Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

# Kommunale Wärmeplanung

der Gemeinden

Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München

## *ABSCHLUSSBERICHT*

Erstellt von:

ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co.KG

Traunsteiner Straße 11

83093 Bad Endorf

Version: 1.0

Erstellt: 17.03.2026

energie. concept. bayern.

# Inhaltsverzeichnis

1 Auftragsrahmen ..... 1
1.1 Inhalt und Aufbau ..... 1
2 Eignungsprüfung ..... 3
3 Bestandsanalyse ..... 4
3.1 Räumliche Darstellung des Untersuchungsgebietes ..... 4
3.2 Energieinfrastruktur ..... 7
3.2.1 Stromversorgung ..... 7
3.2.2 Gasnetze ..... 12
3.2.3 Wärmenetze ..... 13
3.2.4 Biomasse- und Biogasanlagen ..... 14
3.2.5 Wasserkraftanlagen ..... 15
3.2.6 Tiefengeothermie ..... 15
3.2.7 BHKW-Anlagen ..... 15
3.2.8 Solarthermische Anlagen ..... 16
3.2.9 PV-Anlagen ..... 18
3.2.10 Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie ..... 19
3.3 Wärmeverbrauch ..... 20
3.3.1 Wärmekataster ..... 20
3.3.2 Energiebilanz Wärme ..... 21
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz ..... 27
4 Potenzialanalyse Energieeinsparung ..... 29
4.1 Private Haushalte ..... 29
4.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ..... 34
4.3 Öffentliche / kommunale Gebäude ..... 35
4.4 Industrie ..... 36
4.5 Zusammenfassung der Energieeinsparungspotenziale ..... 37
5 Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme ..... 42
5.1 Abwärme ..... 42
5.2 Solarenergie ..... 43
5.3 Umweltwärme ..... 50
5.3.1 Oberflächennahe Geothermie ..... 50

5.3.2 Fluss- und Seewasser ....64
5.3.3 Luft....65
5.3.4 Abwasser ....66
5.4 Tiefe Geothermie ....68
5.4.1 Hydrothermale Geothermie ....68
5.4.2 Tiefe Erdwärmesonden ....71
5.5 Grubenwasser ....73
5.6 Biomasse ....74
5.7 Thermische Abfallbehandlungsanlagen....77
5.8 KWK-Anlagen ....77
5.9 Wasserstoff....78
5.10 (Groß-)Wärmespeicher ....80
5.10.1 Pufferspeicher....80
5.10.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher ....80
5.10.3 Potenzialflächen Wärmespeicher ....84
5.11 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit der Wärmeversorgung85
5.11.1 Windenergie....85
5.11.2 Wasserkraft ....90
5.12 Denkmalschutz ....90
5.13 Analyse und Kostenstrukturen von erneuerbaren Energieträgern ....92
5.14 Zusammenfassung der Potenzialanalyse ....95
6 Zielszenarien ....96
6.1 Zielszenario für die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München.....96
6.1.1 Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen....98
6.1.2 BMW-Testgelände in Aschheim .... 101
6.2 Alternative Szenarien .... 106
7 Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog .... 109
7.1 Effizienz-Maßnahmen .... 111
7.1.1 Maßnahme 1 (Gebäudesanierung) .... 111
7.1.2 Maßnahme 2 (Effiziente Technologien).... 112
7.2 Informations- und Beratungsmaßnahmen.... 113
7.2.1 Maßnahme 3 (Beratung) .... 113
7.2.2 Maßnahme 4 (Stakeholder Management) .... 114

7.2.3 Maßnahme 5 (Erfahrungsaustausch) ... 115
7.2.4 Maßnahme 6 (Interessenabfrage) ... 116
7.3 Planerische Maßnahmen ... 117
7.3.1 Maßnahme 7 (Bauleitplanung) ... 117
7.3.2 Maßnahme 8 (Quartierskonzepte) ... 118
7.3.3 Maßnahme 9 (Flusswärme) ... 119
7.3.4 Maßnahme 10 (PV-Freifläche) ... 120
7.3.5 Maßnahme 11 (Fortschreibung) ... 121
7.3.6 Maßnahme 12 (Abwärme) ... 122
7.4 Organisatorische Maßnahmen ... 123
7.4.1 Maßnahme 13 (Energiemanagement) ... 123
7.4.2 Maßnahme 14 (Betreibergesellschaft) ... 124
7.5 Technische und infrastrukturelle Maßnahmen ... 125
7.5.1 Maßnahme 15 (Tiefengeothermie) ... 125
7.5.2 Maßnahme 16 (dezentrale Versorgung) ... 126
7.5.3 Maßnahme 17 (Fokusgebiete) ... 127
7.5.4 Maßnahme 18 (Speicher) ... 128
7.5.5 Maßnahme 19 (Synchronisierung der Stromverteilnetze) ... 129
8 Akteursbeteiligung ... 130
9 Kommunikationsstrategie ... 135
10 Verstetigungsstrategie ... 138
11 Controlling – Konzept ... 139
12 Anlagen ... 142

# Abbildungsverzeichnis

*Abbildung 1: Räumliche Lage der drei Gemeinden Quelle Kartenhintergrund: OpenStreetMaps* ..... 5
*Abbildung 2: Baualtersklassenverteilung der Wohngebäude im Projektgebiet nach Zensus 2022* ..... 6
*Abbildung 3: Steckbrief der Stromdaten von Aschheim Quelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 7
*Abbildung 4: Steckbrief der Stromdaten von Feldkirchen bei München Quelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 8
*Abbildung 5: Steckbrief der Stromdaten von Kirchheim bei München Quelle: Energie-Atlas Bayern* 9
*Abbildung 6: Entwicklung von EE in der Gemeinde Aschheim Quelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 10
*Abbildung 7: Entwicklung von EE in der Gemeinde Feldkirchen Quelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 10
*Abbildung 8: Entwicklung von EE in der Gemeinde Kirchheim bei München Quelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 11
*Abbildung 9: Gasnetz in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München Quelle: SWM Versorgungs-GmbH* ..... 12
*Abbildung 10: Übersicht des Fernwärmenetztes in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München Quelle: AFK* ..... 13
*Abbildung 11: Hochlauf der installierten Kollektorfläche von Solarthermie seit 2001 Quelle: Solaratlas.de* ..... 17
*Abbildung 12: Hochlauf der installierten PV-Anlagen und der kumulierten Leistung seit 2000 Quelle: Marktstammdatenregister* ..... 18
*Abbildung 13: Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen Datenquelle: Energieatlas Bayern* ..... 19
*Abbildung 14: Anteil am Gesamtwärmebedarf nach Gemeinde* ..... 20
*Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Aschheim* ..... 21
*Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Feldkirchen* ..... 22
*Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Kirchheim bei München* 22
*Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Energieträger in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München* ..... 23
*Abbildung 19: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Aschheim* ..... 25
*Abbildung 20: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Feldkirchen* ..... 25
*Abbildung 21: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Kirchheim bei München* ..... 26
*Abbildung 22: Jährliche $CO_2$-Emissionen durch die aktuelle Wärmeversorgung* ..... 28
*Abbildung 23: Energieersparnis durch Sanierung Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.* ..... 29
*Abbildung 24: Sanierungsszenarien Aschheim* ..... 40
*Abbildung 25: Sanierungsszenarien Feldkirchen* ..... 40
*Abbildung 26: Sanierungsszenarien Kirchheim bei München* ..... 41
*Abbildung 27: Aufbau eines Flachkollektors Quelle: solaranlage-ratgeber.de* ..... 43
*Abbildung 28: Aufbau eines Röhrenkollektors Quelle: solaranlage-ratgeber.de* ..... 44
*Abbildung 29: FFPV/FFST-Potenzialflächen im Projektgebiet* ..... 47
*Abbildung 30: Spezifische Investitionskosten von Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren. Quelle: KWW Technikkatalog* ..... 49
*Abbildung 31: Überblick über Wärmeentzugstechnologien zur Nutzung oberflächennaher Geothermie Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz* ..... 50

*Abbildung 32: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe Quelle: solarwatt.de* ..... 51
*Abbildung 33: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 52
*Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis 100 m Tiefe Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 53
*Abbildung 35: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 55
*Abbildung 36: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in Aschheim Quelle: ThermoMap* ..... 56
*Abbildung 37: Hydrogeologische Klassifikation der Grundwasserleiter Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 59
*Abbildung 38: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 60
*Abbildung 39: Entzugsleistungen bei 10 m Brunnenabstand Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt* ..... 61
*Abbildung 40: Investitionskosten für Grundwasserwärmepumpen gemäß Prognos AG et al.* ..... 62
*Abbildung 41: Investitionskosten für Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdsonden) gemäß Prognos AG et al.* ..... 62
*Abbildung 42: Beispiel für ein kaltes Nahwärmenetz. Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH* ..... 63
*Abbildung 43: Temperaturverlauf Isar Quelle: Gewässerkundlicher Dienst Bayern* ..... 64
*Abbildung 44: Investitionskosten für Luft-Wasser Wärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)* ..... 66
*Abbildung 45: Spezifische Höhen der Gesamtinvestition von Großwärmepumpen in Abhängigkeit der genutzten Wärmequelle Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)* ..... 67
*Abbildung 46: Aufteilung der Gesamtinvestition auf Einzelposten Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)* ..... 67
*Abbildung 47: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie im Projektgebiet. Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps* ..... 69
*Abbildung 48: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS* ..... 70
*Abbildung 49: Bohrpunktkarte Projektgebiet. Quelle: Bohrpunktkarte Deutschland* ..... 72
*Abbildung 50: Kostenfunktion der Bohrkosten für eine Tiefengeothermieanlage. Datenquelle: AGFW Praxisleitfaden Tiefengeothermie* ..... 73
*Abbildung 51: Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen. Quelle: Bremer Energie Institut* ..... 77
*Abbildung 52: Geplantes Wasserstoffnetz 2050 Quelle: fnb-gas.de* ..... 79
*Abbildung 53: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.* ..... 85
*Abbildung 54: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe Datenquelle: energieatlas.bayern.de* ..... 87
*Abbildung 55: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe Datenquelle: Energie-Atlas Bayern* ..... 89
*Abbildung 56: Bodendenkmäler im Projektgebiet Quelle: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege* ..... 91

*Abbildung 57: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln* ..... *94*
*Abbildung 58: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung* ..... *96*
*Abbildung 59: Darstellung der Wärmeliniendichten in den drei Gemeinden bei einer Anschlussquote von 70 %* ..... *97*
*Abbildung 60: Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen* ..... *98*
*Abbildung 61: Dimensionierung der Versorgungsleitungen und Hausanschlussleitungen in der Software nPro* ..... *99*
*Abbildung 62: Ermittelte Jahresdauerlinie des Gewerbegebietes bei einer simulierten Anschlussquote von 70 %* ..... *100*
*Abbildung 63: Abdeckung des Lastprofiles des Gewerbegebietes in Feldkirchen durch die Grundwasserwärmepumpe und einem Pufferspeicher* ..... *100*
*Abbildung 64: BMW-Testgelände Aschheim* ..... *101*
*Abbildung 65: Darstellung der Erschließungsjahre des Wärmenetzes der AFK-Geothermie GmbH* ..... *103*
*Abbildung 66: Zeitlicher Hochlauf der Versorgungsart für die Gemeinden* ..... *104*
*Abbildung 67: Hochlauf der Energieträgerverteilung nach Zielszenario bis 2045* ..... *105*
*Abbildung 68: Emissionsentwicklung nach Zielszenario bis 2045* ..... *106*
*Abbildung 69: $CO_2$-Emissionen für die einzelnen Szenarien* ..... *107*
*Abbildung 70: Kumulierte $CO_2$-Emissionen für die einzelnen Szenarien* ..... *108*
*Abbildung 71: Einordnung der Akteure nach Betroffenheit und Relevanz* ..... *132*
*Abbildung 72: PDCA Prozess - Kommunale Wärmeplanung Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim b. München. Quelle: ecb* ..... *140*

# Tabellenverzeichnis

*Tabelle 1: Bestand an Wohngebäuden und Haushalten in Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München Quelle: Statistik kommunal (Stand: 2023)* ..... 6
*Tabelle 2: Übersicht der Verbrenneranlagen für das Fernwärmenetz Quelle: AFK* ..... 14
*Tabelle 3: Statistik Fernwärmeverbräuche für die Jahre 2022 & 2024 Quelle: AFK* ..... 14
*Tabelle 4: Dezentrale Biomasseheizungen nach Kehrbuchdaten* ..... 15
*Tabelle 5: Übersicht über die Blockheizkraftwerke in allen drei Gemeinden Quelle: Marktstammdatenregister* ..... 16
*Tabelle 6: Wärmebedarf von Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München* ..... 20
*Tabelle 7: Energieträger und Anzahl der jeweiligen Heizungen* ..... 23
*Tabelle 8: Kennzahlen der Gemeinden im privaten Sektor* ..... 24
*Tabelle 9: Jährliche $CO_2$-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung im Projektgebiet* ..... 27
*Tabelle 10: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Aschheim* ..... 31
*Tabelle 11: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Aschheim* ..... 31
*Tabelle 12: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Feldkirchen* ..... 32
*Tabelle 13: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Feldkirchen* ..... 32
*Tabelle 14: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Kirchheim bei München* ..... 33
*Tabelle 15: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Kirchheim bei München* ..... 33
*Tabelle 16: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Aschheim* ..... 34
*Tabelle 17: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Aschheim* ..... 34
*Tabelle 18: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Feldkirchen* ..... 34
*Tabelle 19: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Feldkirchen* ..... 34
*Tabelle 20: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Kirchheim bei München* ..... 34
*Tabelle 21: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Kirchheim bei München* ..... 35
*Tabelle 22: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Aschheim* ..... 35
*Tabelle 23: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Aschheim* ..... 35
*Tabelle 24: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Feldkirchen* ..... 35
*Tabelle 25: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Feldkirchen* ..... 35
*Tabelle 26: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Kirchheim bei München* ..... 36
*Tabelle 27: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Kirchheim bei München* ..... 36
*Tabelle 28: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Aschheim* ..... 36
*Tabelle 29: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Aschheim* ..... 36
*Tabelle 30: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Feldkirchen* ..... 36
*Tabelle 31: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Feldkirchen* ..... 37
*Tabelle 32: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Kirchheim bei München* ..... 37
*Tabelle 33: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Kirchheim bei München* ..... 37
*Tabelle 34: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Aschheim* ..... 37
*Tabelle 35: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Aschheim* ..... 38

*Tabelle 36: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Feldkirchen ..... 38*
*Tabelle 37: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Feldkirchen ..... 38*
*Tabelle 38: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Kirchheim bei München ..... 39*
*Tabelle 39: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Kirchheim bei München ..... 39*
*Tabelle 40: Abwärmepotenziale in den drei Gemeinden gemäß Plattform für Abwärme ..... 42*
*Tabelle 41: Solar-Potenzialflächen im Projektgebiet ..... 48*
*Tabelle 42: Nutzungsdauer und Kosten von Solarthermieanlagen gemäß VDI 2067 ..... 49*
*Tabelle 43: Nutzungsdauer und Kosten von Wärmepumpen gemäß VDI 2067 ..... 63*
*Tabelle 44: Biomassepotenzial in Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim Quelle: Energie-Atlas Bayern ..... 74*
*Tabelle 45: Biogaspotenzial in den drei Gemeinden Quelle: Energie-Atlas Bayern ..... 75*
*Tabelle 46: Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger (bei nicht nachhaltiger Biomasse) gemäß Umweltbundesamt (2024) ..... 76*
*Tabelle 47: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067 ..... 76*
*Tabelle 48: Übersicht der Eigenschaften der gängigsten Saisonalspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonalspeicher.de ..... 83*
*Tabelle 49: Vor- und Nachteile erneuerbarer Energieträger ..... 92*
*Tabelle 50: Dimensionierung der Anlagentechnik für das Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen ..... 99*
*Tabelle 51: Zeitlicher Hochlauf der Versorgungsart pro Gemeinde ..... 104*
*Tabelle 52: Übersicht der Maßnahmen ..... 110*
*Tabelle 53: Liste der beteiligten Akteure ..... 130*
*Tabelle 54: Phasenbezogene Beteiligung der Akteure im kommunalen Wärmeplan ..... 134*

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| AFK | Fernwärmenetzbetreiber AFK-Geothermie GmbH |
| AQ70 | Anschlussquote von 70 % |
| AQ100 | Anschlussquote von 100 % |
| BEG | Bundesförderung für effiziente Gebäude |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie |
| $CO_2$ | Kohlenstoffdioxid |
| $CO_{2\text{-}E}$ | $CO_2$-Äquivalent |
| COP | Coefficient of Performance |
| ecb | energie.concept.bayern GmbH & Co. KG |
| DE | Deutschland |
| dena | Deutsche Energieagentur |
| EE | Erneuerbare Energien |
| EUR | Euro |
| FFPV | PV-Freiflächenanlagen |
| FFST | Freiflächen-Solarthermieanlage |
| FW | Fernwärme |
| GEG | Gebäudeenergiegesetz |
| GHD | Gewerbe, Handel und Dienstleistungen |
| GKD | Gewässerkundlicher Dienst Bayern |
| GOK | Geländeoberkante |
| GWh | Gigawattstunden |
| g | Gramm |
| JAZ | Jahresarbeitszahl |
| K | Kelvin |
| kW | Kilowatt |
| kWh | Kilowattstunden |
| KWK | Kraft-Wärme Kopplung |
| kWp | Kilowatt Peak |
| KWP | Kommunale Wärmeplanung |
| $m^2$ | Quadratmeter |
| $m^3$ | Kubikmeter |
| Mio. | Millionen |
| MW | Megawatt |
| MWh | Megawattstunden |
| NKI | Nationale Klimaschutzinitiative |
| PV | Photovoltaikanlage |
| t | Tonnen |
| T | Temperatur |

| | |
|---|---|
| THG | Treibhausgase |
| VNB | Verteilnetzbetreiber |
| WLD | Wärmeliniendichte |
| WPG | Wärmeplanungsgesetz |
| ZAE | Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. |

# 1 Auftragsrahmen

Die Energiewende hat sich in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Diskussionsgegenstand in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft entwickelt. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Ressourcen und zur Eingrenzung des prognostizierten Klimawandels muss die Umstellung auf klimaschonende, regenerative Energieträger sowie die Energieeinsparung und Steigerung der Effizienz vorangetrieben werden. Diese Herausforderung liegt nicht zuletzt bei den Bürgern, Gemeinden, Städten und Landkreisen.

Die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München im Landkreis München haben sich dieser Thematik angenommen und Ende 2024 die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Auftrag gegeben. Die Erstellung der KWP wird über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) (Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit) gefördert und von der Firma ecb – energie.concept.bayern. GmbH & Co. KG aus Bad Endorf umgesetzt. Die Gemeinden haben sich dabei zum Ziel gesetzt, die Wärmewende auf kommunaler Ebene umzusetzen. Der hierbei bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingeschlagene Weg soll nun fortgesetzt werden.

Die kommunale Wärmeplanung soll dabei als mittel- bis langfristiger Leitfaden dienen und helfen, den Anforderungen der sich wandelnden Energieinfrastruktur gerecht zu werden. Zu diesen zentralen Herausforderungen zählen Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien.

## 1.1 Inhalt und Aufbau

Der Prozess der Kommunalen Wärmeplanung gliedert sich in fünf zentrale Abschnitte.

Im ersten Teil der Ausarbeitung findet die Bestandsanalyse statt. Es wird kurz auf die geografischen Gegebenheiten der Gemeinden eingegangen. Darauf folgen eine umfassende Datenerhebung und Analyse des thermischen Energieverbrauchs. Der Wärmebedarf wird in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Objekte und Gewerbe/GHD unterteilt und außerdem die jeweiligen Energieverbräuche den entsprechenden Primärenergieträgern zugeordnet.

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Potenzialanalyse. Diese beinhaltet die Analyse der lokalen Energieeffizienz-, Einspar- und Erzeugungspotenziale. Im Bereich der erneuerbaren Energien wird dabei neben Sonnenenergie auch auf die Potenziale von Biomasse, (oberflächennaher) Geothermie, Umwelt- und Abwärme sowie Kraft-Wärme-Kopplung eingegangen.

Die Informationen aus der Bestands- und Potenzialanalyse werden verwendet, um zu untersuchen, ob der Aufbau bzw. Ausbau von Wärmenetzen technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Für den Auftraggeber werden Zielszenarien angefertigt, die die Entwicklung der kommenden Jahre so realistisch wie möglich darstellen.

Darauffolgend werden in einem umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalog konkrete Handlungsempfehlungen erläutert. In diesem Maßnahmenkatalog werden u.a. zeitliche Rahmenbedingungen, Fördermöglichkeiten sowie die erforderlichen Handlungsschritte erläutert.

Des Weiteren wurden Akteursbeteiligungen durchgeführt und eine Kommunikations- und Verstetigungsstrategie sowie ein Controlling-Konzept ausgearbeitet. Diese dienen dazu, eine dauerhafte

Realisierung und kontinuierliche Weiterentwicklung sicherzustellen sowie deren Kommunikation zu gewährleisten.

Mit dem erarbeiteten Konzept ist es den Gemeinden möglich, eine nachhaltige Versorgungsstruktur zu entwickeln, um den bereits erfolgreich eingeschlagenen Weg der kommunalen Energiewende voranzutreiben. Ergänzt wird das Konzept durch umfangreiches Kartenmaterial im Anhang, welches der Kommune in Form von Geodaten zur Verfügung gestellt wird.

# 2 Eignungsprüfung

Der erste im Wärmeplanungsgesetz (WPG) vorgesehene Planungsschritt ist die sogenannte Eignungsprüfung. Die Eignungsprüfung entscheidet, ob Städte und Gemeinden ihr Verwaltungsgebiet oder einzelne Teilgebiete in einem verkürzten Verfahren nach dem WPG bearbeiten können, um den Aufwand für Planer und Verwaltung zu reduzieren. Dabei wird das Verwaltungsgebiet anhand vorhandener Bestandsdaten auf seinen aktuellen Zustand im Hinblick auf die Wärmeversorgung überprüft.

Ziel ist es, Teilgebiete zu identifizieren, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für den Aufbau oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes eignen. In diesen Fällen kann eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Ausschlaggebend ist dabei, ob in den jeweiligen Kommunen bereits ein Gas- oder Wärmenetz besteht und ob die zu erwartenden Wärmebedarfe hoch genug sind, um eine zentrale Versorgung wirtschaftlich zu gestalten.

Bei Gemeinden mit weniger als 10.000 Einwohnern kann zudem ein vereinfachtes Verfahren angewendet werden. Gemeinsam liegen die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München über dieser Grenze, daher wird die Möglichkeit eines vereinfachten Verfahrens hier nicht vertieft betrachtet.

Zur Prüfung des verkürzten Verfahrens wurden für die drei Gemeinden folgende Grundlagen erhoben:

- *Bestand Wärmenetz*: Es besteht bereits ein Wärmenetz, das große Teile der drei Gemeinden abdeckt.
- *Bestand Erdgasnetz*: Es besteht in allen drei Gemeinden ein Erdgasnetz, das ebenfalls den Großteil der Bebauung abdeckt.
- *Eignung Wärmenetz*: Alle drei Gemeinden weisen eine dichte Bebauung auf und haben einen hohen Anteil der Sektoren GHD/Industrie. Es ist somit von hohen Wärmeliniendichten und einem guten Potenzial für die Nachverdichtung bzw. den Ausbau des Bestandsnetzes auszugehen.

Aufgrund der bestehenden energetischen Infrastruktur und der identifizierten Potenziale bietet das Projektgebiet somit gute Voraussetzungen für eine vertiefte, reguläre Wärmeplanung.

Eine Unterteilung des Verwaltungsgebiets in Teilgebiete ist daher nicht zielführend. Weder in der Bestands- noch in der Potenzialanalyse würde der Ausschluss einzelner Bereiche eine spürbare Arbeitsersparnis bringen, da die erforderlichen Daten ohnehin für sämtliche Gebäude erhoben werden. Zudem empfiehlt der Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des KWW[1], in der Eignungsprüfung konservativ vorzugehen und vorzugsweise den vollständigen Wärmeplanungsprozess anzuwenden.

Daher wird für die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München auf die Definition von Teilgebieten und eine verkürzte Wärmeplanung verzichtet.

[1] Ortner et al. (2024): Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche. Hg. v. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbB, Prognos AG, et al.

# 3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz (WPG). Sie dient dazu, den aktuellen Wärmebedarf sowie die bestehende Versorgungsstruktur der Gemeinden systematisch zu erfassen. Dabei werden sowohl die Gebäude- und Verbrauchsdaten als auch die vorhandene Energieinfrastruktur berücksichtigt. Ziel ist es, ein transparentes Bild der Ausgangssituation zu schaffen, welches als Basis für die Entwicklung einer zukunftsfähigen, klimaneutralen Wärmeversorgung dient.

## 3.1 Räumliche Darstellung des Untersuchungsgebietes

Die drei Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München sind Teil des Landkreises München und befinden sich nordöstlich der Landeshauptstadt München. Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von ca. 49,9 $km^2$ sowie eine Einwohneranzahl von 30.321 (Stand 31.12.2024)[2]. Die Nutzungsart der Bodenfläche ist verteilt auf Siedlungs- und Verkehrsfläche (27,1 %), Land- und Forstwirtschaft (53,2 %) sowie Gewässer (12,9 %).

[2] Einwohnerzahlen von Gemeinden in Bayern. Bayerisches Landesamt für Statistik, Fürth 2025. Stand: 31. Dezember 2024

*Abbildung 1: Räumliche Lage der drei Gemeinden*
*Quelle Kartenhintergrund: OpenStreetMaps*

Im direkten Zusammenhang mit der Bevölkerungszahl steht der Gebäudebestand (vgl. Tabelle 1), der den Wärmebedarf und dessen räumliche Verteilung wesentlich beeinflusst. Die Anzahl der Haushalte ergibt sich dabei über die Summe der Wohnungen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden.

*Tabelle 1: Bestand an Wohngebäuden und Haushalten in Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München*
*Quelle: Statistik kommunal (Stand: 2023)*

| Gemeinde | Wohngebäude | Haushalte | Einwohner[2] | EW/Haushalt |
|---|---|---|---|---|
| Aschheim | 2.040 | 4.010 | 9.149 | 1,97 |
| Feldkirchen | 1.355 | 3.654 | 7780 | 2,70 |
| Kirchheim b. M. | 3.399 | 6.281 | 13.392 | 1,85 |
| **Summe** | **6.794** | **13.945** | **30.321** | **2,06** |

In Abbildung 2 sind die Baualtersklassen aller Wohngebäude im Projektgebiet abgebildet. Erkennbar ist, dass über 40% der Wohngebäude vor 1980 errichtet wurden. Ältere Gebäude haben ein höheres Sanierungspotenzial, worauf in Kapitel 4 näher eingegangen wird.

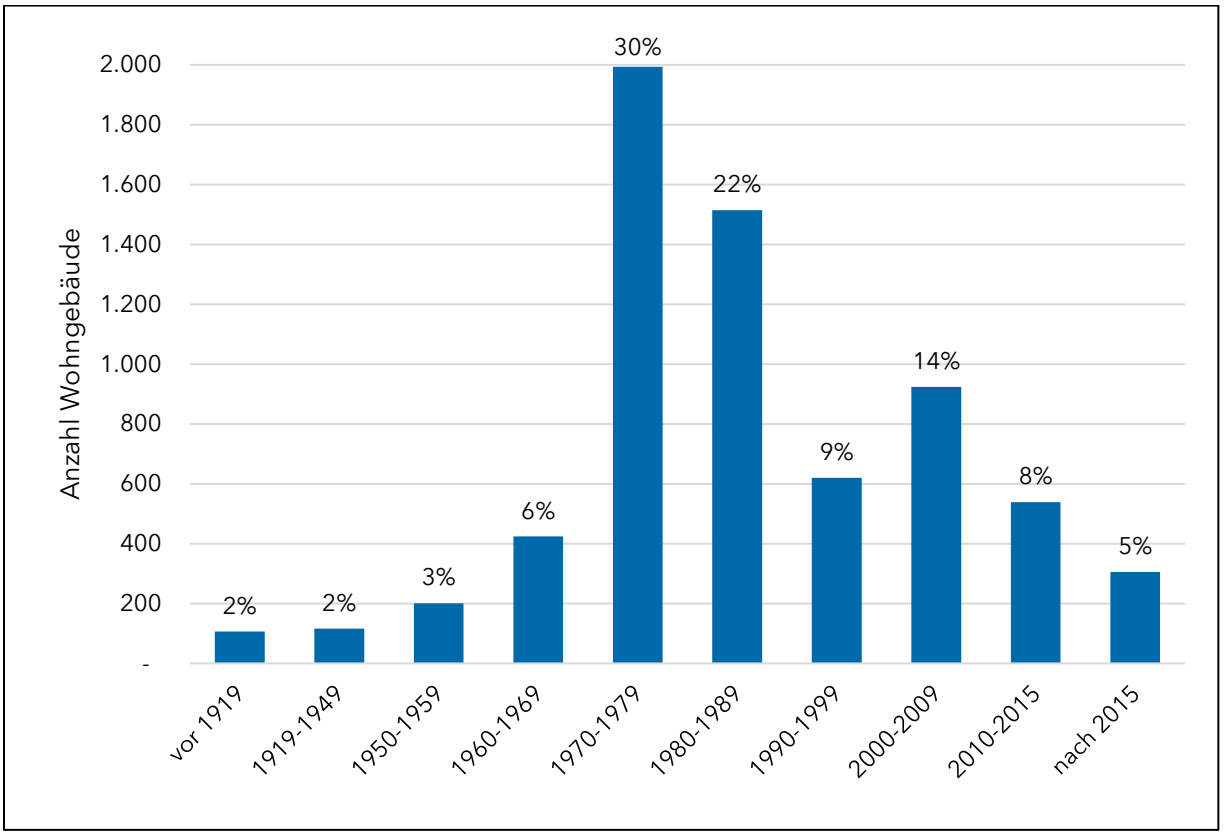



*Abbildung 2: Baualtersklassenverteilung der Wohngebäude im Projektgebiet nach Zensus 2022*

## 3.2 Energieinfrastruktur

### 3.2.1 Stromversorgung

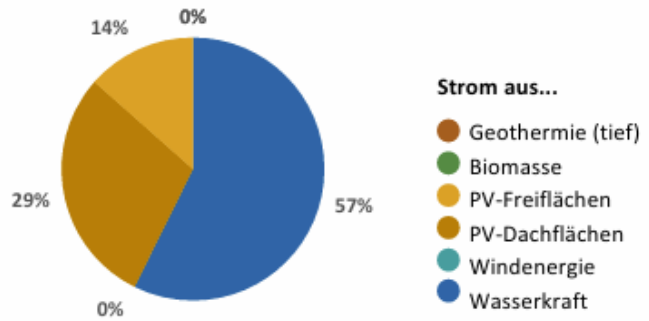
Die Steckbriefe des Energie-Atlas Bayern geben umfassende Informationen in Bezug auf die Energieträger der Stromproduktion.

**Gemeinde Aschheim — Steckbrief Stromdaten 2025**

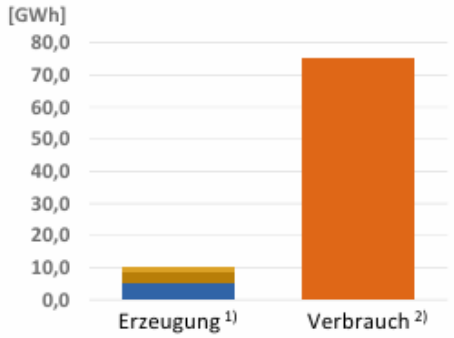
**Einwohner:** 9.567
**Fläche:** 2.810 ha
**Stromverbrauch:** 74.843 MWh/a
**(berechneter Wert)**

**Datenstand: 31.12.2023**

**Anteile der Energieträger an der Stromerzeugung 1) aus allen EE**




**Stromerzeugung und -verbrauch 2)**




| Energieträger | Anzahl Anlagen | Installierte Leistung [MW] | Stromerzeugung 1) [MWh] | Stromerzeugung 1) [%] | Potenzial Strom [MWh] 3) | Anteil am Stromverbrauch [%] 2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wasserkraft** | 1 | 1,3 | 5.634 | 57,3 | 5.634 | 7,5 |
| **Windenergie** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 40.690 | 0 |
| **PV-Dachflächen** | 426 | 7,1 | 2.869 | 29,2 | 52.353 | 3,8 |
| **PV-Freiflächen** | 1 | 1,1 | 1.324 | 13,5 | ... 4) | 1,8 |
| **Biomasse** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 4.111 | 0 |
| **Tiefe Geothermie** | 1 | 0,0 | 0 | 0,0 | ... 4) | 0 |
| **gesamt (erneuerbar)** | **429** | **10** | **9.826** | **100** | **102.788** | **13** |

1) Stromerzeugung: nur Netzeinspeisung
2) Stromverbrauch berechnet. Informationen zur Berechnung: Mischpult Strom – Informationen zu den Rahmendaten (PDF)
3) Informationen zur Berechnung des Stromerzeugungspotenzials: Energie-Atlas Bayern – Mischpult Strom (PDF)
4) Die Potenziale werden derzeit neu berechnet.

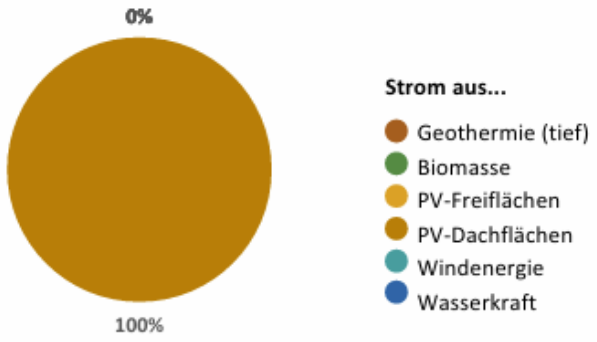
*Abbildung 3: Steckbrief der Stromdaten von Aschheim*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

## Gemeinde Feldkirchen — Steckbrief Stromdaten 2025

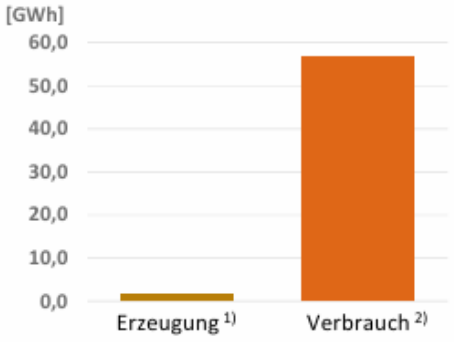
**Einwohner:** 7.689
**Fläche:** 640 ha
**Stromverbrauch:** 56.627 MWh/a
**(berechneter Wert)**

**Datenstand: 31.12.2023**

**Anteile der Energieträger an der Stromerzeugung [1] aus allen EE**




**Stromerzeugung und -verbrauch [2]**




| Energieträger | Anzahl Anlagen | Installierte Leistung [MW] | Stromerzeugung [1] [MWh] | Stromerzeugung [1] [%] | Potenzial Strom [MWh] [3] | Anteil am Stromverbrauch [%] [2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wasserkraft** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0 |
| **Windenergie** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 997 | 0 |
| **PV-Dachflächen** | 308 | 3,3 | 1.415 | 100,0 | 26.654 | 2,5 |
| **PV-Freiflächen** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | ... [4] | 0 |
| **Biomasse** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1.466 | 0 |
| **Tiefe Geothermie** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | ... [4] | 0 |
| **gesamt (erneuerbar)** | **308** | **3** | **1.415** | **100** | **29.117** | **2** |

1) Stromerzeugung: nur Netzeinspeisung
2) Stromverbrauch berechnet. Informationen zur Berechnung: Mischpult Strom – Informationen zu den Rahmendaten (PDF)
3) Informationen zur Berechnung des Stromerzeugungspotenzials: Energie-Atlas Bayern – Mischpult Strom (PDF)
4) Die Potenziale werden derzeit neu berechnet.

*Abbildung 4: Steckbrief der Stromdaten von Feldkirchen bei München*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

ENERGIE-ATLAS BAYERN

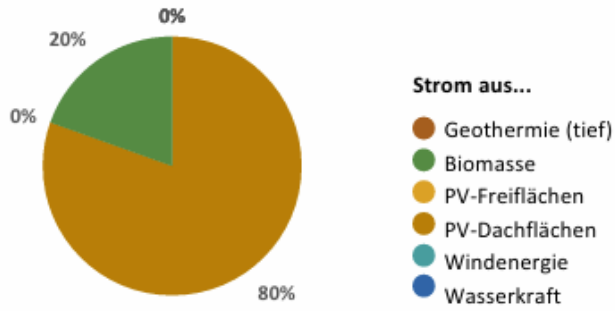
Bayerische Staatsregierung

| Gemeinde | Kirchheim b.München | Steckbrief Stromdaten 2025 |
|---|---|---|

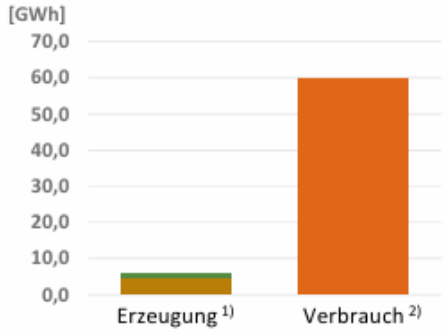
**Einwohner:** 13.094
**Fläche:** 1.550 ha
**Stromverbrauch:** (berechneter Wert) 59.751 MWh/a

**Datenstand: 31.12.2023**

**Anteile der Energieträger an der Stromerzeugung 1) aus allen EE**




**Stromerzeugung und -verbrauch 2)**




| Energieträger | Anzahl Anlagen | Installierte Leistung [MW] | Stromerzeugung 1) [MWh] | Stromerzeugung 1) [%] | Potenzial Strom [MWh] 3) | Anteil am Stromverbrauch [%] 2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wasserkraft** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0 |
| **Windenergie** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3.522 | 0 |
| **PV-Dachflächen** | 591 | 9,3 | 4.571 | 80,5 | 61.266 | 7,6 |
| **PV-Freiflächen** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | ... 4) | 0 |
| **Biomasse** | 1 | 0,3 | 1.109 | 19,5 | 3.438 | 1,9 |
| **Tiefe Geothermie** | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | ... 4) | 0 |
| **gesamt (erneuerbar)** | **592** | **10** | **5.680** | **100** | **68.226** | **10** |

1) Stromerzeugung: nur Netzeinspeisung
2) Stromverbrauch berechnet. Informationen zur Berechnung: Mischpult Strom – Informationen zu den Rahmendaten (PDF)
3) Informationen zur Berechnung des Stromerzeugungspotenzials: Energie-Atlas Bayern – Mischpult Strom (PDF)
4) Die Potenziale werden derzeit neu berechnet.

*Abbildung 5: Steckbrief der Stromdaten von Kirchheim bei München*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

Die Abbildungen 3 bis 5 demonstrieren die aktuelle Verteilung der Stromerzeugung mit Erneuerbaren Energien (EE). Derzeit wird der Großteil der lokalen erneuerbaren Elektrizität durch Solarenergie produziert. In Summe wurden 16.921 MWh Strom aus EE ins Netz eingespeist. Der Gesamtstrombedarf der 3 Gemeinden beträgt gemäß den Steckbriefen insgesamt 191.221 MWh/a. Damit liegt der Anteil der lokalen Stromerzeugung durch EE aller 3 Gemeinden bei durchschnittlich 8,8 %.

Der Trend der Stromerzeugung aus EE ist, wie in den Abbildungen 6 – 8 zu sehen, deutlich ansteigend. Sowohl die Entwicklung der PV-Dachflächen als auch der PV-Freiflächen zeigen einen positiven Trend. Der Anteil an EE-Erzeugung durch Wasserkraft ist aufgrund der fehlenden Datengrundlage in dieser Abbildung nicht berücksichtigt. Kirchheim hebt sich mit seinen 20 % Biomasse ab, Aschheim erzeugt einen hohen Anteil des erneuerbaren Stroms über Wasserkraft und Freiflächen-PV.

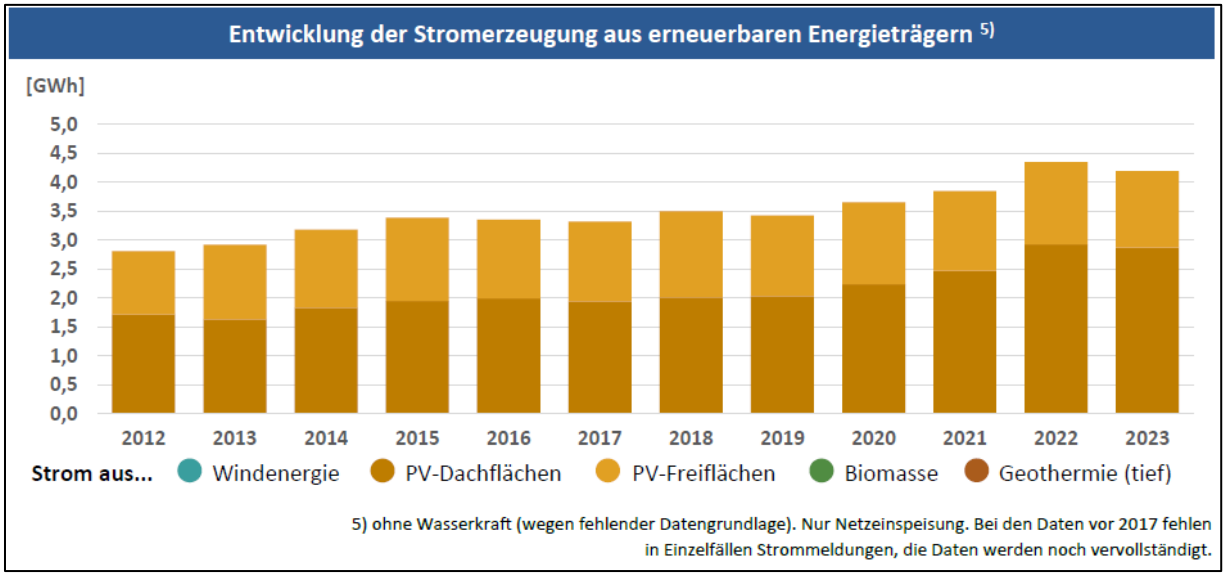



*Abbildung 6: Entwicklung von EE in der Gemeinde Aschheim*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

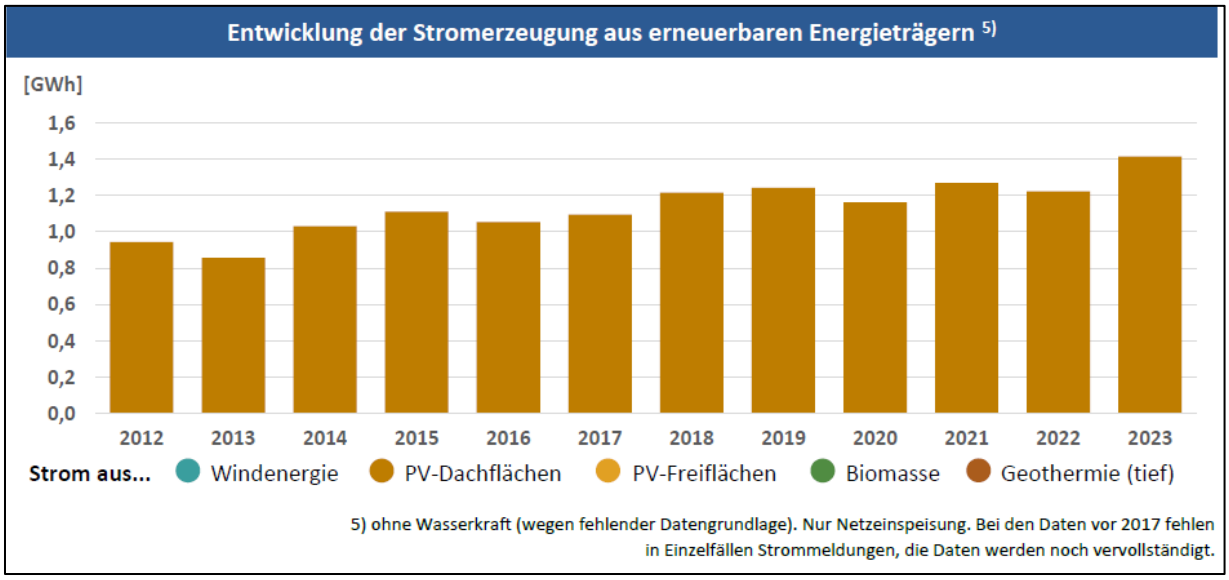



*Abbildung 7: Entwicklung von EE in der Gemeinde Feldkirchen*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

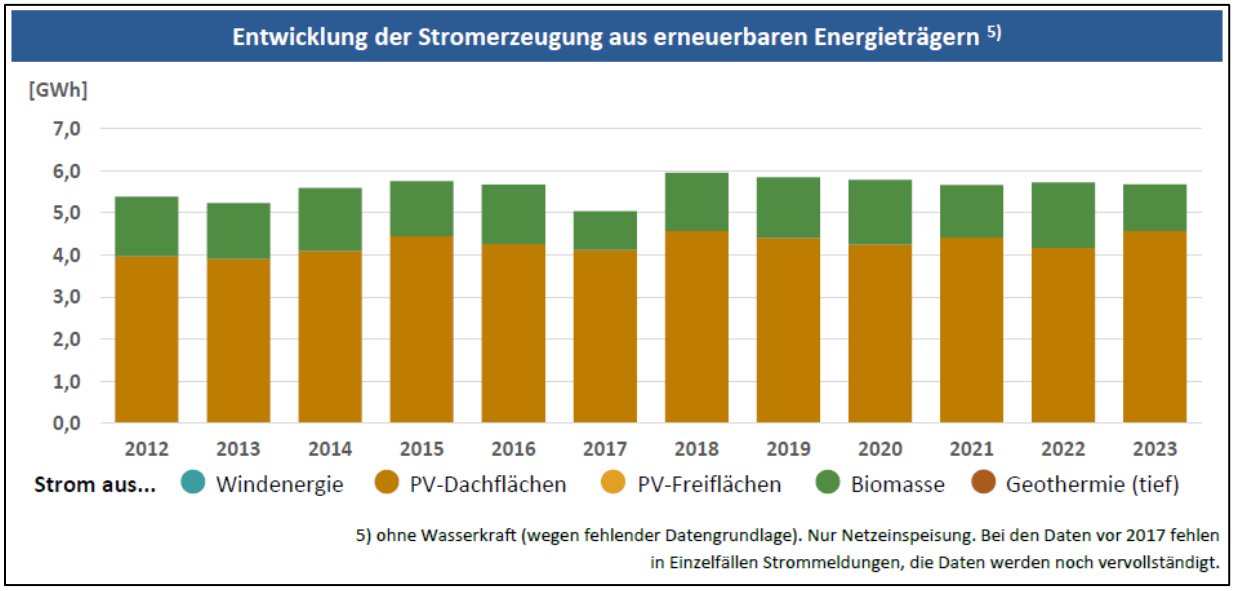



*Abbildung 8: Entwicklung von EE in der Gemeinde Kirchheim bei München*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

### 3.2.2 Gasnetze

Abbildung 9 zeigt das bestehende Gasnetz in den Gemeinden. Netzversorger ist dabei der Gasverteilnetzbetreiber SWM Versorgungs-GmbH. Das Netz hat einen hohen Versorgungsgrad in allen drei Gemeinden. In Aschheim wurden im Jahr 2023 99.583 MWh an Gas verbraucht, 32.957 MWh in Feldkirchen und 75.999 MWh in Kirchheim bei München. In allen drei Gemeinden zusammen wurden also 208.539 MWh an Gas verbraucht.

