations- und Planungsstrukturen für Infrastrukturprojekte	Regulieren	Etablierung effizienter und möglichst integrierter Kommunikations- und Planungsstrukturen beispielsweise für eine Frühabstimmung von Infrastruktur- und Bauprojekten, z. B. durch einen „Runden Tisch Kommunale Wärmewende“ oder durch die Einrichtung gemeinsamer Planungswerkzeuge für Baumaßnahmen an der Infrastruktur oder weitere Aktivitäten (Breitbandausbau, Straßen-/Tiefbauarbeiten, Gebäudesanierungen etc.)
5	Stromnetzcheck	Versorgen	Einbindung und regelmäßiger Austausch mit den Stadtwerken München zur integrierten und abgestimmten kommunalen Wärmeplanung. Insbesondere Abstimmung zu den Themen Wärmeversorgungsgebieten und weiteren Veränderungen im Wärmebereich, um frühzeitige Kapazitätsveränderungen frühzeitig zu identifizieren.
6	Effektive Kommunikationsstrategien für Wärmenetzerweiterungen	Versorgen	Maßnahmen für eine fortlaufende Kommunikation zu Wärmenetzgebieten sowie Zeitschienen der voraussichtlichen Erschließung, um sicherzustellen, dass GHD und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in entsprechenden Gebieten zu geeigneten Zeitpunkten erreicht werden

7	Städtebauliche Verträge und Bauleitplanung zur Energieoptimierung	Regulierung	Aufstellung von Bauleitplänen, der Abschluss von städtebaulichen Verträgen mit einer öffentlich-rechtlichen Verpflichtung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer, bestimmte energetische Maßnahmen durchzuführen, und die Nutzung von Instrumenten zur Sicherung der Bauleitplanung (z. B. Instrumente des besonderen Städtebaurechts, Ausweisung von Sanierungsgebieten und Konversionsflächen)
8	Differenzierte Förderprogramme für energieoptimierte Gebiete	Motivieren	Schaffung ergänzender Fördermöglichkeiten, die räumlich (abhängig von den vorgeschlagenen Versorgungskonzepten in den jeweiligen Eignungsgebieten) nach sozialen Kriterien (z. B. Abfederung sozialer Härten) oder nach besonderen technischen Herausforderungen (z. B. Fokus auf Etagen-/Einzelheizungen) differenzieren
9	Kooperation mit Wohnungsunternehmen für serielle Sanierungsstrategien	Motivieren	Zusammenarbeit mit (städtischen) Wohnungsunternehmen und Baugenossenschaften, um in einem ersten Schritt Sanierungsstrategien von großen Gebäudeportfolios und im zweiten Schritt deren Umsetzung anzuregen. Dabei kann eine Forcierung von seriellen Sanierungsansätzen sinnvoll sein.
10	Erstellung und Umsetzung eines Monitoringkonzepts	Versorgen/ Regulieren	Vergleiche hierzu Kapitel 9 Monitoring & Controlling

Abb. 75: Maßnahmenübersicht zur Umsetzungsstrategie

7.2.3. Schritt 3: Priorisierung der Maßnahmen

Um die Maßnahmen zur Wärmeplanung effektiv umzusetzen, erfolgt eine Priorisierung nach bestimmten Kriterien. Diese Kriterien umfassen:

1. **Beitrag zur Zielerreichung und THG-Minderung:** Jede Maßnahme wird danach bewertet, wie stark sie zur Erreichung der Klimaziele und zur Reduktion von Treibhausgasen beiträgt.
2. **Geschätzte Kosten und Finanzierungsaufwand:** Die finanziellen Aspekte jeder Maßnahme werden analysiert, um die Kosten und den notwendigen Finanzierungsaufwand abzuschätzen.
3. **Auswirkung auf Energieerzeugung und -verbrauch:** Es wird geprüft, wie sich die Maßnahmen auf die Energieerzeugung und den Energieverbrauch auswirken.

Die zeitliche Umsetzung der Maßnahmen wird ebenfalls bewertet:

- **Kurzfristige Maßnahmen:** Maßnahmen, die als „kurzfristig umsetzbar“ oder „No-regret“ eingestuft werden, können sofort umgesetzt werden.
- **Mittel- und langfristige Maßnahmen:** Für Maßnahmen, die mittel- oder langfristig beginnen sollen, wird ein Zeitpunkt für die detaillierte Ausarbeitung festgelegt.

Für die Ausformulierung der Umsetzungsmaßnahmen ist die zeitliche Kategorisierung und die Betroffenheit der planungsrelevanten Stelle oder von Dritten wesentlich. Gemäß den Vorgaben des WPG sind für die mittel- und langfristigen Maßnahmen der Umsetzungsbeginn und das -ende anzugeben. Für jede prioritäre Maßnahme werden ausformulierte Steckbriefe entwickelt.

Alle Maßnahmen müssen im Einklang mit den Zielen für den Wärmesektor und der Ausgestaltung des Zielszenarios stehen.



Abb. 76: Übersicht über die Kriterien und Anforderungen bei der Priorisierung der Maßnahmen

7.2.4. Schritt 4: Steckbriefe und Fokusgebiete

Die Umsetzungsmaßnahmen werden anschließend in Form von Steckbriefen dargestellt. Die Umsetzungsstrategie wird dabei textlich beschrieben und umfasst folgende Punkte:

1. **Erforderliche Schritte zur Umsetzung einer Maßnahme:** Jede Maßnahme wird beschrieben, einschließlich der notwendigen Schritte, um sie erfolgreich umzusetzen.
2. **Zeitplan für die Umsetzung:** Es wird angegeben, bis wann die Umsetzung der jeweiligen Maßnahme abgeschlossen sein soll.
3. **Kostenplanung:** Die mit der Planung und Umsetzung verbundenen Kosten werden aufgeführt.
4. **Kostenverantwortung:** Es wird erläutert, wer die Kosten trägt.
5. **Positive Auswirkungen:** Die erwarteten positiven Auswirkungen der Maßnahmen auf die Erreichung des Zielszenarios und der gesetzlichen Ziele werden dargestellt.
6. **Finanzierungsmechanismen:** Die Finanzierungsmechanismen zur Umsetzung der Strategien und Maßnahmen zum Umstieg auf erneuerbare Energien wird, wenn möglich erläutert.

7.2.5. Priorisierte Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe

Die priorisierten Umsetzungsmaßnahmen werden in Form von Steckbriefen wie folgt dargestellt:

A. Steckbrief 1 - Voruntersuchung Dünnsäure

Maßnahmentitel	Voruntersuchung Dünnsäure
Strategiefeld	Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien
Beschreibung	Bevor weitergehende geologische Untersuchungen zur Nutzung von Tiefengeothermie als Wärmequelle durchgeführt werden, muss geklärt werden, ob im Grundwasser noch relevante Rückstände von Dünnsäure vorhanden sind. Sollte Dünnsäure in Tiefen vorkommen, ist eine Nutzung der geothermischen Energie nur eingeschränkt möglich, da das Entnehmen der Dünnsäure rechtlich nicht zulässig ist. Zur Klärung dieser Frage kann eine bestehende Bohrung genutzt werden, um gezielt eine Probe zu entnehmen und auf das Vorhandensein zu untersuchen. Nur wenn festgestellt wird, dass keine Dünnsäure vorhanden ist, können weiterführende Untersuchungen zur Machbarkeit in Betracht gezogen werden. Die Erschließung der geothermischen Vorkommnisse, z.B. durch weitere Bohrungen, muss geklärt werden.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Umsetzungsschritte: Zur Klärung sollte die Stadt eine Arbeitsgruppe bilden, um das detaillierte Vorgehen zu definieren und die Erfolgchancen zu erhöhen. Die Arbeitsgruppe sollte aus der Stadt, einem Vertreter der Koordinierungsstelle Tiefengeothermie Bayern und der Technischen Universität München bestehen. Folgende Punkte sind zu bearbeiten: • Arbeitsgruppe einrichten und Mitglieder definieren • Probeentnahme beim Bayerisches Landesamt für Umwelt beantragen • Austausch der Stadt Moosburg und dem Industrieunternehmen Clariant, um tiefengeothermische Daten zu erheben und zu bewerten. Genehmigung von Clariant einholen zur Nutzung bestehender Bohrungen für weitere Untersuchungen. • Probenuntersuchung durch die technische Universität München
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2025-2026
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	10.000 Euro
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Versorgen
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg, Koordinierungsstelle Tiefengeothermie Bayern, Technische Universität München
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg, Wärmenetzbetreiber, Industrieunternehmen
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Finanzierung durch Fördermittel des Landes oder durch Mittel der Stadt
Information aus bestehenden Konzepten	Informationen zu Bestandsbohrungen
Flankierende Aktivitäten	keine