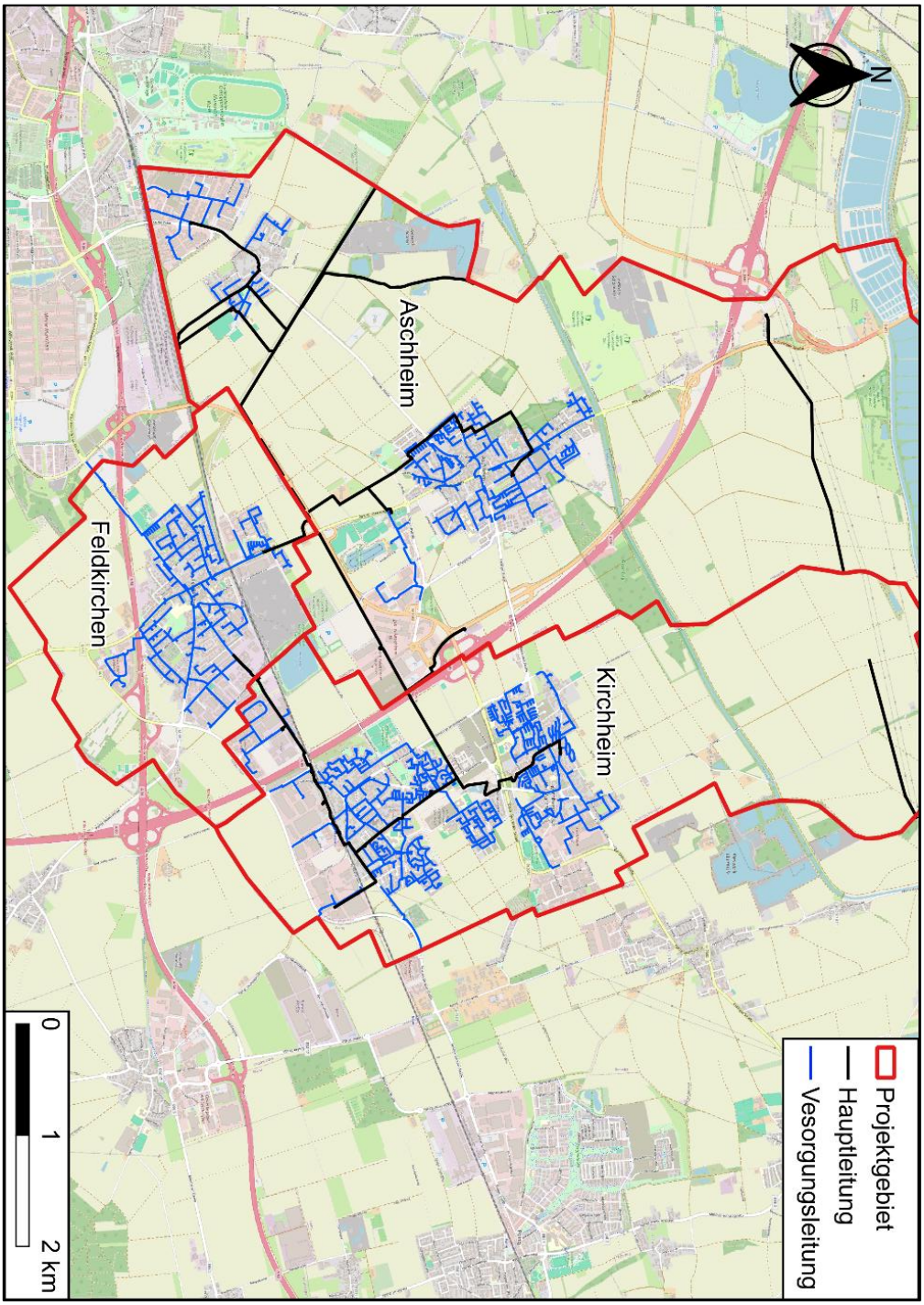



*Abbildung 9: Gasnetz in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München*
*Quelle: SWM Versorgungs-GmbH*

### 3.2.3 Wärmenetze

In den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München befindet sich bereits ein Fernwärmenetz. Betreiber ist dabei die AFK-Geothermie GmbH (AFK). Insgesamt umfasst das Wärmenetz für Aschheim 25,23 km, für Feldkirchen 23,25 km und für Kirchheim 21,84 km einfache Leitungslänge, Hausanschlussleitungen nicht eingerechnet.

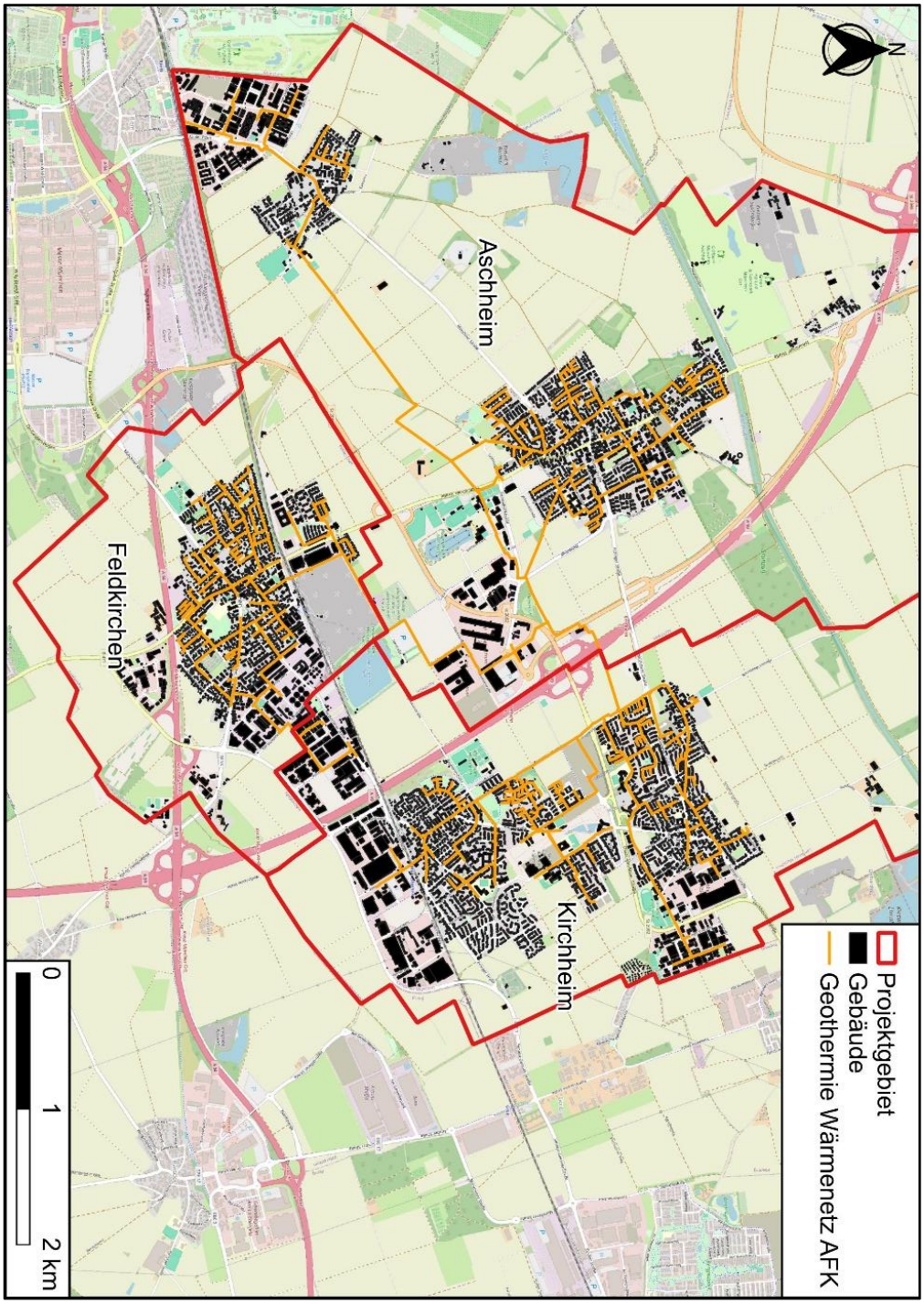



*Abbildung 10: Übersicht des Fernwärmenetzes in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München*
*Quelle: AFK*

Der Hauptenergieträger ist Tiefengeothermie, mit Verbrennerkesseln als Redundanz- und Spitzenlastabdeckung. Die Leistungen der Verbrenneranlagen sind in Tabelle  aufgelistet. Im Jahr 2024 lieferte das Wärmenetz 42.745 MWh an Aschheim, 20.576 MWh an Feldkirchen und 26.481 MWh an Kirchheim bei München.

*Tabelle 2: Übersicht der Verbrenneranlagen für das Fernwärmenetz*
*Quelle: AFK*

| Anlage | Medium | Leistung (MW) |
|---|---|---|
| Kessel 1 | Heizöl | 9,3 |
| Kessel 2 | Erdgas | 9,99 |
| Kessel 3 | Heizöl & Erdgas | 10,87 |
| Kessel 4 | Erdgas | 9,99 |
| Blockheizkraftwerk (BHKW) | Erdgas | 2,1 |
| Absorptionswärmepumpe | Erdgas | 3,2 |

Zusätzlich ist noch ein Wärmespeicher mit einer Speicherkapazität von 3 MWh vorhanden. Eine Generalsanierung der BHKWs ist mittelfristig geplant. Die technischen Anschlussbedingungen (TABs) des Wärmenetzes beschreiben eine zugesicherte Betriebsvorlauftemperatur von 80 °C im Winter und 70 °C im Sommer. Die maximale Rücklauftemperatur wird in den TABs auf 45 °C festgelegt. Im Jahr 2023 wurden gemäß der Datenblätter der AFK ca. 16,39 % Verluste verzeichnet. Diese Verluste entstehen z. B. durch Wärmeübertragung des Heißwassers in den Versorgungsleitungen an die Umgebung und entsprechen den durchschnittlichen Netzverlusten von Wärmenetzen in Deutschland.[3]

Die summierte Statistik für die Jahre 2022 & 2024 wird in Tabelle  dargestellt.

*Tabelle 3: Statistik Fernwärmeverbräuche für die Jahre 2022 & 2024*
*Quelle: AFK*

| Gemeinde | 2022 (MWh) | 2024 (MWh) |
|---|---|---|
| Aschheim | 38.339 | 42.745 |
| Feldkirchen | 19.360 | 20.576 |
| Kirchheim bei München | 20.583 | 26.481 |
| Netz Summe | 78.282 | 89.802 |

### 3.2.4 Biomasse- und Biogasanlagen

Nach Angaben des Marktstammdatenregisters befindet sich in der Gemeinde Kirchheim bei München eine energieerzeugende Anlage auf Basis von Biomasse. Diese ist eine Kraft-Wärme-Kopplung-Anlage (KWK) mit einer elektrischen Leistung von 250 kW und einer thermischen Leistung von 241 kW. Die Anlage hat eine Nettonennleistung von 244 kW und nutzt Biomethan als Energiequelle.

[3] Deutsche Umwelthilfe e.V. (2022): Netzverluste in Wärmenetzen. Fragen & Antworten.

Dezentral wird Biomasse ebenfalls zum Heizen eingesetzt. Insbesondere ältere Gebäude werden teils noch mit Holz beheizt, doch auch in Neubauten kommen z. B. Pelletheizungen inzwischen vermehrt zum Einsatz. Die anhand der Kehrbuchdaten ermittelten dezentralen Biomasseheizungen sind in Tabelle  aufgeführt. Dezentrale Heizungen sind Wärmeversorgungsanlagen, welche nicht über Fern- oder Nahwärmeleitungen, sondern ein einzelnes Gebäude vollumfänglich (Zentralheizung) mit Wärme versorgen.

*Tabelle 4: Dezentrale Biomasseheizungen nach Kehrbuchdaten*

| Gemeinde | Anzahl Zentralheizungen | Mittlere Nennwärmeleistung [kW] | Gesamte Nennwärmeleistung [kW] |
|---|---|---|---|
| Aschheim | 57 | 25,7 | 1.465 |
| Feldkirchen | 16 | 30,3 | 485 |
| Kirchheim bei München | 29 | 27,4 | 794 |

### 3.2.5 Wasserkraftanlagen

Nach Marktstammdatenregister befinden sich in der Gemeinde Aschheim zwei Seespeicherkraftwerke (K1 & K2) mit einer summierten Nettonennleistung von 1.300 kW (2x 650 kW). Der Anlagenbetreiber ist dabei die Uniper Kraftwerke GmbH. Die Zuständigkeit für technische und ökologische Überwachung liegt beim Wasserwirtschaftsamt München.

### 3.2.6 Tiefengeothermie

In der Gemeinde Aschheim befindet sich eine Tiefengeothermie-Anlage, betrieben durch die AFK-Geothermie GmbH. Diese wird ausschließlich für thermische Energiegewinnung zum Betrieb des Wärmenetzes genutzt und hat eine Leistung von 12.400 kW sowie eine jährliche Wärmeleistung von 70,1 GWh (Stand 2023). Hierauf wird im Kapitel 3.2.3 genauer eingegangen.

### 3.2.7 BHKW-Anlagen

Momentan sind laut Marktstammdatenregister im Projektgebiet 14 BHKW-Einheiten mit dem Energieträger Erdgas, eine mit dem Hauptbrennstoff „andere Gase“ und eine mit dem Hauptbrennstoff Mineralölprodukte in Betrieb. Diese umfassen eine thermische Nettonennleistung von 1.481,37 kW.

*Tabelle 5: Übersicht über die Blockheizkraftwerke in allen drei Gemeinden*
*Quelle: Marktstammdatenregister*

| Name der Einheit | Inbetrieb-nahmedatum | Ort | Energie-träger | Thermische Leistung (kW) | Elektrische Leistung (kW) |
|---|---|---|---|---|---|
| Heizung-Strom | 26.04.2021 | Kirchheim | Erdgas | 1,1 | 0,75 |
| Brennstoffzelle Vitovalor PT2 | 18.04.2020 | Kirchheim | Erdgas | 1,1 | 0,75 |
| Brennstoffzelle Vitovalor PT2 | 25.07.2019 | Kirchheim | Erdgas | 0,75 | 0,75 |
| BG15 Kirchheim | 27.05.2020 | Kirchheim | Erdgas | 0,62 | 2 |
| Wolf 50kWel - GTK50 K01 | 09.11.2020 | Kirchheim | Erdgas | 84 | 50 |
| EC-Power 15kW | 16.07.2014 | Aschheim | Andere Gase | 31 | 15 |
| Dachs5.5 Gen1.1 | 05.03.2019 | Aschheim | Erdgas | 14,7 | 5,5 |
| BHKW Hotel | 22.08.2019 | Aschheim | Erdgas | 34 | 15 |
| BHKW | 06.12.2016 | Aschheim | Erdgas | 1.052 | 851 |
| Mini BHKW | 09.08.2018 | Aschheim | Erdgas | 1 | 1 |
| Hotel Bauer Feldkirchen | 04.09.2024 | Feldkirchen | Erdgas | 117 | 70 |
| BHKW Kinder- und Jugendhilfe Feldkirchen | 31.08.2007 | Feldkirchen | Erdgas | 25 | 11 |
| BHKW Haus 6 | 01.09.2006 | Feldkirchen | Mineralöl-produkte | 5,3 | 5,3 |
| Stromerzeugung | 12.08.2019 | Feldkirchen | Erdgas | 1,1 | 0,75 |
| BHKW Heizungsraum | 22.03.2018 | Feldkirchen | Erdgas | 100,7 | 50 |
| BHKW Kapellenstraße 13 | 05.09.2017 | Feldkirchen | Erdgas | 39 | 18 |

### 3.2.8 Solarthermische Anlagen

Gemäß Solaratlas ist ein stetiger Anstieg der Anzahl von Solarthermieanlagen im Projektgebiet zu verzeichnen. Diese werden entweder für die Warmwasseraufbereitung oder als Unterstützung der Raumheizung genutzt. Die Kollektorfläche beläuft sich auf 2.280 $m^2$ bei einer Erzeugungsleistung von ca. 400 kWh/($m^2$*a), womit jährlich ca. 912,12 MWh Wärme erzeugt werden. Dies entspricht ca. 0,3 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Aus Abbildung 11 wird ein starker Zuwachs an Kollektorfläche in den 2000er Jahren deutlich, in den folgenden Jahren flacht dieser ab.

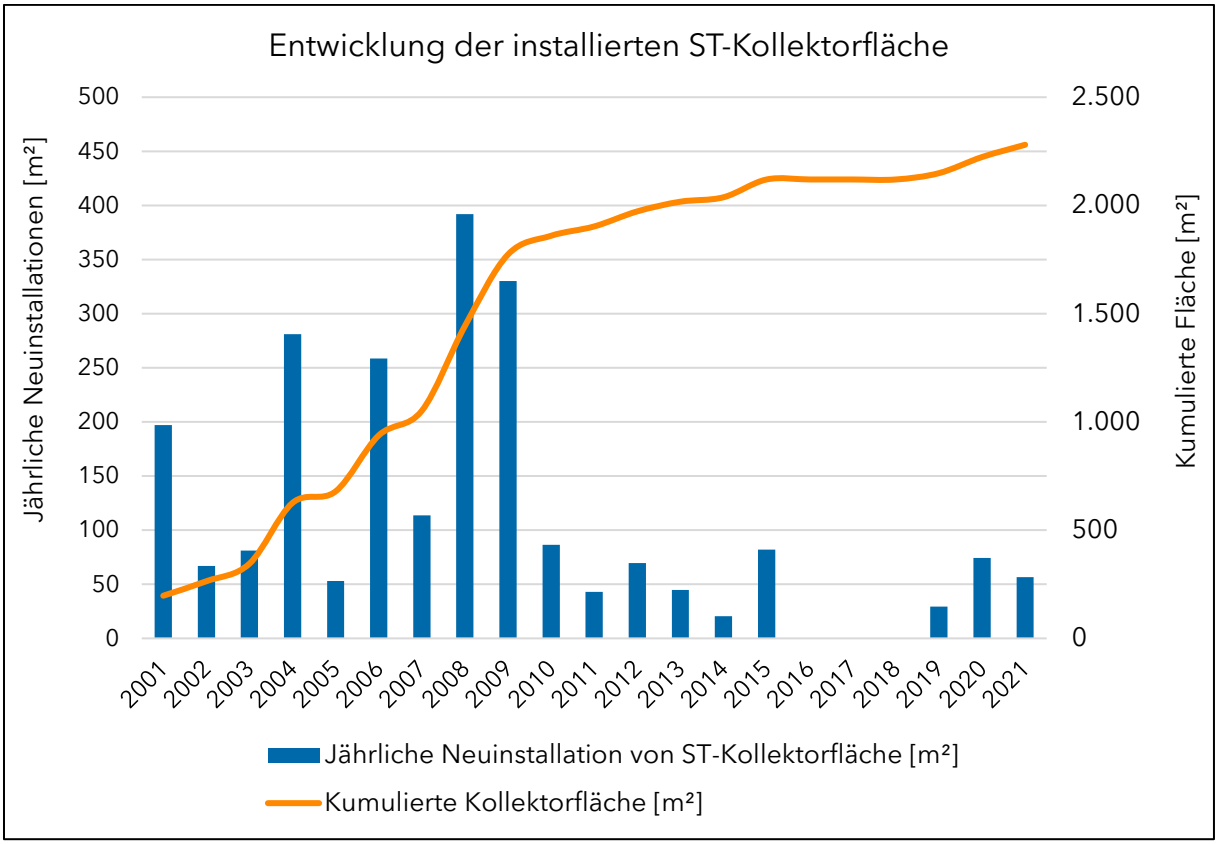



*Abbildung 11: Hochlauf der installierten Kollektorfläche von Solarthermie seit 2001*
*Quelle: Solaratlas.de*

### 3.2.9 PV-Anlagen

Laut Marktstammdatenregister befinden sich derzeit (Stand: 17.07.2025) 1.920 PV-Stromerzeuger in den Gemeinden. Diese umfassen eine Nettonennleistung von 24.885 kWp. Gemäß Energie-Atlas Bayern betrug die gemittelte Vollaststundenanzahl für Dachflächen (2023) in den drei Gemeinden ca. 1.000 Stunden. Damit resultiert eine aktuelle Stromproduktion durch PV-Dachanlagen von etwa 25.000 MWh/a. Abbildung 12 demonstriert die jährlichen Neuinstallationen von PV-Anlagen im Projektgebiet sowie die aufsummierte Leistung der Anlagen.

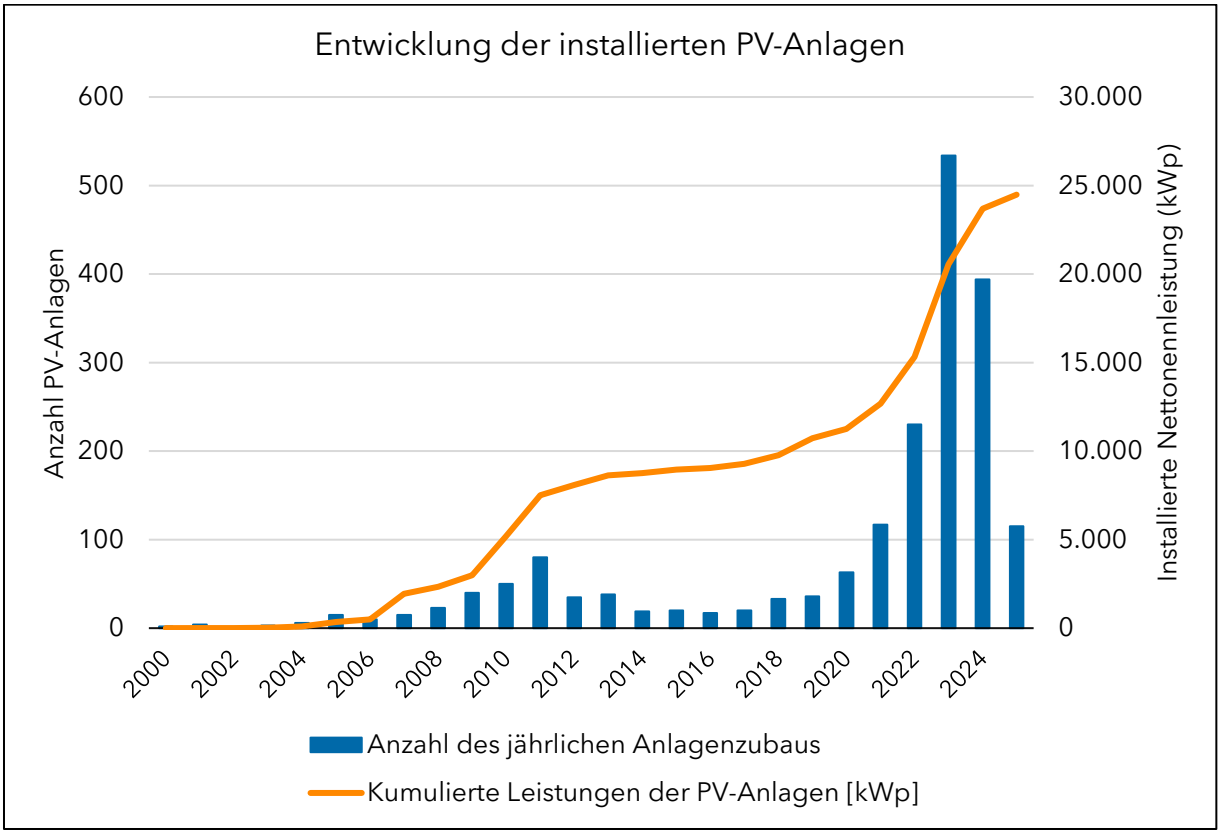



*Abbildung 12: Hochlauf der installierten PV-Anlagen und der kumulierten Leistung seit 2000*
*Quelle: Marktstammdatenregister*

Unter den in Abbildung 12 aufgeführten Anlagen befindet sich eine PV-Freiflächenanlage. In Aschheim ist direkt an der A99 eine Freiflächenanlage mit 1.000 kWp Nettonennleistung installiert. Der Betreiber der 2011 in Betrieb genommenen Anlage ist die Bürgerenergiegenossenschaft BENG eG.

Im Gegensatz zur Solarthermie ist vor allem seit 2020 ein deutlicher Zubau an PV-Anlagen zu verzeichnen. Das liegt zum einen an Fördermöglichkeiten und zum anderen an effizienteren und günstigeren PV-Modulen.

### 3.2.10 Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie

In Abbildung 13 ist die Verteilung bestehender oberflächennaher Geothermieanlagen abgebildet. Die blaugrünen Symbole stehen hierbei für die Förder- bzw. Schluckbrunnen von Grundwasserwärmepumpen.

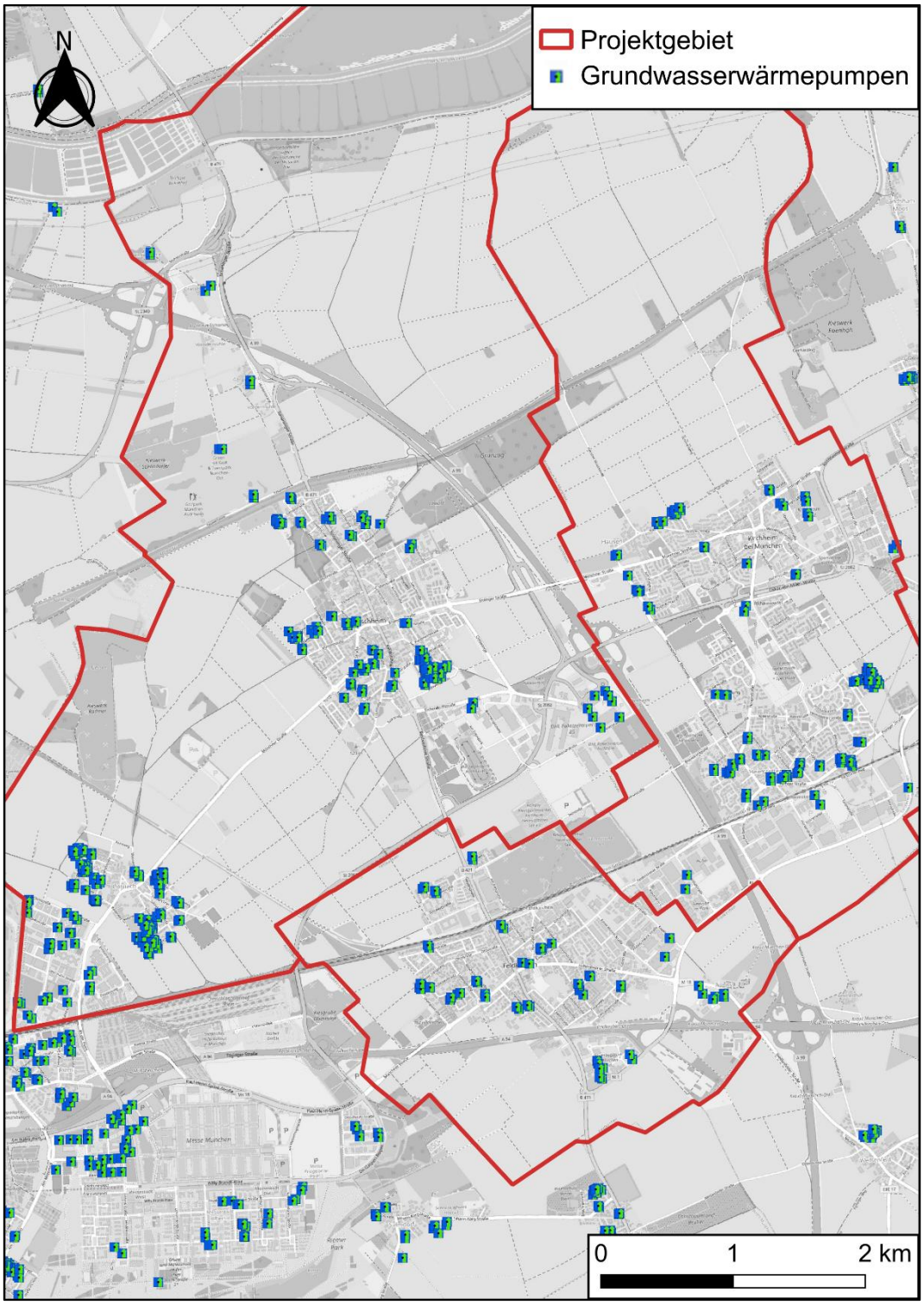



*Abbildung 13: Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen*
*Datenquelle: Energieatlas Bayern*

## 3.3 Wärmeverbrauch

### 3.3.1 Wärmekataster

Zur Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes der drei Gemeinden wurden Wärmekataster vom Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE), welches auf Energieforschung spezialisiert ist, bezogen. Diese unterteilen die Siedlungsgebiete nach Neubau, Bestand, Erschließung und Nachverdichtung und weisen den Gebieten dementsprechende Verbrauchswerte zu. Aus Datenschutzgründen werden diese Daten nur auf Gebietsebene zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieses Wärmekatasters konnten die Wärmebedarfe der einzelnen Gemeinden im Detail ermittelt werden.

*Tabelle 6: Wärmebedarf von Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München*

| Gemeinde | Wärmebedarf in MWh/a |
|---|---|
| Aschheim | 123.651 |
| Feldkirchen | 81.821 |
| Kirchheim bei München | 144.352 |
| **Gesamtwärmebedarf** | **349.824** |

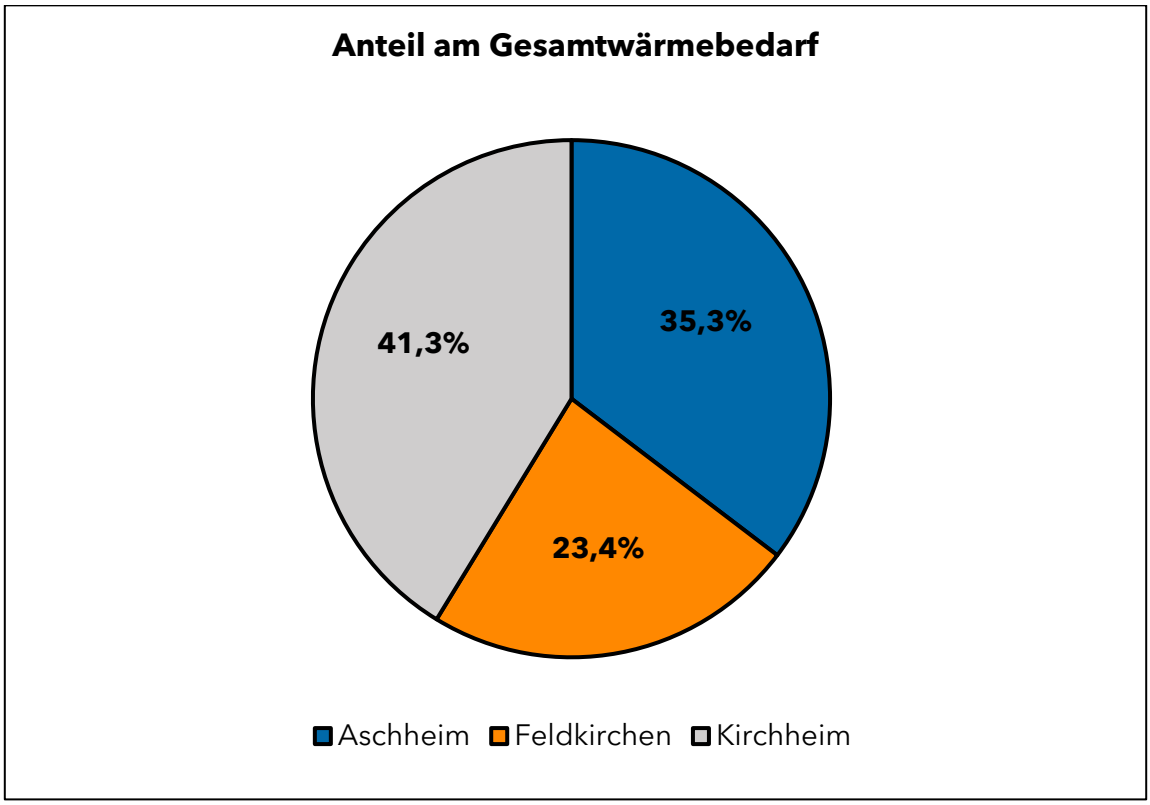



*Abbildung 14: Anteil am Gesamtwärmebedarf nach Gemeinde*

### 3.3.2 Energiebilanz Wärme

Heizungsarten

Die Statistik der Heizungsarten konnte aus den Ergebnissen des Zensus 2022, einer Gebäude- und Wohnungszählung, erschienen im Juni 2024 durch das Statistische Bundestamt, ermittelt werden. Die Kehrbuchdaten konnten ebenfalls erhoben werden, die Energieträgerverteilung der Heizungen wurde als Kombination dieser Datensätze erstellt, wobei die Kehrdaten als feste Realwerte angenommen wurden und die Zensusdaten die prozentualen Anteile der nicht verbrennungsbasierten Heizungen darstellen.

Die Abbildung 15 - Abbildung 17 stellen die Energieträgerverteilung in den einzelnen Gemeinden dar.

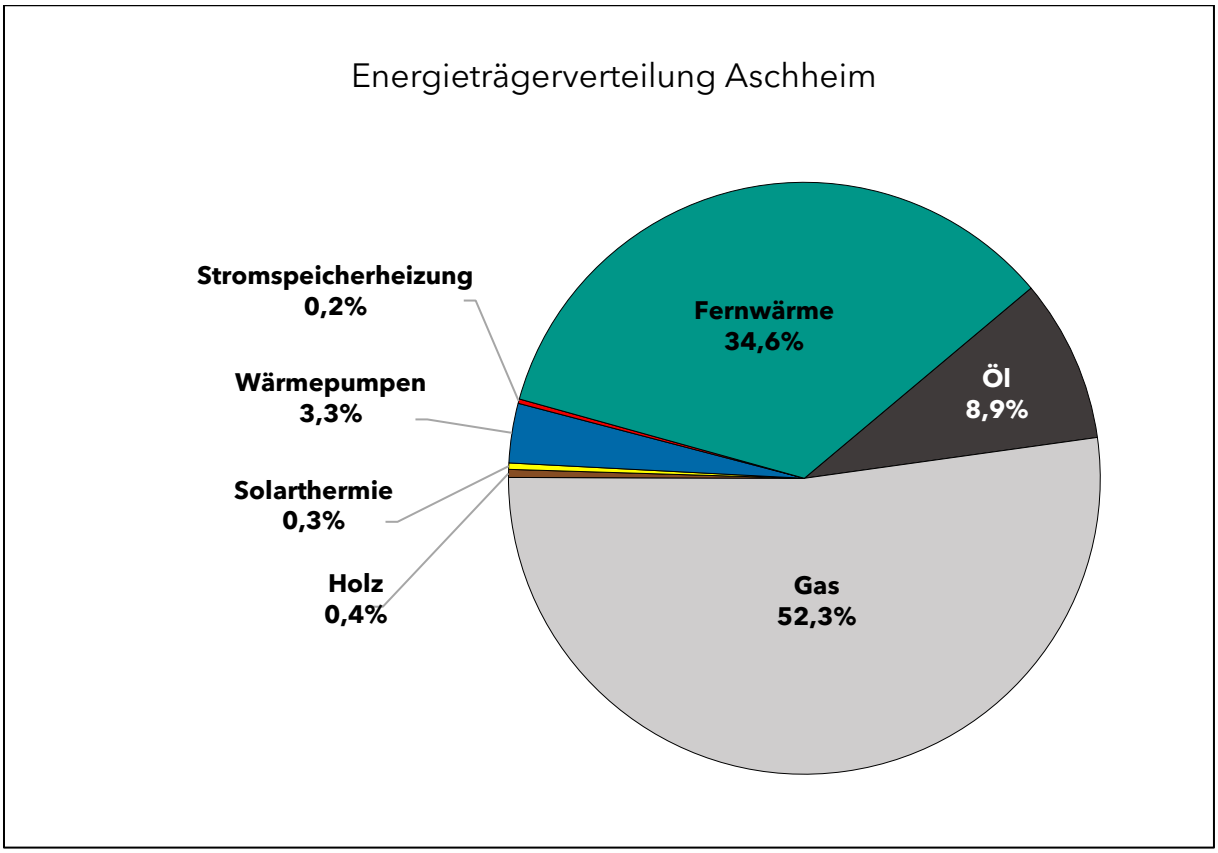



*Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Aschheim*

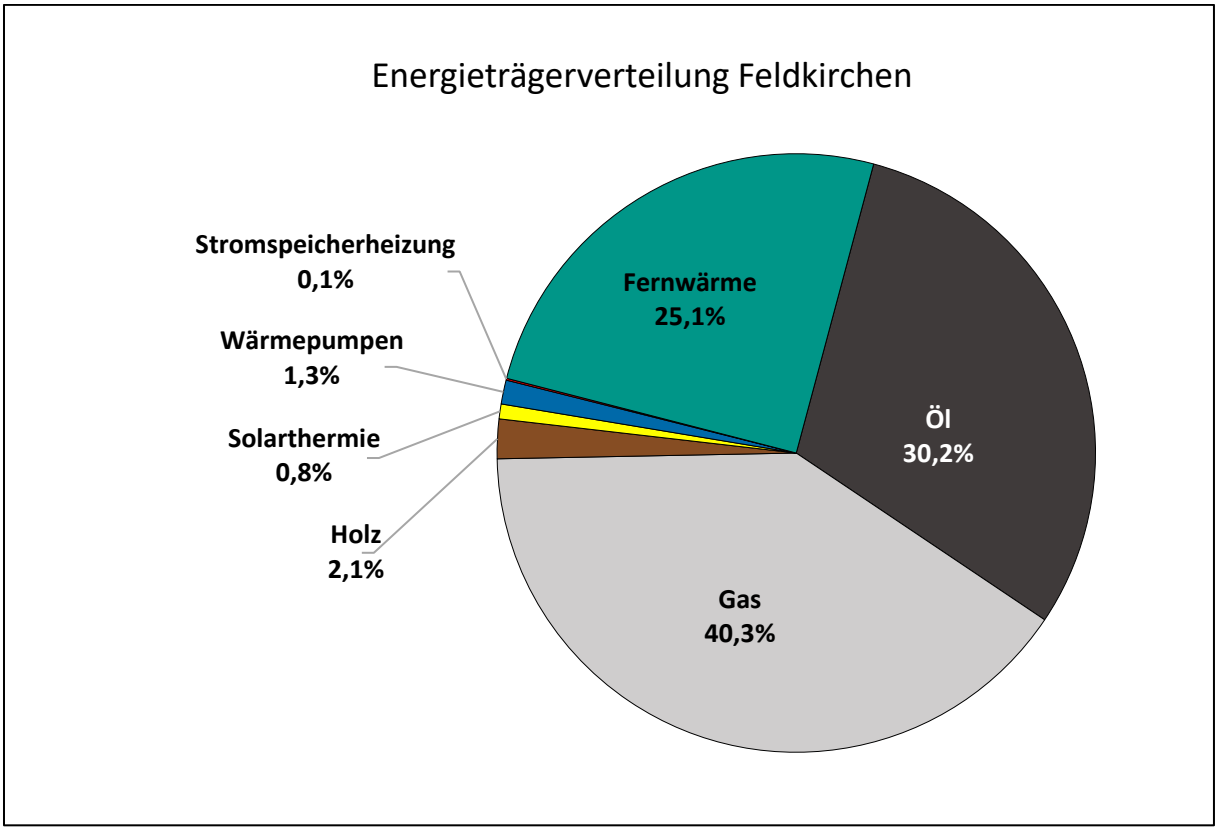



*Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Feldkirchen*

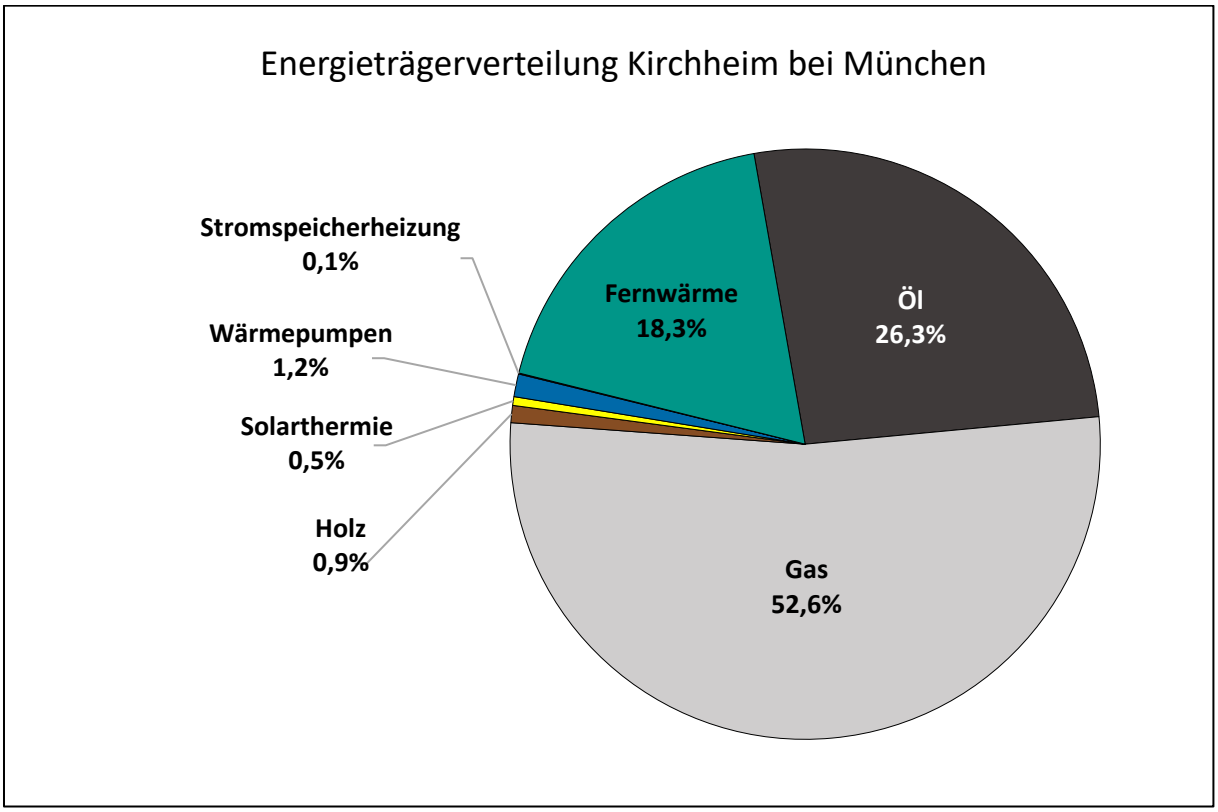



*Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der Energieträger in der Gemeinde Kirchheim bei München*

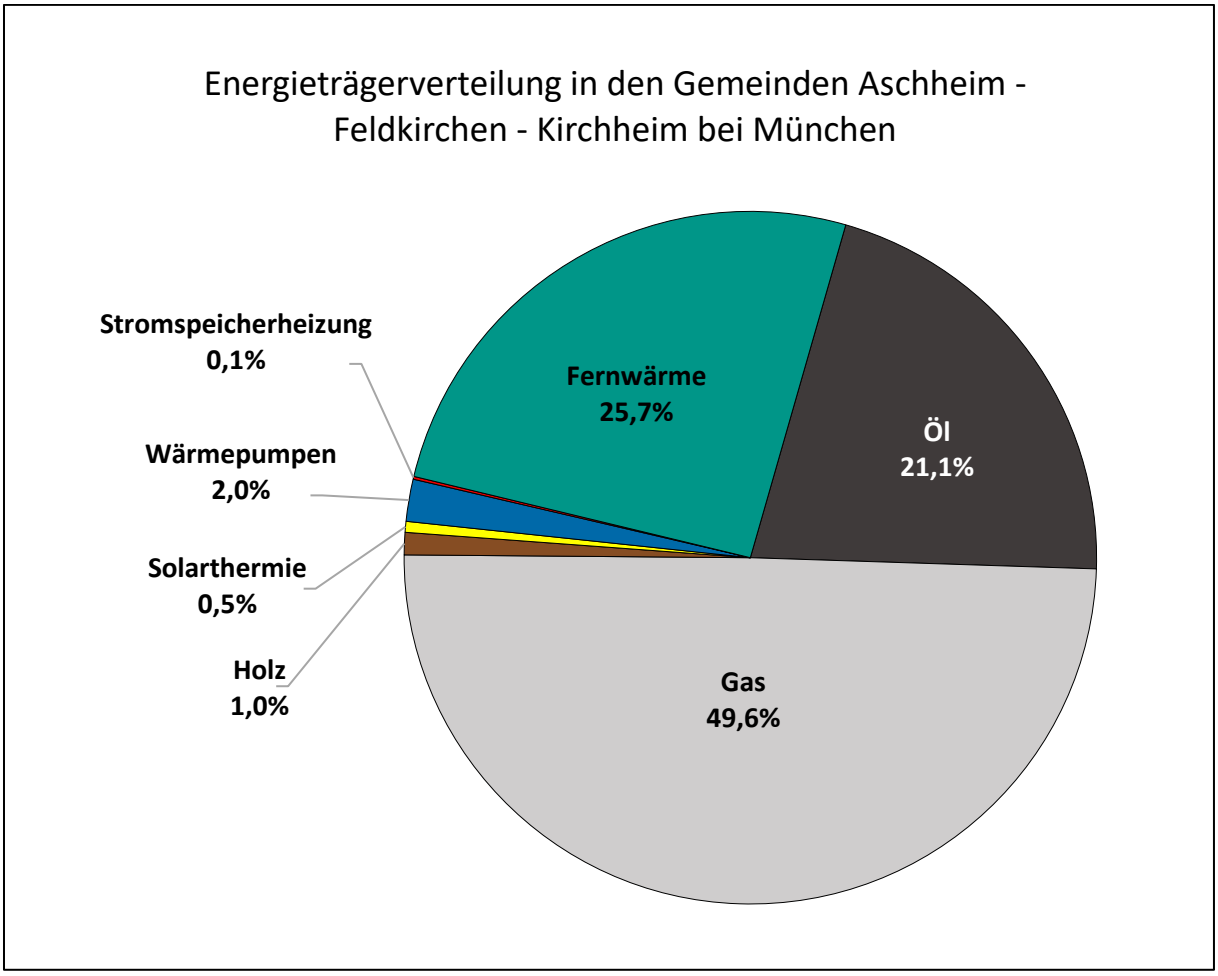



*Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Energieträger in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München*

Abbildung 18 veranschaulicht die Verteilung der Energieträger in den drei Gemeinden. Knapp 70 % aller Haushalte heizen aktuell noch auf Basis von fossilen Brennstoffen wie Heizöl und Erdgas. In Zahlen kann die Heizungsverteilung folgendermaßen aufgestellt werden:

*Tabelle 7: Energieträger und Anzahl der jeweiligen Heizungen*

| Heizungsart | Anzahl Heizungen |
|---|---|
| Heizöl | 871 |
| Gas | 3.668 |
| Holz/Holzpellets | 108 |
| Solarthermie/Geothermie/WP | 374 |
| Strom (ohne WP) | 83 |
| Fernwärme (versch. Energieträger) | 1.632 |
| **Summe** | **6.736** |

Da die Daten der ZAE keine Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren bieten, wurde für die Ermittlung derselben wie folgt verfahren: Die prozentualen Anteile der Sektoren am Wärmebedarf der Gemeinden wurden auf Basis eines gebäudescharfen Wärmekatasters der Regierung ermittelt und die Prozentwerte auf die durch die ZAE-Daten angegebene Wärmemenge angewendet, um den Wärmebedarf nach Sektor zu erhalten.

#### *3.3.2.1 Private Haushalte*

Laut Zensus gab es Ende des Jahres 2022 in den drei Gemeinden ca. 6.755 Wohngebäude, davon 5.115 mit 1 Wohnung (75,72%), 599 mit 2 Wohnungen (8,87%) und 951 mit 3 oder mehr Wohnungen (14,08%). Aus dem Wärmekataster und dem Statistik Kommunal 2024 resultieren für den Sektor private Haushalte folgende Kennwerte.

*Tabelle 8: Kennzahlen der Gemeinden im privaten Sektor*

| Gemeinde | Wärmebedarf im privaten Sektor | Haushalte | Verbrauch/ Haushalt | Anteil am Gesamtwärmebedarf |
|---|---|---|---|---|
| Aschheim | 28.379 MWh/a | 4.010 | 7.077 kWh/a | 22,95 % |
| Kirchheim b. M. | 47.203 MWh/a | 6.281 | 7.515 kWh/a | 32,72 % |
| Feldkirchen | 25.394 MWh/a | 3.654 | 7.626 kWh/a | 31,04 % |

#### *3.3.2.2 Öffentliche / kommunale Gebäude*

Aus dem Wärmekataster der Gemeinden resultiert ein Wärmeverbrauch der öffentlichen Gebäude von 5.892 MWh/a in Aschheim, 3.308 MWh/a in Feldkirchen und 8.950 MWh/a in Kirchheim bei München. Dies entspricht einem Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von 4,3 % in Aschheim, 5,6 % in Feldkirchen und 6,2 % in Kirchheim bei München.

Die Realdaten der Wärmeverbräuche kommunaler Liegenschaften wurden von den Gemeinden bereitgestellt.

#### *3.3.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen*

Der Wärmebedarf für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) beträgt gemäß Wärmekataster 61.159 MWh/a in Aschheim, 48.327 MWh/a in Feldkirchen und 44.172 MWh/a in Kirchheim bei München. Insgesamt verursacht der GHD-Sektor 49,7 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Aschheim, 37,8 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Feldkirchen und 30,6 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Kirchheim bei München.

#### *3.3.2.4 Industrie*

Der Wärmebedarf für den Industriesektor beträgt gemäß Wärmekataster 28.353 MWh/a in Aschheim, 13.626 MWh/a in Feldkirchen und 44.027 MWh/a in Kirchheim bei München. Insgesamt verursacht der Industriesektor 23,0 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Aschheim, 25,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Feldkirchen und 30,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Kirchheim bei München.

Zur besseren Übersicht lässt sich der Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Gemeinde folgendermaßen aufgliedern.

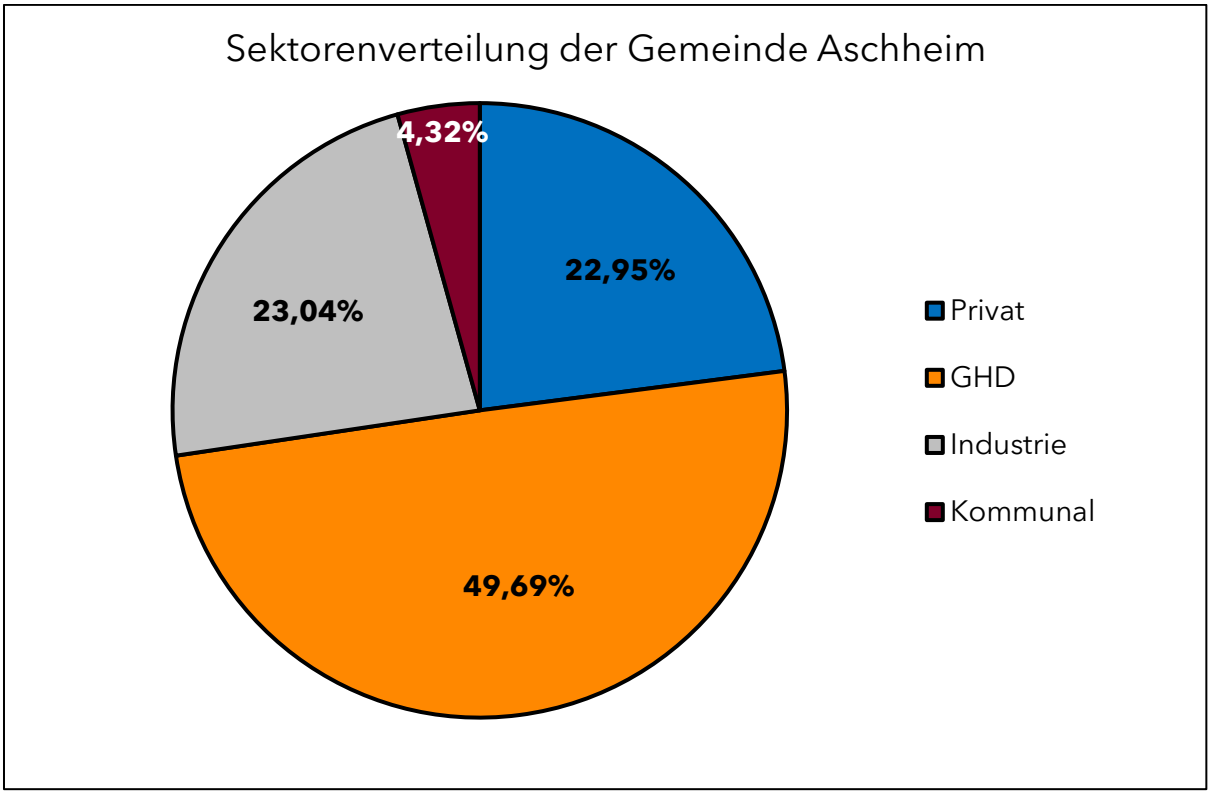



*Abbildung 19: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Aschheim*

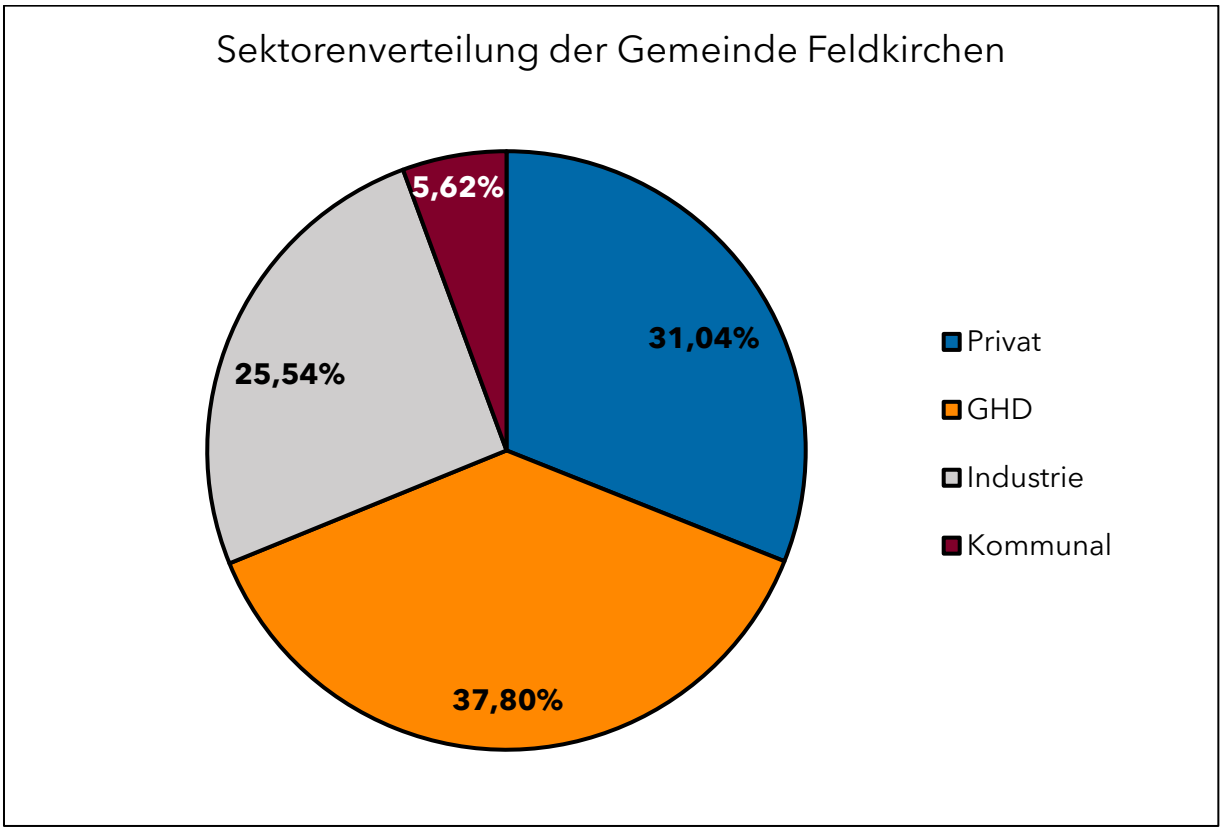



*Abbildung 20: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Feldkirchen*

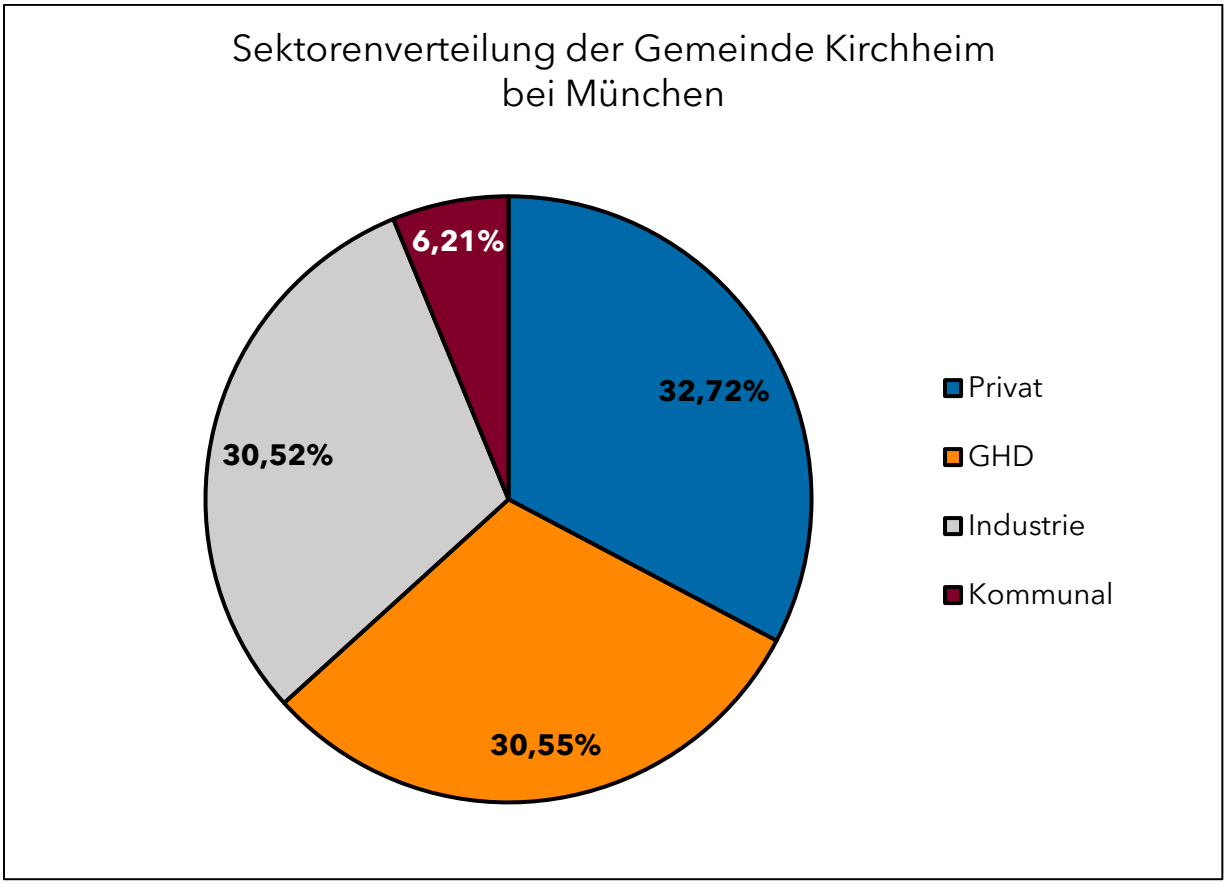



*Abbildung 21: Sektorenverteilung des Wärmebedarfs der Gemeinde Kirchheim bei München*

## 3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Gemäß Wärmekataster werden in den Gemeinden jährlich 349.824 MWh für die kommunale Wärmeversorgung benötigt. Davon bilden die fossilen Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl den Hauptteil der Energieträger mit knapp 71%, welche zusätzlich die größten $CO_2$-Faktoren besitzen. Tabelle beschreibt die $CO_2$-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung im Projektgebiet. Hierfür wurden die $CO_2$-Faktoren gemäß aktuellem KWW-Technikkatalog verwendet[4].

*Tabelle 9: Jährliche $CO_2$-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung im Projektgebiet*

| Energieträger | Anteil [%] | Wärmemenge [MWh/a] | $CO_2$-Faktor | $CO_2$-Ausstoß in t | Anteil am gesamten $CO_2$-Ausstoß [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| Heizöl | 21,1% | 73.709 | 0,31 | 22.850 | 31,1% |
| Gas | 49,6% | 173.565 | 0,24 | 41.656 | 56,8% |
| Holz(-pellets) | 1,0% | 3.639 | 0,24 | 873 | 1,2% |
| Solarthermie | 0,5% | 1.777 | 0,00 | - | 0,0% |
| Wärmepumpen | 2,0% | 6.875 | 0,09 | 596 | 0,8% |
| Stromspeicherheizung | 0,1% | 456 | 0,26 | 119 | 0,2% |
| Fernwärme | 25,7% | 89.802 | 0,081 | 7.274 | 9,9% |
| **Summe** | 100,0% | 349.824 | | **73.367** | 100,0% |

Die fossilen Brennstoffe bewirken durch ihre hohen $CO_2$-Faktoren fast 90 % der Emissionen in den Gemeinden. Insgesamt werden durch die Wärmeversorgung **jährlich ca. 73.367 t $CO_2$** ausgestoßen. Von diesen Emissionen werden **22.937 t $CO_2$ durch Aschheim, 17.780 t $CO_2$ durch Feldkirchen und 32.650 t $CO_2$ durch Kirchheim bei München** verursacht. Durch Senkung des Anteils an fossilen Energieträgern können die $CO_2$-Emissionen schrittweise reduziert werden, mit dem Ziel der vollständigen Dekarbonisierung und einer $CO_2$-neutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045.

[4] Langreder et.al., Technikkatalog Wärmeplanung, 2024

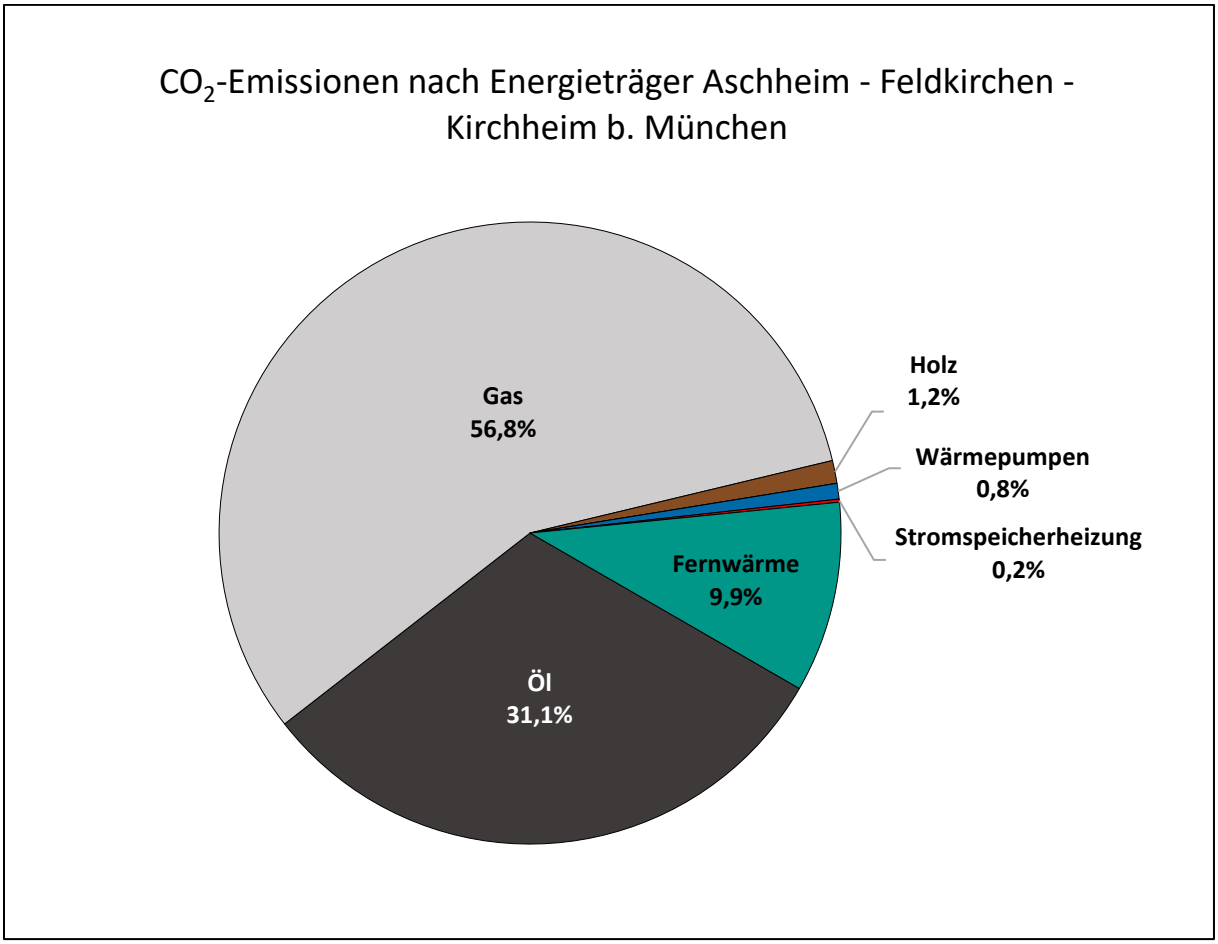



*Abbildung 22: Jährliche $CO_2$-Emissionen durch die aktuelle Wärmeversorgung*

# 4 Potenzialanalyse Energieeinsparung

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Einsparpotenzial durch Sanierung in den einzelnen Sektoren und für die einzelnen Gemeinden dargestellt. Dabei können diverse Ursachen an der Gebäudehülle für Wärmeverluste verantwortlich gemacht werden. In welchem Maße die Sanierung umgesetzt wird, beschreibt dabei die Sanierungsrate. Über den Ansatz unterschiedlicher Sanierungsraten können zwei Szenarien errechnet werden.

## 4.1 Private Haushalte

Das Nutzerverhalten hat einen hohen Einfluss auf den Wärmeverbrauch. Neben der Optimierung des Nutzerverhaltens (z. B. Heiz- und Lüftungsroutine, Materialauswahl etc.) kann vor allem durch Gebäudedämmung Energie eingespart werden. Besonders in älteren Gebäuden steckt erhebliches Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung. Dazu werden im Folgenden die Ursachen und Folgen einer schlechten Gebäudedämmung erläutert und mögliche Sanierungsansätze aufgezeigt. Grundsätzlich ist dabei zu berücksichtigen, dass diese Angaben immer exemplarisch gelten und lediglich Mittelwerte und Spannbreiten darstellen. Im Neubaubereich konnte der Heizenergiebedarf in den vergangenen Jahren mit Hilfe von neuen und verbesserten Baumaterialien sowie einer optimierten Bautechnik deutlich gesenkt werden. Zahlreiche Möglichkeiten aus dem Neubaubereich, wie z. B. hochisolierende Fenster, moderne Wärmedämmung und Lüftungen mit Wärmerückgewinnung, lassen sich mittlerweile auch bei Sanierungsmaßnahmen umsetzen.

Für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes ist neben dem Nutzerverhalten die Qualität der Gebäudehülle ausschlaggebend. Abbildung 23 veranschaulicht die ungefähren Energieeinsparungspotenziale durch eine Sanierung einzelner Bauteile.

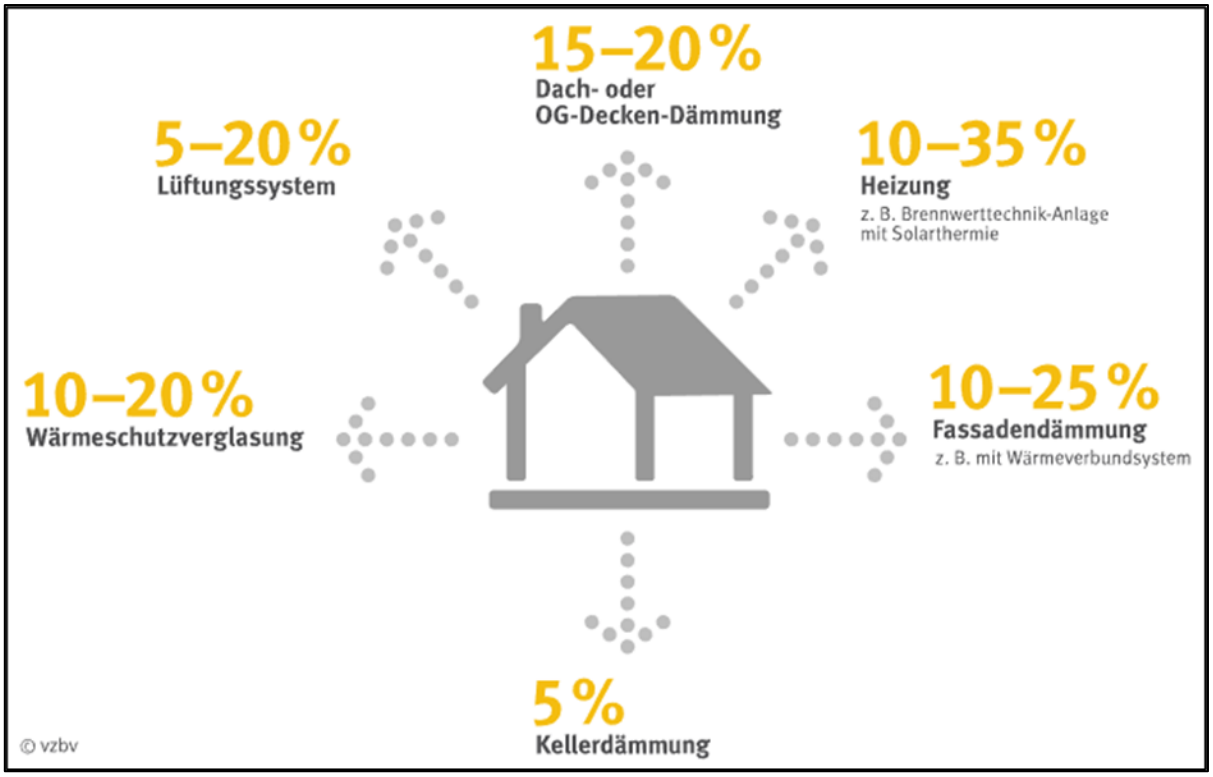



*Abbildung 23: Energieersparnis durch Sanierung*
*Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.*

Es können verschiedene Maßnahmen zur Gebäudesanierung durchgeführt werden, um die Energieeffizienz eines Hauses zu steigern. Hierzu zählen: Fassadendämmung, Dachdämmung, Dämmung der Geschossdecke und Bodenfläche, Fenster- und Türenaustausch, Optimierung der Lüftung (Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung) und Modernisieren der Heizungsanlage. Fast alle Maßnahmen zur Effizienzerhöhung von Gebäuden werden zurzeit über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. Durch die Umsetzung dieser Sanierungsmaßnahmen können die Wärmebedarfe erheblich reduziert werden.

Für die Berechnung des Sanierungspotenzials wurden folgende Daten benutzt:

- Baujahre gemäß Zensusdaten
- Sektor-Verteilung gemäß ALKIS-Daten
- Wärmeverbräuche gemäß Wärmekataster
- Sanierungsraten gemäß Technikkatalog Wärmeplanung

Je Sektor wurden jeweils zwei Szenarien für Sanierung (hohe und niedrige Sanierungsraten) analysiert. Die mittlere jährliche Reduktion durch Sanierung kann dem Technikkatalog der KWW entnommen werden[5]. Die Werte sind in MWh/a angegeben (1 MWh entspricht 1.000 kWh). Da die Sanierungsraten sich nach Baualtersklasse und Gebäudetyp (z. B. Ein- und Mehrfamilienhäuser) unterscheiden, kann in den folgenden Tabellen keine vereinheitlichende Angabe hierzu gemacht werden.

[5] Langreder et.al., Technikkatalog Wärmeplanung, 2024

*Tabelle 10: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Aschheim*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| bis 1948 | 443 | 339 | 307 | 277 | 251 |
| 1949 - 1978 | 16.111 | 15.132 | 14.212 | 13.348 | 12.536 |
| 1979 - 1994 | 5.476 | 4.979 | 4.528 | 4.117 | 3.744 |
| 1995 - 2011 | 6.037 | 5.885 | 5.737 | 5.593 | 5.453 |
| 2012 - 2020 | 313 | 313 | 313 | 313 | 313 |
| **Summe** | 28.379 | 26.712 | 25.157 | 23.705 | 22.350 |
| **%** | 100% | 94% | 89% | 84% | 79% |

*Tabelle 11: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Aschheim*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| bis 1948 | 443 | 334 | 298 | 265 | 236 |
| 1949 - 1978 | 16.111 | 14.600 | 13.231 | 11.990 | 10.866 |
| 1979 - 1994 | 5.476 | 4.988 | 4.544 | 4.139 | 3.770 |
| 1995 - 2011 | 6.037 | 5.541 | 5.086 | 4.669 | 4.286 |
| 2012 - 2020 | 313 | 313 | 313 | 313 | 313 |
| **Summe** | 28.379 | 25.838 | 23.528 | 21.427 | 19.517 |
| **%** | 100% | 91% | 83% | 76% | 69% |

*Tabelle 12: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Feldkirchen*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| bis 1948 | 1.760 | 1.612 | 1.476 | 1.353 | 1.240 |
| 1949 - 1978 | 12.461 | 11.718 | 11.019 | 10.362 | 9.744 |
| 1979 - 1994 | 2.830 | 2.574 | 2.342 | 2.130 | 1.938 |
| 1995 - 2011 | 8.142 | 7.914 | 7.692 | 7.476 | 7.267 |
| 2012 - 2020 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| **Summe** | 25.394 | 24.018 | 22.729 | 21.521 | 20.388 |
| **%** | 100% | 95% | 90% | 85% | 80% |

*Tabelle 13: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Feldkirchen*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| bis 1948 | 1.760 | 1.579 | 1.417 | 1.271 | 1.141 |
| 1949 - 1978 | 12.461 | 11.285 | 10.220 | 9.256 | 8.382 |
| 1979 - 1994 | 2.830 | 2.581 | 2.353 | 2.146 | 1.956 |
| 1995 - 2011 | 8.142 | 7.462 | 6.838 | 6.266 | 5.742 |
| 2012 - 2020 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| **Summe** | 25.394 | 23.107 | 21.028 | 19.139 | 17.422 |
| **%** | 100% | 91% | 83% | 75% | 69% |

*Tabelle 14: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| 1919 - 1948 | 105 | 97 | 90 | 83 | 77 |
| 1949 - 1978 | 21.169 | 19.867 | 18.644 | 17.497 | 16.420 |
| 1979 - 1994 | 21.252 | 19.322 | 17.566 | 15.970 | 14.520 |
| 1995 - 2011 | 3.730 | 3.643 | 3.559 | 3.476 | 3.396 |
| 2012 - 2020 | 978 | 978 | 978 | 978 | 978 |
| **Summe** | 47.235 | 43.907 | 40.837 | 38.005 | 35.390 |
| **%** | 100% | 93% | 86% | 80% | 75% |

*Tabelle 15: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in der Gemeinde Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| 1919 - 1948 | 105 | 95 | 85 | 77 | 69 |
| 1949 - 1978 | 21.169 | 19.192 | 17.400 | 15.775 | 14.301 |
| 1979 - 1994 | 21.252 | 19.347 | 17.613 | 16.034 | 14.596 |
| 1995 - 2011 | 3.730 | 3.428 | 3.150 | 2.894 | 2.660 |
| 2012 - 2020 | 47.235 | 43.039 | 39.225 | 35.757 | 32.604 |
| **Summe** | 100% | 91% | 83% | 76% | 69% |

Das technische Sanierungspotenzial im Sektor Wohnbau wäre theoretisch erheblich höher, wenn alle bestehenden Gebäude auf den energetischen Standard eines Passivhauses gebracht würden. Unter einem Passivhaus versteht man ein Gebäude, das durch eine besonders gute Wärmedämmung, eine luftdichte Bauweise, hochwertige Fenster sowie eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung so konzipiert ist, dass es nahezu ohne klassische Heizsysteme auskommt. Der Heizwärmebedarf liegt dabei in der Regel unter 15 kWh/(m²*a), was deutlich unter den Anforderungen konventioneller Neubauten liegt.[6]

In der Praxis ist es jedoch unrealistisch, den gesamten Gebäudebestand auf diesen Standard zu bringen. Gründe hierfür sind die baulichen und technischen Grenzen vieler Bestandsgebäude, die hohen Investitionskosten sowie soziale und wirtschaftliche Faktoren wie die Tragfähigkeit für Eigentümerinnen oder Mieter. Daher wird das tatsächliche Sanierungspotenzial durch diese Rahmenbedingungen

[6] Passivhaus-Informationen

eingeschränkt, auch wenn die theoretischen Möglichkeiten deutlich über den realistisch erreichbaren Werten liegen.

## 4.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Die Wirtschaftsbranche ist sehr vielfältig und lässt sich aufgrund der vielen verschiedenen Gewerbe nur schwer pauschalisieren. Generell wird hier zwischen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie unterschieden, die Industrie wird aufgrund des hohen Anteils am Gesamtwärmebedarf der drei Gemeinden separat betrachtet. Der GHD-Sektor lässt sich näherungsweise mit dem privaten Sektor vergleichen. Auch hier sind Änderungen des Nutzungsverhaltens sowie Gebäudesanierungen von höchster Relevanz.

*Tabelle 16: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Wärmebedarf in MWh/a | 61.445 | 59.326 | 57.281 | 55.306 | 53.400 |
| % | 100% | 97% | 93% | 90% | 87% |

*Tabelle 17: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Wärmebedarf in MWh/a | 61.445 | 57.263 | 53.366 | 49.734 | 46.349 |
| % | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

*Tabelle 18: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Wärmebedarf in MWh/a | 30.932 | 29.872 | 28.848 | 27.859 | 26.904 |
| % | 100% | 97% | 93% | 90% | 87% |

*Tabelle 19: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Wärmebedarf in MWh/a | 30.932 | 28.828 | 26.867 | 25.039 | 23.336 |
| % | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

*Tabelle 20: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor GHD in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Wärmebedarf in MWh/a | 44.105 | 42.583 | 41.113 | 39.694 | 38.324 |
| % | 100% | 97% | 93% | 90% | 87% |

*Tabelle 21: Hohes Sanierungsszenario im Sektor GHD in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 44.105 | 41.103 | 38.305 | 35.698 | 33.268 |
| **%** | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

## 4.3 Öffentliche / kommunale Gebäude

Die öffentlichen Gebäude lassen sich ebenfalls näherungsweise mit den privaten Haushalten vergleichen. Auch hier ist die Optimierung des Nutzungsverhaltens sowie die Veranlassung von Gebäudesanierungen von höchster Relevanz. Durch die Umsetzung eines Teils der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie durch besseres Nutzungsverhalten können auch hier große Mengen an Heizenergie eingespart werden.

*Tabelle 22: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 5.340 | 5.156 | 4.978 | 4.806 | 4.640 |
| **%** | 100% | 97% | 94% | 91% | 88% |

*Tabelle 23: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 5.340 | 4.977 | 4.638 | 4.322 | 4.028 |
| **%** | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

*Tabelle 24: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 4.599 | 4.440 | 4.287 | 4.139 | 3.996 |
| **%** | 100% | 97% | 94% | 91% | 88% |

*Tabelle 25: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 4.599 | 4.286 | 3.994 | 3.722 | 3.469 |
| **%** | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

*Tabelle 26: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 8.957 | 8.648 | 8.349 | 8.061 | 7.783 |
| **%** | 100% | 97% | 94% | 91% | 88% |

*Tabelle 27: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 8.957 | 8.347 | 7.779 | 7.250 | 6.756 |
| **%** | 100% | 93% | 87% | 81% | 75% |

## 4.4 Industrie

Der Sektor Industrie lässt sich schwer einschätzen. Zwar liegen hier Vorgaben vom KWW vor, allerdings sind die tatsächlichen Einsparpotenziale stark von den jeweiligen Prozessen abhängig. In den nachfolgenden Tabellen wird das Potenzial gemäß KWW dargestellt. Ein realistisches Potenzial lässt sich nur durch die jeweiligen Firmen berechnen.

*Tabelle 28: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 28.486 | 26.052 | 23.830 | 21.799 | 19.945 |
| **%** | 100% | 91% | 84% | 77% | 70% |

*Tabelle 29: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 28.486 | 25.014 | 21.968 | 19.297 | 16.953 |
| **%** | 100% | 88% | 77% | 68% | 60% |

*Tabelle 30: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 20.896 | 19.082 | 17.425 | 15.912 | 14.531 |
| **%** | 100% | 91% | 83% | 76% | 70% |

*Tabelle 31: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 20.896 | 18.317 | 16.056 | 14.075 | 12.338 |
| **%** | 100% | 88% | 77% | 67% | 59% |

*Tabelle 32: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 44.055 | 40.819 | 37.821 | 35.043 | 32.469 |
| **%** | 100% | 93% | 86% | 80% | 74% |

*Tabelle 33: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Industrie in Kirchheim bei München*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmebedarf in MWh/a** | 44.055 | 39.246 | 34.961 | 31.144 | 27.743 |
| **%** | 100% | 89% | 79% | 71% | 63% |

## 4.5 Zusammenfassung der Energieeinsparungspotenziale

Nachfolgend werden die Einsparungspotenziale zusammengefasst.

*Tabelle 34: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 28.379 | 26.712 | 25.157 | 23.705 | 22.350 |
| GHD | 61.445 | 59.326 | 57.281 | 55.306 | 53.400 |
| Kommunal | 5.340 | 5.156 | 4.978 | 4.806 | 4.640 |
| Industrie | 28.486 | 26.052 | 23.830 | 21.799 | 19.945 |
| **Summe** | **95.164** | **91.194** | **87.416** | **83.818** | **80.390** |
| **%** | **100%** | **96%** | **92%** | **88%** | **84%** |

*Tabelle 35: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Aschheim*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 28.379 | 25.838 | 23.528 | 21.427 | 19.517 |
| GHD | 61.445 | 57.263 | 53.366 | 49.734 | 46.349 |
| Kommunal | 5.340 | 4.977 | 4.638 | 4.322 | 4.028 |
| Industrie | 28.486 | 25.014 | 21.968 | 19.297 | 16.953 |
| **Summe** | **95.164** | **88.078** | **81.531** | **75.483** | **69.894** |
| **%** | **100%** | **93%** | **86%** | **79%** | **73%** |

*Tabelle 36: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 25.394 | 24.018 | 22.729 | 21.521 | 20.388 |
| GHD | 30.932 | 29.872 | 28.848 | 27.859 | 26.904 |
| Kommunal | 4.599 | 4.440 | 4.287 | 4.139 | 3.996 |
| Industrie | 20.896 | 19.082 | 17.425 | 15.912 | 14.531 |
| **Summe** | **60.925** | **58.330** | **55.864** | **53.519** | **51.289** |
| **%** | **100%** | **96%** | **92%** | **88%** | **84%** |

*Tabelle 37: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Feldkirchen*

| Jahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 25.394 | 23.107 | 21.028 | 19.139 | 17.422 |
| GHD | 30.932 | 28.828 | 26.867 | 25.039 | 23.336 |
| Kommunal | 4.599 | 4.286 | 3.994 | 3.722 | 3.469 |
| Industrie | 20.896 | 18.317 | 16.056 | 14.075 | 12.338 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Summe** | **60.925** | **56.221** | **51.889** | **47.901** | **44.227** |
| **%** | **100%** | **92%** | **85%** | **79%** | **73%** |

*Tabelle 38: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario der Sektoren in Kirchheim bei München*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 47.235 | 43.907 | 40.837 | 38.005 | 35.390 |
| GHD | 44.105 | 42.583 | 41.113 | 39.694 | 38.324 |
| Kommunal | 8.957 | 8.648 | 8.349 | 8.061 | 7.783 |
| Industrie | 44.055 | 40.819 | 37.821 | 35.043 | 32.469 |
| **Summe** | **144.352** | **135.957** | **128.121** | **120.803** | **113.966** |
| **%** | **100%** | **94%** | **89%** | **84%** | **79%** |

*Tabelle 39: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario der Sektoren in Kirchheim bei München*

| **Jahr** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sektor** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** | **Wärmebedarf in MWh/a** |
| Wohnen | 47.235 | 43.039 | 39.225 | 35.757 | 32.604 |
| GHD | 44.105 | 41.103 | 38.305 | 35.698 | 33.268 |
| Kommunal | 8.957 | 8.347 | 7.779 | 7.250 | 6.756 |
| Industrie | 44.055 | 39.246 | 34.961 | 31.144 | 27.743 |
| **Summe** | **144.352** | **131.735** | **120.270** | **109.848** | **100.372** |
| **%** | **100%** | **91%** | **83%** | **76%** | **70%** |

Insgesamt wird deutlich, dass sich sowohl durch eine Sanierung der Gebäude als auch durch angepasstes Nutzerverhalten deutliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme realisieren lassen. Diesen Einsparungen stehen jedoch in erster Linie finanzielle Aufwendungen für die Sanierungsmaßnahmen entgegen. Aufgrund des hohen Anteils der Wärme am Gesamtenergieverbrauch sollte sich in Zukunft generell stark auf die Einsparpotenziale fokussiert werden. Dies ist in erster Linie durch verstärkte Informationspolitik, Öffentlichkeitsarbeit, finanzielle Förderungen und klare Vorgaben der Zielsetzungen erreichbar.

Abbildung 24 bis Abbildung 26 fassen die vorherigen Tabellen nochmal graphisch zusammen.