B. Steckbrief 2 - Vorstudie Tiefengeothermie

Maßnahmentitel	Beauftragung einer Vorstudie zur Erschließung von wärmegeführten Tiefengeothermie-Projekten
Strategiefeld	Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien
Beschreibung	Sammlung und Bewertung der geowissenschaftlichen Untergrund-Informationen, Einordnung der bergrechtlichen Situation in Verbindung mit Handlungsempfehlungen, Einordnung der Umweltverträglichkeit, Entwicklung von Nutzungskonzepten, Benennung von Projekt-Risiken, Einschätzung der grundsätzlichen Machbarkeit, Hinweise zum Erkundungskonzept und zur Bohrtechnik, schriftliche Handlungsempfehlungen, Einschätzung zu grundsätzlicher Machbarkeit eines Vorhabens.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Grundlagenanalyse als Vorbereitung für weitere Untersuchungen zur Nutzung von Geothermie Umsetzungsschritte: • Umsetzungsplan gemeinsam mit Koordinierungsstelle Tiefengeothermie festlegen • Dimensionierung und hydraulische Simulation des Pumpversuchs • Druckmessung an allen anderen Bestandsbohrungen • Modellierung durch technische Universität München • Auswertung der Ergebnisse und festlegen des weiteren Vorgehens z.B. BEW Studie
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2027-2029
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	100.000-1.000.000 Euro
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Versorgen
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg, Koordinierungsstelle Tiefengeothermie Bayern, technische Universität München
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg, mögl. Wärmenetzbetreiber, Industrieunternehmen
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Prüfung der Förderfähigkeit der Maßnahme
Information aus bestehenden Konzepten	Informationen zu Bestandsbohrungen
Flankierende Aktivitäten	keine

C. Steckbrief 3 - Ausbau des bestehenden Wärmenetzes

Maßnahmentitel	Ausbau des bestehenden Wärmenetzes
Strategiefeld	Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien
Beschreibung	Nutzung der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) welche die Errichtung neuer Wärmenetzsysteme fördert, die zu mindestens 75 Prozent durch erneuerbare Energien und Abwärme gespeist wird (hier Fall 2: Erweiterung eines bestehenden Netzes gilt nur als Neubaunetz, sofern die gesamte Wärmeeinspeisemenge des zu erweiternden Teils des Wärmenetzes zu maximal 20 % aus dem vorgelagerte Bestandsnetz bereitgestellt wird).
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Umsetzungsschritte Neubau BEW (Modularer Aufbau der Förderung): Umsetzungsschritte: • Antrag für Modul 1 stellen (Machbarkeitsstudie) • Ingenieurbüro beauftragen nach Erhalt des Zuwendungsbescheids (nach Erhalt des Zuwendungsbescheids 12 Monate Zeit die Machbarkeitsstudie zu erstellen, einmalige Verlängerung um 1 weiteres Jahr möglich) • Antrag für Modul 2 stellen (systemische Förderung eines Wärmenetzes) • Antrag für Modul 4 stellen (Betriebskostenförderung für das neue Wärmenetz) Umsetzungsschritte weitere Innenverdichtung Bestandsnetz: • Ggf. Anschlussquote in bereits bestehendem Wärmenetzgebiet weiter erhöhen • Standort und Finanzierung für neues BHKW festlegen
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2025-2031 (Annahme Fall A: Wärmenetz kann innerhalb von maximal sechs Jahren gebaut werden)
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	ca. 50.000-100.000 € (50 Prozent der förderfähigen Kosten werden gefördert; max. aber 2 Mio. €) für Schritt Machbarkeitsstudie. Weitere Umsetzungskosten und Investitionskosten sind erst mit der Machbarkeitsstudie realistisch abschätzbar.
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Motivieren
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg, Ingenieurbüro, Wärmenetzbetreiber Hr. Bader
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg, Wärmenetzbetreiber Hr. Bader
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Prüfung der Förderfähigkeit der Maßnahme über BEW-Förderung
Information aus bestehenden Konzepten	Keine Informationen vorhanden
Flankierende Aktivitäten	Bauplanung

D. Steckbrief 4 - Gasnetztransformation

Maßnahmentitel	Gasnetztransformation
Strategiefeld	Potenzialerschließung und Ausbau erneuerbarer Energien
Beschreibung	Ausarbeitung Gasnetztransformationsplan im regelmäßigen Austausch zwischen Netzbetreiber, Stadt und Akteuren
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Die Umstellung eines Erdgasnetzes auf Wasserstoff in einer Stadt ist ein ambitioniertes und langfristiges Projekt, das eine enge Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung und dem Netzbetreiber erfordert. Um eine zügige und effektive Umsetzung zu ermöglichen, müssen verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, die sowohl die technischen als auch die organisatorischen, finanziellen und gesellschaftlichen Aspekte berücksichtigen. Ein strukturierter, kontinuierlicher Austausch zwischen der Stadt und dem Netzbetreiber ist dabei entscheidend. Inhalte und Maßnahmen: • Machbarkeitsstudie und technische Prüfung - Die Stadt Moosburg sollte sich in regelmäßigen Abständen den aktuellen Stand zur Umstellungsplanung durch den Netzbetreiber zeigen lassen. Hier ist unter anderem zu klären, welche Komponenten des Netzes ausgetauscht werden müssen und welche für den Transport für Wasserstoff geeignet sind. Die zur Verfügung gestellten Mengen durch den vorgelagerten Netzbetreiber sind ebenfalls festzuhalten. • Erstellung eines langfristigen Plans und Koordinierung der Schritte - Entwicklung eines gemeinsamen Zeitplans inkl. Meilensteinen. Festlegung welche Gebiete wann versorgt werden können unter Berücksichtigung städtischer Bedürfnisse wie z.B. Nutzung von Wasserstoff im Wärmenetz. • Kommunikation und Bürgerbeteiligung - Die Stadt kann dazu beitragen, die Öffentlichkeit und lokale Unternehmen über die geplante Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff zu informieren und aufzuklären. Dies kann z.B. durch Informationsveranstaltungen oder Online-Plattformen erfolgen. Außerdem kann die Stadt Mechanismen zur Bürgerbeteiligung schaffen, z.B. durch Umfragen oder Diskussionsrunden. • Monitoring und Erfolgskontrolle - Die Stadt kann mit dem Netzbetreiber arbeiten, um ein regelmäßiges Reporting und eine Erfolgskontrolle durchzuführen. • Regulatorische Vorgaben - Regelmäßiger Abgleich der Umstellungsplanung mit gesetzlichen Vorgaben und Zielen, wie z.B. der europäischen Wasserstoffstrategie, Gebäudeenergiegesetz
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2025-2029
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	Keine unmittelbaren Kosten für die Stadt Moosburg
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Versorgen
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg an der Isar, Energienetze Bayern, ggf. Ingenieurbüro, ggf. Industrieunternehmen, Übertragungsnetzbetreiber
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg a.d. Isar, Energienetze Bayern
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Prüfung der Förderfähigkeit der Maßnahme
Information aus bestehenden Konzepten	Keine Informationen vorhanden
Flankierende Aktivitäten	Bauplanung