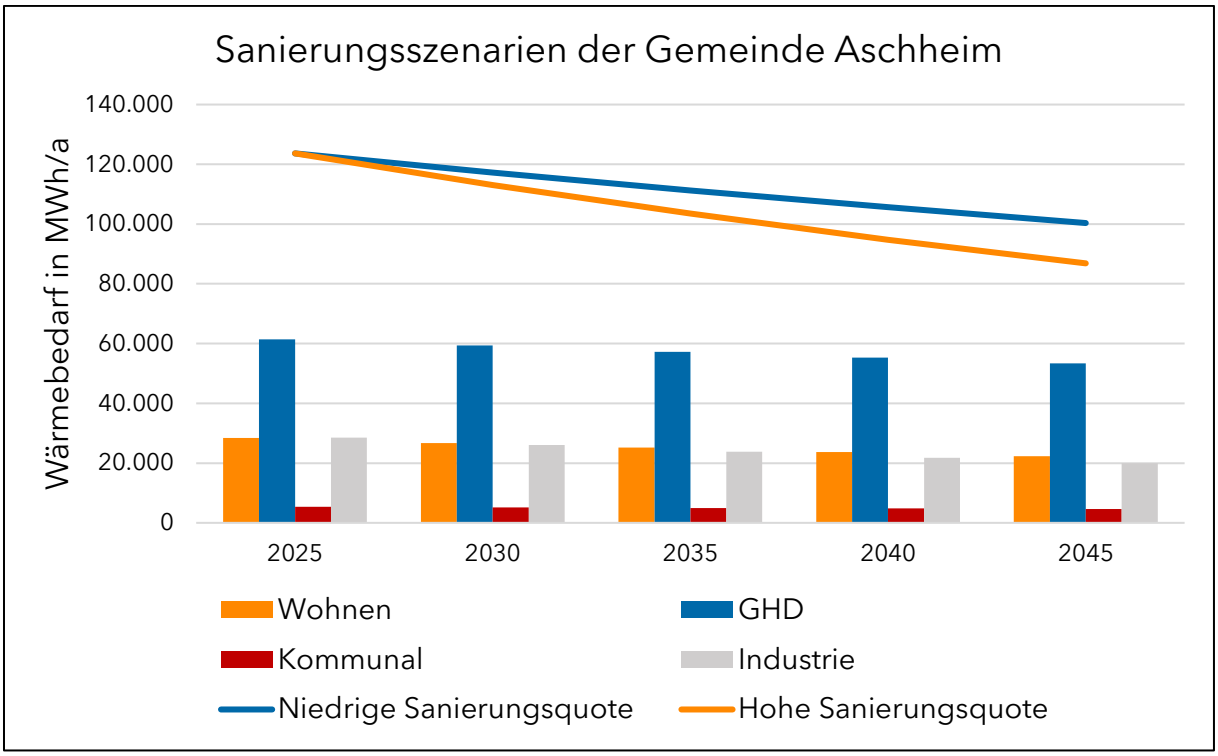



*Abbildung 24: Sanierungsszenarien Aschheim*

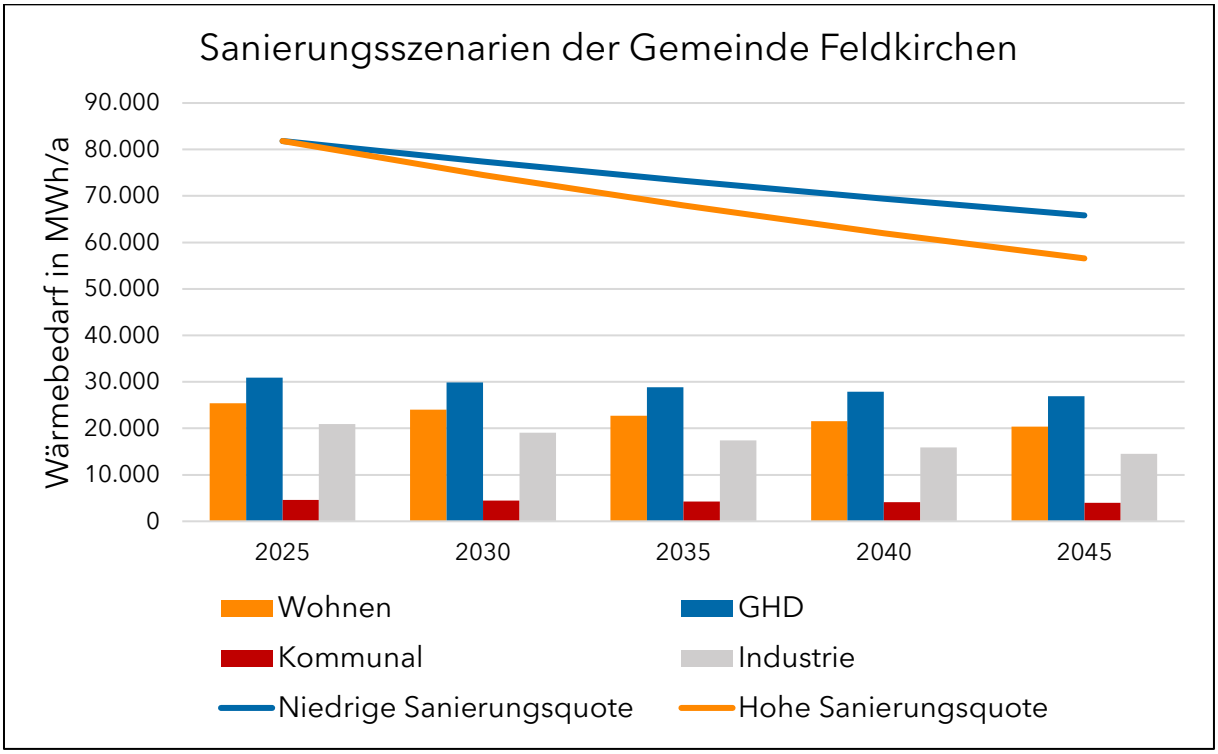



*Abbildung 25: Sanierungsszenarien Feldkirchen*

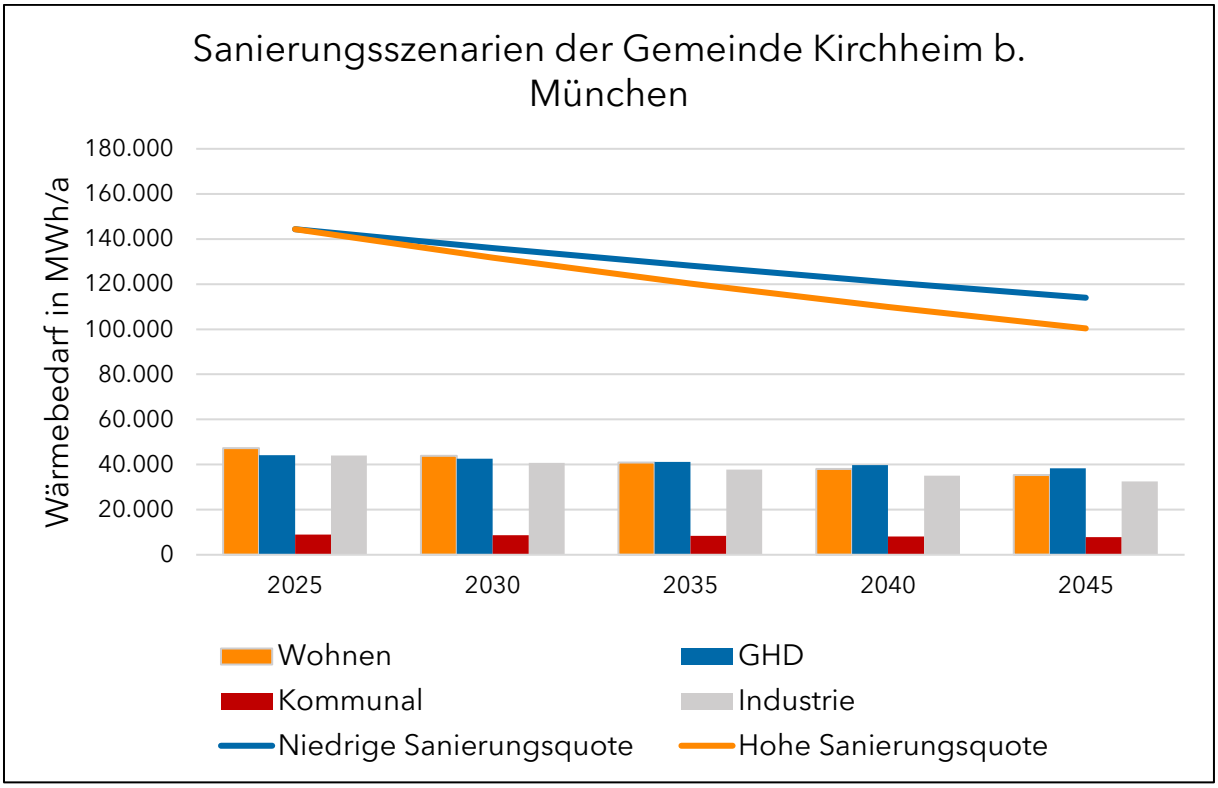



*Abbildung 26: Sanierungsszenarien Kirchheim bei München*

Zur besseren Anschaulichkeit wurden in dieser Abbildung nur die Werte des niedrigen Sanierungsszenarios im Teil des Säulendiagramms verwendet. Der Ansatz der höheren Sanierungsrate ist zwar klimaschutztechnisch präferiert, jedoch auch sehr ambitioniert. Schlussendlich unterscheidet beide Szenarien ein Einsparpotenzial zum Status Quo von 10 bis 13 %.

Eine potenzielle Lösung für die Verbesserung des schwer beeinflussbaren Nutzerverhaltens liegt in der Verwendung von smarten Thermostaten und künstlicher Intelligenz. Hier gibt es bereits eine Vielzahl von Herstellern digitaler Optimierungsplattformen für Heizungsanlagen.

# 5 Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme

In diesem Kapitel werden ausschließlich theoretische, technisch sinnvolle Potenziale von erneuerbaren Energiequellen und Abwärme zur möglichen Wärmebereitstellung untersucht. In der Realität kommen oft noch verschiedenste Einflussfaktoren dazu, wie z. B. Politik, Schwierigkeiten mit Grundstückseigentümer usw., die das theoretische Potenzial deutlich reduzieren können. In diesem Konzept können solche Faktoren nur teilweise berücksichtigt werden.

## 5.1 Abwärme

Im Betrieb gewerblicher Anlagen fallen beispielsweise durch industrielle Prozesse oder den Stromverbrauch von Rechenzentren häufig erhebliche Wärmemengen an, die im weiteren Produktionsablauf nicht benötigt werden oder sogar hinderlich sind und somit als „Abwärme" gelten. Entsteht diese Abwärme in ausreichender Menge und mit hinreichender zeitlicher Kontinuität, kann sie als Wärmequelle für ein Wärmenetz genutzt werden. Unvermeidbare Abwärmepotenziale werden auf der Plattform für Abwärme[7] veröffentlicht. Die nachfolgende Tabelle stellt eine vereinfachte Zusammenfassung der vorhandenen Potenziale dar.

*Tabelle 40: Abwärmepotenziale in den drei Gemeinden gemäß Plattform für Abwärme*

| Firma | Ort | Abwärme-potenzial | Wärme-menge pro Jahr (kWh/a) | Leistung | Tempe-ratur | Dauer-hafte Verfüg-barkeit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bayerische Motoren Werke AG | Aschheim | Wärmepumpen Geb. 73 | 240.000 | 69 kW | 35 °C | nein |
| noris network AG | Aschheim | noris network (MUC5) | 35.040.000 | 3.433 kW | 30 °C | ja |
| Aalberts Surface Technologies GmbH | Kirchheim bei München | Abwärme Airmec Kältemaschine 1 | 533.066 | 85 kW | 50 °C | nein |
| Aalberts Surface Technologies GmbH | Kirchheim bei München | Abwärme Airmec Kältemaschine 2 | 533.066 | 85 kW | 50 °C | nein |
| Aalberts Surface Technologies GmbH | Kirchheim bei München | Abgas Heißwasserkessel | 232.996 | 37 kW | 150 °C | nein |
| NTT Global Data Centers EMEA GmbH | Kirchheim bei München | Abwärme des Rechenzentrums | 2.971.557 | 130 kW | 19 °C | ja |
| Portus Data Centers | Kirchheim bei München | Abwärme des Rechenzentrums | 8.988.000 | | 35 °C | ja |

Die noris network AG sticht mit großem Potenzial als sehr interessante Wärmequelle für den Einsatz einer Großwärmepumpe heraus. Ein weiteres hohes Potenzial findet sich bei Portus Data Centers. Im nächsten Schritt ist zu klären, aus welchem Medium die Abwärme der beiden Rechenzentren stammt

[7] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Bundesstelle für Energieeffizienz

und ob sie technisch sowie wirtschaftlich in das bestehende Wärmenetz oder in ein zukünftiges Netz eingebunden werden kann. Aufgrund des höheren und stabileren Temperaturniveaus lässt sich Abwärme aus wassergekühlten Systemen deutlich effizienter für den Betrieb von Großwärmepumpen nutzen als luftgekühlte Abwärme.

## 5.2 Solarenergie

Solarkollektoren nutzen die Energie der Sonne, indem sie Sonnenstrahlen aufnehmen und in Wärme umwandeln. Die am häufigsten eingesetzten Solarkollektortypen sind Flachkollektoren und Röhrenkollektoren. Damit möglichst viel Sonnenenergie absorbiert wird, besitzen Flachkollektoren eine schwarze Absorberfläche. Bei Röhrenkollektoren sind die mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gefüllten Rohre speziell geschwärzt. Eine Glasabdeckung verringert bei beiden Kollektorarten den Wärmeverlust an die Umgebung. Bei Röhrenkollektoren werden die Sonnenstrahlen zusätzlich mithilfe von Spiegeln gezielt auf die Rohre gelenkt. Dadurch können sie die Sonnenenergie besonders effizient nutzen und sind leistungsfähiger als Flachkollektoren, bei denen die Erwärmung der Flüssigkeit weniger direkt erfolgt. Der grundlegende Aufbau dieser beiden Kollektortypen ist in Abbildung 27 und Abbildung 28 dargestellt. Als Wärmeträger wird entweder direkt Wasser oder ein spezielles Öl eingesetzt, das höhere Temperaturen erreichen kann. Wird Öl verwendet, überträgt ein Wärmetauscher die aufgenommene Wärme anschließend auf das Wasser.

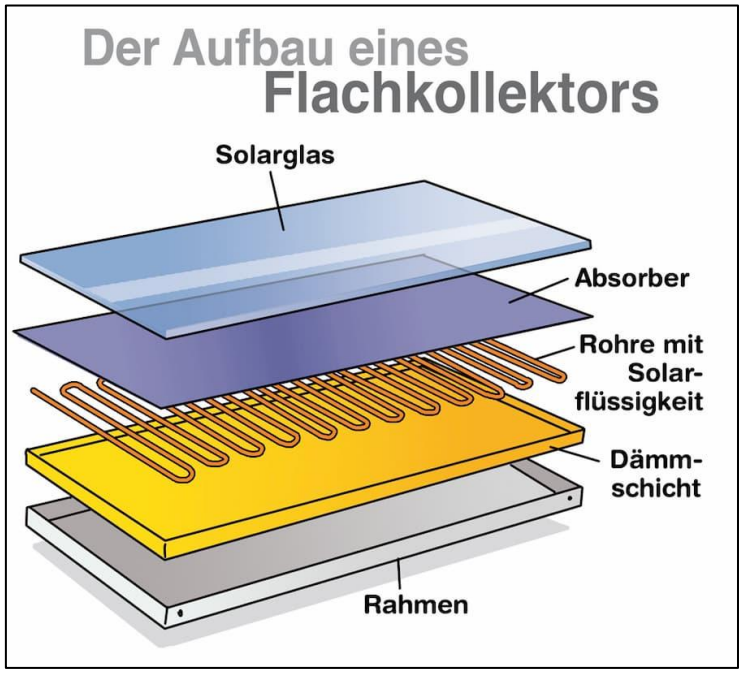



*Abbildung 27: Aufbau eines Flachkollektors*
*Quelle: solaranlage-ratgeber.de*

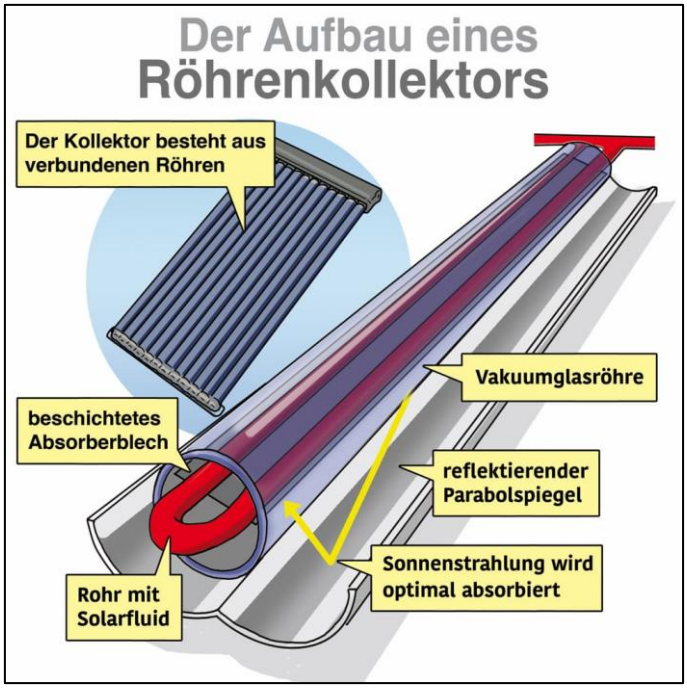



*Abbildung 28: Aufbau eines Röhrenkollektors*
*Quelle: solaranlage-ratgeber.de*

Die Sonnenenergie ist eine im menschlichen Maße unerschöpfliche Energiequelle. Gemäß Deutschem Wetterdienst treffen auf das Projektgebiet jährlich ca. 1.170 kWh/m² bzw. umgerechnet ca. 583.830 GWh gesamter Globalstrahlung. Das entspricht in etwa dem 1.670-fachen des gesamten Wärmebedarfs der Gemeinden. Der Großteil dieser Energie ist jedoch nicht nutzbar, da die Strahlung auch z. B. auf Waldflächen, Straßen oder Wasseroberflächen trifft. Zudem ist die Umwandlung von Strahlungsenergie in thermische oder elektrische Energie immer mit Verlusten verbunden. Eine handelsübliche Photovoltaikanlage erreicht derzeit einen Systemwirkungsgrad von etwa 16 – 18 %[8], je nach Modultyp. Thermische Solarkollektoren hingegen wandeln aktuell etwa die Hälfte der Strahlungsenergie in Wärme um (ca. 500 kWh/m²a). Zusätzlich fallen jedoch Systemverluste in geringem Ausmaß an. Dabei hängt das Potenzial von den verfügbaren und brauchbaren Flächen zur Installation von PV- oder solarthermischen Kollektoren ab.

PV-Freiflächenanlagen (FFPV) unterliegen einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen die unter anderem in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr[9] aufgelistet werden. Sofern Förderungen nach EEG in Anspruch genommen werden sollen, sind auch diese Regelungen einzuhalten. FFPV mit mehr als 1.000 kWp und bis zu 100 MWp (in 2023) Leistung sind im Sinne des EEG an Ausschreibungen der Bundesnetzagentur gebunden[10]. Damit eine FFPV förderfähig im Sinne des EEG ist, sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten. Zum Beispiel können im EEG landwirtschaftlich benachteiligte Flächen für FFPV genutzt werden.

[8] *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. 17.05.2023. Fraunhofer ISE, Dr. Harry Wirth
[9] Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hinweise des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr. In Abstimmung mit den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, für Umwelt und Verbraucherschutz sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stand 10.12.2021
[10] Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

Agri-PV bietet im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine interessante Ergänzung zur klassischen Solarenergie, da sie landwirtschaftliche Nutzung und Stromerzeugung effizient kombiniert. Durch die Installation von PV-Modulen über Acker- oder Grünlandflächen entsteht zusätzlicher Solarstrom, der perspektivisch zur Versorgung von Wärmepumpen, Nahwärmenetzen oder Power-to-Heat-Anlagen beitragen kann. Obwohl Agri-PV im Vergleich zu Dach- und Freiflächenanlagen meist nur einen kleineren Anteil des Gesamtpotenzials ausmacht, erweitert sie die lokal verfügbaren Flächenressourcen und stärkt die Resilienz der Energieversorgung, ohne die landwirtschaftliche Produktion wesentlich einzuschränken.

Kleine Dachflächen können individuell im Solarkataster für den Landkreis München auf Wirtschaftlichkeit und technische Rentabilität überprüft werden (https://www.solare-stadt.de/kreis-muenchen/spk). Für die Einbindung in ein Wärmenetz wird gemäß dem „Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung"[11] sowohl für solarthermische Freiflächenanlagen als auch für Dachflächenanlagen eine Mindestfläche von 2.000 m² angesetzt. Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Kollektorfläche in kleinere Areale bei FFST möglich, jedoch steigen hiermit die Investitionskosten. Vor allem bei Dachanlagen, die grundsätzlich teurer ausfallen als Freiflächenanlagen, ist die Aufteilung meistens unvermeidbar.

Solarthermische Freiflächenanlagen eignen sich insbesondere zur Einspeisung in Fernwärmenetze mit vergleichsweise niedrigen Vorlauftemperaturen. Hochtemperatur-Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren können zwar Temperaturen von deutlich über 100 °C erreichen und sind somit für alle gängigen Vorlauftemperaturen einsetzbar; sie sind allerdings kostenintensiver als herkömmliche Flachkollektoren, die Temperaturen von bis zu etwa 80 °C liefern können.

Solarthermie allein reicht in einem Wärmenetz meist nicht aus, da die Sonneneinstrahlung und der Wärmebedarf nicht immer gleichzeitig auftreten. Solare Wärme wird daher häufig zur Vorwärmung genutzt und kann durch Kurzzeit- oder saisonale Wärmespeicher zwischengespeichert werden. Solche Speicherlösungen ermöglichen es zunehmend, Solarthermie effektiv in die Versorgung von Wärmenetzen zu integrieren.[12]

Geeignete Standorte ergeben sich in erster Linie durch den Ausschluss ungeeigneter Flächen. FFPV und FFST dürfen nicht auf Flächen von geschützten Biotopen, Wasserschutzgebieten, Überschwemmungsgebieten oder sonstigen Naturschutzgebieten gebaut werden. Auch Wald- und Siedlungsflächen (Puffer 50 m) wurden ausgeschlossen. Sämtliche Flächen, die nicht als ungeeignet eingestuft werden, gelten als potenziell geeignete Standorte. Geeignete Standorte sind unter anderem Konversionsflächen, Altlasten(-verdachts)flächen sowie Trassen entlang von Autobahnen und Schienen oder Grün- und Landwirtschaftsflächen. Diese Flächen sollten eine ungestörte südliche Sonneneinstrahlung erhalten.

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben sowie von Verschattungseffekten können somit die in Abbildung 29 dargestellten Flächen als potenzielle Freiflächensolar-Standorte ausgewiesen werden. Die in Gelb und Orange markierten Flächen beschreiben die förderfähigen Flächen nach dem EEG und BauGB, bei denen Bauanträge aufgrund ihrer (Auto-)Bahnnähe schnellere Genehmigungen

[11] *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
[12] *Solarthermie und Holzenergie im Wärmenetz*. 30.09.2020. C.A.R.M.E.N. e.V.

nach sich ziehen können. Diese Förderflächen sind mit einem Abstand von 25 m – 500 m vom Bahngleis bzw. der Autobahn entfernt und gelten als besonders sinnvoll. Die rot schraffierten Flächen bezeichnen dabei den Anteil der Potenzialflächen, welche innerhalb von 1 km Abstand zu Siedlungsgebieten liegen und daher für Solarthermie-Wärmenetze geeignet wären. Dachflächen von mehr als 2000 m² sind in Grün gekennzeichnet.

Zudem wurden 140 Objekte identifiziert, die über eine Dachfläche von mehr als 2.000 $m^2$ verfügen. Insgesamt stehen 689.147 $m^2$ Dachfläche zur Verfügung.

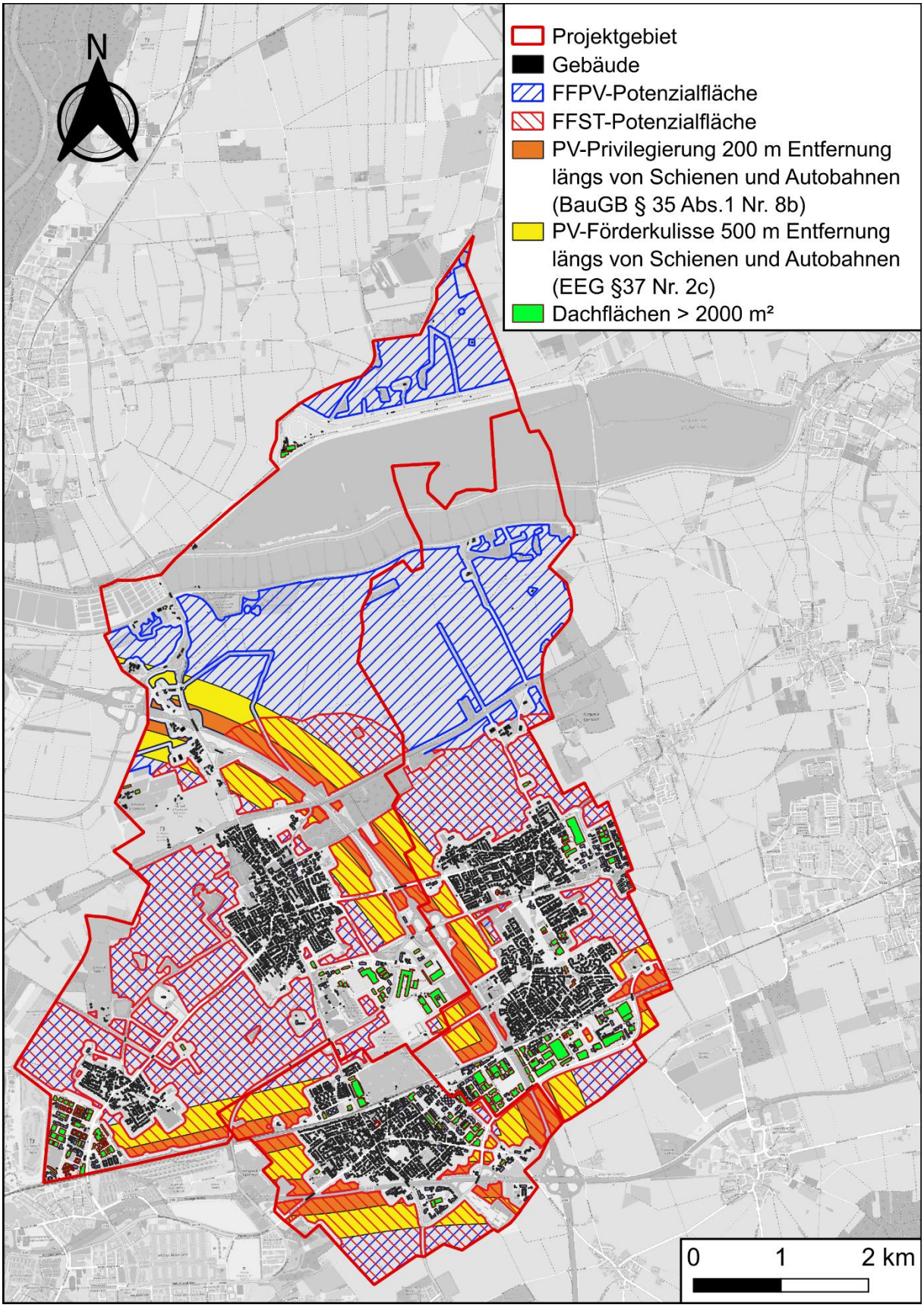



*Abbildung 29: FFPV/FFST-Potenzialflächen im Projektgebiet*

Die Potenzialflächen im Projektgebiet gliedern sich nach Tabelle folgendermaßen auf.

*Tabelle 41: Solar-Potenzialflächen im Projektgebiet*

| | **Potenzialfläche FFPV [m²]** | **Potenzialfläche FFST [m²]** |
|---|---|---|
| **Potenzialfläche FFPV/FFST** | 22.031.674 | 13.165.225 |
| *Davon Förderkulisse 500 m* | *5.347.331* | - |
| *Davon Privilegierung 200 m* | *1.864.495* | - |
| **Dachflächen > 2000 m²** | 689.147 | |
| **Gesamtpotenzialfläche PV/ST** | **22.720.821** | **13.854.372** |

Der Großteil der Gemeindeflächen eignet sich für eine solarenergetische Nutzung, die Siedlungsgebiete und Gewässer bilden größere Ausschlussflächen. Daher können solarthermische Gebiete in ausreichender Nähe zu einem potenziellen Wärmenetz erbaut werden. Die maximale Entfernung zwischen Kollektorfreiflächen und Punkt der Wärmenetzeinspeisung wird in Anlehnung an die „Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung" auf 1.000 m gesetzt[13].

Der Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung[14] schlägt für die Kollektoren einen Flächenertrag von 400 kWh/m² vor. In der Praxis liegen die Kollektorflächenerträge in südlichen Regionen Deutschlands mittlerweile bei 450 bis 500 kWh/m² [15]. Laut Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen[16] ergibt sich bei einem Verhältnis von Land- zu Kollektorfläche von 2 bis 2,5 ein Wärmeertrag von rund 200 kWh/m² Aufstellfläche (ca. 2.000 MWh/ha), da nur ein Teil der Fläche tatsächlich mit Kollektoren belegt wird. Bei einer Potenzialfläche von 13.854.372 m² könnten somit ca. 2.770.874 MWh an Wärme pro Jahr erzeugt werden.

Die Potenzialflächen für PV-Anlagen entsprechen den Potenzialflächen für ST-Anlagen, jedoch sind die Flächen für PV-Anlagen nicht von der Distanz zum Wärmenetz abhängig. In diesem Wärmeplan werden nur Flächen für größere PV-Anlagen (FFPV und Dachflächen > 2.000 m²) betrachtet. Insgesamt stehen im Projektgebiet 22.031.674 m² Freifläche und 689.147 m² Dachfläche >2.000 m² zur Verfügung. Angenommen es werden pro kWp etwa 10 m² Aufstellfläche benötigt[17], ergibt sich bei 1.000 Volllaststunden[18] ein Gesamtpotenzial von ca. 2.272.082 MWh pro Jahr.

Damit eine FFPV förderfähig ist im Sinne des EEG sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten. Zum Beispiel können im EEG landwirtschaftlich benachteiligte Flächen für FFPV genutzt werden. Diese Flächenkulisse stammt aus der Agrarförderung, die zum 01.01.2019 geändert wurde. Die benachteiligten Gebiete nach EEG umfassen jedoch die Flächenkulissen aus sowohl der neuen und alten Regelung. Laut Energie-Atlas Bayern handelt es sich bei

[13] *Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung.* 08.2021 Beitrag zur Berichtspflicht EnEff-RL, Artikel 14, Anhang VIII. Umweltbundesamt. CLIMATE CHANGE 54/2021
[14] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020): *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*.
[15] BSW-Solar (2024): *Solarthermie für Wärmenetze.*
[16] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2019): *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*.
[17] *Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023
[18] Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. 17.05.2023, Fraunhofer ISE

Feldkirchen und Kirchheim bei München vollständig um benachteiligtes Gebiet, in Aschheim besteht ein Gebiet zwischen Dornach und Mooswiesen, welches nicht als benachteiligt gilt.

Die Kosten von Solarthermieanlagen sind sowohl von der Anlagengröße, vom Kollektortyp als auch von der Anlagenfläche abhängig. Abbildung 30 stellt die Kostenfunktion für FFST mit Vakuum-Röhren- sowie mit Flachkollektoren graphisch dar.

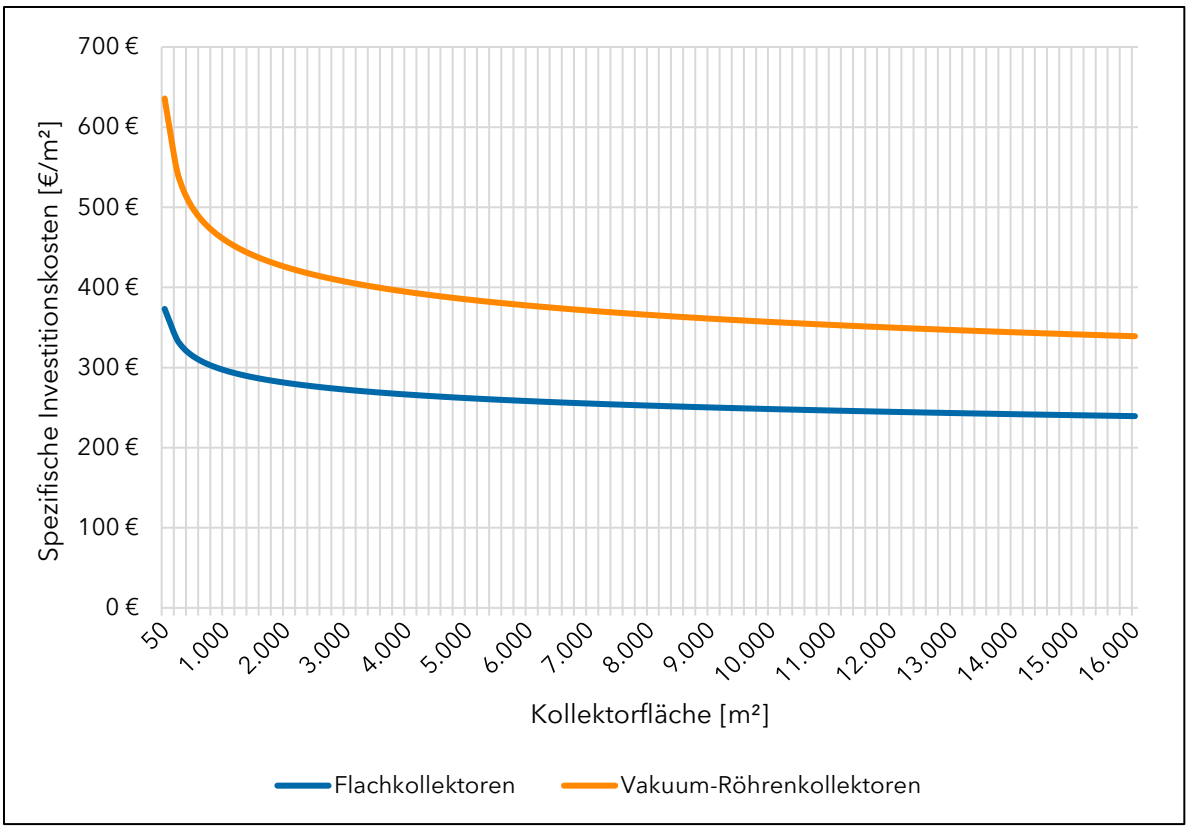



*Abbildung 30: Spezifische Investitionskosten von Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren. Quelle: KWW Technikkatalog*

Die Lebensdauer sowie die Wartungs- und Instandsetzungskosten von Solarthermieanlagen werden in Tabelle 42 aufgelistet.

*Tabelle 42: Nutzungsdauer und Kosten von Solarthermieanlagen gemäß VDI 2067*

| Kollektortyp | Wartung- und Instand-setzungskosten | Nutzungsdauer nach VDI 2067 |
|---|---|---|
| Absorber | 1,5% | 18,00 |
| Flachkollektor | 1,5% | 20,00 |
| Vakuum-Röhren | 1,5% | 18,00 |

## 5.3 Umweltwärme

### 5.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Wärme der obersten Erdschicht auf niedrigem Temperaturniveau, die über Sonden oder Erdwärmekollektoren auf ein Arbeitsmedium übertragen und dann mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gehoben wird.

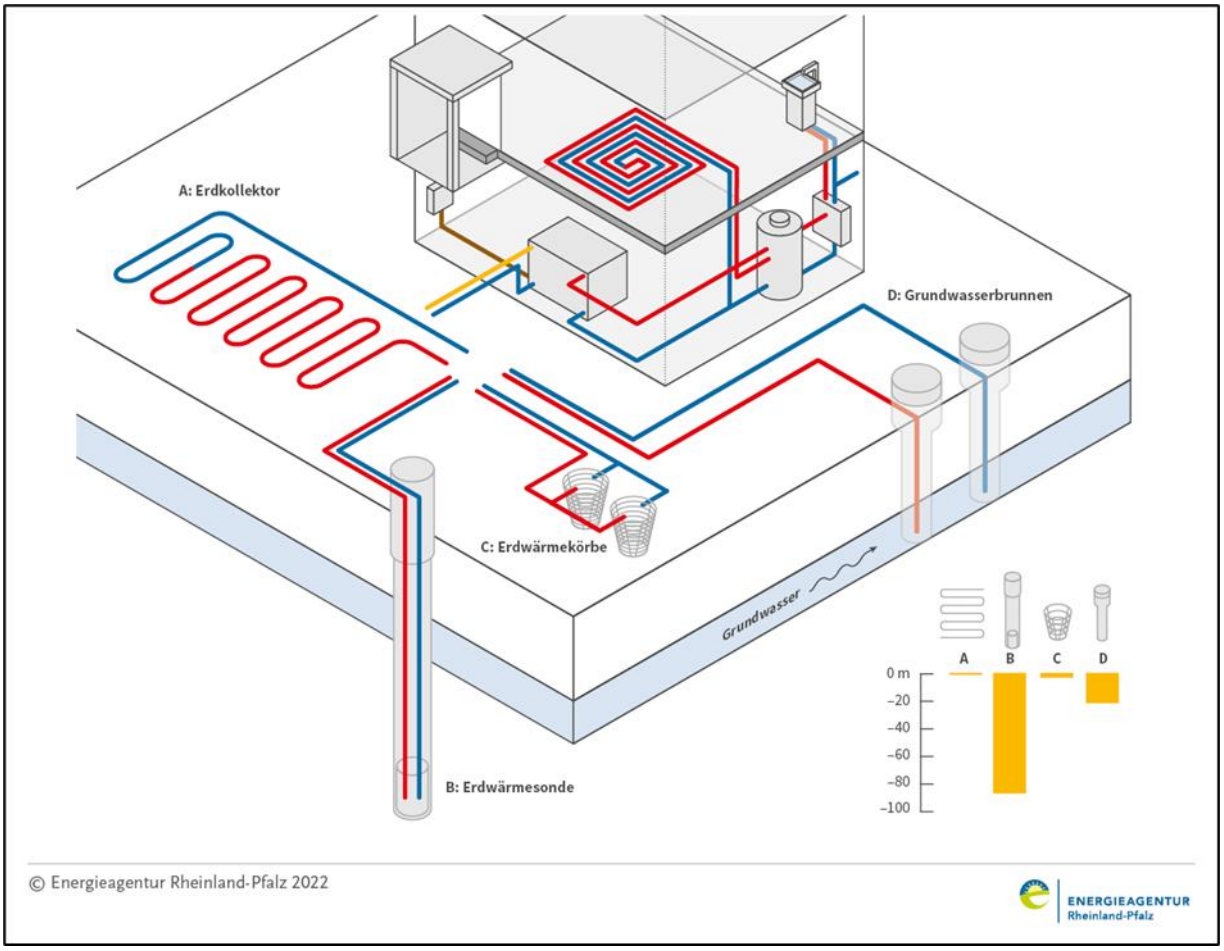



*Abbildung 31: Überblick über Wärmeentzugstechnologien zur Nutzung oberflächennaher Geothermie*
*Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz*

Nicht jedes Grundstück ist für oberflächennahe Geothermie geeignet. Aus gewässerschutzrechtlichen Gründen ist die Wärmeförderung mittels Erdwärmesonden häufig sogar verboten. In den meisten Fällen ist eine Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde erforderlich.

Vor der Installation von Erdwärmepumpen sollte immer überprüft werden, ob Grundwasseranschluss, ausreichend hohe Temperaturniveaus bzw. ausreichende Leitfähigkeiten des Bodens vorhanden sind, um einen entsprechend hohen Coefficient of Performance (COP) zu erreichen. Der COP ist

die Leistungszahl einer Wärmepumpe und beschreibt das Verhältnis von abgegebener Nutzwärme zur eingesetzten Antriebsenergie (meist Strom)[19].

Wärmepumpen nutzen die Energie aus der Umgebung – etwa aus Luft, Wasser oder dem Boden – und machen sie für Heizzwecke nutzbar. Anders als ein herkömmlicher Heizkessel erzeugen sie Wärme nicht selbst, sondern übertragen sie von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein höheres. Dadurch liefern sie mehr Wärmeenergie, als an elektrischer Energie zur Verfügung gestellt wird (COP > 1).

Die Funktionsweise beruht auf einem thermodynamischen Kreislauf: Ein spezielles Kältemittel verdampft bereits bei niedrigen Temperaturen. Im Verdampfer entzieht es der Umgebung Wärme und geht dabei in den gasförmigen Zustand über. Dieser Dampf wird anschließend im Kompressor verdichtet. Durch die Verdichtung steigt Temperatur und Druck des Kältemittels stark an. Im Verflüssiger gibt das Kältemittel die aufgenommene Wärme an das Heizsystem ab und kondensiert wieder. Danach wird das Kältemittel über ein Expansionsventil entspannt und der Kreislauf beginnt von vorn. Auf diese Weise lässt sich Umweltwärme effektiv „konzentrieren" und auf ein Temperaturniveau bringen, das für Heizungen oder Warmwasseraufbereitung geeignet ist. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 32 veranschaulicht.

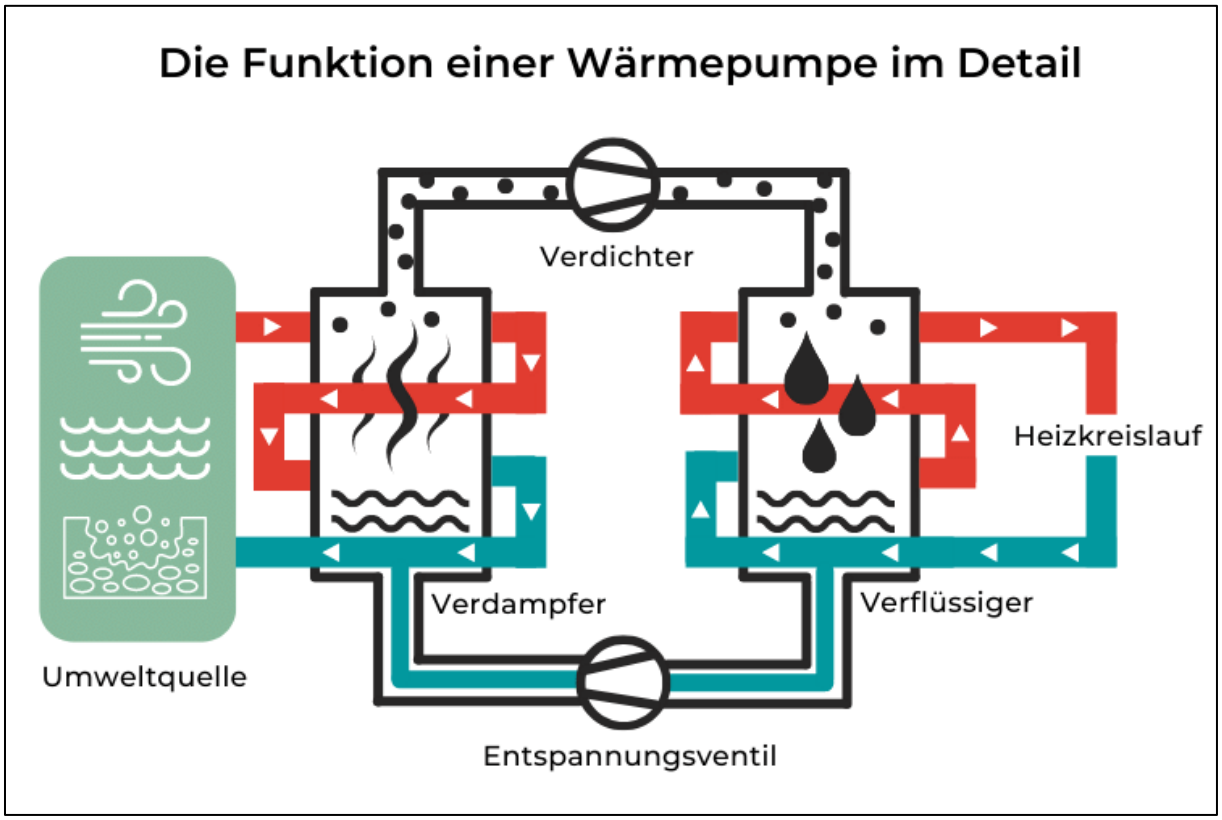



*Abbildung 32: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe*
*Quelle: solarwatt.de*

[19] Der COP von Wärmepumpen einfach erklärt

Abbildung 33 demonstriert, dass im ganzen Projektgebiet ein hohes Potenzial für alle Nutzungsarten der oberflächennahen Geothermie vorliegt. Oberflächennahe Geothermie wird oft für die Versorgung einzelner Gebäude genutzt, jedoch sind auch größere Anlagen zur Speisung eines Wärmenetzes möglich. Hier könnten sich an vielversprechenden Standorten die Durchführung von Machbarkeitsstudien zu Grundwasser- und Erdwärme anbieten.

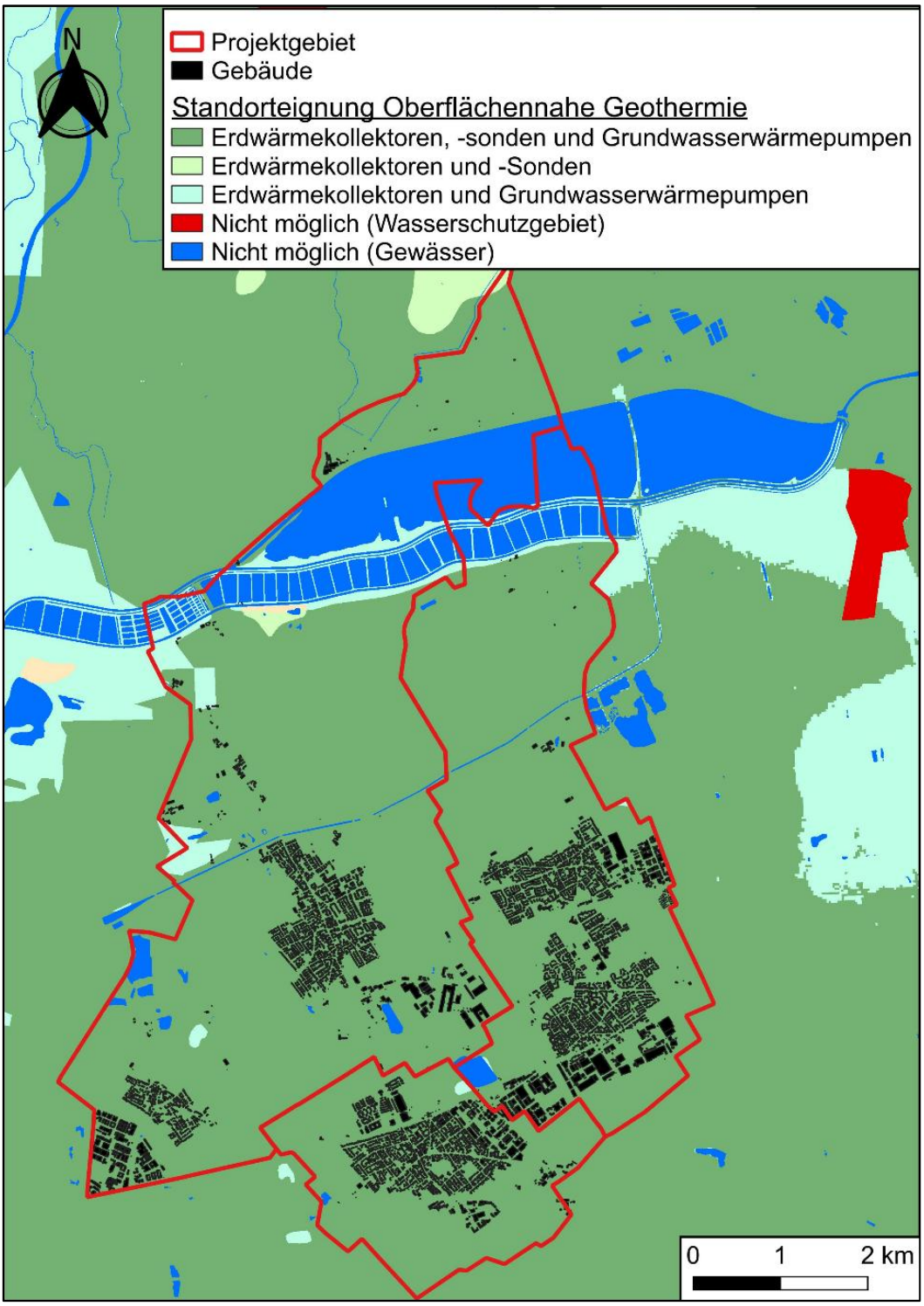



*Abbildung 33: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

#### 5.3.1.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in Bohrungen von 20 – 100 m, manchmal sogar bis 400 m Tiefe eingebracht, wonach die Bohrlöcher mit einem Material maximaler Wärmeleitfähigkeit (Quarz-, Silikat- oder Graphit-angereicherte Bentonit- bzw. Zementmischungen) aufgefüllt werden. Für Erdwärmesonden ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens sehr relevant. Im Projektgebiet liegt diese bis zu 100 m zwischen 2,0 W/(m*K) und im Süden Kirchheims, Osten Feldkirchens und Nordwesten Aschheims bis zu 2,4 W/(m*K). All diese Gebiete sind potenziell Flächen mit guter Eignung für Erdwärmesonden.