E. Steckbrief 5 - Austausch mit Industriebetrieben zum Fortschritt der Dekarbonisierungspläne

Maßnahmentitel	Austausch mit Industriebetrieben zum Fortschritt der Dekarbonisierungspläne
Strategiefeld	Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden
Beschreibung	Kann durch die Stadt Moosburg begleitet werden, beinhaltet einen regelmäßigen Austausch im Forum „Industrie“, um mit den wichtigen Unternehmen in Moosburg in Gespräch zu bleiben, Ziel dieser Maßnahme ist der Abgleich der Entwicklung der Transformationspläne, der Abgleich der möglichen Auskopplung der unvermeidbaren Abwärme und die potenzielle Einspeisung in das Wärmenetz in Moosburg
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Strategischer Einbezug der Industrie in Moosburg zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Einbezug und Transformation der Industrie sind in Moosburg von großer Bedeutung. Die Bestandsanalyse hat gezeigt, dass der industrielle Bereich in Moosburg einen großen Einfluss auf die Wärme- und Treibhausgasbilanz hat. Zudem kann unvermeidbare industrielle Abwärme bspw. in Wärmenetzen nutzbar gemacht werden. Umsetzungsschritte: • Festlegung der zentralen Ansprechpartner und Industriebetriebe (Basis ist hier die Bestandsanalyse) • Planung und Vorbereitung von regelmäßigen Austauschformaten • Ableitung konkreter Schritte zwischen den Abstimmungsterminen • Koordination und Controlling der Schritte und deren Umsetzung • Ableitung von Schlussfolgerungen und Abschätzung der Auswirkung auf die Entwicklung der treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Moosburg
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2025-2030 (laufende min. 2xMal pro Jahr Abstimmungen)
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	Keine direkten monetären Kosten. Stattdessen Zeit und Abstimmungsaufwand.
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Motivieren
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg, Verantwortliche der Industriebetriebe
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg, Verantwortliche der Industriebetriebe, Bevölkerung (zur Verfügung gestellte Abwärme reduziert ggf. Energiekosten der Haushalte), Energieversorgungsunternehmen
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Keine
Information aus bestehenden Konzepten	Keine Informationen vorhanden
Flankierende Aktivitäten	Bauplanung

F. Steckbrief 6 - Informations- und Unterstützungskampagne Sanierungsgebiete / Heizungsumstellung

Maßnahmentitel	Informations- und Unterstützungskampagne Sanierungsgebiete / Heizungsumstellung (Fokus dezentrale Gebiete)
Strategiefeld	Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden
Beschreibung	Als Ergebnis der KWP sind Gebiete mit erhöhtem Sanierungsbedarf ermittelt worden. Um eine gelungene Transformation der Gebiete zu unterstützen, werden weiterführende Informationsangebote geschaffen, Sanierungsberatungen und stationäre Energieberatungsangebote ausgebaut. Dies soll die Umstellungen auf erneuerbare Wärmelösung unterstützen
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios und erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine	Umsetzungsschritte: • Erstellung Informationsmaterialien (Darstellung des Potenzials zur möglichen Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung und der am besten geeignetesten Gebiete in Moosburg, Darstellung der möglichen praktischen Umsetzung und Ansatzpunkte bei einer Gebäudesanierung) • Planung von Veranstaltungen zusammen mit Energieberatern, Ingenieurbüros und Verbraucherzentralen • Einrichtung eines Bürgertelefons für Fragen und Kontaktanfragen zur Sanierung und Bereitstellung eines Newsletters zu aktuellen Entwicklungen der Förderlandschaft und der möglichen Unterstützungsleistungen durch Verbraucherzentralen • Veröffentlichung von Best Practice Beispielen
Zeitraum inkl. Zeitpunkt des geplanten Abschlusses der Maßnahme	2025-2030 (laufende Newsletter und Veranstaltungen zum Thema Sanierung)
Kosten , die mit der Planung und Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind	Keine direkten monetären Kosten. Stattdessen Zeit und Abstimmungsaufwand.
Einfluss der Kommune (Verbrauchen, Versorgen, Regulieren, Motivieren)	Motivieren
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure und ggf. getroffene (verbindliche) Vereinbarungen	Stadt Moosburg, Ingenieurbüros, Energieberater:innen
Von der Umsetzung betroffene Akteure (insbesondere Akteure, die die Kosten tragen)	Stadt Moosburg, Bürger:innen
Finanzierungsmechanismen und Gewichtung	Prüfung der Förderfähigkeit der Maßnahme
Information aus bestehenden Konzepten	Keine Informationen vorhanden
Flankierende Aktivitäten	Ggf. Partnerschaften mit privaten Investoren oder Banken zur Finanzierung

7.2.6. Fokusgebiete

Der weitere Schritt war die Identifikation von zwei Fokusgebieten innerhalb der Stadt, die sich für die Implementierung der Maßnahmen für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung eignen. Diese Fokusgebiete wurden anhand einer Reihe von Kriterien ausgewählt, die sicherstellen, dass die Maßnahmen sowohl kurzfristig umsetzbar als auch langfristig skalierbar sind.



Abb. 77: Anhaltspunkte für die Auswahl von Fokusgebieten

Ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl der Fokusgebiete ist der **Pilotcharakter** der Projekte. Gebiete, die sich als Vorreiter oder Modellprojekte eignen, haben das Potenzial, als Best-Practice-Beispiele für andere Bereiche der Stadt zu dienen. Diese Projekte zeichnen sich durch innovative Ansätze und Technologien aus, die beispielhaft für die Umsetzung der Wärmewende sind. Darüber hinaus wird auf die **Skalierbarkeit der Wärmelösungen** geachtet. Lösungen, die erfolgreich in einem Fokusgebiet implementiert werden, sollten sich auf andere Gebiete übertragen lassen, um breite Effekte zu erzielen und die Effizienz der Wärmeplanung zu maximieren.

Die **Eignung für sofortige Nutzung** ist ebenfalls ein entscheidendes Auswahlkriterium. Maßnahmen, die schnell umgesetzt und genutzt werden können, tragen unmittelbar zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei und verbessern die Energieeffizienz in kurzer Zeit. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Erschließung des Potenzials erneuerbarer Energien oder Abwärme. Fokusgebiete, die über reichhaltige Ressourcen an erneuerbaren Energien oder Abwärme verfügen, bieten die Möglichkeit, diese nachhaltig und effizient zu nutzen, was einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs leistet.

Das **Potenzial für schnelle Einsparungen** ist ein weiterer Faktor bei der Auswahl. Maßnahmen, die kurzfristig Einsparungen erzielen, sind besonders wertvoll, um frühzeitig positive Effekte sichtbar zu machen und die Unterstützung der Bevölkerung zu gewinnen.

Groß- und Ankerkunden, wie große Energieverbraucher oder industrielle Nutzer, werden in die Planung integriert, da sie erheblichen Einfluss auf die Energienachfrage und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen haben.

Die **Unterstützung beim Aufbau eines Wärmenetzes** ist ebenfalls von Bedeutung. Maßnahmen, die den Aufbau und die Erweiterung von Wärmenetzen fördern, tragen zur langfristigen Stabilität und Effizienz der Wärmeversorgung bei.

Berücksichtigt werden zudem auch **geplante Infrastrukturmaßnahmen**, um Synergien zu nutzen und die Implementierungskosten zu optimieren. Die gleichzeitige Umsetzung von Infrastrukturprojekten und Wärmeplanungsmaßnahmen kann zu Effizienzgewinnen führen.

Schließlich wird die **simultane Umsetzung mehrerer Maßnahmen** bevorzugt, um die Effizienz der Maßnahmen zu erhöhen und eine ganzheitliche Wirkung zu erzielen.

Im Folgenden werden die beiden Fokusgebiete im Quartier Neustadt und im Bereich des Stadtkerns sowie Maßnahmen für die Entwicklung der Gebiete kurz vorgestellt

A. Fokusgebiet 1 – Südlicher Teil Quartier Neustadt - Wärmenetz- und Quartiersentwicklung

Für das historisch vorbelastete Quartier Neustadt wurden bereits Maßnahmen avisiert und umgesetzt. Neben dem verbleibenden Gebiet zwischen den Bestandswärmenetzen wird der südliche Teil mit öffentlichen Gebäuden und unbebauten Flächen sowie Gebäudebestand näher in den Fokus genommen. Beim südlichen Teil handelt sich um die Fläche zwischen der Neustadtstraße und der Schlesierstraße nördlich gegenüber der Industriestraße im Süden.

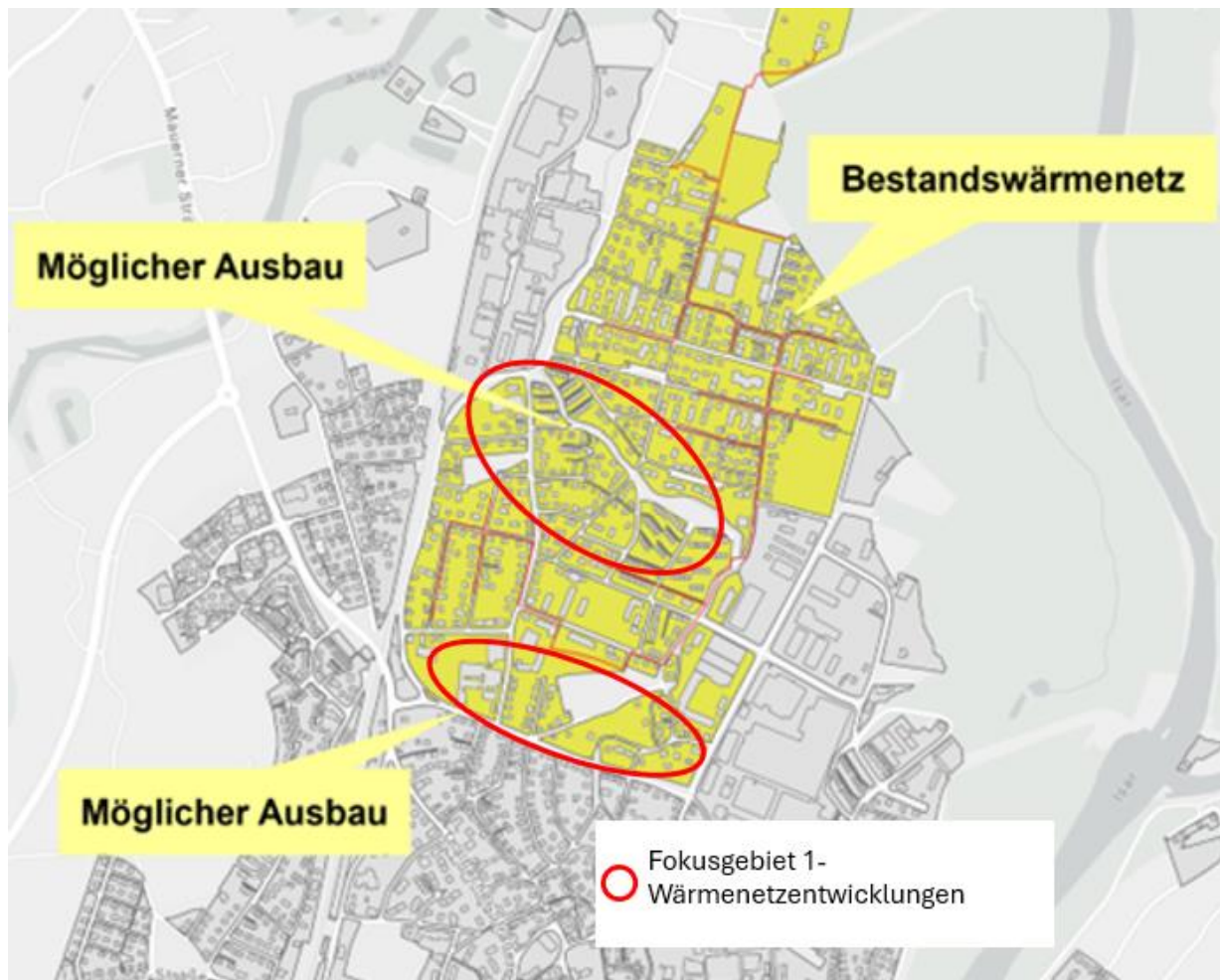


Abb. 78: Fokusgebiet 1 - Südlicher Teil Quartier Neustadt

Gründe für die Auswahl des Bereichs:

- **Simultane Infrastrukturmaßnahmen:**

Städtebauliche Maßnahmen befinden sich aktuell in Fertigstellung oder in Planung. Zu den baulichen Maßnahmen zählen schulische Einrichtungen, das Karl-Ritter von Frisch Gymnasium und die Mittelschule, sowie eine Kindertagesstätte. Im südlichen Teil des Quartiers Neustadt bieten sich Straßenzüge für einen Ausbau des Wärmenetzes an.

Durch eine Potentialerschließung der unbebauten Flächen entlang der Saliterstraße können energieeffiziente Gebäude gebaut und genutzt werden. Hier ist aktuell geplant, Gebäude mit Wärmeverhalteleistungen mittels konventioneller Energieträger für das Wärmenetz auszustatten, was zur Resilienz der Wärmeversorgung im gesamten Wärmenetz beitragen kann.

- **THG- und Energieeinsparungen:** Durch die geplanten Infrastrukturmaßnahmen und eine zukünftige mögliche hohe Wärmedichte sowie dem Anschluss an das Wärmenetz können Treibhausgasemissionen eingespart und die Energie sparsam genutzt werden.

Maßnahmen für die Entwicklung des Fokusgebiets:

1. **Prüfung Ausbau Wärmenetze:** Die Fläche liegt im Ausbaugebiet südlich des Bestandwärmenetzes. Teilweise handelt es sich um unbebaute Grundstücke mit Entwicklungspotential, vergleiche hierzu Steckbrief 3 – Ausbau des bestehenden Wärmenetzes.
2. **Machbarkeitsstudie Wärmenetze:** Durchführung einer detaillierten Studie zur Machbarkeit der Wärmenetze, vgl. hierzu den Steckbrief 3 – Ausbau des bestehenden Wärmenetzes. Das Wärmenetz muss hier ganzheitlich betrachtet werden.
3. **Entwicklung von Erzeugungskapazitäten:** Durch den Ausbau des Wärmenetzes können zentrale Erzeugungspotentiale genutzt werden. Insbesondere der Einsatz und die Gewinnung von Biomasse als Erzeugungskapazität soll, geprüft werden, vergleiche hierzu Steckbrief 3 hinsichtlich der Installation der Erzeugungskapazitäten.
4. **Klärung des aktuellen Status der Planung für Neubaugebiete:** insbesondere hinsichtlich des unbebauten Grundstückes und deren Bauleitplänen mit den energetischen Planungen.
5. **Plausibilisierung der Wärmenetzeignung:** Bewertung der Eignung der Gebiete für die Erschließung der Wärmenetzpotentiale und Einhaltung der rechtlichen Regelungen des WPG. Gemäß § 26 Abs. 1 WPG wird eine Abwägung der betroffenen öffentlichen und privaten Interessen vorgenommen, um über die Ausweisung als Neubaugebiet für Wärmenetze zu entscheiden. Gemäß § 26 Abs. 3 WPG wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt, um die ökologischen Auswirkungen zu bewerten.
6. **Detaillierte Prüfung der Umsetzbarkeit:** Untersuchung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzgebiete bis zu den Jahren 2030 und 2035.
7. **Flächensicherung:** Sicherstellung der Flächen, die für die Wärmeerzeugung benötigt werden.

B. Fokusgebiet 2 – Stadtkern - Sanierungen

Südlich angrenzend zum Fokusgebiet 1 beginnt der Stadtkern und das Fokusgebiet 2. Es erstreckt sich bis zum südlichen Stadtkern und ist seitlich durch die Gebiete West-Nord sowie östlich durch Industrie und sonstige Randgebiete begrenzt.

Das Fokusgebiet 2 muss differenziert angegangen werden und nach weiteren kleinteiligeren Fokusgebieten geschaut werden. Ziel ist die Bereitstellung klimaneutraler, sparsamer Wärme.

In der Vergangenheit hat es bereits Bestrebungen auf kommunaler Ebene gegeben, die weiterfolgt werden sollen. Weiterhin sollen neue Sanierungsgebiete fokussiert bearbeitet werden.