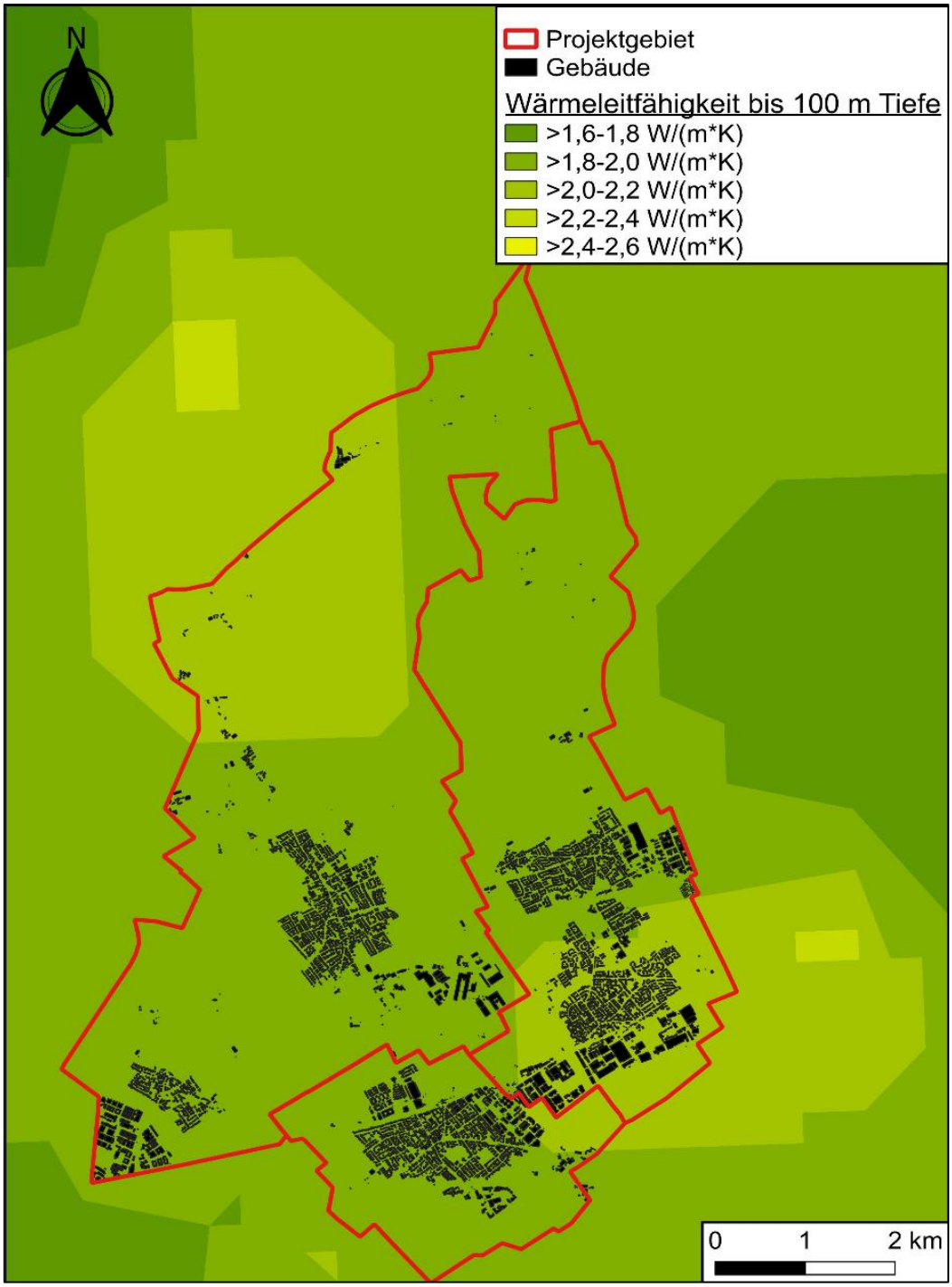



*Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet bis 100 m Tiefe*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

Eine Kombination von einem Erdsondenfeld und einer Überbauung mit Solarthermie-, PV- oder PVT-Anlagen ist laut Aussagen verschiedener Hersteller möglich. Solche Kombinationen ergeben sehr hohe Flächennutzungsraten. Zudem kann überschüssige Wärme thermischer Solaranlagen (die meistens im Sommer anfällt, wenn die Heizlast der Wärmeabnehmer niedrig ist) über die Erdsonden in den Boden geführt werden. Mit diesem Prinzip wird das Erdsondenfeld regeneriert, um die Langlebigkeit der Anlage sicher zu stellen. Wird mehr Wärme zugeführt als entnommen wird, so funktioniert das Erdsondenfeld als saisonaler Wärmespeicher. Mehr Informationen zu Wärmespeichern sind im Kapitel 5.10 verfügbar.

Im Projektgebiet sind vor allem Ton-, Mergel-, Sand- und Sandsteinschichten der tertiären Molasse vorhanden. Diese Sedimentgesteine haben eine gute Eignung für oberflächennahe geothermische Nutzung.[20]

Erdsondenfelder müssen jährlich regeneriert werden, um eine Auskühlung zu verhindern. Um ein Erdsondenfeld langfristig zu betreiben, muss in etwa die gleiche Wärmemenge, die aus dem Boden entzogen wird (Kälteleistung), wieder zurückgeführt werden. Ein Erdsondenfeld kann somit nicht durchgehend als Wärmequelle genutzt werden. Wird im Sommer Überwärme, oder sonstige Wärme, in das Erdsondenfeld eingespeist, so kann es im Winter als Wärmequelle benutzt werden. Erdsondenfelder eignen sich aufgrund der niedrigen Temperaturen vor allem gut für Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können nur geringe COP-Zahlen der Wärmepumpen erreicht werden. Derzeit werden Erdsondenfelder daher lediglich in Wärmenetzen mit niedrigeren Temperaturen sowie in Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z. B. 75 °C steigen.

Bei der Nutzung von Erdsondenfeldern ist es wichtig, die thermische Belastung des Untergrundes zu kontrollieren. Die sogenannte ungestörte Bodentemperatur beschreibt die natürliche Temperatur des Erdreichs in einer bestimmten Tiefe, die sich ohne äußere Einflüsse einstellt und in Mitteleuropa typischerweise zwischen 8 und 12 °C liegt. Wird im Sommer Wärme in das Erdsondenfeld eingespeist, darf die Temperatur des Bodens nicht mehr als etwa 15 °C über diesen Wert ansteigen. Eine stärkere Erwärmung würde das thermische Gleichgewicht des Untergrundes langfristig verändern und die Effizienz der Wärmepumpen im Winter deutlich mindern. Zudem könnte eine Überhitzung die Wärmeleitfähigkeit des Bodens verschlechtern und die eingesetzten Materialien wie Sondenrohre und Verfüllmassen mechanisch und thermisch belasten. Die Einhaltung dieser Temperaturgrenze ist daher entscheidend, um die nachhaltige Funktionsfähigkeit und Lebensdauer des Erdsondenfeldes sicherzustellen.

[20] Geologischer Überblick Bayern - LfU Bayern

#### 5.3.1.2 Erdwärmekollektoren

Für Erdwärmekollektoren wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Böden bis 2 m Tiefe analysiert. Im Projektgebiet liegen diese Werte der Wärmeleitfähigkeit zwischen 1,0 und 1,6 W/m*K[21].

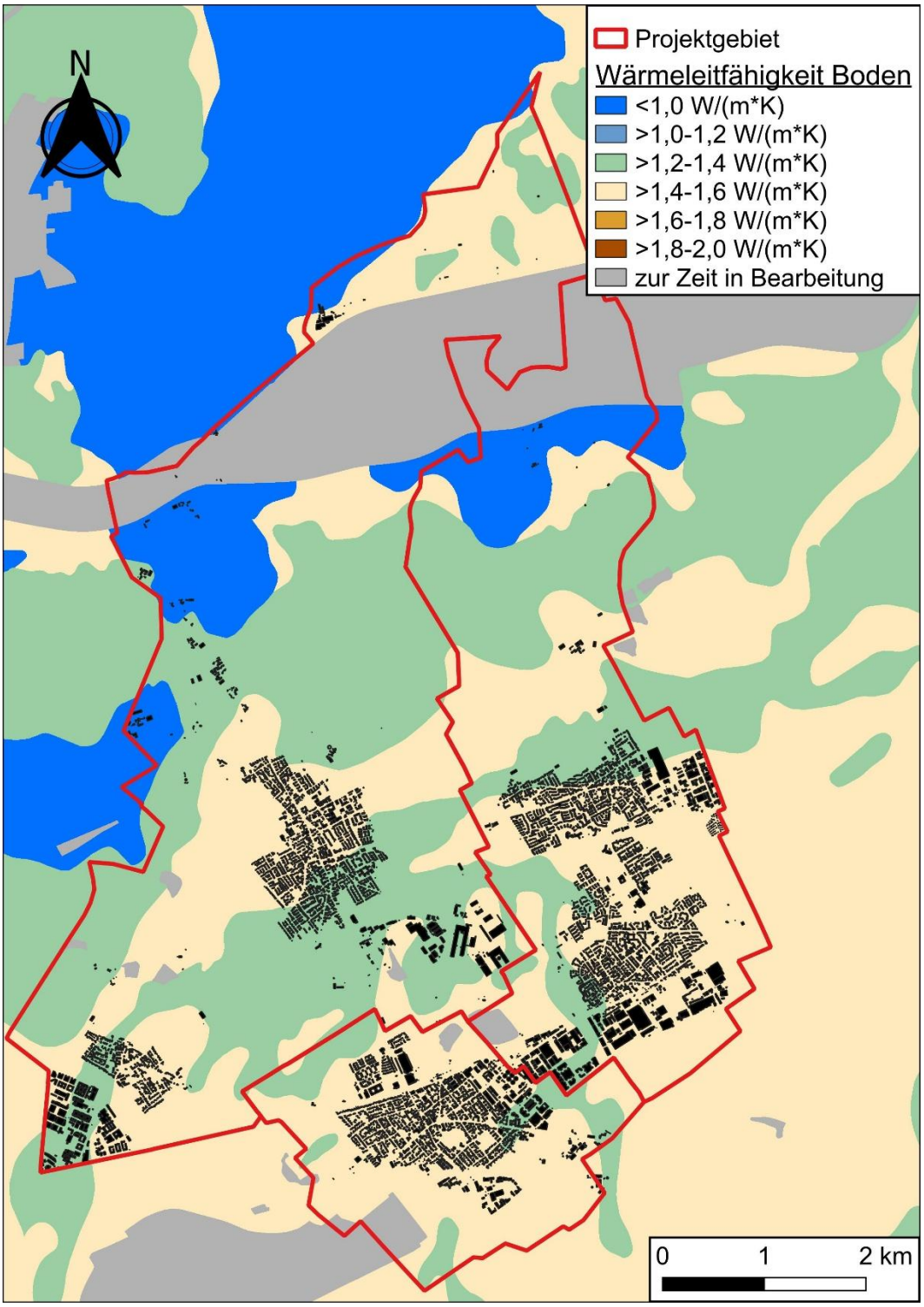



*Abbildung 35: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

[21] Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung (Bayern-Atlas)

Gemäß der Richtlinie VDI 4640 Blatt 2 („Thermische Nutzung des Untergrunds - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen) erhalten Wärmeleitfähigkeiten von 1,2 – 1,6 W(m*K) die Stufe mittel und eine Bewertung als gut geeignet. Die Grabbarkeit des Untergrundes bis 1 m Tiefe ist eine wichtige Voraussetzung zur Dimensionierung von Kollektoren. Diese ist laut Energie-Atlas Bayern im ganzen Projektgebiet mit der höchsten Einstufung „mit hoher Wahrscheinlichkeit grabbar" ausgeschildert. Das liegt an der vorherrschenden Dominanz von Lockersubstraten und tiefgründigen Böden. Außerdem ist die Leistung der Erdwärmekollektoren stark von den klimatologischen Bedingungen, also den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen abhängig[22]. Gemäß Daten von ThermoMap herrschen in Aschheim folgende klimatologische Bedingungen, welche als für alle Gemeinden repräsentativ angenommen werden:

| Jahresniederschlag (mm) | Mittlere Jahrestemperatur (°C) | Niedrigste Jahrestemperatur (°C) | Höchster monatlicher Niederschlag (mm) |
|---|---|---|---|
| 945 | 8.42 | -5.50 | 125 |

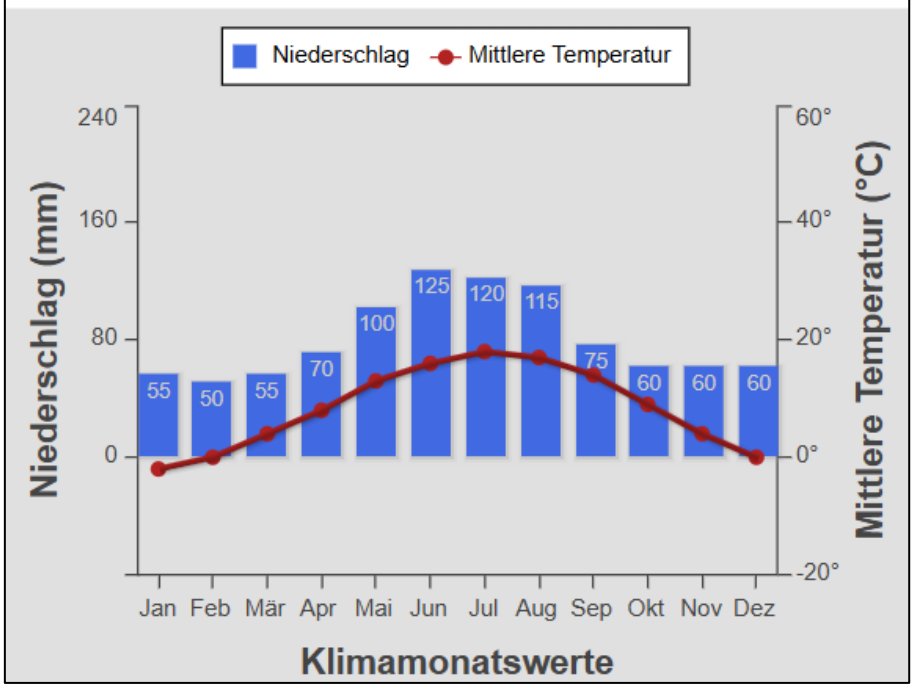



*Abbildung 36: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in Aschheim*
*Quelle: ThermoMap*

Aus Abbildung 36 geht hervor, dass in Aschheim im Schnitt eine Temperaturschwankung von mehr als 20 °C vorliegt. Im Sommer haben Erdwärmekollektoren gute COP-Werte (COP = 4-5). Die Nachfrage nach Wärme ist im Sommer zwar nicht so hoch wie im Winter, kann jedoch mit den Kollektoren gut überbrückt werden. Die erhöhten Niederschlagsmengen in den Sommermonaten begünstigen diesen Vorgang, da die Feuchtigkeit im Boden die Wärmeleitfähigkeit erhöht. Im Winter dienen Erdwärmekollektoren mehr für Wärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen zur Wärmeversorgung von Neubaugebieten. Zudem eignen sich diese Anlagen für eine dezentrale Wärmeversorgung. Zurzeit werden Erdwärmekollektoren vor allem im Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Vorlauftemperaturen nicht über z. B. 75 °C steigen. Erdwärmekollektoren brauchen für größere Wärmenetze

[22] www.stmwi.bayern.de

sehr große Flächen, daher ist eine Kombination von Erdwärmekollektorfeldern und Solaranlagen nur bedingt realisierbar.

#### *5.3.1.3 Grundwasserwärmepumpen*

Für Grundwasserwärmepumpen sind passende Grundwasserflurabstände gefordert. Der Begriff Grundwasserflurabstand bezeichnet den Abstand zwischen der Geländeoberfläche und dem Grundwasserspiegel. Für den Betrieb von Grundwasserwärmepumpen ist dieser Abstand entscheidend, da die Förderbrunnen nur dann wirtschaftlich und technisch sinnvoll betrieben werden können, wenn das Grundwasser in einer geeigneten Tiefe ansteht. Für Grundwasserwärmepumpen sind mittlere Flurabstände von ca. 5–20 m am besten geeignet. Sie stellen sicher, dass das Grundwasser leicht zugänglich ist, die Brunnen wirtschaftlich betrieben werden können und gleichzeitig ein ausreichender Schutz vor Oberflächenwasser besteht. Diese, sowie die Mächtigkeiten vorhandener Aquifere können in Zuge von Machbarkeitsstudien und Probebohrungen detailliert ermittelt werden. Bei größeren Projekten werden für die Potenzialermittlung potenzielle Standorte identifiziert, an denen Probebohrungen (Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen) gesetzt und Pumpversuche durchgeführt werden. Für die Grundwassernutzung ist die lokale Hydrogeologie relevant.

Abbildung 37 demonstriert die hydrogeologischen Gegebenheiten im und um das betrachtete Projektgebiet. Auffällig ist, dass das gesamte Projektgebiet in einem Bereich hoher Ergiebigkeit liegt. Hier sind Grundwasserwärmepumpen besonders geeignet, zum einen aufgrund des sehr ergiebigen Grundwasservorkommens und zum anderen durch die kurzen Leitungswege zu den Wärmeabnehmern, also vom Wärmenetz zu den Anschlussnehmern oder den dezentralen Heizungen. Die genaue Menge an verfügbarem Grundwasser kann über Probebohrungen und Pumpversuche ermittelt werden. Sind hohe Mengen und Fließraten vorhanden, so ist das Wärmepotenzial vielversprechend. Zudem besteht die Möglichkeit, beliebig viele Förder- und Schluckbrunnen (ausreichend Abstand zwischen den Anlagen vorausgesetzt) zu installieren, um die Gesamtleistung zu erhöhen.

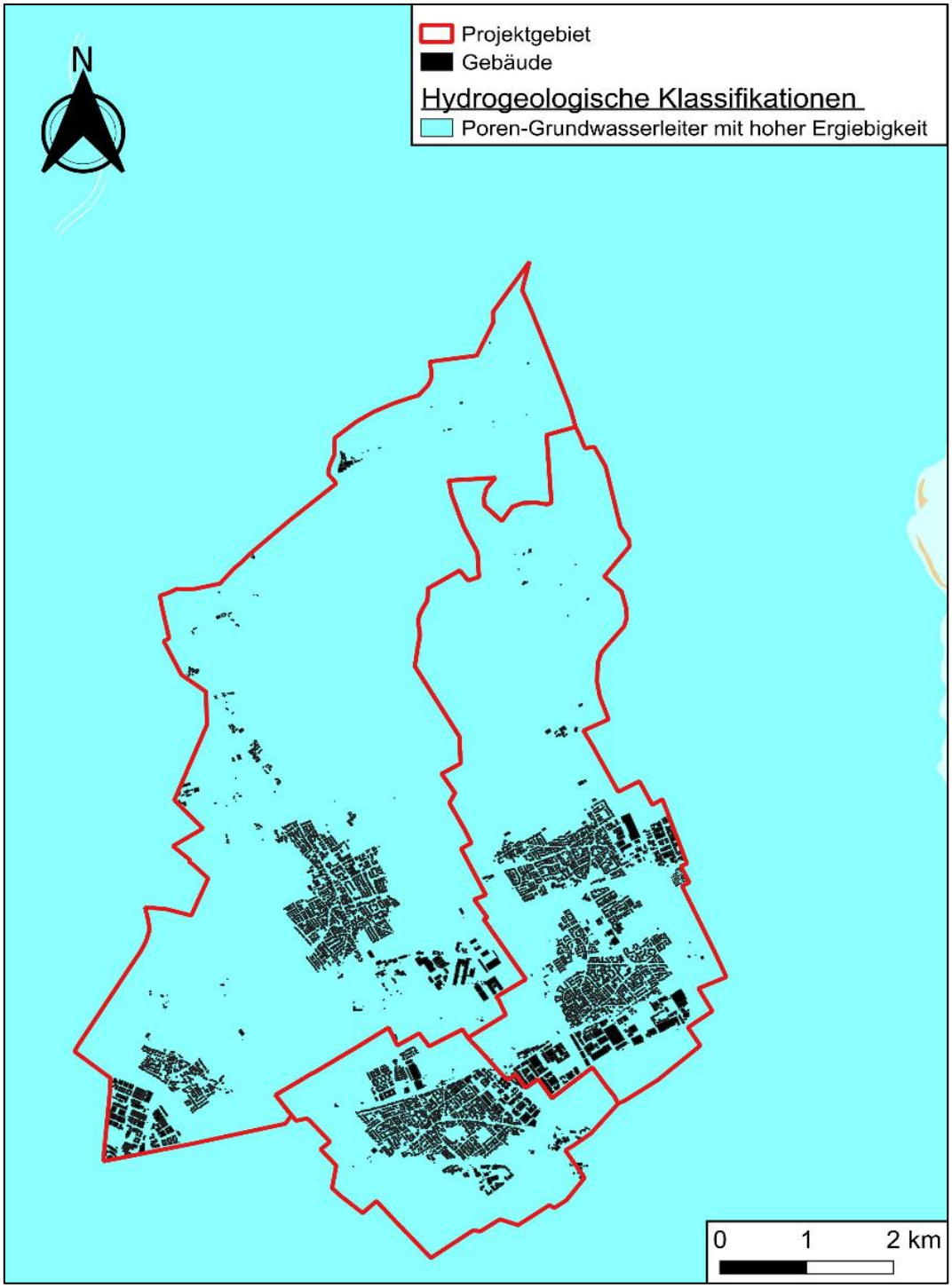



*Abbildung 37: Hydrogeologische Klassifikation der Grundwasserleiter*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

Abbildung 38 veranschaulicht die Entzugsleistung für Grundwasserwärmepumpen pro Brunnenpaar mit einem Abstand von 100 m. Große Brunnenpaare werden meist für zentrale Versorgungsnetze oder größere Gewerbegebiete errichtet. Die größten Entzugsleistungen werden in den dunkelbraunen Bereichen mit 1.056 kW erreicht. Auch kleinere Dimensionierungen von Brunnenpaaren für eine dezentrale Versorgung sind möglich, hier werden gemäß Energie-Atlas Bayern Entzugsleistungen bis zu ca. 106 kW erreicht (siehe Abbildung 39). Gut zu sehen ist, dass die hohen Entzugsleistungen mit den in Abbildung 37 dargestellten hydrogeologischen Klassifizierungen der Grundwasserleiter

übereinstimmen. Im gesamten Projektgebiet können somit hohe Wärmeleistungen erreicht werden, die potenziellen Entzugsleistungen liegen in der Nähe des bebauten Gebietes am höchsten.

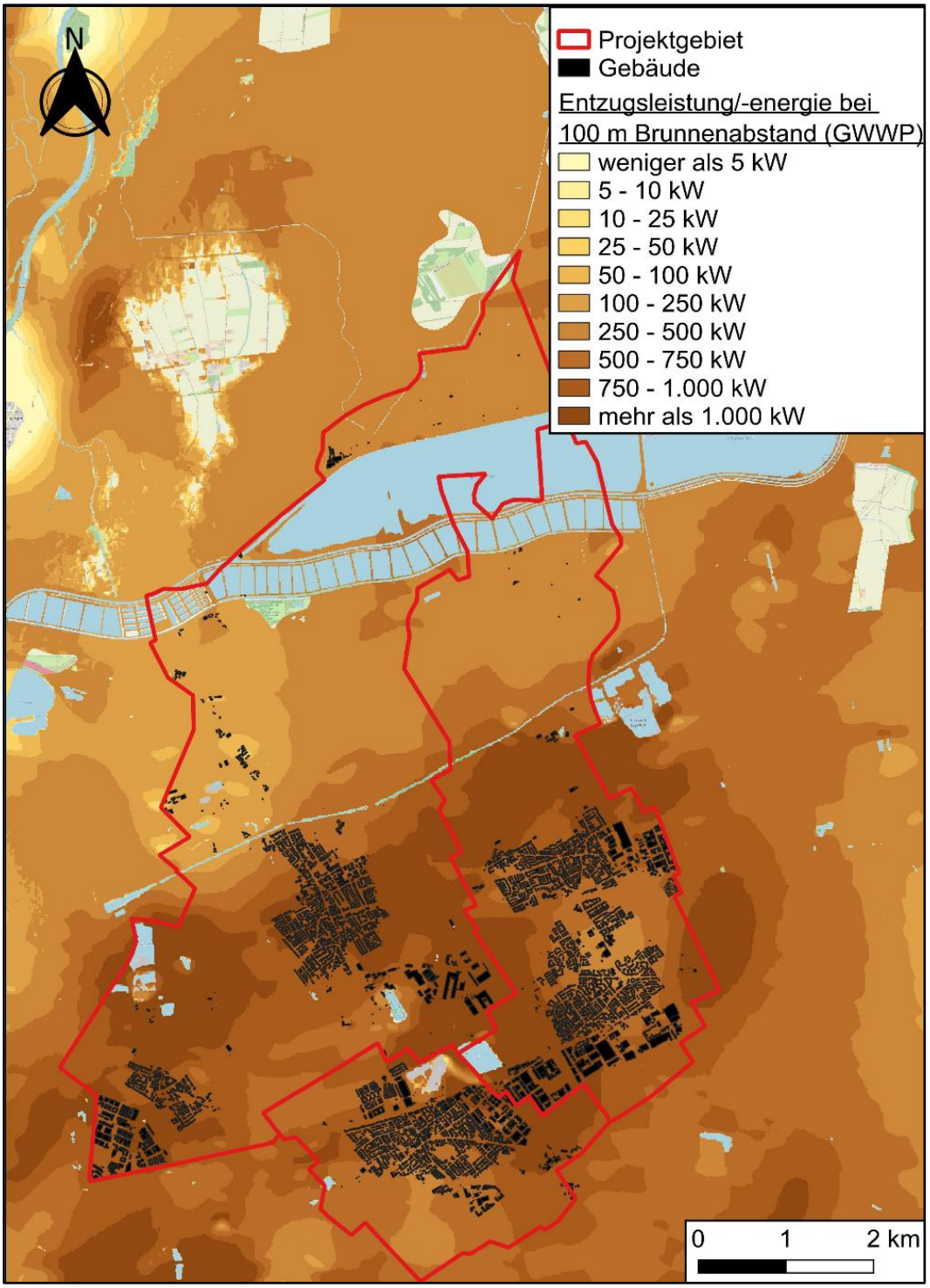



*Abbildung 38: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

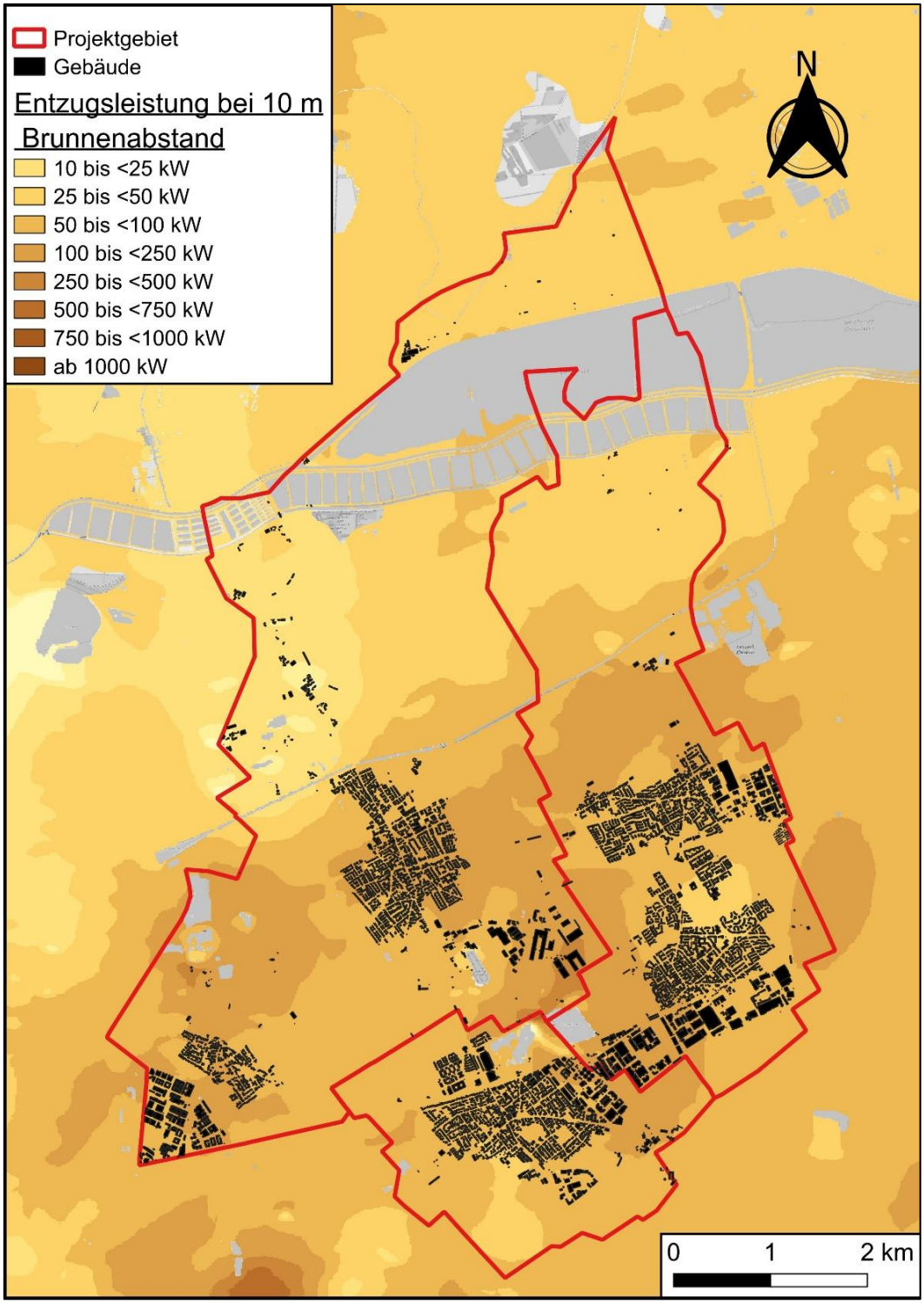



*Abbildung 39: Entzugsleistungen bei 10 m Brunnenabstand*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt*

In Bezug auf die Kosten liegen die drei oben genannten Technologien (Erdwärmesonden und -kollektoren, Grundwasserwärmepumpen) nah beieinander. Je nach Erkundungsarbeit können bei den Bohrungen unterschiedlich hohe Kosten entstehen. Auch bei den Wärmepumpen variieren die Preise je nach Kältemittel, Quelltemperatur und Temperaturhub stark und liegen bei größeren Wärmepumpen (> 1MW) z. B. zwischen 250 €/kW und 950 €/kW. Bei kleineren Wärmepumpen betragen die Kosten oft mehr als 1.000 €/kW. Meistens fallen die Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdwärmesonden

und -kollektoren) im Vergleich zu Wasser-Wasser Wärmepumpen (Grundwasserwärmepumpen) etwas teurer aus.

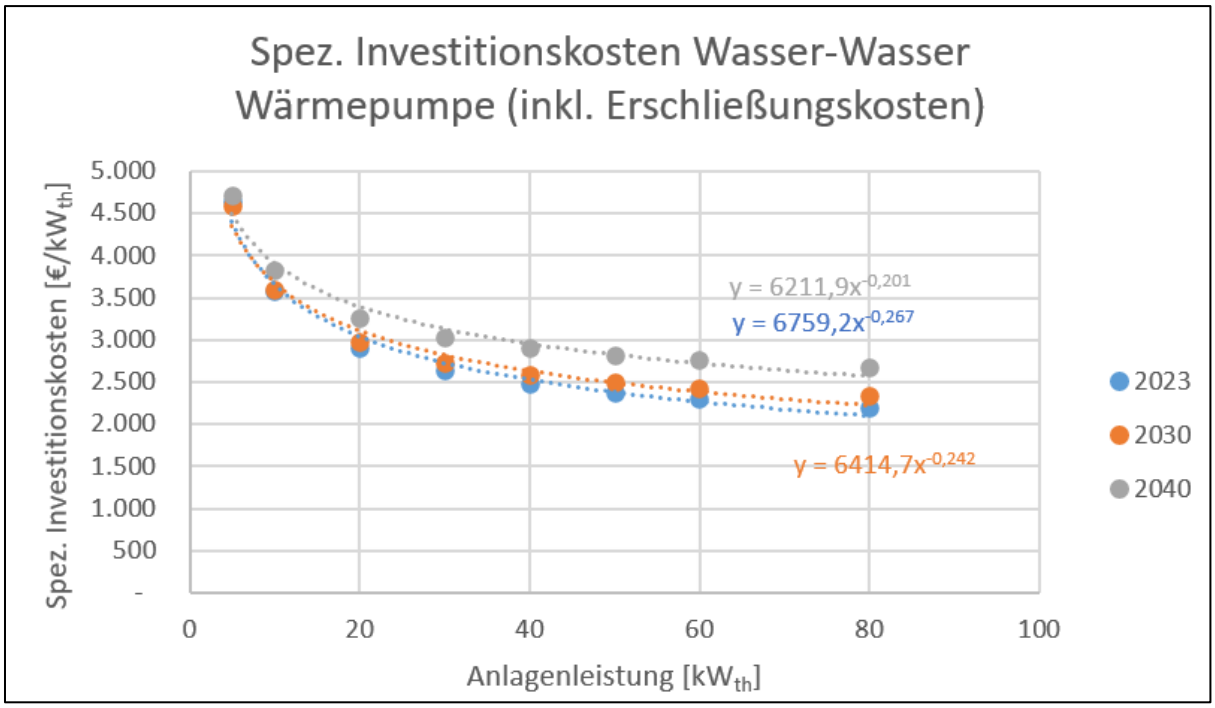



*Abbildung 40: Investitionskosten für Grundwasserwärmepumpen gemäß Prognos AG et al.*

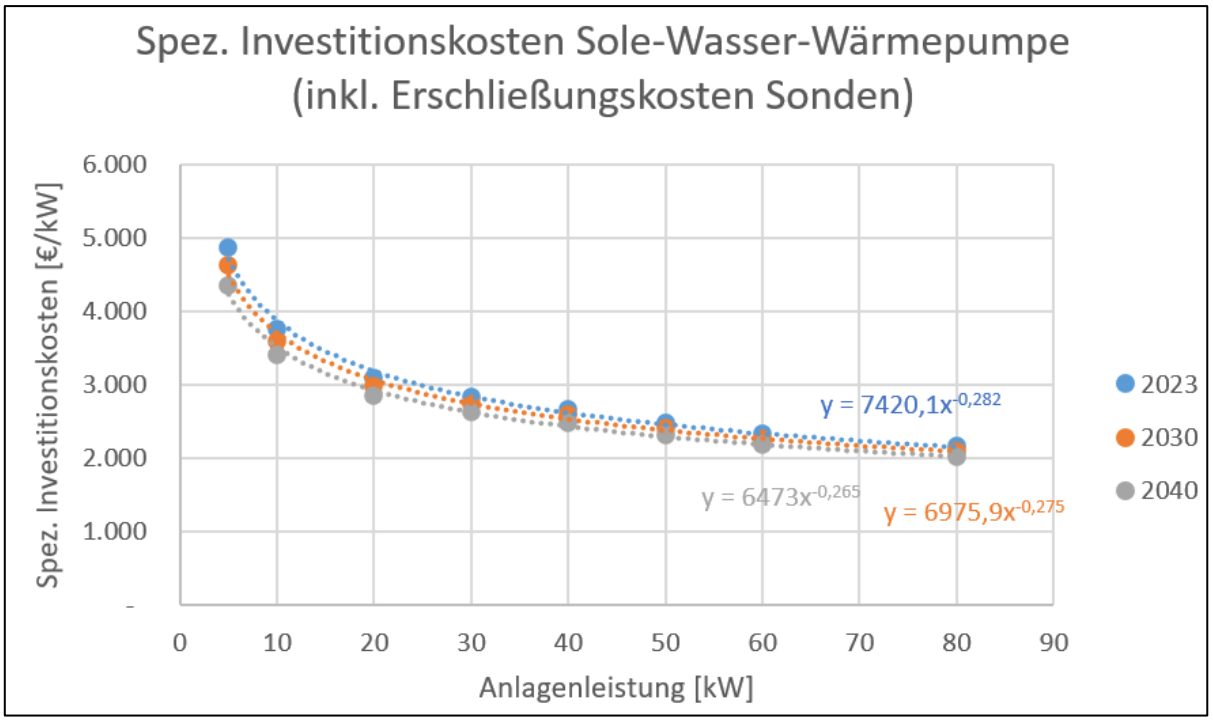



*Abbildung 41: Investitionskosten für Sole-Wasser Wärmepumpen (Erdsonden) gemäß Prognos AG et al.*

Ein Anstieg der spezifischen Investitionskosten für Wasser-Wasser-Wärmepumpen bis 2030 und 2040 wird vor allem aufgrund von steigenden Anforderungen an Genehmigungen, Wasserrecht und

Umweltschutz, der zunehmenden technischen Komplexität der Brunnenanlagen sowie durch höhere Material- und Energiekosten prognostiziert.[23]

*Tabelle 43: Nutzungsdauer und Kosten von Wärmepumpen gemäß VDI 2067*

| Wärmepumpe | Jährliche Wartung- und Instandsetzungskosten | Nutzungsdauer nach VDI 2067 (Jahre) |
|---|---|---|
| Luft/Wasser | 2,5% | 18,00 |
| Sole/Wasser | 2,5% | 20,00 |
| Wasser/Wasser | 2,5% | 20,00 |

Oberflächennahe Geothermie wird oft in kalten Nahwärmenetzen eingesetzt (Temperaturen von ca. 5 – 35 °C).[24] Bei kalten Nahwärmenetzen werden angeschlossene Gebäude mit eigenen dezentralen Wärmepumpen ausgestattet, die das Wasser im Netz als Wärmequelle verwenden. Es können mehrere dezentrale Wärmequellen (z. B. mehrere Erdsonden im Netz verteilt) oder eine zentrale Wärmequelle (z. B. ein einzelnes Erdsondenfeld) benutzt werden. Aufgrund der niedrigen Netztemperaturen entstehen nur geringe Netzverluste. Kalte Nahwärmenetze können sich in Neubaugebieten und, unter bestimmten Bedingungen, auch in Bestandsgebieten lohnen. Die Wirtschaftlichkeit eines kalten Nahwärmenetzes hängt stark von den Baukosten des Netzes ab. Wird ein kaltes Nahwärmenetz von Anfang an in einem Neubaugebiet mitgeplant, können erhebliche Baukosten gespart werden. In einem Bestandsgebiet, in dem für die Leitungsverlegung Straßen aufgerissen werden müssen, lohnt sich die Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes oft nicht.

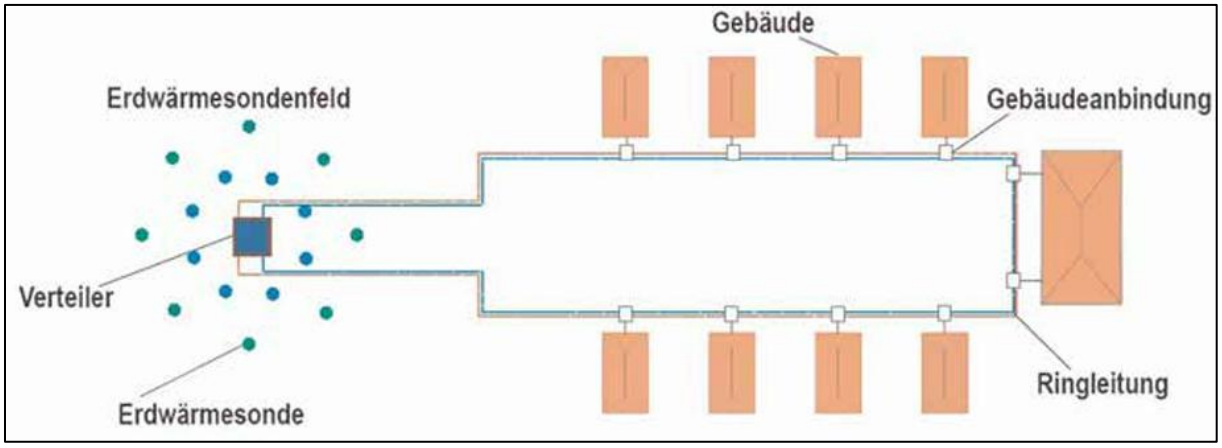



*Abbildung 42: Beispiel für ein kaltes Nahwärmenetz.*
*Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH*

[23] *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*. 02/2001, Prognos AG – i.A. des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
[24] Kalte Nahwärme: Definition, Vorteile und Informationen - nPro

### 5.3.2 Fluss- und Seewasser

Das größte Gewässer in den drei Gemeinden ist der Mittlere-Isar-Kanal, welcher den Ismaninger Speichersee speist. Dieser hat eine Fläche von 5,8 km² und umfasst ein Gesamtvolumen von ca. 0,11 km³ mit einer Maximaltiefe von 3 m. Der Abfluss des Sees führt durch das Kraftwerk in Ismaning zurück in den Kanal. Der Speichersee dient daher effektiv als Puffer, welcher Durchflussschwankungen ausgleicht. Somit ist es hier sinnvoll, das Wärmepotenzial des Kanals und des Sees gesammelt zu betrachten, anstatt die Potenziale separat zu berechnen. Das in Aschheim befindliche Seespeicherkraftwerk hat laut offiziellen Angaben einen Durchlauf von 28 m³/s. Aus der Nettonennleistung und der nach Energie-Atlas Bayern erzeugten Elektrizität ergeben sich für die Anlage ca. 4.334 Vollaststunden, was auf das Jahr gemittelt einem Zufluss des Sees von 13,85 m³/s entspricht. In Abwesenheit genauerer Daten für diese Schätzung wird der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) mit dem Jahresdurchlauf gleichgesetzt. Für den Mittleren-Isar-Kanal liegen keine separaten Temperaturmessungen vor, daher wird in erster Näherung angenommen, dass der Temperaturverlauf analog zu dem der Isar, gemessen an der Messstelle in München, ist.

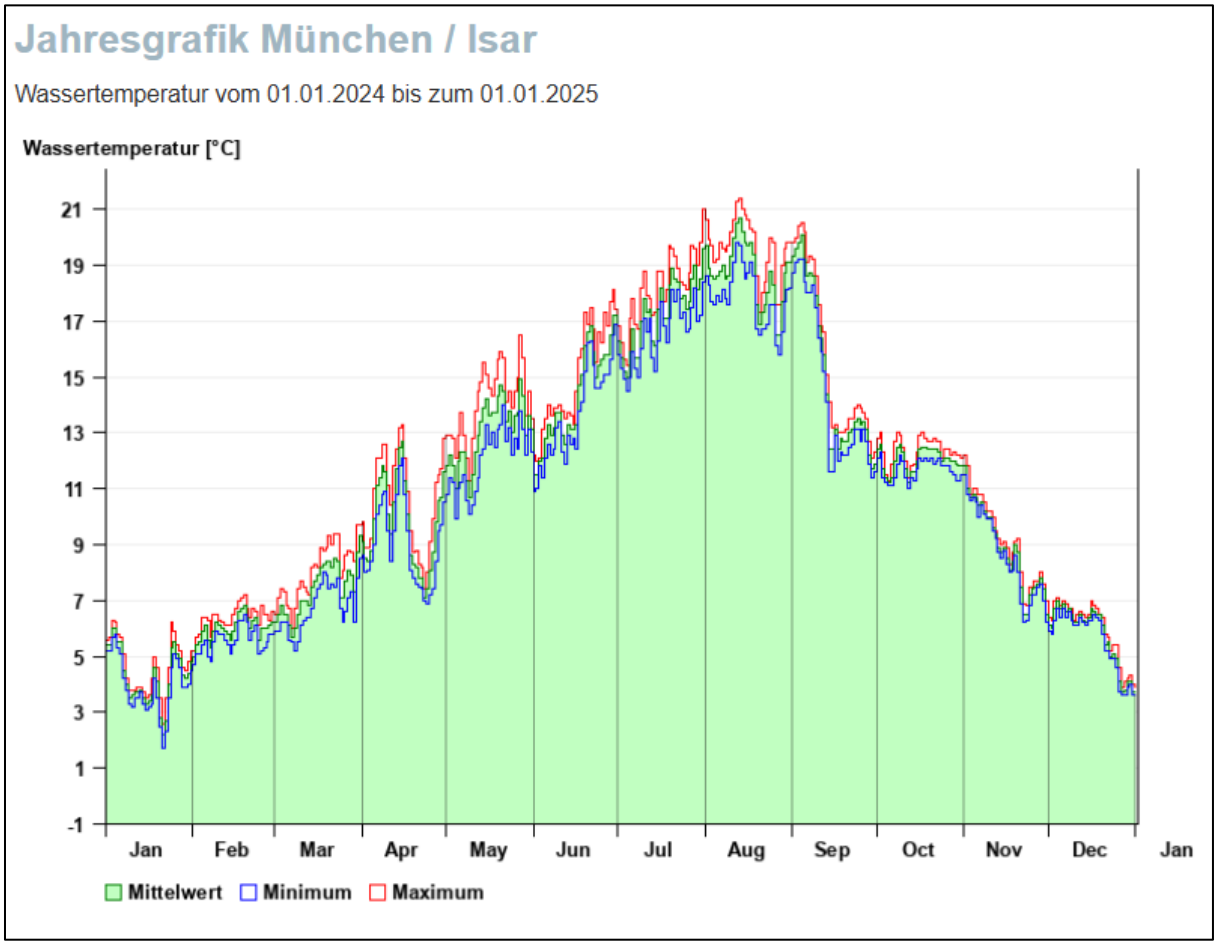



*Abbildung 43: Temperaturverlauf Isar*
*Quelle: Gewässerkundlicher Dienst Bayern*

Fließende Gewässer dürfen, um Grundeis zu vermeiden, nicht als Wärmequelle verwendet werden, wenn die Gewässertemperatur unter 3 °C liegt. Ebenso darf nur ein Teil des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) zur Abkühlung entnommen und nicht um mehr als 3 K nach Durchmischung oder auf weniger als 3 °C abgekühlt werden. Wasser hat bei den Temperaturen der Isar eine mittlere spezifische Wärmekapazität von 4,19 kJ/(kg·K). Das bedeutet, man benötigt etwa 4.190 J, um 1 kg

Wasser um 1 K zu erwärmen. Im Gegenzug werden je Kilogramm Wasser, das um 1 K gekühlt wird, 4.190 J frei. Die Umrechnung auf die gebräuchlichere Einheit kWh erfolgt mit dem Teilungsfaktor 3.600, d.h. 1 kWh entspricht einer Energie von 3.600 kJ. Mit einer angenommenen Temperatursenkung von 1,5 °K und einer Wasserentnahme von etwa 10 % des MNQ (ca. 1.400 l/s) könnten dem Wasser so ca. 8,8 MW Wärme entnommen werden. Die Kälteleistung lässt sich folgendermaßen kalkulieren:

$$P_{Kälte} = 4{,}19 \frac{kJ}{kg * K} * \frac{1.400\ kg}{s} * 1{,}5K = 8.799\ kW$$

Je nach Wärmepumpe und Vorlauftemperatur entspricht dies einer Wärmeleistung von über 10 MW. Zudem kann in wärmeren Jahreszeiten je nach Wasserstand und wasserrechtlicher Genehmigung mehr Wärme entnommen und gewonnen werden, da die Gefahr der Grundeisbildung nicht relevant ist. Geht man von ca. 4.500 Volllaststunden im Jahr aus (wie z. B. bei der Flusswasserwärmepumpe in Rosenheim[25]), kommt man bei einer 10,6 MW Wärmepumpe auf eine potenzielle Wärmeerzeugung von 47.700 MWh/a.