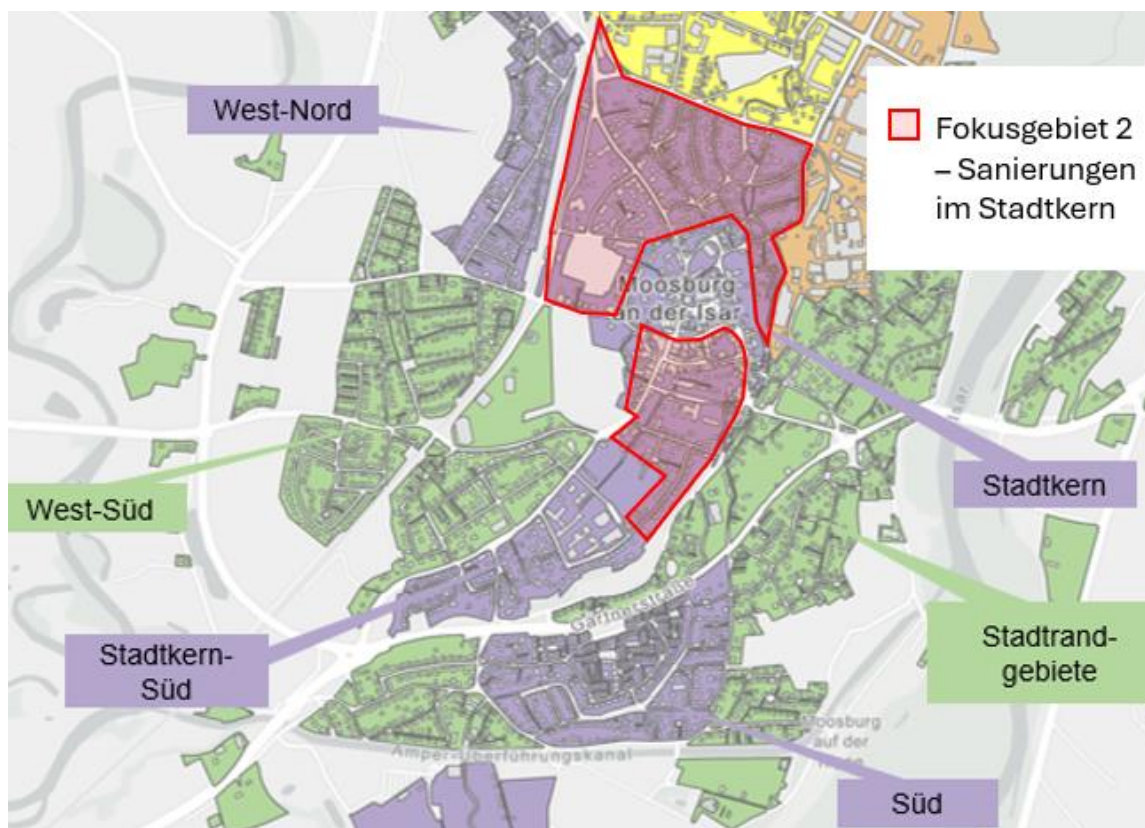


Abb. 79: Fokusgebiet 2 - Stadtkern

Gründe für die Auswahl des Bereichs:

- Hohe THG-Einsparungen: Durch Sanierungsmaßnahmen lassen sich aufgrund der baulichen Gegebenheiten und der hohen Wärmedichte, relativ schnell hohe THG-Einsparungen erzielen, die zu einer Wärmebedarfsreduktion führen.
- Eignung sofortige Nutzung: Potentialerschließung von Biomasse, Einsatz von Erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung mit Biogas, Luftwärmepumpen oder oberflächennaher Geothermie

Maßnahmen für die Entwicklung des Fokusgebiets:

- **Auswahl der Sanierungsgebiete im Stadtkern.** Anhand von Sanierungspotentialen soll der Fokus auf das Gebiet geschärft werden. Vergleich hierzu **Abb. 80** bei der die Sanierungspotentiale auf Gebäudeebene als Anhaltspunkt für die Bildung von Sanierungsgebieten genutzt werden. An dieser Stelle wird lediglich eine erste Einschätzung gegeben.
- **Sanierungskonzept und -fahrplan** erstellen unter Berücksichtigung von Denkmalschutzaufgaben

- **Prüfung des Einsatzes von Mikrowärmenetzen**
- **Energieberatung und Schulungen:** Durchführung von Energieberatungen für Bewohner und Schulungen für Handwerker, um die Effizienz der Sanierungsmaßnahmen zu maximieren.
- **Förderung von Gemeinschaftsprojekten:** Initiierung von Projekten, bei denen mehrere Gebäude gemeinsam saniert werden, um Synergien zu nutzen und Kosten zu senken.
- **Monitoring und Evaluierung:** Implementierung eines Systems zur kontinuierlichen Überwachung und Bewertung der Sanierungsmaßnahmen, um deren Effektivität zu messen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.
- **Nutzung von Smart-Home-Technologien:** Integration von Smart-Home-Technologien zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Steigerung des Wohnkomforts.
- **Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung:** Durchführung von Informationskampagnen, um die Bewohner über die Vorteile der Sanierungsmaßnahmen und die Nutzung erneuerbarer Energien zu informieren.
- **Kooperation mit lokalen Unternehmen:** Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen und Handwerksbetrieben, um die regionale Wirtschaft zu stärken und die Umsetzung der Maßnahmen zu unterstützen.
- **Langfristige Finanzierungsmodelle:** Entwicklung von Finanzierungsmodellen, die langfristige Investitionen in die Sanierung und den Einsatz erneuerbarer Energien fördern.
- Test eines **Sanierungssprints**, d.h. Komplett-sanierungen von EFH in ca. 4 Wochen durch prozessuale Verbesserungen, neue Rollen und pragmatischen Sanierungsansatz.
- Prüfung Fördermöglichkeiten KfW Förderprogramm 432.

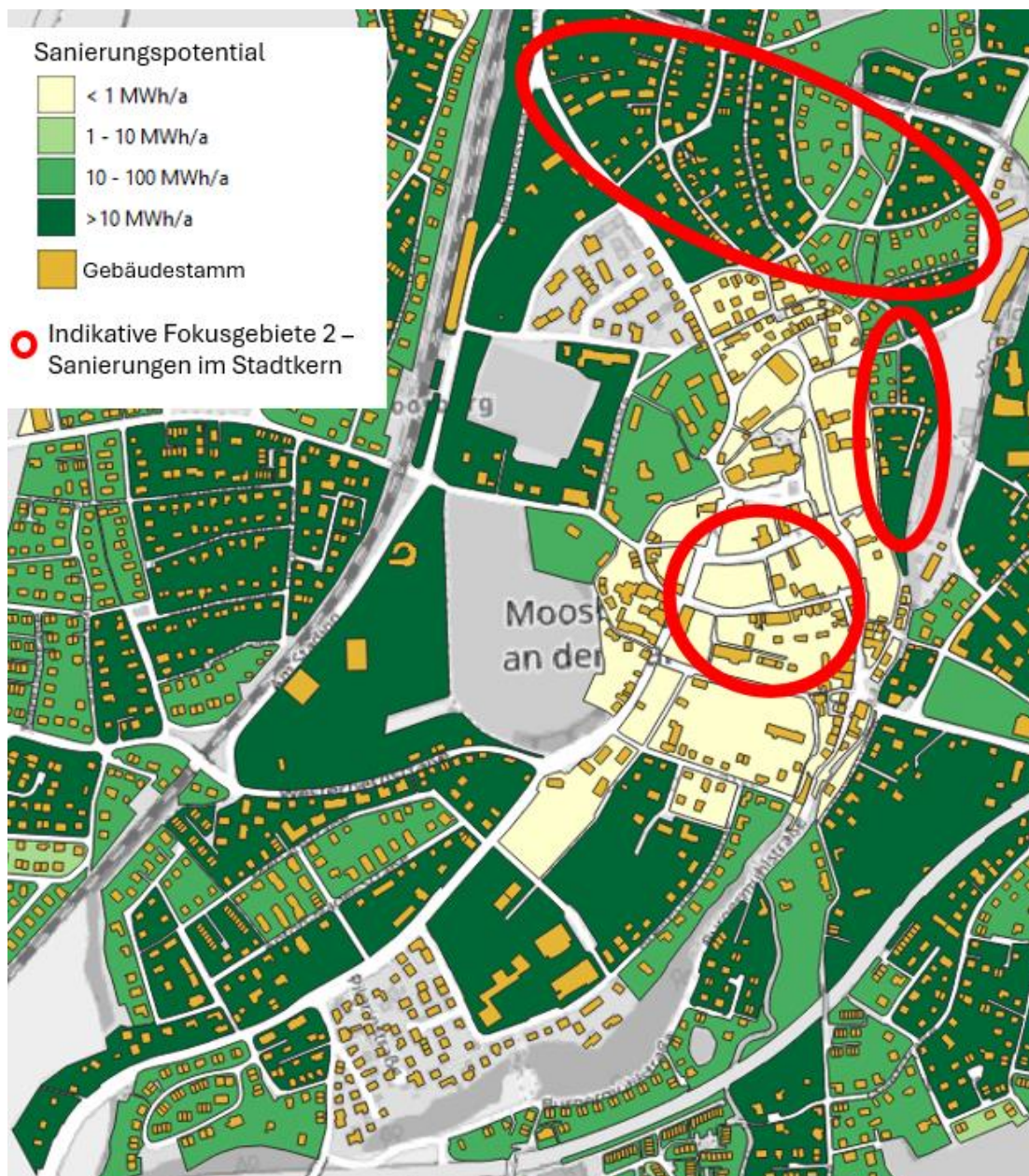


Abb. 80: Fokusgebiete 2 – Sanierungspotentiale im Stadtkern und indikative Sanierungsgebiete

8. Verstetigungskonzept

8.1. Hintergrund und Vorgehen

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Strategien und Maßnahmen werden bei der Stadtverwaltung als essenzieller Bestandteil der kommunalen Daseinsvorsorge dauerhaft verankert. Die Verwaltung wird die skizzierte Strategie sowie die Umsetzung der konkreten Maßnahmen konsequent verfolgen. Daneben werden weiterhin verschiedene Akteure in die Ausgestaltung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung mit einbezogen. Hierzu zählen neben den städtischen Ämtern auch Netzbetreiber, Bürgerinnen und Bürger, lokale Unternehmen, Forschungseinrichtungen und weitere Interessensgruppen, deren Mitwirkung und Kooperation maßgeblich zum Erfolg der Wärmeplanung beitragen können.

Insgesamt wird die Stadt eng mit den operativen Akteurinnen und Akteuren zusammenarbeiten und die Rolle einer zentralen Koordinatorin für die Aktivitäten zur Umsetzung der Maßnahmen übernehmen. Zusätzlich werden regelmäßig Evaluierungen und Anpassungen der Strategien und Maßnahmen erfolgen, um auf veränderte Bedingungen und neue Erkenntnisse reagieren zu können.

8.2. Verstetigung in Politik und Verwaltung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung repräsentiert nicht den Beginn klimabezogener Aktivitäten. Die Stadt befasst sich bereits seit einiger Zeit mit Themen des Klimaschutzes. Um ein zielgerichtetes und nachhaltiges Engagement im Bereich der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, sind insbesondere robuste organisatorische Strukturen innerhalb der Kommune entscheidend.

Klimaschutzmanagement

Für den Bereich Klimaschutz wurde in der Stadtverwaltung bereits im Jahr 2016 eine Stelle für das Klimaschutzmanagement eingerichtet. Diese Stelle kann die Vermittlung zwischen den Fachbereichen übernehmen und die Realisierung von Umsetzungsmaßnahmen koordinieren. Um die kommunale Wärmeplanung langfristig zu verstetigen und die Durchführung der beschlossenen Maßnahmen zu gewährleisten, sind jedoch in der Regel zusätzliche finanzielle und personelle Ressourcen erforderlich. Nur so kann die konsequente Umsetzung der ausgearbeiteten Maßnahmen (siehe Kapitel 7) sichergestellt werden.

Mögliche Organisationsstrukturen

1. **Einrichtung einer Lenkungs-/Steuerungsgruppe:** Diese Gruppe sollte aus Vertretern der verschiedenen Fachbereiche der Verwaltung sein, die strategische Planung und Steuerung der Wärmeplanungsmaßnahmen übernehmen. Sie dient als zentrales Organ zur Koordination und Entscheidungsfindung.
2. **Fachbereichsübergreifende Veranstaltungen:** Regelmäßige Veranstaltungen der vorgenannten Gruppe können den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachbereichen der Verwaltung fördern. Diese Veranstaltungen bieten eine Plattform für die Vorstellung neuer Projekte und die Diskussion von Herausforderungen.
3. **Kick-Off-Meetings zu Beginn der Maßnahmenumsetzung:** Diese Meetings sind essenziell, um alle relevanten Akteure, z.B. Industrieunternehmen, zu informieren und die ersten Schritte der Maßnahmenumsetzung zu planen. Sie fördern das gemeinsame Verständnis und die Abstimmung der nächsten Schritte.
4. **Projektbezogene Arbeitsgruppen bei Planungen und Vorhaben (Stadtentwicklung):** Diese Arbeitsgruppen sollten interdisziplinär zusammengesetzt sein und spezifische Projekte und Vorhaben betreuen. Durch die Einbindung verschiedener Fachkompetenzen können Synergien genutzt und Konflikte vermieden werden.
5. **Weiterbildungsangebote für Verwaltungsmitarbeitende:** Regelmäßige Schulungen und aufgabenspezifische Weiterbildungsangebote sind notwendig, um die Mitarbeitenden der

Stadtverwaltung auf dem neuesten Stand der Technik und der gesetzlichen Anforderungen zu halten. Dies unterstützt die effiziente und effektive Umsetzung der Maßnahmen.

6. **Regelmäßige Sachstandsberichte an die Verwaltungsführung und politische Gremien:** Diese Berichte gewährleisten Transparenz und Verantwortlichkeit. Sie informieren über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung und ermöglichen eine zeitnahe Anpassung der Strategien bei Abweichungen oder neuen Herausforderungen.

8.3. Verstetigung in der Stadtgesellschaft

Auf lokaler Ebene sind die betroffenen Mitglieder der Stadtgesellschaft in den Umsetzungsprozess der kommunalen Wärmeplanung mit einzubeziehen. Um die Effizienz und Wirksamkeit der Maßnahmen zu maximieren, werden regelmäßige Termine zum Austausch mit den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren ein fester Bestandteil der Verstetigungsstrategie sein. Workshops können ebenfalls von besonderer Bedeutung sein, um spezifische Themen vertieft zu behandeln und praxisnahe Lösungen zu erarbeiten.

Mögliche Organisationsstrukturen

1. **Austauschtreffen und Foren:** Regelmäßige Treffen und Foren sollten organisiert werden, bei denen Vertreterinnen und Vertreter bestimmter Berufsgruppen, Energieversorger, engagierte Bürgerinnen und Bürger, Vereine und Unternehmen zusammenkommen. Diese Plattformen ermöglichen den Austausch von Wissen und Erfahrungen sowie die Abstimmung gemeinsamer Maßnahmen. Sie fördern die Zusammenarbeit und helfen, Synergien zu identifizieren und zu nutzen.
2. **Kooperationen mit Verbänden und Vereinen:** Durch die enge Zusammenarbeit mit lokalen und regionalen Verbänden und Vereinen können deren Netzwerke und Expertise in die kommunale Wärmeplanung einfließen. Solche Kooperationen ermöglichen es, spezifische Interessen und Bedürfnisse besser zu berücksichtigen und die Maßnahmen zielgerichteter zu gestalten.

Erweiterung und Vertiefung

Um die genannten Strukturen zu implementieren, werden folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- a. **Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle:** Eine zentrale Koordinierungsstelle in der Stadtverwaltung könnte die verschiedenen Austauschplattformen und Kooperationen koordinieren, die Kommunikation zwischen den Akteurinnen und Akteuren erleichtern und die Gesamtstrategie überwachen.
- b. **Digitale Plattformen und Tools:** Der Einsatz digitaler Plattformen und Tools kann die Kommunikation und den Austausch zwischen den Akteurinnen und Akteuren erleichtern. Online-Foren, Webinare und digitale Workshops können die Reichweite und Effizienz der Maßnahmen erhöhen.
- c. **Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung:** Kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit ist notwendig, um die Bevölkerung über die Ziele und Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung zu informieren und sie zur aktiven Teilnahme zu motivieren. Informationskampagnen, Pressemitteilungen und Social Media können hierbei eine wichtige Rolle spielen.
- d. **Evaluierung und Feedback:** Nach jedem Austauschtreffen oder Workshop sollten Evaluierungen durchgeführt und Feedback der Teilnehmenden eingeholt werden. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung der Formate und Inhalte und stellt sicher, dass die Maßnahmen den Bedürfnissen und Erwartungen der Akteurinnen und Akteure entsprechen.