Vom Mittlere Isar-Kanal sind keine Geschiebe- oder Schwebstoffdaten vorhanden. Der Anteil an Schwebstoffen hat einen erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer der Filter, die vor den Wärmetauscher installiert werden. Je nach geplanter Entnahmestelle und Art sind zudem unterschiedliche Aspekte wie die Gewässerunterhaltung, Geschiebeproblematik, natürliche Gewässerentwicklung/-verlagerung, Verklausung, Durchgängigkeit für Gewässerorganismen, Verwendung von wassergefährdenden Stoffen, Vereisungsproblematik etc. zu beachten. In den Wintermonaten reduziert sich die Schwebstoffmenge erheblich. Wegen der Filterproblematik sollten daher Schwebstoffuntersuchungen veranlasst werden. Nur so kann die Langlebigkeit des Filters einer Flusswasserwärmepumpe gewährleistet werden.

Das tatsächliche Potenzial ist ohne detaillierte Abstimmungen mit den jeweiligen Genehmigungsbehörden nicht weiter quantifizierbar. Wichtige Aspekte für die Genehmigung einer Seewasserwärmepumpe sind beispielsweise die Entnahmemenge, Entnahmetiefe sowie die benötigte Temperaturabsenkung.

### 5.3.3 Luft

Die Umgebungsluft ist generell überall nutzbar. Luft-Luft-Wärmepumpen eignen sich nicht für den Einsatz in einem Wärmenetz. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind zum Zwecke des Lärmschutzes gemäß den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 22 Abs. 1 BImSchG) zu errichten und betreiben. Die oben beschriebenen Umweltwärmequellen erreichen höhere Effizienzzahlen als Luft-Wasser-Wärmepumpen und sind oft als vorrangige Option zu sehen, sind jedoch nicht überall eine realisierbare Alternative. Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen vor allem in denjenigen Gebieten in Frage, wo entweder keine andere Umweltwärme mittels Wärmepumpen erschlossen werden kann oder bei zu großer Entfernung anderer Potenziale zu den Siedlungsflächen[26]. Luft-Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile auch in höheren Leistungsbereichen bis zu mehreren hundert kW und sogar im MW-Bereich. Moderne Luft-Wasser-Wärmepumpen schaffen auch bei sehr niedrigen Temperaturen noch hohe Vorlauftemperaturen (z. B. von -12 °C auf 85 °C) mit oft akzeptablen COP-

[25] FfE (2024): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.
[26] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (12 2021). Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung.

Werten. Die maximal erreichten Vorlauftemperaturen können für Niedrigtemperaturnetze und teilweise für normale Wärmenetze ausreichend sein.

Aufgrund des Lärm- und Sichtschutzes eignen sich vor allem landwirtschaftlichen Flächen sowie Gewerbeflächen (inkl. Dachflächen, je nach statischer Eignung) für den Betrieb großer Luftwärmepumpen. Kleinere, dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen lassen sich nahezu überall installieren und wirtschaftlich betreiben, vorausgesetzt der Abstand zu den Nachbarn ist ausreichend. Auch in Altbauten kann der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sinnvoll und rentabel sein.

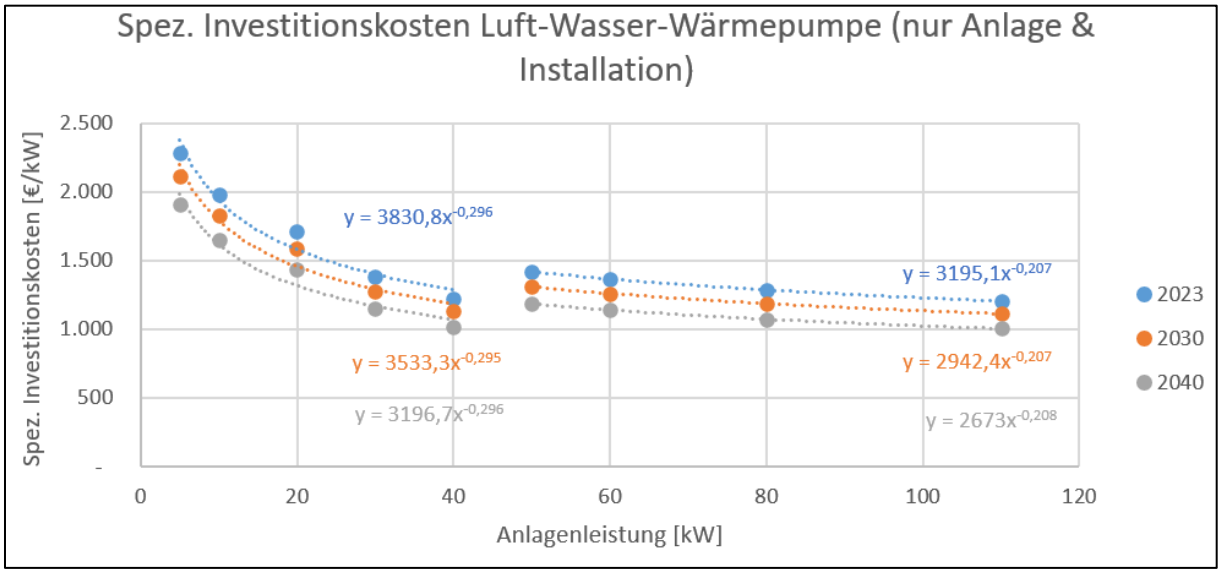



*Abbildung 44: Investitionskosten für Luft-Wasser Wärmepumpen gemäß Prognos AG et al. (Technikkatalog Wärmeplanung)*

### 5.3.4 Abwasser

Abwasser steht das ganze Jahr zur Verfügung und unterliegt ganzjährig nur geringen Temperaturschwankungen. Das Abwasser kann mittels Wärmepumpen um wenige Kelvin abgekühlt werden, wodurch Wärme generiert wird. Die Wärmerückgewinnung von Abwasser kann sowohl in der Kläranlage als auch in der Kanalisation stattfinden, jedoch ist die Abwärme aus dem Kläranlagen-Auslauf besser für Großwärmepumpen geeignet[27]. Ein Mindestdurchfluss von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) sowie Kanalquerschnitte von mindestens 800 mm werden oft gefordert[28]. Beim Kläranlagen-Auslauf können oft mehrere Grad K dem Wasser entzogen werden, da die Wassertemperatursenkung keine Prozesse mehr beeinflusst.

Die Abwässer der Gemeinden werden nach Finsing in die Kläranlage geleitet. Dadurch besteht kein Potenzial, die Abwärme aus dem Auslauf zu nutzen, da die Abwasserklärung außerhalb der Gemeindegrenzen stattfindet. Nach Aussage der Betreiber wäre eine Abwassernutzung im Zulauf unwirtschaftlich oder in Einzelfällen sogar für die Hydraulik gefährlich. Es bietet sich hier kein Potenzial.

Die Kosten der Nutzung der Umweltwärme sind hauptsächlich abhängig von den Kosten der Wärmepumpen sowie von ggf. anfallenden Erkundungs- oder Naturschutzarbeiten. Je nach Erkundungsarbeit können bei eventuellen Bohrungen unterschiedliche Kosten entstehen. Auch bei den

[27] *Ratgeber Energie aus Abwasser.* 09.2019, Bundesverband Wärmepumpe e.V.
[28] *Heizen und Kühlen mit Abwasser, Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU (Hrsg.), 2009*

Wärmepumpen entstehen je nach Kältemittel, Quelltemperatur und Temperaturhub Preise mit hoher Schwankung, die sich bei größeren Wärmepumpen (> 1MW) z. B. zwischen 250 €/kW und 1.000 €/kW befinden. Bei kleineren Wärmepumpen beträgt diese Zahl oft mehr als 1.000 €/kW. Die nachfolgende Tabelle entstammt dem AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023).[29]

| Spez. Investition (gesamt) in Mio. €/$MW_{th}$ | Rauchgas | Abwasser | Abwärme | Grundwasser | Luft |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 – 1 $MW_{th}$ | 0,53 – 0,63 | 1,23 – 1,91 | 0,97 – 1,3 | 1,18 – 1,72 | 0,9 – 1,12 |
| 1 – 4 $MW_{th}$ | 0,46 – 0,53 | 0,72 – 1,23 | 0,72 – 0,97 | 0,77 – 1,18 | 0,73 – 0,9 |
| 4 – 10 $MW_{th}$ | 0,44 – 0,46 | 0,62 – 0,72 | 0,67 – 0,72 | 0,69 – 0,77 | 0,7 – 0,73 |

*Abbildung 45: Spezifische Höhen der Gesamtinvestition von Großwärmepumpen in Abhängigkeit der genutzten Wärmequelle*
*Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)*

Zudem ist anzumerken, dass die Investitionskosten der Wärmepumpe nur ca. 50 % der Gesamtkosten ausmachen (Abbildung 46).

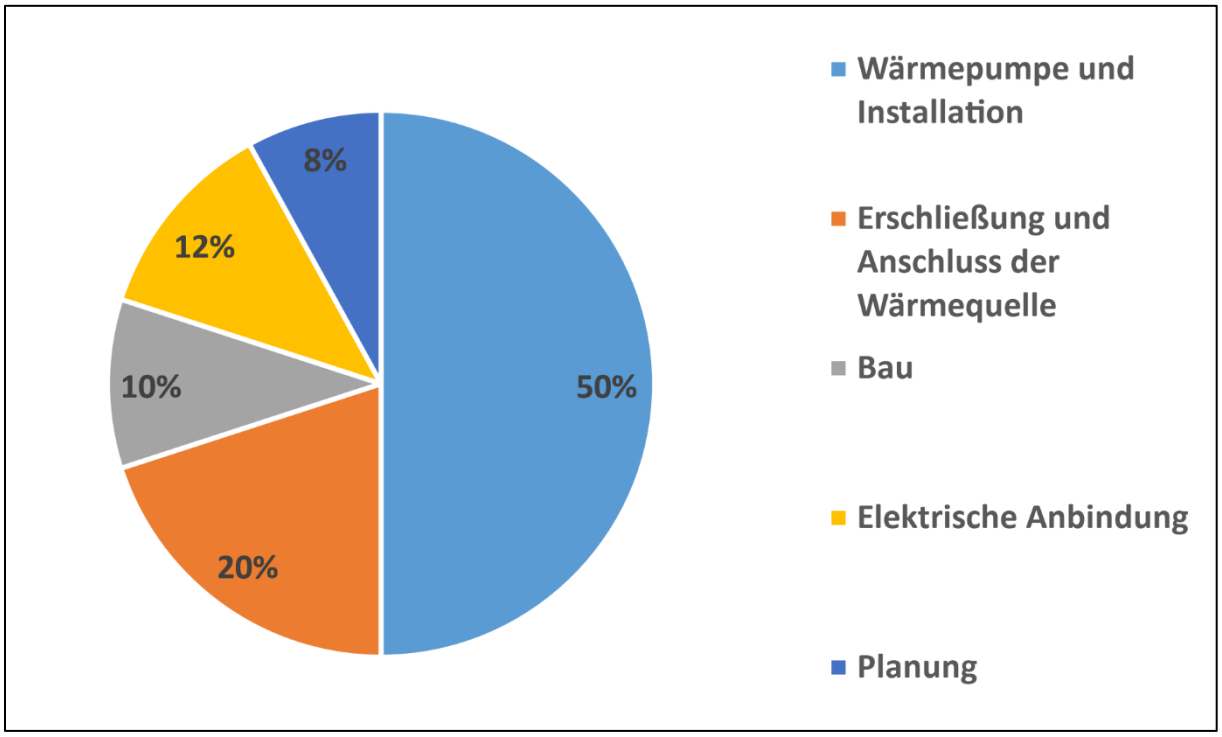



*Abbildung 46: Aufteilung der Gesamtinvestition auf Einzelposten*
*Quelle: AGFW Praxisleitfaden Großwärmepumpen (2023)*

[29] *Praxisleitfaden Großwärmepumpen.* 07.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V

## 5.4 Tiefe Geothermie

### 5.4.1 Hydrothermale Geothermie

Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie nutzt die Tiefengeothermie die hydrothermalen Aquifere in mehreren Tausend Metern Tiefe. Durch mindestens eine Förder- und eine Reinjektionsbohrung wird warmes Wasser aus der Tiefe nach oben befördert, die Wärme über Wärmetauscher abgegeben und anschließend wieder ins Erdreich zurückgepresst. Die gewonnene Wärme wird dann in ein Nah- oder Fernwärmenetz eingespeist. Ist das Temperaturniveau des Wassers ausreichend hoch (ca. 120 °C), kann damit auch Strom erzeugt werden. Die Stromerzeugung aus Tiefengeothermie hat gegenüber vielen anderen erneuerbaren Stromerzeugungsarten den Vorteil, dass sie grundlastfähig ist.

Abbildung 47 demonstriert, dass die Technologie der Tiefengeothermie insbesondere im südlichen Projektgebiet genutzt werden kann. Dies umfasst die Wärmegewinnung, aber nicht die Stromproduktion.

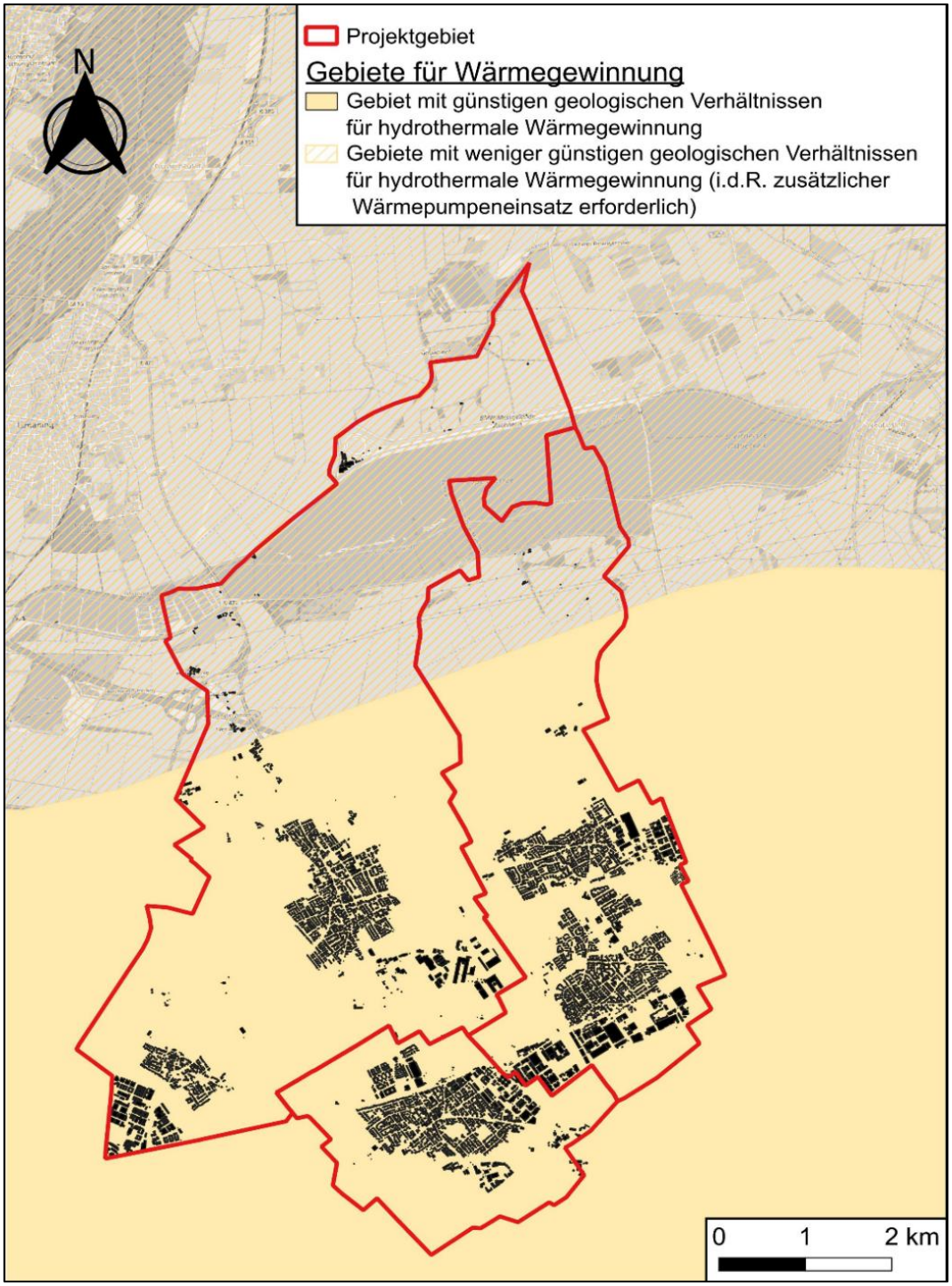



*Abbildung 47: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie im Projektgebiet. Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps*

Laut GeotIS (www.geotis.de) liegt die Oberkante des wärmeführenden Heißwasser-Aquifers im Schnitt von Nord nach Süd zwischen 1.300 m und 2.100 m im Oberjura. Hier liegen Temperaturen von 79 °C ± 9 °C vor, was gute Bedingungen für hydrothermale Wärmegewinnung darstellt. Diese Aquifere werden aktuell bereits genutzt, um das Wärmenetz zu betreiben. Darüber hinaus besteht jedoch weiteres Potenzial, welches durch die Bohrung zusätzlicher Dubletten angezapft werden kann.

Die AFK-Geothermie GmbH betreibt bereits eine Tiefengeothermieanlage, mit dem sie den Großteil des Wärmebedarfs des Wärmenetzes abdecken können. Aus einer Tiefe von ca. 2.700 m wird mit

dieser Anlage 85 l/s Wasser mit einer Temperatur von 85,7 °C gefördert, was mit einer Rücklauftemperatur von ca. 52 °C wieder zurück in den Boden geleitet wird. Aufgrund der geplanten Netzerweiterungen und zukünftige Anforderungen an der Klimaneutralität des Netzes planen die AFK-Geothermie GmbH die Errichtung einer zweiten Dublette. Mit dieser Bohrung soll das Wärmenetz zukünftig zu ca. 95 % mit geothermaler Wärme versorgt werden.

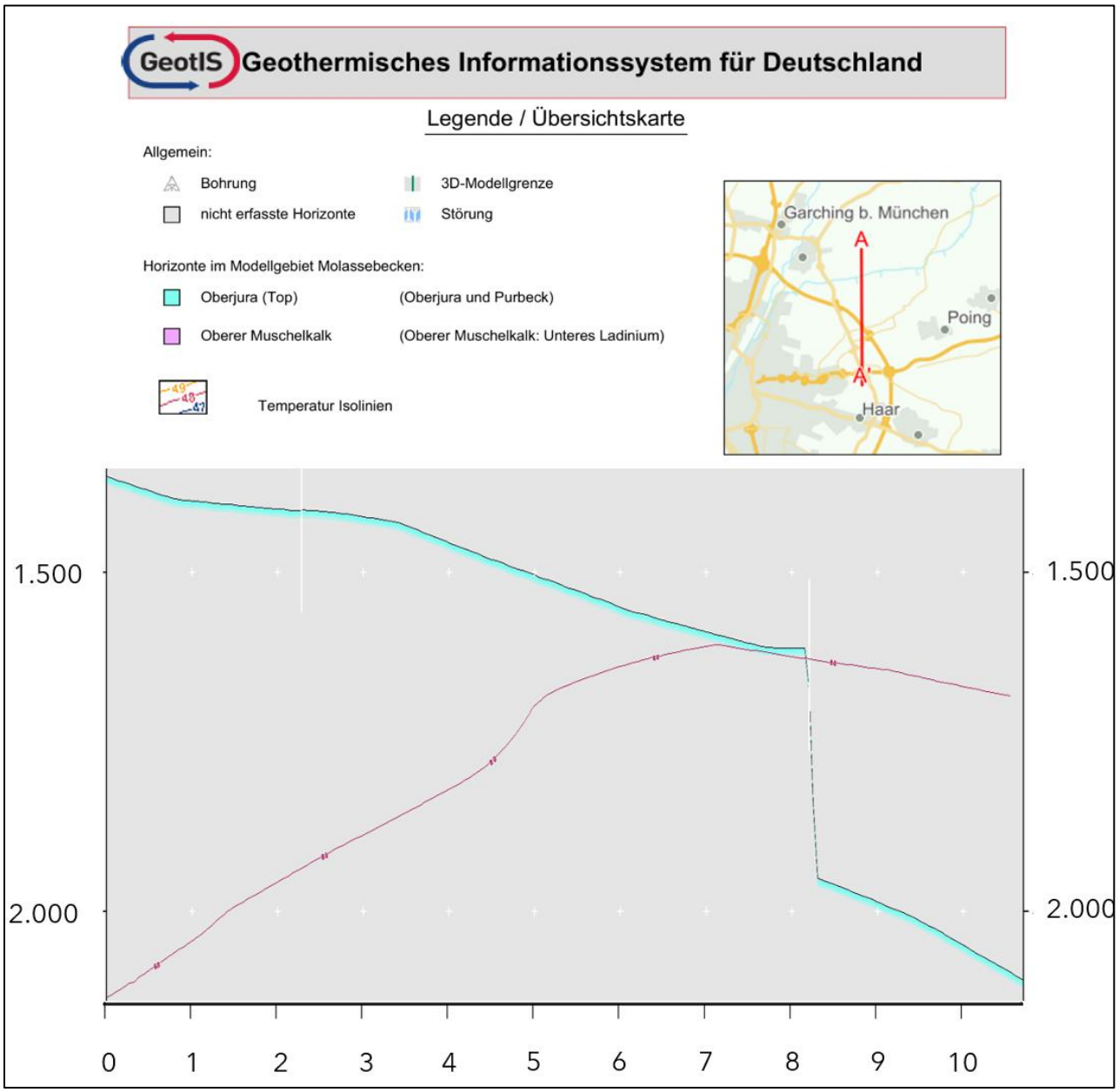



*Abbildung 48: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS*

### 5.4.2 Tiefe Erdwärmesonden

Eine weitere Option zur Nutzung der Tiefengeothermie ist die Einbringung von tiefen Erdwärmesonden. Dabei werden diese Sonden mehr als 400 m tief im Erdreich angebracht und befördern Wärme an die Oberfläche, welche mit Hilfe von hocheffizienten Wärmepumpen auf die nötige Vorlauftemperatur für Heizanlagen gebracht wird. Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass keine Heißwasser-Aquifere benötigt werden und damit das Fündigkeitsrisiko bei null liegt. Allerdings ist die erschließbare Leistung hier begrenzt auf wenige hundert kW, so dass sich diese Technik eher für einzelne Großverbraucher oder als Wärmequelle in kleinen Nahwärmenetzen eignet[30]. In der Regel werden, aufgrund der geringen Leistungen, nur bereits vorhandene Tiefbohrungen genutzt, um die Kosten gering zu halten und die tiefen Erdwärmesonden wirtschaftlich zu machen[31]. Laut Bohrpunktkarte bestehen im Projektgebiet keine Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 400 Metern (Die Geothermie-Dublette der AFK – in Abbildung 49 rot markiert - ausgenommen), daher ist eine Nutzung tiefer Erdwärmesonden voraussichtlich nicht sinnvoll. Es bestehen drei Bohrungen von über 100 Metern bis 500 m Tiefe. Eine davon befindet sich südlich des Speichersees auf dem Gemeindegebiet Kirchheim bei München mit einer Bohrstrecke von 310 m. Diese Drehspülbohrung wurde bereits 1972 durchgeführt. Sie wurde für die Rohstofferkundung- und gewinnung angesetzt und ist ausgebaut[32]. Die anderen beiden befinden sich in der Nähe vom BMW-Testgelände Aschheim mit 210 m und 218 m Tiefe. Zu diesen Bohrungen liegen keine Daten zum Bohrverfahren vor. Die Bohrungen wurden für hydrogeologische Untersuchungen in den Jahren 1969 und 1986 eingebracht[32]. Da all diese Bohrungen nicht verfüllt sind, ist hier eine Nutzung der Erdwärme prinzipiell möglich.

[30] *Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016
[31] *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
[32] *Bohrpunktkarte Deutschland*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). BGR - Homepage - Bohrpunktkarte Deutschland

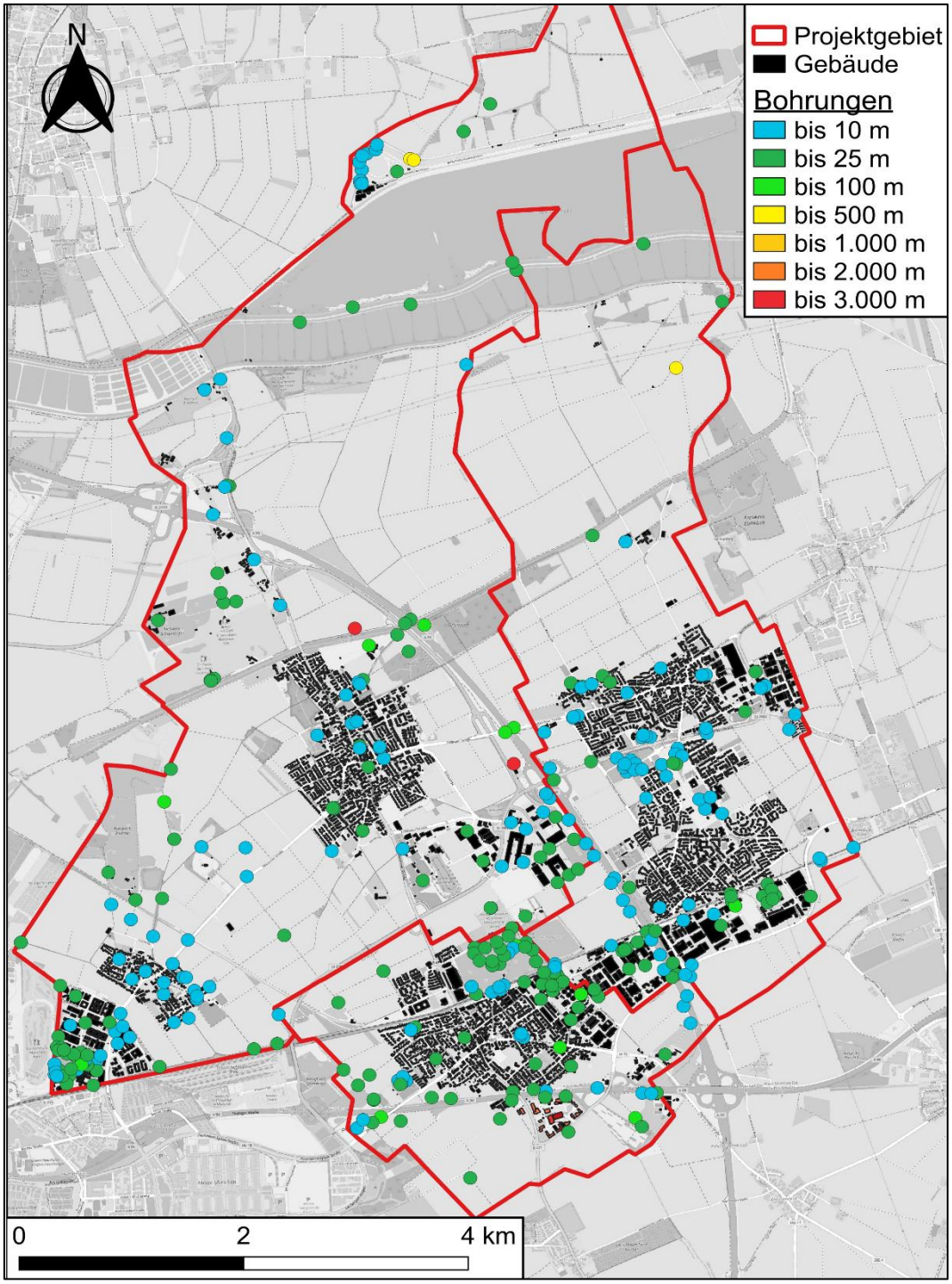



*Abbildung 49: Bohrpunktkarte Projektgebiet. Quelle: Bohrpunktkarte Deutschland*

Die Kosten einer tiefen Geothermieanlage sind vor allem abhängig von den Bohrkosten. Eine Verteilung der Bohrkosten gemäß AGFW Praxisleitfaden 2023[33] wird in Abbildung 50 dargestellt. Die technische Nutzungsdauer einer Geothermieanlage variiert in der Literatur und in der Praxis zwischen ca. 20 und 30 (manchmal sogar bis zu 40) Jahren. Für die Wartung und Instandhaltung können

[33] *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

jährlich ca. 26.000 €/MW gerechnet werden. Zusätzlich kommen etwa 100.000 €/a an Öffentlichkeitsarbeit dazu.[34]

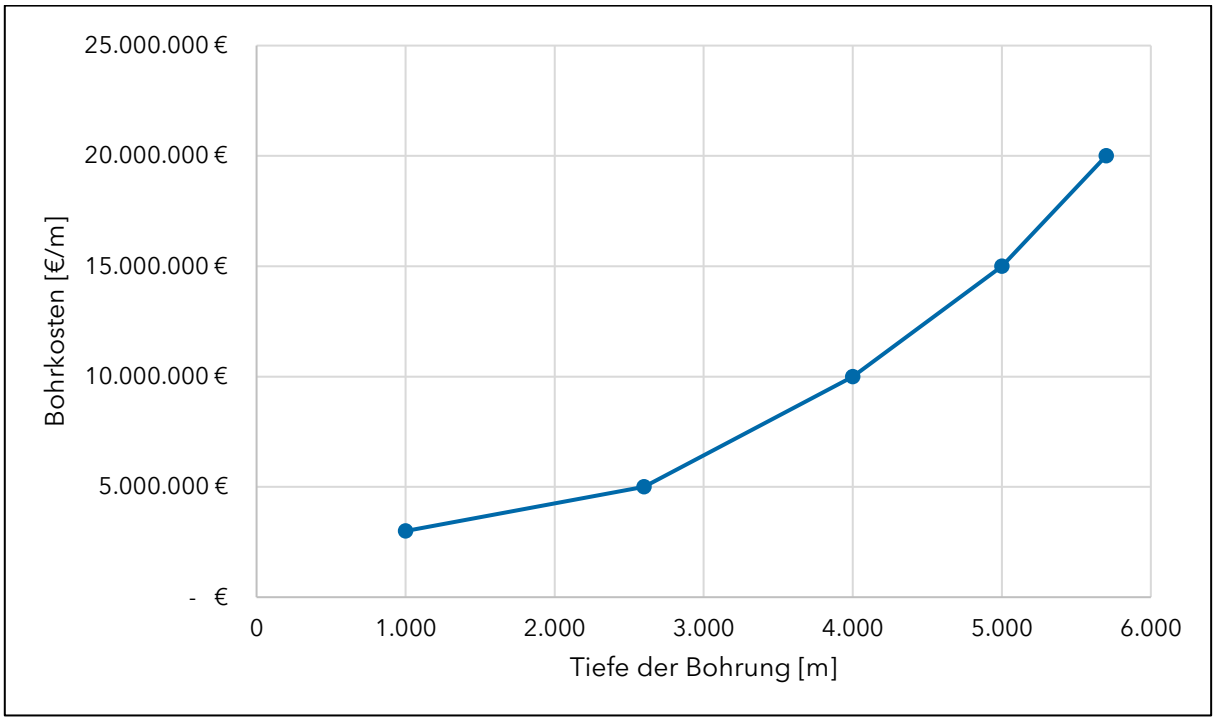



*Abbildung 50: Kostenfunktion der Bohrkosten für eine Tiefengeothermieanlage. Datenquelle: AGFW Praxisleitfaden Tiefengeothermie*

## 5.5 Grubenwasser

Grubenwasser bezeichnet Wasser, welches mit Tief- oder Tagebau in Kontakt steht oder stand. Hierbei wird zwischen Grundwasser und Tagwasser, welches von der Oberfläche eindringt, unterschieden. Im aktiven Bergbau wird das Grubenwasser laufend entfernt, um eine Flutung der Stollen zu vermeiden. Diesem entfernten Wasser kann theoretisch Wärme entzogen werden. Größer ist das Potenzial in stillgelegten und gefluteten Bergwerken, in denen das angesammelte Grubenwasser als Wärmequelle und -speicher (Analog ATES, siehe 5.10.2) dienen kann. Der Wärmestrom aus dem Erdinneren bewirkt einen Temperaturanstieg von durchschnittlich 3 °C pro 100 Meter Tiefe, der als geothermischer Tiefengradient bezeichnet wird[35]. Grubenwasser folgt diesem Prinzip und weist mit zunehmender Tiefe deutlich höhere Temperaturen zwischen 15 und 32 °C auf[36]. Dank seiner temperaturabhängigen Eigenschaften kann Grubenwasser vielseitig genutzt werden – sowohl für den Betrieb von Wärmepumpen als Kühlwasser, als auch bei Stillstand als saisonaler Wärmespeicher.

In der Umgebung der Gemeinden sind keine aktiven oder stillgelegten Bergbaubetriebe verortet, es bietet sich daher kein Potenzial aus Grubenwasser.

[34] *Praxisleitfaden Tiefengeothermie*. 06.2023, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
[35] Tiefe Geothermie | Geologischer Dienst NRW
[36] Geothermische Grubenwassernutzung zu Heizzwecken . Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft

## 5.6 Biomasse

Biomasse wird in kleinen Kesseln bis hin zu großen Anlagen verwertet. Das bekannteste Biomasseprodukt ist Holz. Laut Energie-Atlas Bayern existiert derzeit für die Gemeinden ein Energiepotenzial aus Waldderbholz von lediglich 695 MWh. Aus Flur- und Siedlungsholz könnte eine Energiesumme von 3.806 MWh generiert werden. Zuletzt ergibt sich noch ein theoretisches Potenzial aus Kurzumtriebsplantagen (KUP). Dabei werden Ackerflächen mit geringer Ackerzahl (≤40) mit guter Wasserversorgung als geeignete Flächen für KUP ausgewiesen. Das Energiepotenzial von 37.936 MWh/a ist demnach ein rein technisches Potenzial und gibt keine Auskunft über das Maß der bereits genutzten Fläche[37]. KUP stellen zudem Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion dar, weswegen eine volle Ausschöpfung des Potenzials unwahrscheinlich ist. Tabelle  fasst alle Energiedaten zusammen.

*Tabelle 44: Biomassepotenzial in Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

| Art | Potenzial Aschheim [MWh] | Potenzial Feldkirchen [MWh] | Potenzial Kirchheim [MWh] | Summe [MWh] |
|---|---|---|---|---|
| **Waldderbholz** | 556 | 0 | 139 | **695** |
| **Flur- und Siedlungsholz** | 2.444 | 416 | 944 | **3.806** |
| **KUP (theoretisch)** | 22.169 | 575 | 15.192 | **37.936** |
| **Gesamtpotenzial je Gemeinde** | **25.169** | **991** | **16.275** | |

In Aschheim könnten somit unter Nutzung von KUPs bis zu ca. 20,4 % des Wärmebedarfes aus dem Holz der Gemeinde gedeckt werden, in Kirchheim bei München 11,3 % und in Feldkirchen lediglich 1,2 %.

[37] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Neben dem Potenzial fester Biomasse bietet auch die Erschließung von Biogaspotenzial interessante Möglichkeiten für die kommunale Wärmeversorgung. Durch die lokale Erzeugung und Nutzung von Biogas, etwa in Blockheizkraftwerken oder für die direkte Wärmenutzung, kann eine unabhängige und klimafreundliche Versorgung aufgebaut werden, die sich flexibel an die regionalen Gegebenheiten anpasst. Das Biogaspotenzial gliedert sich nach Angaben des Energie-Atlas Bayern wie folgt auf:

*Tabelle 45: Biogaspotenzial in den drei Gemeinden*
*Quelle: Energie-Atlas Bayern*

| Art | Aschheim | Feldkirchen | Kirchheim | Summe |
|---|---|---|---|---|
| **Biogaspotenzial [MWh]** | 10.515 | 3.749 | 8.793 | **23.057** |
| **Davon Erntehauptprodukte** | 37,4 % | 37,0 % | 46,2 % | **40,7 %** |
| **Davon Ernteneben-produkte** | 45,8 % | 26,6 % | 31,1 % | **37,1 %** |
| **Davon Organischer Abfall** | 12,5 % | 28,6 % | 20,7 % | **18,2 %** |
| **Davon Gülle und Festmist** | 4,3 % | 7,9 % | 2,0 % | **4,0 %** |

In Summe besteht in den 3 Gemeinden aus Biomasse und Biogas ein Gesamtpotenzial von 27.558 MWh/a (KUPs ausgenommen). Diese Summe entspricht ca. 7,9 % des Gesamtwärmebedarfs der drei Gemeinden.

Bei der Nutzung von Biomasse – sowohl in fester als auch in gasförmiger Form – sind verschiedene Herausforderungen zu berücksichtigen. Im Zuge des Ausbaus klimaneutraler Heizsysteme werden vermehrt Hackschnitzel- und Pelletheizungen installiert. Der Holzvorrat in Deutschland kann die damit einhergehende steigende Nachfrage jedoch nur begrenzt decken. Die Entwicklung deutet darauf hin, dass die zunehmende Nachfrage nach Holz sowie die potenziellen Engpässe in der Bereitstellung von Biomasse zu einem Anstieg der Preise und einer geringeren Qualität führen werden. Nicht außer Acht gelassen werden sollte, dass auch umliegende Gemeinden Biomasse nutzen werden und sich damit die Angebotslage nicht verbessert. Der Aufbau großer Biomasseanlagen für Wärmeversorgung ist daher zumindest wirtschaftlich fragwürdig. Eine EU-Weite Lieferung von Biomasse ist aktuell nicht vorgesehen oder gewünscht. Für die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München ist eine Nutzung von Biomasse zur nachhaltigen Deckung des Wärmebedarfs nur eingeschränkt sinnvoll, da lediglich ein Teil des Bedarfes aus dem eigenen Potenzial gedeckt werden kann.

Anzumerken ist, dass Biomasse nur unter spezifischen Bedingungen als klimaneutral gilt. Nur, wenn die Biomasse wieder nachwächst, kann fast die gleiche Menge an $CO_2$ wieder fixiert werden. Da immer häufiger Biomasseheizungen eingesetzt werden und das nachhaltige Potenzial in Deutschland und in den umliegenden Ländern begrenzt ist, ist die Nachhaltigkeit von Biomasse als Energieträger gefährdet. Das Umweltbundesamt publizierte im Herbst 2024 eine neue Beurteilung von $CO_2$-

Faktoren verschiedener Energieträger[38]. Holz- und Pelletheizungen liegen hier zwischen 0,343 g/kWh und 0,404 g/kWh und haben damit höhere Emissionen als Erdgas und Heizöl. Eine Publikation der Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz NRW.Energy4Climate GmbH fasst Daten von verschiedenen Publikationen zusammen[39]. Aus diesen Publikationen leitet die NRW.Energy4Climate GmbH ab, dass mindestens ca. 75 % des nachhaltigen Potenzials in Deutschland bereits genutzt werden. Wird keine nachhaltige Biomasse benutzt, so gestalten sich die $CO_2$-Emissionen wie in Tabelle  dargestellt.

*Tabelle 46: Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger (bei nicht nachhaltiger Biomasse) gemäß Umweltbundesamt (2024)*

| **Heizung** | **Emissionsfaktor** |
|---|---|
| Erdgas | 0,257 |
| Heizöl | 0,313 |
| **Holz-Pellets** | **0,374** |
| Flüssiggas | 0,269 |
| **Holz-Hackschnitzel** | **0,343** |
| Solarthermie | 0,023 |
| Wärmepumpe (Grünstrom) | 0,009 |
| Wärmepumpe (Graustrom) | 0,136 |

Die Kosten von Biomassekesseln variieren je nach Leistung. Wo sich kleinere Kessel (10 – 100 kW) zwischen 250 und 2.000 €/kW bewegen, sind größere Kessel bereits ab ca. 150 €/kW verfügbar. Die jährlichen Kosten und Nutzungsdauer von Biomasseanlagen werden in Tabelle Tabelle  dargestellt. Die Kostenstrukturen von Holzhackschnitzelanlagen[40] werden in Abbildung 51 aufgezeigt. Die Grafik zeigt, dass die Anschaffungskosten der Kessel nur ca. ein Drittel der Investition ausmachen.

Tabelle 47: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067

| **Biomasse** | **Jährliche Wartung- und Instandsetzungskosten** | **Nutzungsdauer nach VDI 2067** |
|---|---|---|
| Hackschnitzel | 6,0 % | 15,00 |
| Pellets | 6,0 % | 15,00 |

[38] *UBA-$CO_2$-Rechner: Neue Berechnungsgrundlage bei Holzenergie*. 07.11.2024, Umweltbundesamt. Verfügbar auf: https://www.umweltbundesamt.de/uba-co2-rechner-neue-berechnungsgrundlage-bei#33wo-finde-ich-uba-publikationen-und-weitere-informationen-zu-dem-thema
[39] *Nachhaltiger Einsatz von Biomasse*. 01.2023, NRW.Energy4Climate GmbH
[40] *Bericht: Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1.000 $m^2$ Gesamtnutzfläche*. 2007, Bremer Energie Institut

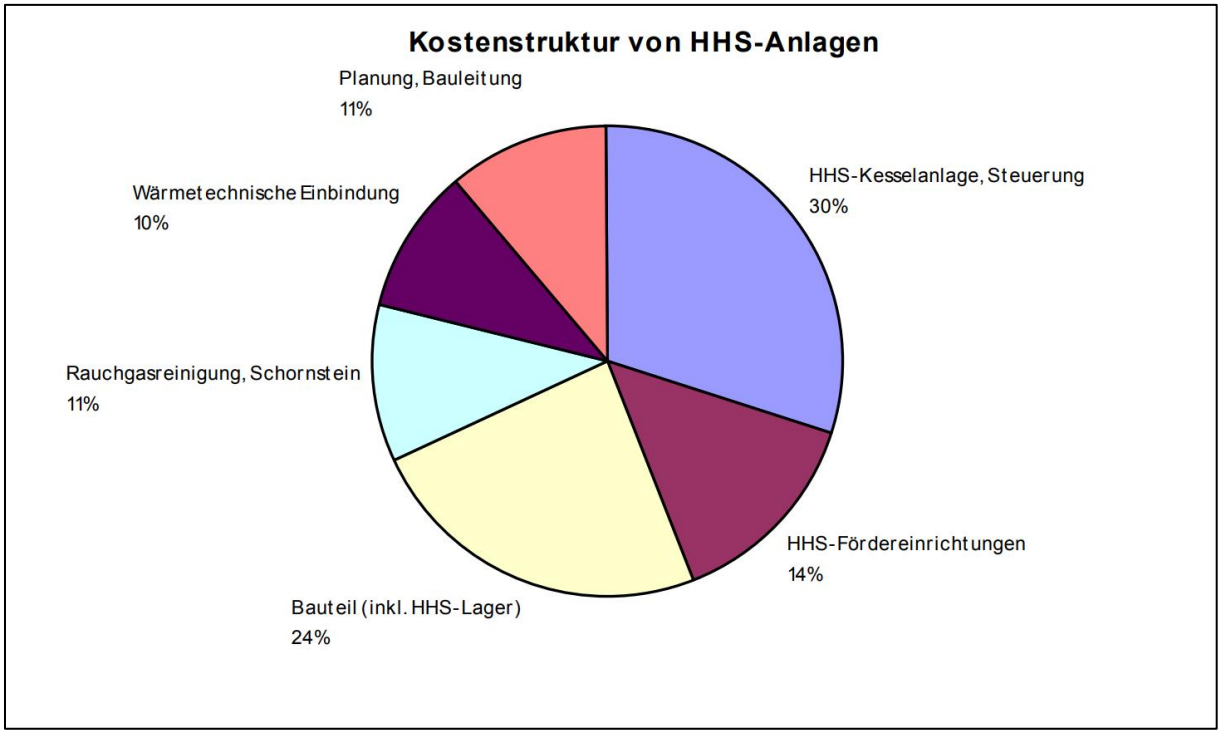



*Abbildung 51: Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen.*
*Quelle: Bremer Energie Institut*

## 5.7 Thermische Abfallbehandlungsanlagen

Die Abfälle der Gemeinden werden derzeit im Heizkraftwerk Nord des Landkreises München thermisch verwertet. Hier bietet sich daher kein absehbares Potenzial.