8.4. Verstetigung im kommunalen Kontext

Die Wärmeplanung endet üblicherweise nicht an den Stadtgrenzen. Daher ist die interkommunale Zusammenarbeit sowie die projektbezogene Kooperation mit Nachbarkommunen von Bedeutung.

Mögliche Organisationsstrukturen

1. **Aktives Einbringen in interkommunale Netzwerke und kreisweite Arbeitsgruppen:** Die Teilnahme an interkommunalen Netzwerken und kreisweiten Arbeitsgruppen, ermöglicht die Schaffung von Synergien und die Entwicklung gemeinsamer Strategien. Diese Netzwerke bieten eine Plattform für den Austausch bewährter Verfahren (Best Practices) und die Koordination gemeinsamer Projekte.
2. **Kooperationen mit Wohnungsbaugesellschaften und Energieversorgern:** Die Zusammenarbeit mit Wohnungsbaugesellschaften und Energieversorgern ist essenziell, um die Umsetzung der Wärmeplanung zu unterstützen. Diese Akteure verfügen über spezifisches technisches Know-how und Ressourcen, die für den Aufbau und die Optimierung von Wärmenetzen genutzt werden können.
3. **Austausch mit Klimaschutzmanagerinnen und -managern:** Der regelmäßige Austausch mit Klimaschutzmanagerinnen und -managern anderer Kommunen kann wertvolle Impulse und innovative Lösungsansätze liefern. Durch die Diskussion und Bewertung von Maßnahmen kann die Effektivität und Effizienz der kommunalen Wärmeplanung verbessert werden.

Erweiterung und Vertiefung

Um die genannten Strukturen effektiv zu implementieren, können bei Bedarf zusätzliche Maßnahmen berücksichtigt werden:

- a. **Schaffung eines interkommunalen Koordinationsgremiums:** Ein solches Gremium könnte die interkommunale Zusammenarbeit steuern und überwachen. Es würde als zentrale Anlaufstelle für die Koordination von Projekten und Maßnahmen sowie für die Kommunikation zwischen den beteiligten Kommunen dienen.
- b. **Förderung von interkommunalen Pilotprojekten:** Durch die Initiierung und Förderung von Pilotprojekten können innovative Ansätze zur Wärmeplanung und -versorgung getestet und weiterentwickelt werden. Erfolgreiche Pilotprojekte können als Modelle für weitere Kooperationen dienen.
- c. **Regelmäßige Evaluierung und Anpassung der Maßnahmen:** Ein kontinuierliches Monitoring und die Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen sind unerlässlich, um deren Wirksamkeit zu überprüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Dies ermöglicht eine flexible Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen und neue Erkenntnisse.

Insgesamt kann die erfolgreiche Implementierung der kommunalen Wärmeplanung nur durch ein koordiniertes und integratives Vorgehen erreicht werden, das die aktive Einbindung aller relevanten Akteurinnen und Akteure sicherstellt. Eine ganzheitliche und strukturierte Herangehensweise, ergänzt durch effektive Kommunikations- und Beteiligungsstrukturen sowie ein robustes Monitoring- und Evaluierungssystem, ist unerlässlich, um die Klimaziele der Stadt zu erreichen und einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Die interkommunale Zusammenarbeit erweitert dabei den Handlungsspielraum und ermöglicht die Entwicklung innovativer und effizienter Lösungen im Bereich der Wärmeversorgung.

9. Monitoring & Controlling

9.1. Hintergrund und Vorgehen

Das Controlling-Konzept basiert auf einer systematischen Erhebung und Auswertung von Messwerten und Kennzahlen und stellt einen geschlossenen Regelkreislauf dar. Innerhalb dieses Kreislaufs werden die durch den Wärmeplan definierten Maßnahmen kontinuierlich anhand messbarer Ziele überprüft und bewertet. Diese ständige quantitative und qualitative Evaluierung sowie die gegebenenfalls erforderliche Anpassung der Maßnahmen gewährleisten die erfolgreiche Umsetzung und Zielerreichung.

Für die Stadt impliziert das Controlling-Konzept eine umfassende Steuerungsfunktion, die regelmäßiges Ermitteln, Vereinbaren, Umsetzen, Messen des Erfolgs und gegebenenfalls Nachjustieren der Maßnahmen umfasst. Der Prozess beginnt mit einem quantitativen Soll-Ist-Vergleich, gefolgt von einer qualitativen Bewertung der Maßnahmen. Diese Wirksamkeitsmessung stellt ein zentrales Ziel des Controlling-Konzeptes dar.

9.2. Ressourcenbedarf

Für eine effektive Umsetzung des Controlling-Prozesses sind sowohl personelle als auch materielle Ressourcen erforderlich. Es ist essenziell, dass entsprechendes Fachwissen vorhanden ist und dass ein effizientes Datenmanagement sowie ein robustes Kennzahlensystem implementiert werden. Das Controlling benötigt eine solide quantitative Grundlage, die aus Messwerten in unterschiedlichen Aggregationsstufen besteht, abhängig von den zu steuernden Aspekten. Vorrangig umfasst dies die zahlenmäßige und grafische Auswertung von Verbrauchsdaten (insbesondere Strom und Wärme), um Veränderungen zu erkennen und die Nutzerinnen und Nutzer zu informieren sowie zu motivieren.

9.3. Integration des digitalen Zwillings in das Monitoring-Konzept

Eine innovative Erweiterung des Controlling-Konzeptes stellt die Implementierung des bestehenden digitalen Zwillings dar. Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Repräsentation physischer Objekte oder Systeme. Durch die Integration des bestehenden digitalen Zwillings in das Monitoring-Konzept können verschiedene Controlling-Möglichkeiten signifikant verbessert werden:

- **Überwachung und -Analyse:** Der digitale Zwilling ermöglicht eine Überwachung der Energieflüsse und anderer relevanter Parameter. Dies führt zu einer verbesserten Reaktionsfähigkeit und ermöglicht proaktive Maßnahmen zur Optimierung der Energieeffizienz.
- **Simulationsmöglichkeiten:** Durch den digitalen Zwilling können Szenarien und Maßnahmen simuliert werden, bevor sie in der realen Welt implementiert werden. Diese Simulationsmöglichkeiten bieten eine fundierte Basis für Entscheidungsfindungen und minimieren das Risiko von Fehlentscheidungen.
- **Verbesserte Nutzerinformation und -motivation:** Durch die Visualisierung der Daten in einem digitalen Zwilling können Nutzerinnen und Nutzer besser informiert und motiviert werden, ihr Verhalten entsprechend anzupassen. Dies fördert eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen.

Die Integration des digitalen Zwillings in das Monitoring-Konzept erweitert die Möglichkeiten der Datenanalyse und -nutzung erheblich und ermöglicht eine umfassendere und präzisere Kontrolle der Energieflüsse und anderer relevanter Parameter.

9.4. Rahmenbedingungen für das Controlling-Konzept

Um die Ziele des Controlling-Konzepts zu erreichen, sind folgende Bedingungen zu schaffen:

Strukturelle Voraussetzungen:

Der Ausbau handlungsfähiger und akzeptierter Controlling-Strukturen bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des kommunalen Wärmeplans. Wesentliche strukturelle Maßnahmen umfassen:

- a. Übergabe der operativen Verantwortung an speziell ausgebildetes Fachpersonal
- b. Durchführung regelmäßiger Soll-Ist-Vergleiche zur Überprüfung der Maßnahmen
- c. Sicherstellung der Finanzierung der Maßnahmen
- d. Etablierung von Kooperationen
- e. Begleitung der Maßnahmenumsetzung durch das Klimaschutzmanagement der Stadt

Das Klimaschutzmanagement der Stadt übernimmt dabei die Begleitung der Maßnahmenumsetzung. Ziel ist die kontinuierliche Überprüfung des Fortschritts der Maßnahmen sowie die Ausarbeitung möglicher Handlungsempfehlungen zur Sicherstellung der Umsetzungsstrategie.