Das Abwasser der Gemeinden wird in der Kläranlage der Gemeinde Finsing behandelt. Aus diesem Grund resultiert kein zusätzliches Potenzial aus Klärschlammverbrennung.

## 5.8 KWK-Anlagen

Da sich die Kläranlage in einer anderen Gemeinde befindet, bietet sich kein Potenzial aus dem Klärgas der Anlage.

Das Potenzial für Biogas wurde bereits im Kapitel Biomasse behandelt. Die Energie aus fester Biomasse kann z. B. mittels Holzvergaser in Wärme und Strom umgewandelt werden. Der Betrieb eines Holzvergasers für ein Wärmenetz macht jedoch in Anbetracht des geringen Biomassepotenzials der Gemeinden keinen Sinn.

## 5.9 Wasserstoff

Wasserstoff ist in der Wärmeversorgung ein umstrittenes Thema. Am 22. Oktober 2024 genehmigte die Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß § 28q EnWG den Antrag der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) zur Errichtung des Wasserstoffkernnetzes in Deutschland. Das Kernnetz soll große Verbrauchs- und Erzeugungsstandorte von Wasserstoff in Deutschland verbinden und als langfristige Planungsgrundlage für die industriellen Großabnehmer dienen. Nach derzeitigem Planungsstand wird das Kernnetz zu 56 % aus umgewidmeten Erdgasleitungen bestehen.[41] Eine große Unsicherheit liegt im Moment in der Höhe der zukünftig aufgerufenen Preise. Die Prognosen, die aktuell in der Presse kursieren sind oftmals Bereitstellungskosten. Diese lassen allerdings außer Acht, dass der Wasserstoff in einem Markt gehandelt wird und sich dementsprechend ein Preis einstellen wird, in dem die Renditeerwartungen der Investoren und Anlagenbetreiber einkalkuliert sind. Zudem ist es wahrscheinlich, dass Anlagenbetreiber bzw. Exportländer mit günstigen Bereitstellungskosten ihre Marge erhöhen werden und auch zum globalen Wasserstoffpreis anbieten, anstatt die günstigen Standortvorteile an die Kunden weiterzugeben. Die Ergebnisse des „HYPAT"-Projektes von u.a. dena und Fraunhofer (ISE, ISI und IEG) prognostizieren für 2045 Großhandelspreise für Wasserstoff in Deutschland von 132 €/MWh, ohne Verteilnetzkosten zu berücksichtigen. Auch die SWM Versorgungs GmbH sieht Wasserstoff für Einzelverbraucher aufgrund voraussichtlicher Verfügbarkeit als nicht sinnvoll an. Ein Einsatz von Wasserstoff im privaten Sektor wird daher als unwahrscheinlich gesehen.[42]

Eine umfassende Meta-Analyse von 54 unabhängigen Studien kommt zu dem Ergebnis, dass Wasserstoffheizungen im privaten Bereich keine signifikanten Vorteile bieten. Der Median der Heizkosten lag in den untersuchten Szenarien um etwa 86 % höher als bei alternativen Wärmeerzeugern. Einzelne Studien sehen hingegen Potenzial für Wasserstoff in der Fernwärme, insbesondere bei industriellen Anwendungen oder in stark verdichteten urbanen Räumen.[43]

Vor diesem Hintergrund erscheint eine strategische Fokussierung auf andere nachhaltige Wärmequellen – wie Tiefengeothermie, Wärmepumpentechnologie, Solarthermie oder die Nutzung von Abwärme – deutlich zielführender.

[41] https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html aufgerufen 10.02.2025
[42] H2 Potential - Globaler H2-Potenzialatlas
[43] *A meta-review of 54 studies on hydrogen heating* - Cell Reports Sustainability. Rosenow, J. (2023)

Nachfolgende Abbildung 52 beschreibt den geplanten Wasserstoffnetzausbau in Deutschland bis 2050.

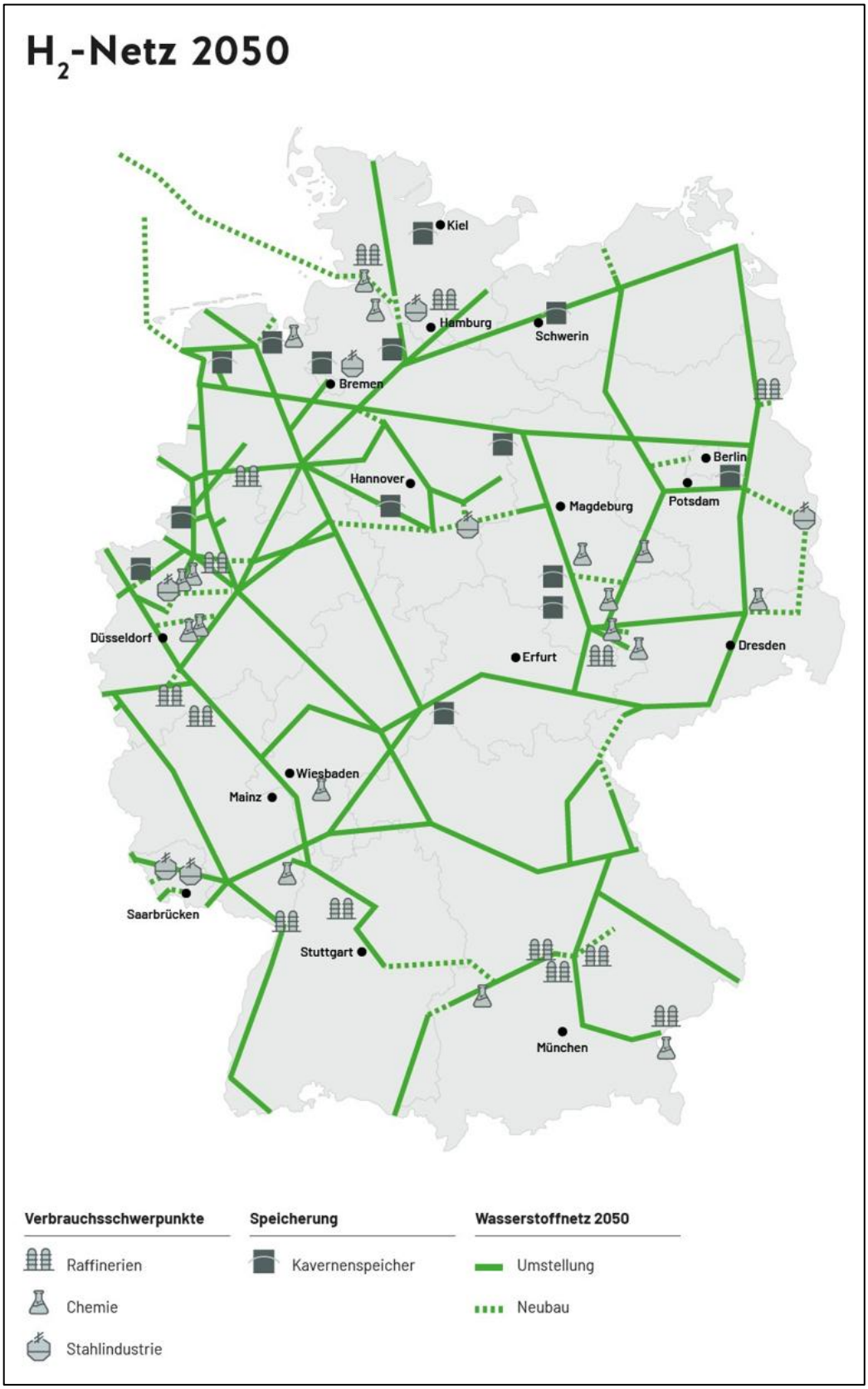



*Abbildung 52: Geplantes Wasserstoffnetz 2050*
*Quelle: fnb-gas.de*

## 5.10 (Groß-)Wärmespeicher

Wärmespeicher gibt es heutzutage in zahlreichen Varianten. In diesem Kapitel wird daher kurz auf die verschiedenen Varianten und Möglichkeiten eingegangen.

### 5.10.1 Pufferspeicher

Pufferspeicher speichern Wärme (oder Kälte) über kurze Zeiträume. Im Normalfall sind dabei einige Stunden bis maximal Tage gemeint. Pufferspeicher bestehen aus einem wassergefüllten Stahlbehälter, der an der Außenwand mit einer Wärmedämmung isoliert ist. Pufferspeicher werden oberirdisch gebaut. In Fernwärmenetzen können Pufferspeicher für die kurzfristige Spitzenlastabdeckung benutzt werden. Pufferspeicher werden von sehr klein (< 1 $m^3$ für Einfamilienhäuser) bis sehr groß (8.000 $m^3$) hergestellt. In Wärmenetzen werden normalerweise Pufferspeicher zwischen ca. 50 und 500 $m^3$ eingesetzt. Zudem werden, z. B. aus Platzgründen, oft mehrere kleinere Pufferspeicher gebaut.

### 5.10.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher

Es gibt verschiedene Arten von Saisonalwärmespeichern, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

**Behälter**

Behälter-Wärmespeicher (TTES) werden zum Großteil im Boden integriert und aus Ortbeton gegossen. Die Innenseite des Behälters ist mit Edelstahl- oder Schwarzstahlblech ausgekleidet. Neuere Behälter gibt es mittlerweile auch ohne Beton, z. B. Stahlblech in GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff)– oder Stahlkonstruktion. Der Boden, das Dach und die Wände eines Behälters sind mit Schaumglasschotter (Boden) oder Blähglasgranulat (Wand und Dach) gedämmt. Behälter-Wärmespeicher verfügen über Schichtbeladeeinrichtungen, um eine Abkühlung aufgrund von Durchmischung der Temperaturschichten zu vermeiden.

Das Medium vom Behälter-Wärmespeicher ist Wasser. Behälter-Wärmespeicher können für drucklose Konditionen oder für Innendruckbedingungen angefertigt werden. Drucklose Behälter können Temperaturen bis zu 95 °C erreichen. Zusätzlich befestigte Behälter können über 100 °C erreichen.

Behälter-Wärmespeicher werden erst ab einer Größe von 1.000 $m^3$ energetisch effizient. Bestehende Anlagen reichen bis zu ca. 12.000 $m^3$, wobei GFK-Konstruktionen nur bis ca. 6.000 $m^3$ ausgelegt sind. Die Anlagen können mit adäquater Vegetation (z. B. Gras) bepflanzt werden, um sie in die Landschaft besser zu integrieren. Der aus dem Boden herausragende Teil wird so nur als Grashügel wahrgenommen und ist für Personen begehbar. Der Boden soll eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (am besten unterhalb der Baugrubensole) aufweisen. Behälter-Wärmespeicher mit dem Medium Wasser weisen eine geringe Trägheit auf. Sie eignen sich somit gut für die schnelle Abdeckung von Spitzenlasten. Die Wärmespeicherkapazität von Behälter-Wärmespeicher liegt zwischen 60 und 80 kWh/$m^3$ [44].

**Erdbecken**

Erdbecken (PTES) sind im Vergleich zu Behälter-Wärmespeicher flacher mit einer größeren Oberfläche. Erdbecken werden, wie der Namen schon sagt, ebenfalls in den Boden eingebaut. Werden die

[44] *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Seitenwände von einem Verbau (z. B. Spundwand, Berliner Verbau, Bohrpfahlwand) versehen, so kann der Boden ggf. flach sein. Lässt die oberflächennahe Geologie es zu, sind geböschte Varianten billiger in der Errichtung. Der Boden und die Wände des Erdbeckens werden entweder durch Blähglasgranulat oder durch Membranschalung gedämmt. Erdbecken der Übergrößen können sogar ohne Dämmung installiert werden. Das Dach des Erdbeckens wird entweder durch einen gedämmten schwimmenden oder durch einen gedämmten aufliegenden Deckel abgeschlossen.

Das Medium im Erdbecken besteht entweder aus reinem Wasser, aus einer Mischung von Wasser und Kies oder Wasser und Erdreich. Zwar ist die Wärmespeicherfähigkeit von reinem Wasser höher als von den gemischten Varianten, jedoch ist die Tragfähigkeit von Wasser geringer (wichtig für das Dach und deren Nutzbarkeit) und die entstehende Temperaturschichtung höher. Je höher der Mischanteil ist, desto niedrigere Temperaturen werden erreicht und desto mehr Trägheit bekommt das Medium (somit weniger geeignet für eine schnelle Spitzenlastabdeckung). Für eine vergleichbare Wärmekapazität ist ein Erdbecken mit einem gemischten Medium größer auszulegen, die Baukosten sind jedoch dafür geringer[45]. In Erdbecken können Temperaturen von 80 - 95 °C erreicht werden[46] [47].

Erdbecken können indirekt (Wasserkreislauf kommt nicht in direkte Berührung mit dem Medium) oder direkt beladen werden. Bei der direkten Beladung und Entnahme sind, je nach Mischanteil, Filter einzusetzen. Wird nur reines Wasser benutzt, können auch bei Erdbecken Schichtbeladeeinrichtungen eingesetzt werden.

Auch für Erdbecken gilt eine Mindestgröße von 1.000 $m^3$. Bestehende Erdbecken reichen bis zu 230.000 $m^3$. Der Boden sollte, wie auch für einen Behälter-Wärmespeicher, eine hohe Belastbarkeit und einen tiefen Grundwasserstand (unterhalb der Baugrubensole) aufweisen.

Die Wärmespeicherleistung von Erdbecken ist abhängig von der Mischung des Mediums. Erdbecken mit einer Wasser-Kies-Mischung erreichen Wärmespeicherkapazitäten von 30 – 50 kWh/$m^3$ (1,3 – 2 Wasseräquivalent)[48].

**Erdsonden**

Erdsonden fungieren sowohl als direkte Wärmequelle als auch als Wärmespeicher. Voraussetzung für Erdsonden ist unter anderem ein geeigneter geologischer Bodenaufbau. Geeignete Flächen für Erdwärmesonden werden im Kapitel 5.3.1 erläutert. Die Wärmespeicherkapazität der Erdwärmesonden ist abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Grundwasserbewegungen können hohe Wärmeverluste verursachen. Je nach den Bedingungen kann der Untergrund bis ca. 80 - 90 °C erwärmt werden[49]. In Deutschland gibt es hierfür eine strenge Gesetzeslage (gemäß VDI 4640). Bei Speichertemperaturen über 20 °C sind Einflüsse auf konkurrierende Grundwassernutzungen bei der Anlagenplanung auszuschließen.

[45] *Ebd.*
[46] Addous, M. A. *Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren* (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).
[47] *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC
[48] *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
[49] *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

Erdwärmespeicher (BTES) werden normalerweise durch Solarthermieanlagen o.Ä. in den Sommermonaten mit Wärme befüllt. Die Wärme wird über das Medium Wasser durch die Erdsonden geführt, an das Verfüllmaterial abgegeben und nachfolgend in den Untergrund geleitet. Für die Wärmeentnahme wird die Strömungsrichtung umgekehrt. Erdsondenfelder können von der Oberseite mit einer Deckschicht versehen werden, die die Infiltration von Oberflächenwasser verhindert. Eine Wärmedämmung kann nur in Richtung Oberfläche angebracht werden, jedoch nicht in andere Richtungen.

Erdsondenfelder sind ab einem Speichervolumen von ca. 20.000 $m^3$ sinnvoll und erreichen Wärmedichten von ca. 15 – 30 kWh/$m^3$ (3 – 6 Wasseräquivalente)[50].

Der Untergrund im Projektgebiet zeigt eine hohe Trägheit auf, wodurch Erdsondenwärmespeicher nicht geeignet sind für die Spitzenlastabdeckung. Die Vorteile von Erdsondenfelder liegen vor allem in den geringeren Baukosten und den Erweiterungsmöglichkeiten.

**Aquifer**

Ein Aquifer-Wärmespeicher (ATES) ist abhängig von einem bereits bestehenden Aquifer im Untergrund, welcher mit Brunnenbohrungen erschlossen wird. Das Grundwasser, welches geologisch eingeschlossen sein muss, dient als Speichermaterial. Nicht jeder Aquifer ist aufgrund eines Mindestvolumens und einer Mindestschichtstärke als saisonaler Wärmespeicher geeignet. Für Aquifer-Wärmespeicher werden „kalte" und „warme" Brunnen eingesetzt. Für die Beladung des Aquifers wird das kalte Wasser entnommen, durch z. B. Solarthermieanlagen aufgeheizt, und in die warmen Brunnen eingeleitet. Es können sich im Untergrund horizontale und vertikale Temperaturschichten bilden [51]. Der Großteil der geeigneten Aquifere liegt in Tiefen von mehr als 100 m, daher ist eine Wärmedämmung nicht möglich. Aufgrund der hohen Wärmeverluste sind Aquifer-Wärmespeicher oft erst ab größeren Volumina wirtschaftlich nutzbar.

Die Dimensionierung des Wärmespeichers fußt auf der Größe des Aquifers. An der Oberfläche sind nur die Brunnen sichtbar. Die übrige Fläche ist wie davor nutzbar. Die maximalen Speichertemperaturen sind von den lokalen Bedingungen (Wasserchemie) abhängig. Bei schlechten Bedingungen können Belagsbildung, Verstopfung, Korrosion und Lösungserscheinungen resultieren. Zudem sind die geochemischen und ökologischen Einflüsse von höheren Speichertemperaturen (70 – 120 °C) noch Teil der Forschung[52]. In Bestandsprojekten werden bereits mit Temperaturen von bis zu 90 °C gearbeitet (Gouda)[53].

[50] *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
[51] *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
[52] Fleuchaus, P., Schüppler, S., Stemmle, R., Menberg, K., & Blum, P. (2021). Aquiferspeicher in Deutschland. Grundwasser, 26(2), 123-134.
[53] Addous, M. A. Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der ausschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

*Tabelle 48: Übersicht der Eigenschaften der gängigsten Saisonalspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonalspeicher.de*

| Speicher-typ | Medium | Max. Tempe-ratur in °C | Mindestvo-lumen in m³ | Trägheit | Wärmespeicher-kapazität in kWh/m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Behälter** | Wasser | >100 | 1.000 | – | 60 – 80 |
| **Erdbecken** | Wasser / Wasser-Kies | 95 | 1.000 | Wasser: – Wasser-Kies: + | Wasser: 60 – 80 Wasser-Kies: 30 – 50 |
| **Erdsonden** | Untergrund | 90 | 20.000 | ++ | 15 – 30 |
| **Aquifer** | Grundwas-ser | 90 | Lokal zu bestimmen | + | 30 – 40 |

**Thermochemische Wärme- und Kältespeicher**

Thermochemische Wärmespeicher basieren auf chemisch reversiblen Reaktionen sowie auf Ab- und Adsorptionsprozessen. Es können sehr hohe spezifische Wärmekapazitäten erreicht werden. Bei der Speicherbeladung werden chemische und/oder physikalische Reaktionen durch zugeführte Wärme ausgelöst. Die Entladung basiert auf der Umkehrbarkeit dieser Reaktionen. Je nach Medium können Temperaturen zwischen 50 und 500 °C oder sogar bis 1450 °C erreicht werden. Diese Speichermethode ist daher gut geeignet für den Einsatz in Fernwärmenetzen.

Thermochemische Wärmespeicher können die Wärme über einen langen Zeitraum mit nur sehr geringem Verlust speichern. Derzeit sind jedoch noch wenige thermochemische Wärmespeicher in Betrieb, da sie noch Bestandteil der aktuellen Forschung sind[54].

**Latentwärmespeicher**

Zu den Latentwärmespeichern gehören Eisspeicher und Phasenwechselmaterialien-Speicher (PCM-Speicher). Aufgrund von sehr geringen Betriebstemperaturen[55] eignen sich große Eisspeicher generell nur für den Einsatz in kalten Nahwärmenetzen, womit sie für das im Projektgebiet bereits bestehende Fernwärmenetz irrelevant sind.

PCM-Speicher werden zurzeit noch nicht in größeren Größenordnungen eingesetzt und sind für Wärmenetze Gegenstandsbereich der aktuellen Forschung. PCM-Speicher basieren auf einer Speicherung und Freigabe von Wärme bei Phasenwechsel des Speichermediums. Je nach Medium werden sehr hohe spezifische Wärmespeicherkapazitäten erreicht. Es können Temperaturen von -50 °C bis 600 °C abgedeckt werden. Bei den etwas gängigeren Salzhydraten und Paraffinen werden Temperaturen zwischen 0 und 100 °C erreicht. Zurzeit gibt es noch keine Produkte auf dem Markt, die im Fernwärmenetz eingesetzt werden können[56].

[54] *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
[55] *Ebd.*
[56] *Thermische Energiespeicher für Quartiere*. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

**Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)**

Das Prinzip Power-to-Heat (PtH) basiert auf einer Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Dies kann zum Beispiel mit einem Widerstands-Heißwasserkessel oder Elektroden-Heißwasserkessel geschehen. Eine Kombination von Wasserspeicher und PtH-Anlagen kann unter Umständen die Wirtschaftlichkeit erhöhen und ist generell gut geeignet für die Abdeckung von Spitzenlasten. Diese Methode ist jedoch stark abhängig von der Menge und der kurzfristigen Verfügbarkeit an (erneuerbarem) Strom. Elektrodenheizkessel sind für Anschlüsse zwischen 5 und 20 kV ausgelegt. Aktuelle Projekte zeigen Leistungsklassen zwischen 550 $kW_{th}$ und 100 $MW_{th}$. Sie eignen sich am besten bei Wärmenetzen mit Vorlauftemperaturen zwischen 80 und 130 °C[57]. Eine PtH-Anlage kann zukünftig für die Gemeinden auch sinnvoll einsetzbar sein, wenn Überschüsse an erneuerbarem Strom vorhanden sind, oder die Alternativen (z. B. Öl und/oder Gas) zu teuer werden.

### 5.10.3 Potenzialflächen Wärmespeicher

Die Sinnhaftigkeit und Dimensionierung eines Wärmespeichers wird unter anderem durch den Wärmeerzeuger, die gesamte zu speichernde Wärmemenge sowie die Wärmeabnahme bestimmt und ist weiterhin abhängig von den aktuellen und zukünftigen Erzeugern und Verbraucherprofilen. Eine detaillierte Auslegung wird erst in späteren Planungsschritten im Detail durchgeführt und ist nicht Bestandteil der Potenzialanalyse. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass sich die Überwärme, die z. B. bei Solarthermieanlagen im Sommer anfällt, in einem Saisonalspeicher für den Gebrauch in der Wintersaison speichern lässt. Wird diese Wärme bis in die kalten Monate gespeichert, kann der Anteil an Biomasse gesenkt und ggf. auf den Betrieb fossiler Spitzenlastkessel verzichtet werden.

Die Platzanforderungen an die jeweiligen Wärmespeichermethoden können sehr unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist jedoch, dass die Wärmespeicher nah am Wärmenetz und optimalerweise nah am Betriebsstandort und der Wärmequelle platziert sind.

Erdsondenwärmespeicher können lediglich in den in Kapitel 5.3.1 erwähnten Flächen errichtet werden. Da Erdsondenfelder gut in grüne Infrastruktur integriert werden können, ergeben sich hier auch Park- und Sportflächen (ohne Baumbewuchs) als Potenzialflächen. Der Platzbedarf ist abhängig von der Dimensionierung des Wärmespeichers. Aufgrund der Flächenbegrenzungen sind Erdsondenspeicher vermutlich nicht sinnvoll integrierbar.

Pufferspeicher und kleinere Behälterwärmespeicher können sehr gut auf Betriebsgeländen aufgebaut werden, solange ausreichend Platz zur Verfügung steht. Werden größere Behälterwasserspeicher oder Erdbeckenspeicher errichtet, so sind baumfreie Freiflächen notwendig. Je nach Ausführung können diese Anlagen ebenfalls gut in die grüne Infrastruktur integriert werden, wie es zum Beispiel in Augsburg oder Eggenstein der Fall ist.

[57] *Ebd.*

*Abbildung 53: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein*
*Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.*

## 5.11 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit der Wärmeversorgung

### 5.11.1 Windenergie

Das dominierende Hauptkriterium für einen geeigneten Standort von Windenergieanlagen (WEA) ist die vorherrschende Windgeschwindigkeit. Sie geht mit der dritten Potenz in die zu gewinnende Energie ein. Bei einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich somit der Stromertrag:

$$P_{Wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot c_P \cdot t$$

Mit:

$P_{Wind} = Erzeugbare\ Windleistung\ [W]$

$\rho = Luftdichte\ \left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$S = Vom\ Rotor\ \text{überstrichene}\ Fläche\ [m^2]$

$v = Windgeschwindigkeit\ \left[\frac{m}{s}\right]$

$c_p = Leistungsbeiwert\ [-]; \max 59{,}3\ \%$

$t = Zeit\ [s]$

Diese naturwissenschaftlich-technischen Rahmenbedingungen gelten sowohl für große WEA mit Nabenhöhen über 140 m als auch für so genannte Kleinwindenergieanlagen (KWEA). Letztere sind 10 – 50 m hoch und weisen geringere Leistungszahlen und damit auch geringere Ertragspotenziale auf. Es ist also in beiden Fällen entscheidend, einen Standort mit hohen, konstanten Windgeschwindigkeiten auszuwählen. Die Potenzialanalyse der Windenergie fußt auf dem bayerischen Windatlas im Energieatlas Bayern, dessen Datengrundlage räumliche Interpolationen von Windmessdaten unter Berücksichtigung des Reliefs und weiterer naturräumlicher Bedingungen sind. Die Unsicherheiten dieser Daten wachsen daher einerseits mit zunehmendem Abstand zu den Messpunkten und

andererseits mit der Heterogenität der Oberflächenbedingungen. Daher ist es möglich, dass es lokal gut geeignete Standorte gibt, die im Windatlas nicht als solche gekennzeichnet sind.

Neben den natürlichen Rahmenbedingungen sind die rechtlichen Vorgaben für eventuelle Windenergieanlagen zu beachten. Für Großwindenergieanlagen sind zurzeit keine Vorrangflächen oder Vorbehaltsgebiete im Projektgebiet ausgewiesen. Kleinwindenergieanlagen dürfen bis zu einer Nabenhöhe von 10 Metern verfahrensfrei installiert werden, zwischen 10 und 50 m Höhe besteht eine bauaufsichtliche Genehmigungspflicht. Ab 50 m Gesamthöhe handelt es sich um eine raumbedeutsame Windkraftanlage, d.h. es besteht eine immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht (4. BImschV). Im Folgenden wird das technische Potenzial von KWEA und WEA im gesamten Projektgebiet betrachtet.

**Potenzial von Kleinwindenergieanlagen (KWEA)**

Bezüglich des technischen Potenzials bildet Abbildung 54 die mittleren Windgeschwindigkeiten (Mittelwert von 2001 – 2020) in 10 m Höhe ab. In der Regel wird ein Betrieb von Kleinwindkraftanlagen wirtschaftlich sinnvoll bei mittleren Windgeschwindigkeiten ab ca. 4 m/s[58]. Bei dieser Geschwindigkeit erzeugt eine 600-Watt Kleinwindanlage etwa 548 kWh/a[59]. Diese Geschwindigkeiten werden laut Energie-Atlas Bayern im Projektgebiet durchschnittlich nicht erreicht. Die höchsten Windgeschwindigkeiten in Bodennähe werden im Süden des Projektgebiets mit max. 3,5 m/s erreicht.

KWEA sind daher im Projektgebiet derzeit als nicht wirtschaftlich sinnvoll zu betrachten.

[58] *Windmessung für Kleinwindkraftanlagen*. Patrick Jüttemann, Klein-Windkraftanlagen.com
[59] *Kleinwindkraftanlagen – Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen*. 2015, C.A.R.M.E.N. e.V.

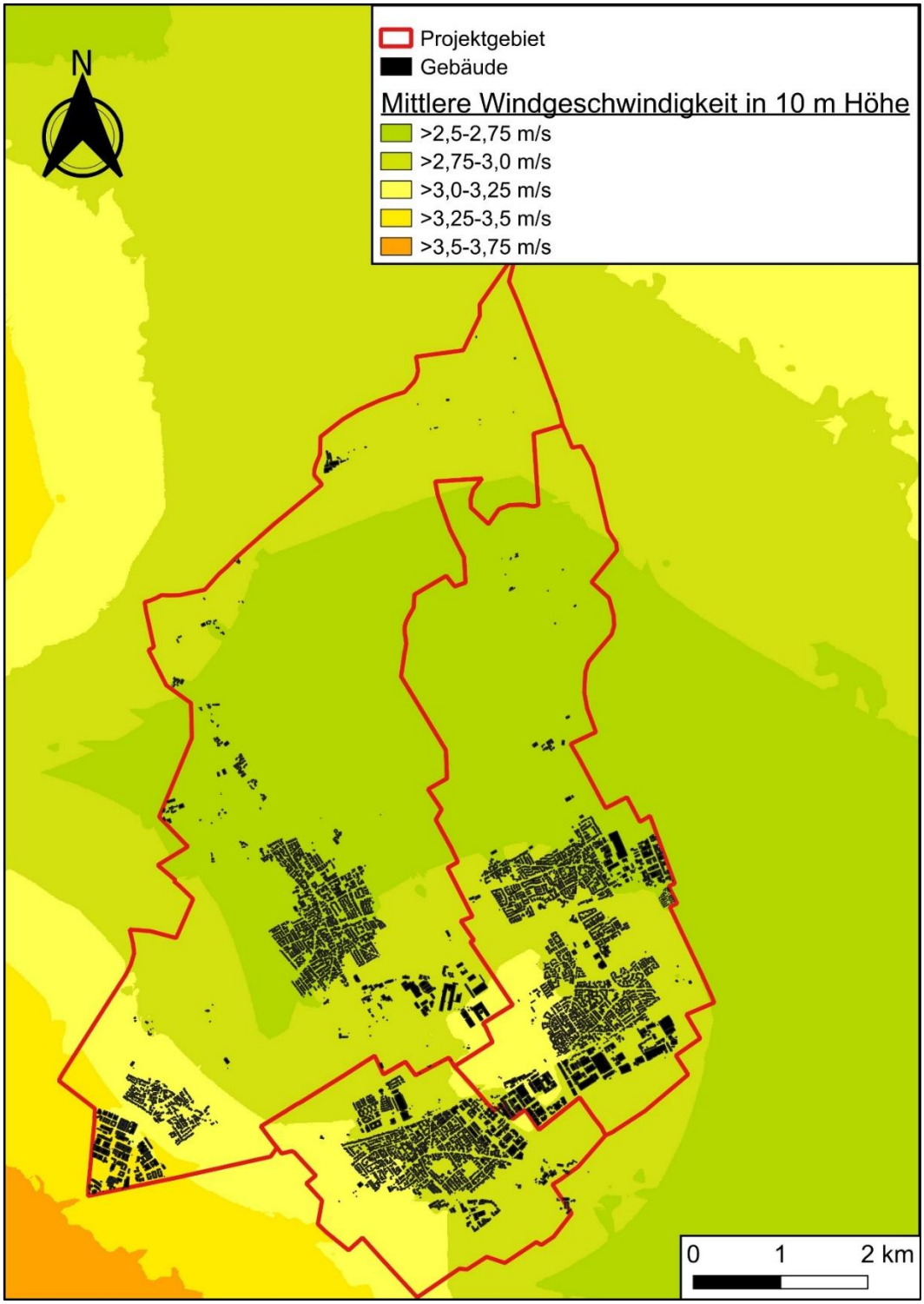



*Abbildung 54: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe*
*Datenquelle: energieatlas.bayern.de*

**Potenzial von Großwindenergieanlagen (WEA)**

Abbildung 55 stellt die mittleren Windgeschwindigkeiten (Mittelwert von 2001 – 2020) in 140 m Höhe laut Energieatlas Bayern im Projektgebiet dar. In den 3 Gemeinden liegen in dieser Höhe im Schnitt konstante Windgeschwindigkeiten von 5,3-5,5 m/s vor. Das Minimum für einen wirtschaftlichen Betrieb von WEA entspricht rund 5,5 m/s gemäß einer Studie des Umweltamts der Stadt Wiesbaden[60]. Im Juni 2023 wurde festgelegt, dass in Wäldern, in der Nähe von Gewerbegebieten, an Autobahnen, Bahntrassen und Wind-Vorbehaltsgebieten der Abstand der Windräder zur Wohnbebauung lediglich 1.000 Meter betragen muss (Davor: 10H-Regelung). In Wind-Vorranggebieten wird dieser Abstand auf rund 800 Meter zur Wohnbebauung weiter verringert [61]. Im Projektgebiet befinden sich wenige, bis keine Flächen, die dieser Gesetzgebung entsprechen, da sich die meisten Flächen innerhalb von 1.000 m Entfernung zur Wohnbebauung befinden und keine Wind-Vorranggebiete definiert wurden.

Aus Abbildung 55 geht hervor, dass die minimalen Anforderungen der Windstärke von 5,5 m/s für wirtschaftlich attraktive Standorte gerade so erreicht werden. Die höchsten Windgeschwindigkeiten werden im nördlichen Projektgebiet mit ca. 5,5 m/s erreicht. Grundsätzlich ist im Projektgebiet Potenzial für die Nutzung von WEA vorhanden. Nach Angaben des Energie-Atlas Bayern können in 140 m Nabenhöhe bei einer Nennleistung von 5 MW Standorterträge von 9.200 MWh/a – 10.000 MWh/a erreicht werden. Für eine vollständige Stromversorgung durch Windkraft müssten aktuell 19 WEA errichtet werden.

[60] *Windpotentialstudie Wiesbaden*. 20.02.2009, JH Wind, im Auftrag des Umweltamt der Stadt Wiesbaden
[61] Pressemitteilungen, 09.11.2022, Pressereferat Bayerische Staatsregierung: „Am 16. November treten die geänderten 10H-Regelungen in Kraft – Die Nachfrage nach neuen Windenergieprojekten ist bereits gestiegen"

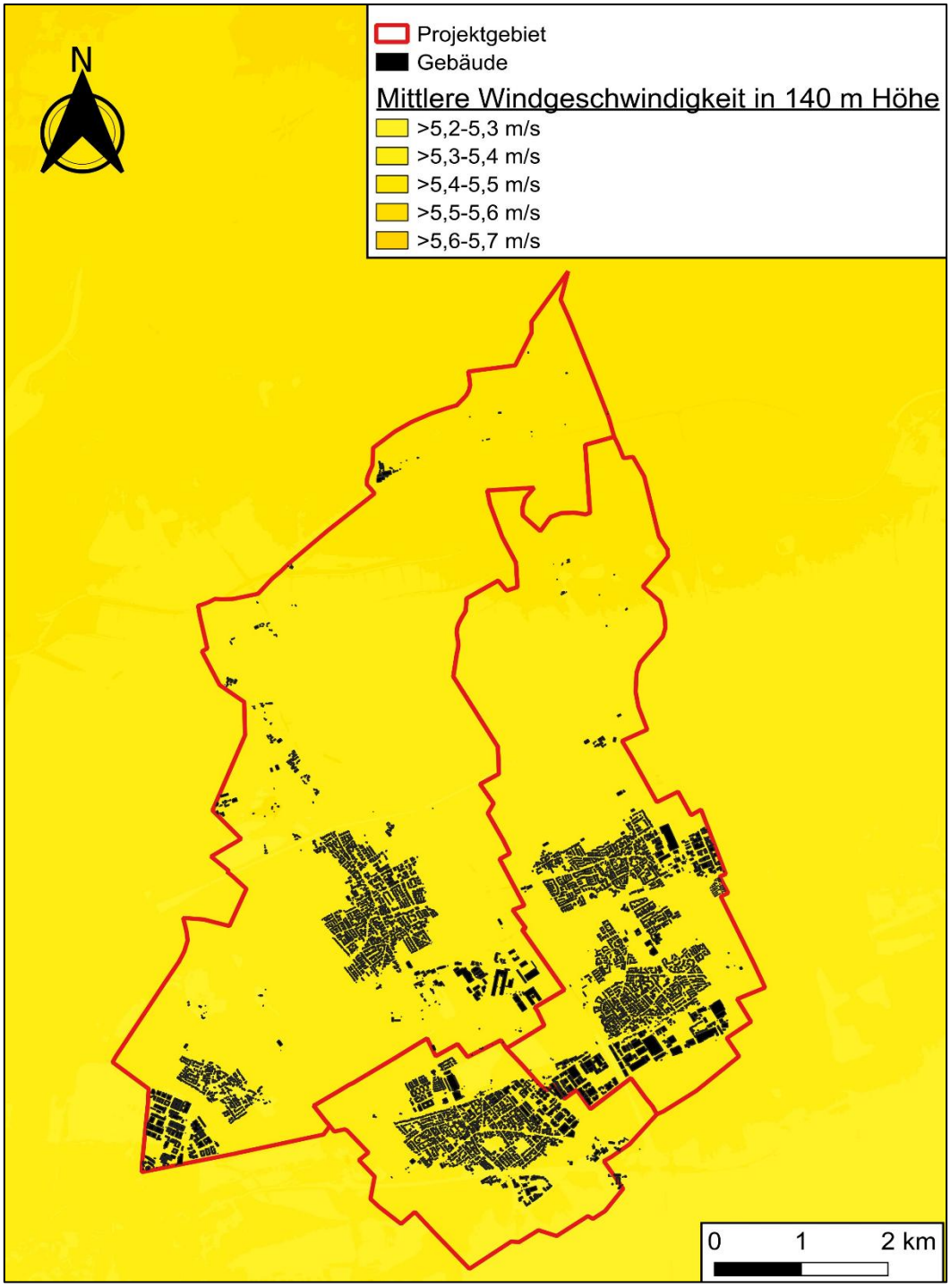



*Abbildung 55: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe*
*Datenquelle: Energie-Atlas Bayern*

Im Norden der drei Gemeinden befindet sich ein Ramsar-Gebiet, welches ein international geschütztes Feuchtgebiet definiert. Ramsar-Gebiete sind ökologisch besonders wertvolle Feuchtgebiete wie Moore, Auen, Seen oder Flusslandschaften und sind Teil eines globalen Netzwerks von Schutzgebieten, die für Biodiversität und Wasserhaushalt wichtig sind. Das Gebiet gilt als Ausschlussfläche für Windkraftanlagen, um die empfindlichen Ökosysteme und die dort vorkommenden Arten dauerhaft

zu schützen. Betitelt ist das Ramsar-Gebiet mit dem Gebietsnamen „Ismaninger Speichersee mit Fischteichen" und umfasst eine Fläche von 955 ha.[62]

Des Weiteren ist der Ismaninger Speichersee und die Fischteiche ein Natura2000 SPA-Gebiet. Dieses spezielle Areal ist ein Schutzgebiet, das Teil des Natura 2000 Netzwerks ist und dem Schutz wildlebender Vogelarten dient, deren Lebensräume und biologische Vielfalt zu sichern[63]. Das Gebiet gilt als eines der drei bedeutendsten europäischen Mauser- und Überwinterungsgebiete für Wasservögel sowie als wichtiges Brut- und Rastgebiet.

Für beide Schutzgebiete ist eine Pufferzone für WEA von 2.500 m erforderlich. Aufgrund der dichteren Bebauungsstruktur vor allem im Süden der drei Gemeinden fällt sowohl der Norden durch Schutzgebiete mit Pufferzonen als auch der südliche Teil des Projektgebiets als Potenzialfläche für WEA weg. Das Potenzial für Windenergie in den Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München ist daher gleich Null.

### 5.11.2 Wasserkraft

Das Potenzial der Stromerzeugung durch Wasserkraft ist vor allem von der Durchflussmenge (Q) und der Fallhöhe (H) des Wasserkraftwerks abhängig. Die Durchflussmenge beschreibt die Wassermenge, die zu jeder Zeit durch die Turbinen fließt, und die Fallhöhe ist die Höhendifferenz zwischen Oberwasser und Unterwasser. Der Druck des Wassers steigt mit zunehmender Fallhöhe, und Wasserkraftwerke werden daher oft in drei Druckklassen eingeteilt. Bis 25 m wird das Kraftwerk als Niederdruckkraftwerk bezeichnet, bis 100 m als Mitteldruckkraftwerk und bei Fallhöhen über 100 m als Hochdruckkraftwerk[64]. Abhängig von der Durchflussmenge und der Fallhöhe werden unterschiedliche Turbinenarten eingesetzt, deren Aufbau die optimale Ausnutzung des Wasserstroms sicherstellt. Die Kaplan-Turbine eignet sich bei niedrigen Fallhöhen (bis 40 m) und großen Durchflussmengen und wird hauptsächlich in Laukraftwerken eingesetzt. Die Francis-Turbine wird sowohl bei Laufkraft- als auch Speicherkraftwerken verwendet und eignet sich für mittlere Fallhöhen (10-200 m) und Durchflussmengen. Die Francis-Turbine ist somit auch der am weitesten verbreitete Turbinentyp. Für die größten Fallhöhen (80-1.000 m) und den geringsten Durchflussmengen eignet sich die Pelton-Turbine am besten[65].

Wie in Kapitel 3.2.5 beschrieben, wird das Wasser des Speichersees bereits in Aschheim (Kaplan-Turbine - Fallhöhe 3,5 m) zur Stromerzeugung genutzt.

## 5.12 Denkmalschutz

Nach Stellungnahme des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege müssen nach dem Vollzug des Bayerischen Denkmalschutzgesetz (BayDSchG) gewisse Belange berücksichtigt werden.

<u>Bodendenkmalpflegerische Belange</u>

Die Bodendenkmäler in Abbildung 56 sind gemäß Art. 1 BayDSchG in ihrem derzeitigen Zustand vor Ort zu erhalten und besitzen aus Sicht des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege Priorität.

[62] Ramsar-Gebiete in Deutschland | Karte
[63] Natura 2000 - Gebiete | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
[64] *Funktionsweise und Technik eines Kraftwerks.* Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke (BDW) e.V.
[65] *Leistungen.* WWS Wasserkraft.

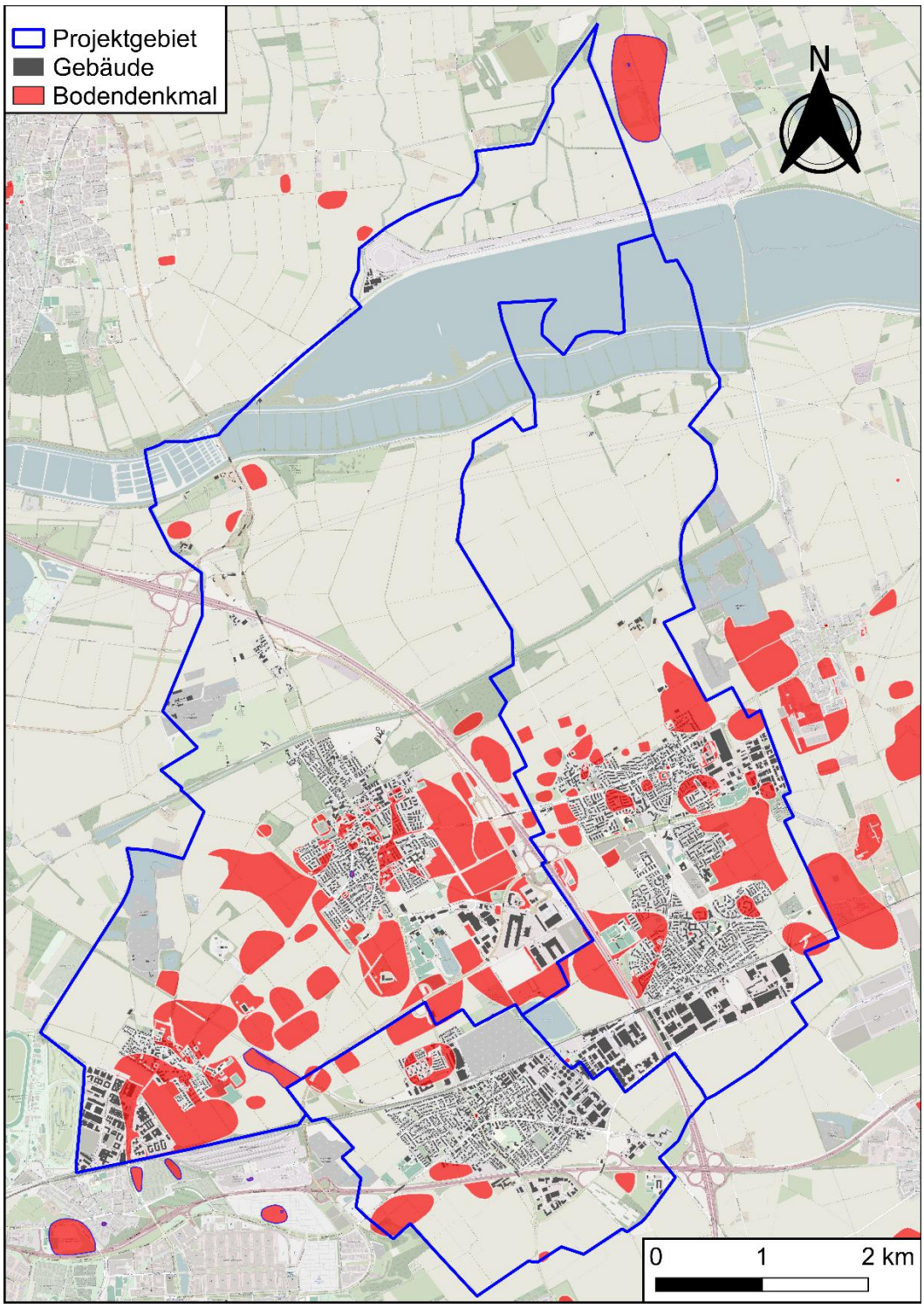



*Abbildung 56: Bodendenkmäler im Projektgebiet*
*Quelle: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege*

Für den Fall von Bodeneingriffen im Bereich von Bodendenkmälern und deren Umfeld ist eine denkmalrechtliche Erlaubnis nach Art. 7 BayDSchG erforderlich. Zudem ist der Einsatz technischer Ortungsgeräte (z. B. Metallsonden) für das Auffinden von Denkmälern im Erdreich gemäß Art. 7 Abs. 6 BayDSchG verboten. Zufällig zutage tretende Bodendenkmäler und Funde sind nach Art. 8 BayDSchG meldepflichtig.