Qualitätsregelkreis:

Das Controlling-Konzept orientiert sich am klassischen Qualitätsregelkreis, welcher folgende Schritte umfasst:

- Festlegung von Zielen, Verantwortungen und Ressourcen
- Durchführung gemäß festgelegter Strategie
- Überprüfung der Zielerreichung und Erhebung von Abweichungen
- Analyse der Abweichungen, Ermittlung und Auswahl von Lösungsmöglichkeiten

Durch diesen Ansatz wird sichergestellt, dass die im kommunalen Wärmeplan definierten Maßnahmen effektiv umgesetzt werden. Regelmäßige Evaluierungen und zielorientierte Anpassungen der jeweiligen Maßnahmen garantieren ein hohes Maß an Erfolg bei der Umsetzung.

Zeitplanung:

Die konkreten Zeitpläne für Datenerfassung, Auswertung und Wirksamkeitsprüfung werden durch die jeweiligen Umsetzungsmaßnahmen vorgegeben. Eine detaillierte Zeitplanung ist essenziell, um die Kontinuität und Effizienz des Controlling-Prozesses zu gewährleisten.

Schlussfolgerung:

Das beschriebene Controlling-Konzept bietet eine systematische und strukturierte Herangehensweise zur Überwachung und Steuerung der Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Wärmeplans der Stadt. Durch die Implementierung eines robusten Controlling-Systems, das sowohl quantitative als auch qualitative Evaluierungen umfasst, können die gesetzten Ziele effizient und nachhaltig erreicht werden.

10. Fazit

Die Stadt Moosburg hat eine umfassende kommunale Wärmeplanung initiiert, um bis spätestens 2045 nach den Anforderungen des WPG eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Diese Initiative basiert auf dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) und umfasst eine detaillierte Analyse der aktuellen Wärmeversorgungsinfrastruktur, das Potenzial für die Integration erneuerbarer Energien und die Entwicklung eines strategischen Umsetzungsplans. Der Planungsprozess, der im Januar 2024 begann, gliedert sich in mehrere Phasen: eine Bestandsanalyse, eine Potenzialanalyse und die Formulierung eines Ziel-Szenarios. Verschiedene Interessengruppen, darunter lokale Unternehmen, die städtische Verwaltung und die Bürgerinnen und Bürger, waren in den Prozess eingebunden, um einen kollaborativen Ansatz für den Wärmewandel zu gewährleisten.

Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über die aktuelle Wärmeversorgungssituation in Moosburg, mit Schwerpunkt auf der Gebäudestruktur, dem Energieverbrauch und den Emissionen. Die Stadt mit etwa 20.800 Einwohnern ist stark von fossilen Brennstoffen abhängig. Insgesamt 91 % der Wärmeenergie entstammt aus Quellen wie Erdgas und Heizöl. Die Analyse hebt zudem die bedeutende Rolle der industriellen Verbraucher hervor, die über 50 % des gesamten Energieverbrauchs in Moosburg ausmachen. Zudem werden Bereiche mit Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen identifiziert, insbesondere in älteren Gebäuden, die vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahre 1977 errichtet wurden.

Die Potenzialanalyse untersucht die erneuerbaren Energiequellen und Technologien, die genutzt werden könnten, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Wichtige Chancen bestehen in der Nutzung von Geothermie, solarthermischen Systemen und Biomasse. Zudem kann ein Potenzial für die Integration von Wasserstoff in den Energiemix festgestellt werden, da die Stadt direkt an dem geplanten nationalen Wasserstoffkernnetz liegt. Die Analyse prüfte auch die Machbarkeit der Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen und Abwasser für Heizungszwecke. Für das Wärmeeinsparpotenzial wird in der Analyse aufgezeigt, dass durch Gebäudesanierungen und Effizienzmaßnahmen bis zu 80 GWh Energieeinsparungen erzielt werden können.

Das Zielszenario der Wärmeplanung für Moosburg zielt darauf ab, eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2035 zu erreichen. Es basiert auf einer umfassenden Bestands- und Potenzialanalyse, die die Grundlage für die Entwicklung eines Gesamtkonzepts bildet. Die räumliche Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete basiert auf einer detaillierten Betrachtung der gebietsbezogenen Eigenschaften, wobei Gebiete mit hoher Wärmedichte als besonders geeignet für den Ausbau von Wärmenetzen identifiziert wurden. Darüber hinaus wurden die Möglichkeiten zur Versorgung mit Wasserstoff und einer dezentralen Wärmeerzeugung betrachtet.

Zwei Hauptszenarien wurden untersucht: das Wärmenetz- und das Wasserstoffszenario. Im Szenario „Wärmenetz“ wird der Endenergieverbrauch, z.B. im Sektor Wohnen von etwa 132 GWh/a im Jahr 2022 auf 74 GWh/a im Jahr 2035 reduziert. Im Vergleich dazu sinkt der Verbrauch im Wasserstoffszenario auf 76 GWh/a. Die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz steigt im Wärmenetzscenario bis 2035 auf etwa 2.700, während im Wasserstoffszenario rund 800 Anschlüsse erreicht werden. Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Gesamtendenergieverbrauch steigt im Wärmenetzscenario auf etwa 20 %, im Wasserstoffszenario auf ca. 9 %. Die Reduktionen in beiden Szenarien verdeutlichen den Einfluss durch Gebäudesanierungen und der Substitutionen fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien. Die Treibhausgasemissionen im Wärmenetzscenario sinken bis 2035, unter Erfüllung aller Voraussetzungen, auf etwa 8.000 Tonnen CO₂-Äquivalente, während im sie im Wasserstoffszenario auf rund 9.000 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert werden. Der Vergleich beider Szenarien zeigt derzeit kein klares Endergebnis, welches ein geringeres Realisierungsrisiko darstellt. Beide Szenarien benötigen weitergehende Untersuchungen. Daher werden in vier von zehn der Eignungsgebieten noch keine endgültige Bewertung der Wärmeversorgungsart vorgenommen, sondern diese Gebiete als „Prüfgebiete“ klassifiziert.

Die daraus abgeleitete Umsetzungsstrategie umfassen mehrere Schlüsselkomponenten. Die priorisierten Maßnahmen zielen darauf ab vor allem die Entwicklungsmöglichkeiten in den nicht noch final eingeteilten Wärmeversorgungsgebieten einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Ziel ist es in den kommenden Jahren und unter der Berücksichtigung von neuen Erkenntnissen vor allem eine fundiertere Festlegung der Wärmeversorgung in den Prüfgebieten vorzunehmen. Zu diesen Maßnahmen gehören der Ausbau von Wärmenetzen, die Erkundung der Versorgungsmöglichkeiten mit der Tiefengeothermie, die Integration von Wasserstoff als Energieträger insbesondere für industrielle Großverbraucher und Effizienzmaßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs. Der Plan zur Wärmeplanung in Moosburg basiert auf dem aktuellen Stand der Daten und berücksichtigt die derzeitigen technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Im Rahmen der Planung wurden die zwei Hauptszenarien entwickelt: das Wärmenetz- und das Wasserstoffszenario. Beide Szenarien bieten Ansätze zur Reduktion des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen.

Angesichts der dynamischen Entwicklungen in diesem Bereich ist es entscheidend, dass der Wärmeplan regelmäßig überprüft und angepasst wird. Neue technologische Fortschritte und politische Rahmenbedingungen werden kontinuierlich geprüft und spätestens in fünf Jahren in einer Aktualisierung des Wärmeplans berücksichtigt, um sicherzustellen, dass die Stadt Moosburg ihre Ziele zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreicht. Diese fortlaufende Evaluierung und Anpassung des Plans gewährleistet, dass Moosburg flexibel auf neue Entwicklungen reagieren kann und auf dem besten Weg bleibt, die langfristigen Klimaziele zu erreichen.