## 5.13 Analyse und Kostenstrukturen von erneuerbaren Energieträgern

Die Vor- und Nachteile der erneuerbaren Wärmequellen sind in Tabelle 49 aufgelistet.

*Tabelle 49: Vor- und Nachteile erneuerbarer Energieträger*

| Energieträger | Vorteile | Nachteile |
|---|---|---|
| **Solarthermie/ Photovoltaik** | – Nahezu $CO_2$-neutral<br>– Langlebigkeit<br>– Hohe Vorlauftemperaturen möglich (110 °C) | – Teure Installation<br>– Wärme oft dann verfügbar, wenn nicht benötigt<br>– Funktioniert meist nicht als Komplettversorgung |
| **Biomasse** | – Großflächig verfügbar und installierbar<br>– Hohe Temperaturen<br>– Günstiger Energieträger | – Zunehmende Nachfrage<br>– Sinkende Qualität<br>– Nur bei Einsatz von nachhaltiger Biomasse $CO_2$-neutral |
| **Luftwärmepumpe** | – Fast überall installierbar<br>– Im Sommer: hoher COP | – Im Winter niedriger COP<br>– Vorlauftemperatur < ca. 85 °C<br>– Lärmpegel |
| **Erdsonden/-kollektoren** | – Hoher COP erreichbar<br>– Konstante Quelltemperaturen | – Auskühlung des Bohrlochs<br>– Viele Restriktionen für Installation<br>– Hohe Investitionskosten |
| **Grundwasserwärmepumpe** | – Hoher COP erreichbar<br>– Konstante Quelltemperaturen | – Viele Restriktionen für Installation<br>– Hohe Investitionskosten |
| **Flusswasserwärmepumpe** | – Hoher COP erreichbar<br>– Sehr hohe Leistungen möglich<br>– Nahezu ganzjährig verfügbar | – Restriktionen für Installation<br>– Kompliziertes Genehmigungsverfahren<br>– Hohe Investitionskosten<br>– Ggf. Ausfallzeiten bei niedrigen Temperaturen (Grundeisbildung) |
| **Abwasserwärmepumpe** | – Hoher COP erreichbar<br>– Ganzjährig gut nutzbare Temperaturen | – Nur ab bestimmtem Rohrdurchmesser und Abflussmengen installierbar<br>– Evtl. hoher Reinigungsaufwand |
| **Wasserstoff** | – Weiternutzung des Großteils bestehender Infrastruktur (Gasnetz, Gastherme auf H2-Ready)<br>– Sehr flexibel<br>– Hohe Temperaturen erreichbar | – Derzeit noch hohe Kosten für den Endkunden<br>– Momentan noch nicht klimaneutral<br>– Generell im Industriesektor mehr benötigt |
| **Tiefengeothermie** | – Evtl. hohe Temperaturen erreichbar<br>– Im Betrieb sehr zuverlässig und kosteneffizient | – Sehr hohe Investitionskosten<br>– Fündigkeitsrisiko |

Nachfolgend werden die Wärmegestehungskosten für typische dezentrale Versorgungsfälle gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln dargestellt[66]. Demzufolge werden bis 2030 Sole-Wasser Wärmepumpen für Einfamilien- und kleine Mehrfamilienhäuser die geringsten Wärmegestehungskosten haben, während für große Mehrfamilienhäuser Pelletkessel die wirtschaftlichere Option darstellen. Luftwärmepumpen werden primär für Einfamilienhäuser wirtschaftlich interessant, während sich die Kosten für Gas und Pellets annähern. Insgesamt sind die Wärmegestehungskosten für Mehrfamilienhäuser geringer als für Einfamilienhäuser.

[66] Wärmegestehungskosten für verbrauchsnahe Wärmeerzeugung in Wohngebäuden. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), 2023.

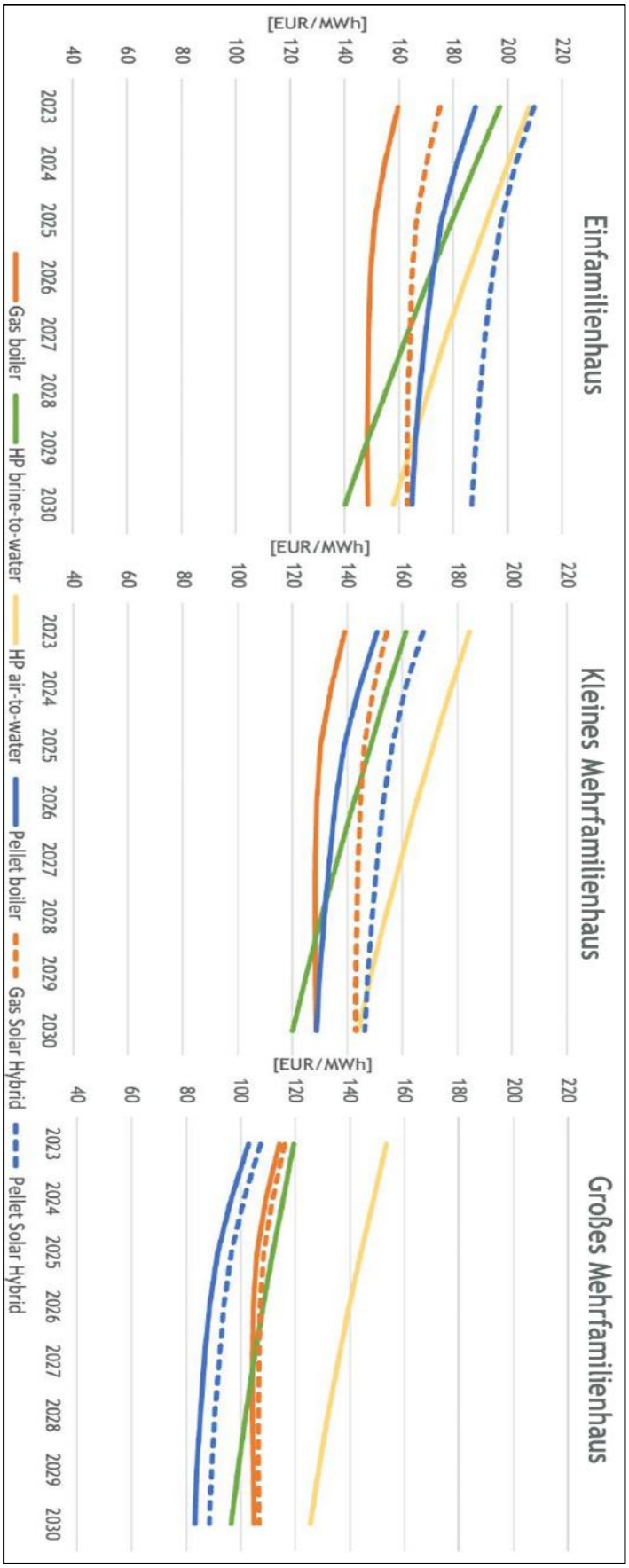



*Abbildung 57: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln*

## 5.14 Zusammenfassung der Potenzialanalyse

Die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München verfügen über ein breites und tragfähiges Potenzial für eine dezentrale Wärmeversorgung. Besonders stark sind die Möglichkeiten für Wärmepumpen – sowohl luft- als auch erdgekoppelt (vgl. Kapitel 5.3 Umweltwärme) – sowie für Solarthermie (vgl. Kapitel 5.2 Solarenergie) auf Wohn- und Gewerbedächern oder Freiflächen. Ergänzend bieten quartiersbezogene Lösungen wie kalte Nahwärmenetze über Grundwasserwärme oder gemeinsame Erdsondenfelder effiziente Optionen für dicht bebaute Bereiche. Bioenergie kann punktuell als Ergänzung dienen, insbesondere in Randlagen oder bei größeren Einzelgebäuden (vgl. Kapitel 5.6 Biomasse). Abwärme aus Gewerbe und Industrie spielt dagegen vor allem für zentrale Versorgungssysteme eine Rolle und wird daher in der dezentralen Betrachtung nur nachrangig relevant. Ein wesentlicher zusätzlicher Hebel liegt im Einsparpotenzial durch energetische Sanierungen, da verbesserte Gebäudehüllen und moderne Heiztechnik den Wärmebedarf deutlich reduzieren und damit die Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit dezentraler Lösungen weiter stärken (vgl. Kapitel 4 Potenzialanalyse Energieeinsparung).

# 6 Zielszenarien

## 6.1 Zielszenario für die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München

Die Entwicklung eines kommunalen Zielszenarios bildet den Kern einer strategisch fundierten Wärmeplanung. Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse wurde für die Gemeinden ein Zielszenario hin zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung durch erneuerbare Energieträger nach Vorgaben des WPG bis zum Jahr 2040 entwickelt. Grundlage hierfür ist die Bewertung der Wärmeliniendichten im Gemeindegebiet, basierend auf dem Wärmekataster und einer angenommenen Anschlussquote von 70 % je Trassenabschnitt.

Die Wärmeliniendichte (WLD), angegeben in kWh je Trassenmeter im Jahr [kWh/(m*a)], beschreibt den gebündelten Wärmebedarf aller potenziellen Abnehmer entlang eines Straßenabschnitts im Verhältnis zur Länge der benötigten Versorgungsinfrastruktur. Sie dient als zentrales Kriterium einer ersten Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes.

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

*Abbildung 58: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte gemäß KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung*

Wie Abbildung 58 erläutert, werden für technisch und wirtschaftlich tragfähige Wärmenetze mindestens WLD >1.500 kWh/(m*a) für Gebiete ohne zusätzliche Hürden benötigt. Bei schwierigen Gegebenheiten wie z. B. Autobahnquerungen sind mindestens >2.000 kWh/(m*a) erforderlich. Für zentral versorgte Wärmenetzgebiete (mit mehr als 16 Gebäuden oder über 100 Wohneinheiten) gilt eine Anschlussquote von 70 % (AQ70) als ambitionierter, aber realistisch erreichbarer Wert. Höhere Anschlussquoten bis zu 100 % (AQ100) werden hingegen nur in Ausnahmefällen erreicht. Aus diesem Grund basieren die nachfolgenden Analysen und Visualisierungen auf dem Fokus von WLD mit einer AQ70, um die Planung realitätsnah und zugleich wirtschaftlich ambitioniert auszurichten. Für die Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München sind die vorliegenden WLD bei AQ70 in Abbildung 59 dargestellt.

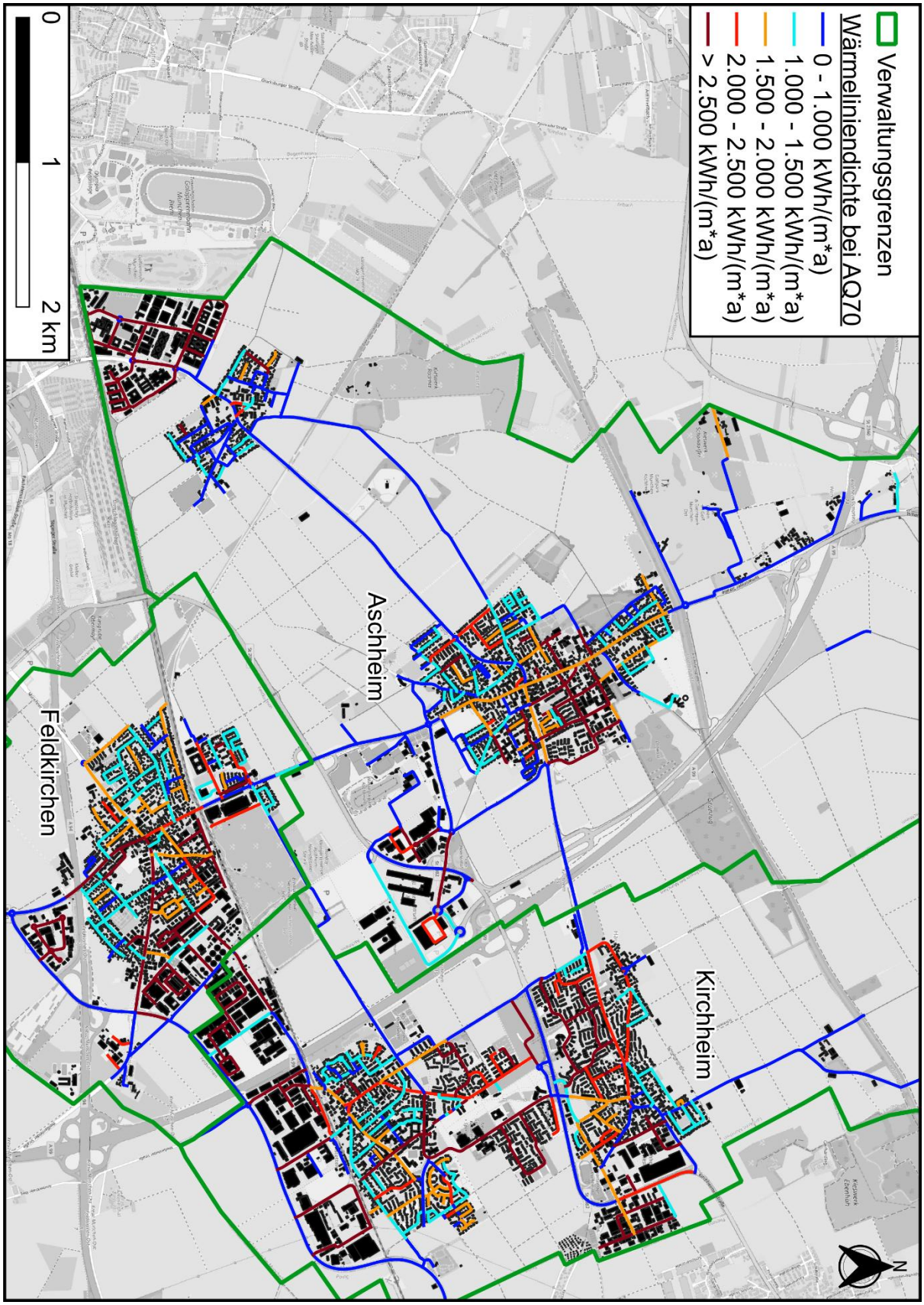



*Abbildung 59: Darstellung der Wärmeliniendichten in den drei Gemeinden bei einer Anschlussquote von 70 %*

Der Großteil der Gebiete mit hoher WLD ist bereits im Bestandswärmenetz oder kann durch Netzerweiterung durch die AFK-Geothermie leicht erschlossen werden. Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung wird daher größtenteils auf Erweiterung und Erhöhung der Anschlussquote des Bestandsnetzes basieren. Von der AFK wurden Einschätzungen für einen realistischen Hochlauf des Wärmenetzes bis 2045 eingeholt und im Zielszenario eingepflegt. Gesondert betrachtet werden hier daher lediglich Gebiete, welche durch das Bestandsnetz nicht bzw. nur relativ schwer erschließbar sind.

### 6.1.1 Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen

Ein solches Gebiet befindet sich in Feldkirchen, südlich der Autobahn. Das dort liegende Gewerbegebiet Süd hat eine hohe WLD (ca. 3.700 kWh/(m*a) bei AQ70), wurde aber aufgrund der zur Erschließung notwendigen Autobahnquerung bisher nicht angeschlossen. Aktuell ist dieses Gebiet mit einer Erschließung der AFK ab 2045 datiert. Als Übergangslösung könnte sich ein kleines Wärmenetz lohnen, welches z. B. eine Großluftwärmepumpe oder oberflächennahe Geothermie als Wärmequelle nutzt.

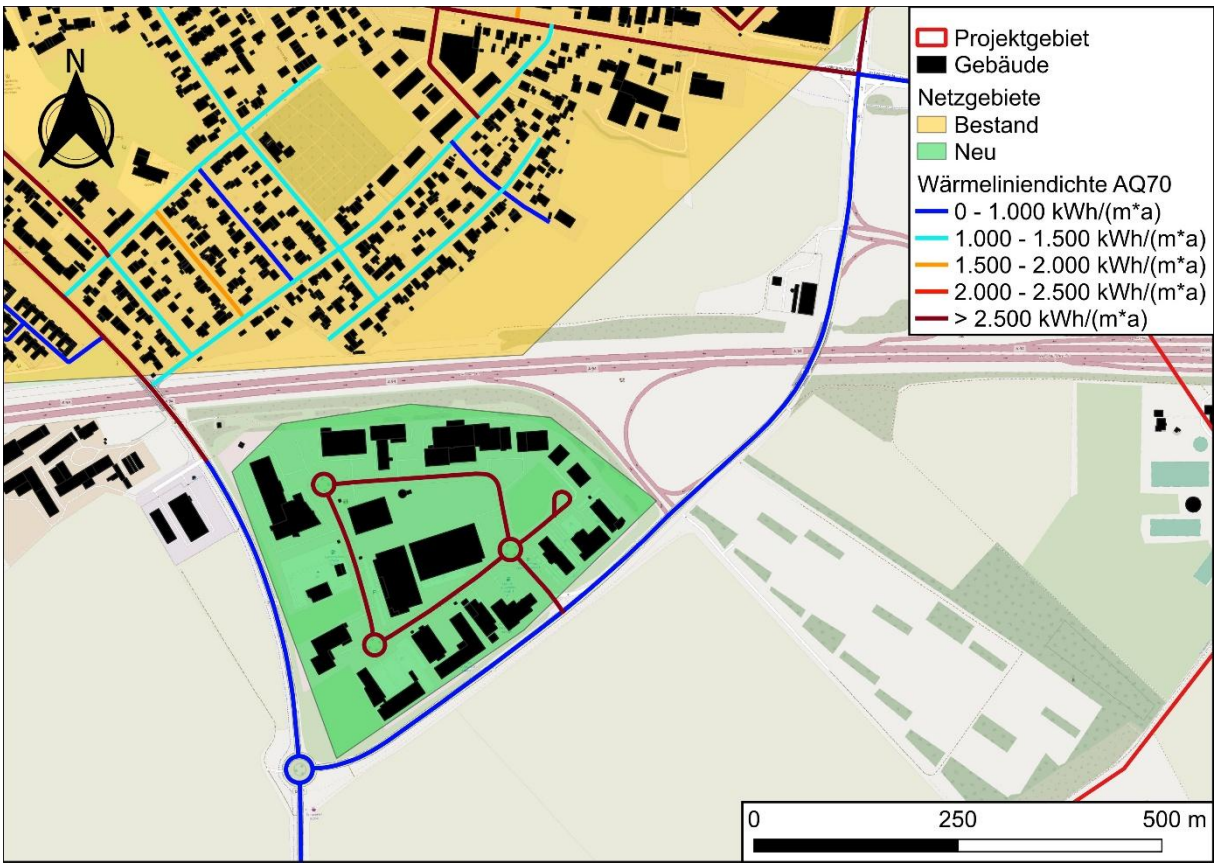



*Abbildung 60: Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen*

Für das Gewerbegebiet Süd wurde eine verkürzte Machbarkeitsstudie erstellt. Die Wärmebedarfe der Gebäude sowie eine mögliche Leitungstrasse wurden in der Software nPro erfasst. Da die Wärmebedarfsdaten der AFK nur für das gesamte Gebiet vorlagen, erfolgte eine anteilige Aufteilung auf die einzelnen Gebäude. Grundlage hierfür war die Wärmemengenverteilung im Gebiet gemäß Wärmekataster aus dem Datenpaket kommunale Wärmeplanung, bereitgestellt vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi) über die ENIANO GmbH.

Dabei wurde eine AQ70 simuliert, indem für jedes Gebäude 70 % des Wärmebedarfs angenommen wurden. Eine Energiezentrale wurde beispielhaft im Osten des Projektgebiets platziert. Die erforderlichen Leitungsdimensionierungen sind in Abbildung 61 dargestellt.

*Abbildung 61: Dimensionierung der Versorgungsleitungen und Hausanschlussleitungen in der Software nPro*

Für die Versorgung des Wärmenetzes wurde eine Grundwasserwärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage und einem Pufferspeicher vorgesehen. Ein Gaskessel dient als Redundanz. Tabelle zeigt die erforderliche Dimensionierung sowie die erzeugten Energiemengen.

*Tabelle 50: Dimensionierung der Anlagentechnik für das Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen*

| Anlage | Leistung | Menge |
|---|---|---|
| Grundwasserwärmepumpe | 823 $kW_{th}$ | 2.566 MWh |
| PV-Anlage | 500 $kW_p$ | 545 MWh |
| Pufferspeicher | 100 $m^3$ | / |
| Gaskessel (Redundanz) | 800 kW | 0 MWh |

Die geordnete Jahresdauerlinie ist in kW über die Stunden des Jahres in Abbildung 62 dargestellt. Der Wärmebedarf erreicht eine Spitzenlast von ca. 1,2 MW. Die Grafik verdeutlicht, dass die hohen Spitzenlasten nur kurzzeitig auftreten und der Grundlastbereich über viele Stunden konstant ist,

wodurch das Zusammenspiel von Wärmepumpe und Pufferspeicher zur Deckung der Spitzenlasten notwendig wird.

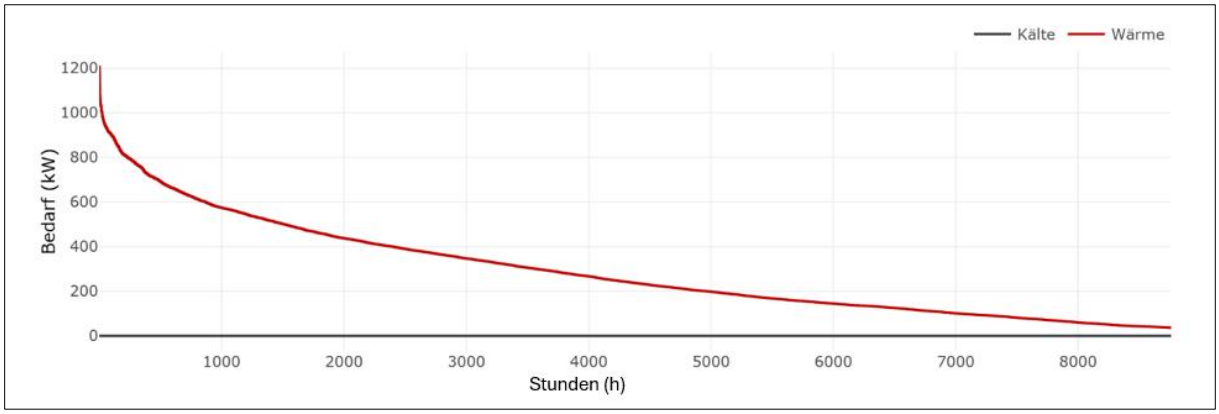



*Abbildung 62: Ermittelte Jahresdauerlinie des Gewerbegebietes bei einer simulierten Anschlussquote von 70 %*

Abbildung 63 veranschaulicht die Abdeckung des stundenscharfen Lastprofils durch Wärmepumpe und Speicher. Die Grafik zeigt die zeitliche Entwicklung von Wärmeerzeugung, Wärmeentnahme aus einem Speicher und Wärmebedarf über ein Jahr. Der Wärmebedarf ist im Winter hoch und im Sommer deutlich geringer. Die Wärmeerzeugung variiert und orientiert sich am aktuellen Bedarf bzw. an der verfügbaren Überschusswärme. Der Wärmespeicher gleicht zeitliche Schwankungen aus: Er speichert überschüssige Wärme, sobald sie verfügbar ist, und gibt sie in Übergangszeiten oder bei Spitzenlasten wieder ab. Auf diese Weise kann die Wärmeerzeugung effizienter genutzt und Lastspitzen im System ausgeglichen werden.

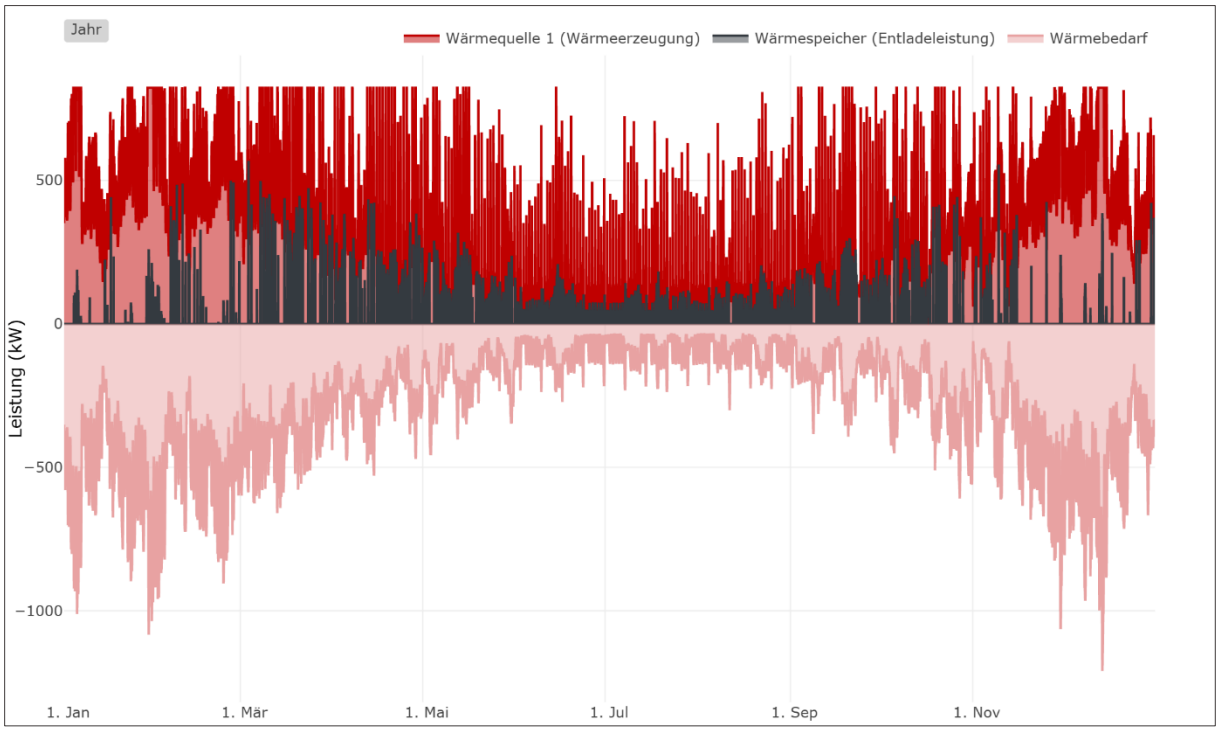



*Abbildung 63: Abdeckung des Lastprofiles des Gewerbegebietes in Feldkirchen durch die Grundwasserwärmepumpe und einem Pufferspeicher*

In einer ersten Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die Investitionskosten sowie die betriebs- und bedarfsgebundenen Kosten für das Netzgebiet abgeschätzt. Nach Abzug der Förderungen (BEW) sowie unter Berücksichtigung von Annahmen zu Hausanschlusskosten und Baukostenzuschüsse ergeben sich Investitionskosten von rund 3 Mio. €. Für den Betrieb des Wärmenetzes werden jährlich 798 MWh Strom benötigt. Die Photovoltaikanlage erzeugt 545 MWh erneuerbaren Strom pro Jahr, wovon 191 MWh in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Zur Deckung des verbleibenden Strombedarfs des Wärmenetzes werden 444 MWh Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen.

Die Wärmegestehungskosten sind stark abhängig von den Renditeerwartungen des Betreibers sowie den Strompreisen. Auf Basis einer groben Berechnung liegen die Wärmegestehungskosten zwischen 180 € und 240 €/MWh. Werden günstige Bau-, Betreiber- und Betriebskonditionen für das Netz realisiert, können die Wärmegestehungskosten weiter gesenkt werden. Diese erste Kalkulation deutet auf ein potenziell wirtschaftliches Wärmenetz im Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen hin.

### 6.1.2 BMW-Testgelände in Aschheim

Ein weiteres Gebiet, welches nicht an das bestehende Wärmenetz angeschlossen werden kann, befindet sich nördlich des Speichersees. Aufgrund der hohen WLD könnte auf dem BMW-Testgelände Aschheim ebenfalls ein kleines Netz errichtet werden, welches den See als Wärmequelle nutzt.

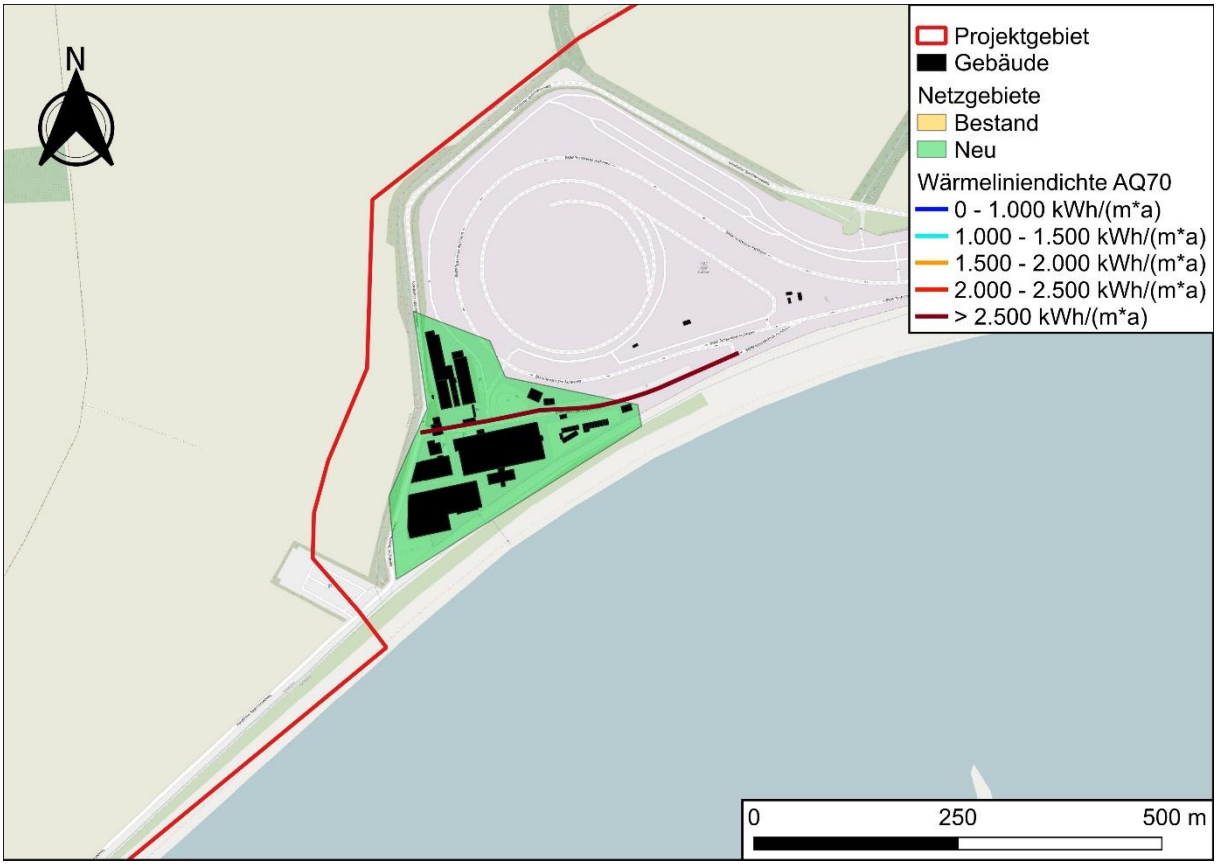



*Abbildung 64: BMW-Testgelände Aschheim*

Der angedachte Ausbau des Wärmenetzes der AFK wird in Abbildung 65 dargestellt. Aufgrund der aktuellen Auslastung des Wärmenetzes sowie der Dauer der Planungs- und Bohrarbeiten für die zweite Tiefengeothermieanlage erfolgt ein weiterer Ausbau erst ab dem Jahr 2028. Ab diesem Zeitpunkt wird das Bestandsnetz auf Anfrage kontinuierlich nachverdichtet. Zudem werden die in Abbildung 65 dargestellten Gebiete schrittweise erschlossen. Einzelne Gebiete, die eine große Entfernung

zum Bestandsnetz oder eine sehr geringe Wärmedichte aufweisen, werden nicht erschlossen. Dazu zählt auch das bereits dargestellte BMW-Testgelände im Norden Aschheims.

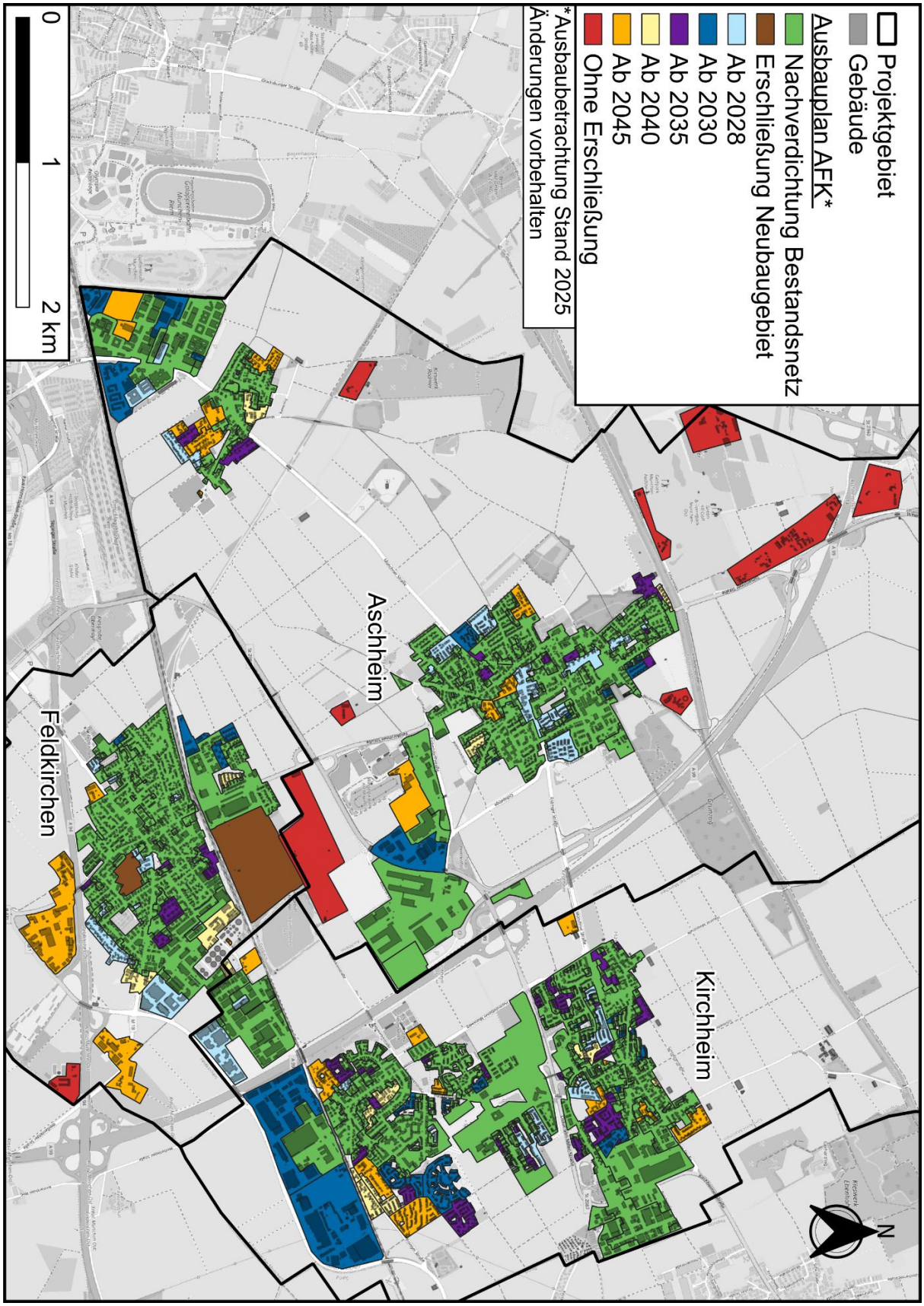



*Abbildung 65: Darstellung der Erschließungsjahre des Wärmenetzes der AFK-Geothermie GmbH*

Auf Grundlage des geplanten Ausbaus des Wärmenetzes der AFK wird im Zielszenario davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2045 rund 49 % des Wärmebedarfs durch Fernwärme gedeckt werden, während die verbleibenden 51 % über dezentrale Versorgungslösungen bereitgestellt werden. Der zeitliche Verlauf dieser Entwicklung – in Verbindung mit der durch Gebäudesanierungen bedingten Reduktion des Gesamtwärmebedarfs – ist in Abbildung 66 dargestellt. Die angenommene Sanierungsquote in den Gemeinden beträgt dabei 1,5 %. Die Tabelle 51 stellt den Hochlauf pro Gemeinde dar.

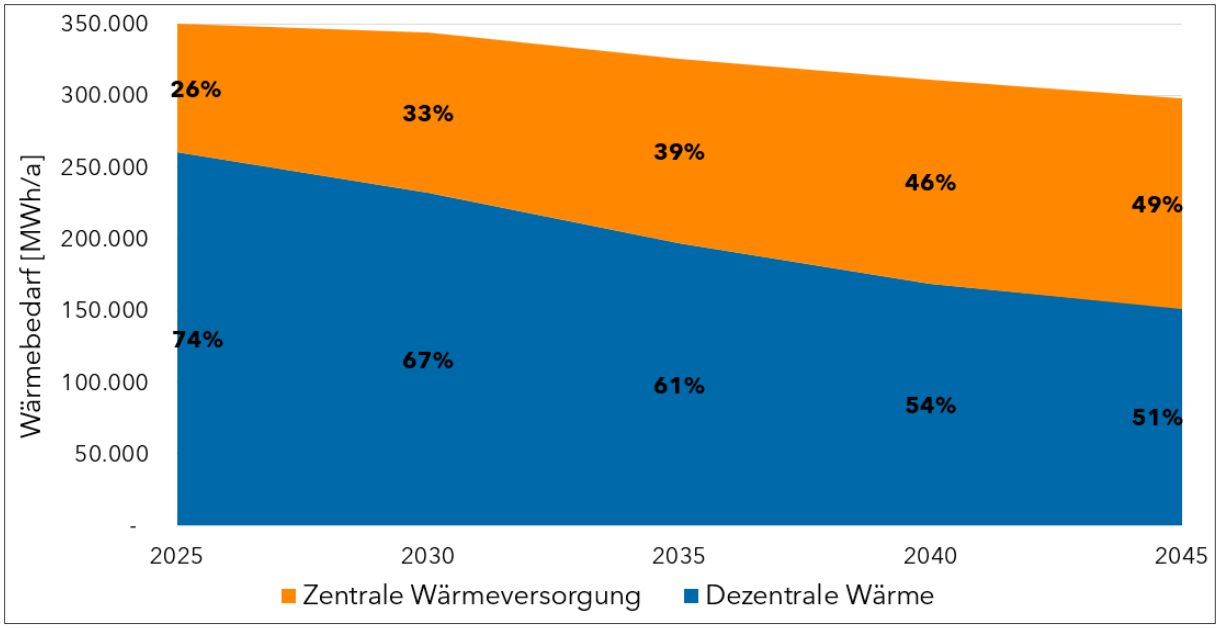



*Abbildung 66: Zeitlicher Hochlauf der Versorgungsart für die Gemeinden*

*Tabelle 51: Zeitlicher Hochlauf der Versorgungsart pro Gemeinde*

| **Gemeinde** | **Aschheim** | | **Feldkirchen** | | **Kirchheim bei München** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Versorgung | Dezentral | Zentral | Dezentral | Zentral | Dezentral | Zentral |
| 2025 | 71% | 29% | 73% | 27% | 78% | 22% |
| 2030 | 62% | 38% | 63% | 37% | 74% | 26% |
| 2035 | 54% | 46% | 55% | 45% | 68% | 32% |
| 2040 | 46% | 54% | 49% | 51% | 63% | 37% |
| 2045 | 42% | 58% | 46% | 54% | 60% | 40% |

Das Zielszenario sieht ein Erreichen der Klimaneutralität bis 2040 in den Gemeinden Aschheim und Kirchheim bei München vor, in Feldkirchen sogar bereits ab 2035 durch die Initiative 29++[67]. Diese Ziele haben sich die Gemeinden selbst im Rahmen dieser „29++ Klima.Energie.Initiative." gesetzt. Für das Erreichen dieses ambitionierten Ziels ist nicht nur eine Reduktion des Wärmebedarfes notwendig, sondern vor allem eine Umstellung der Energieträgerverteilung von fossilen Brennstoffen auf nachhaltige Wärmequellen. Ein kleiner Teil dieses Bedarfs kann durch Biomasse und Solarthermie gedeckt werden. Beide Energiequellen sind jedoch mit Einschränkungen verbunden und weisen eine limitierte Verfügbarkeit auf: Biomasse weist ein geringes lokales Potenzial (vgl. Kapitel Biomasse)

[67] Landkreis München: 29++ Klima. Energie. Initiative.

auf, während die Solarthermie gewisse Herausforderungen bei der Wärmespeicherung birgt (vgl. Kapitel Solarenergie). Der Großteil des dezentralen Wärmebedarfs wird durch Wärmepumpen bereitgestellt werden müssen. Diese werden im Zielszenario im Jahr 2045 ca. 13 % der zentralen und 84 % der dezentralen Wärme bereitstellen. Der zeitliche Verlauf der Energieträgerverteilung nach Zielszenario ist in Abbildung 67 dargestellt.

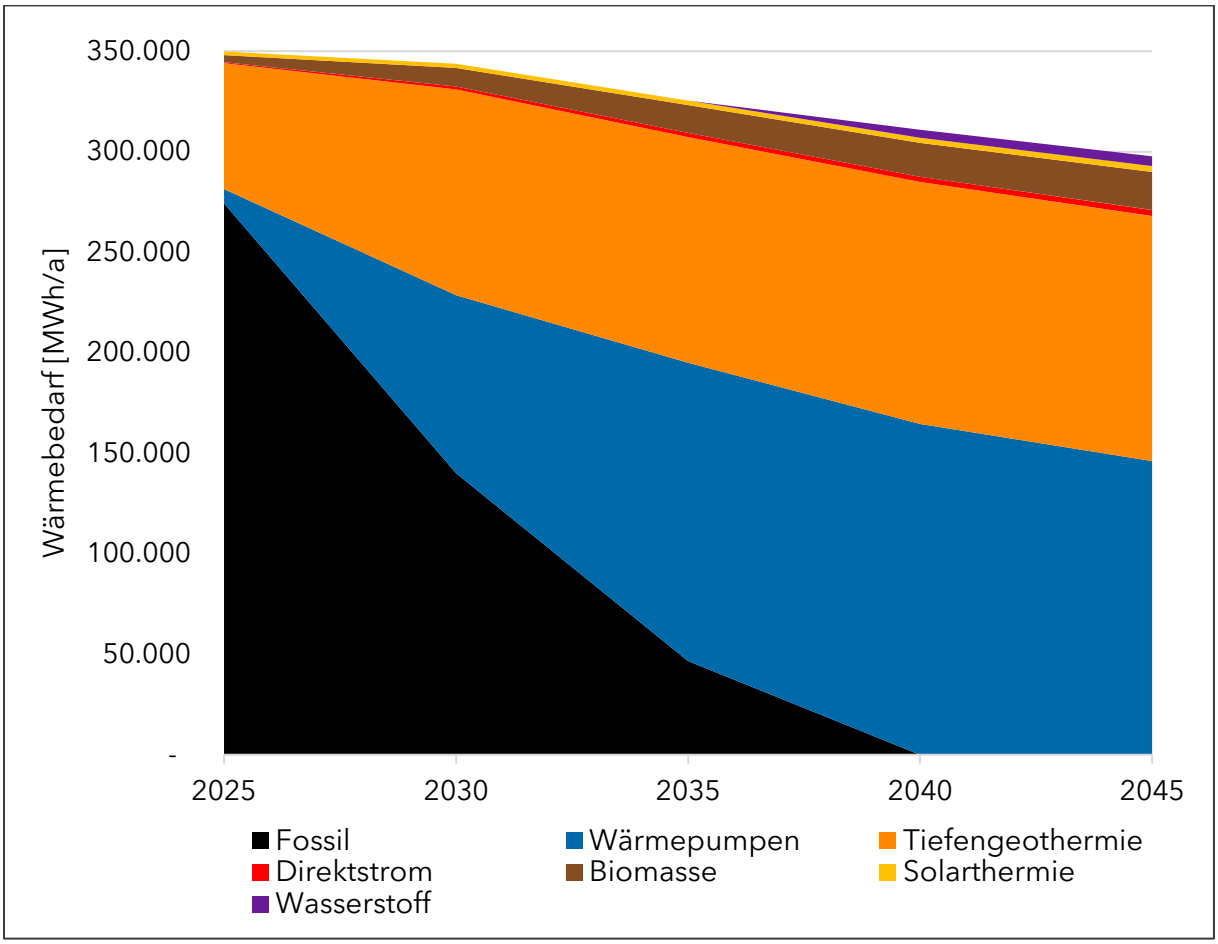



*Abbildung 67: Hochlauf der Energieträgerverteilung nach Zielszenario bis 2045*

Durch die Umstellung auf nachhaltige Wärmequellen reduzieren sich die wärmebedingten Emissionen, wie in Abbildung 68 dargestellt, von rund 72.000 Tonnen im Jahr 2025 auf 1.250 Tonnen im Jahr 2045, was einer Reduktion der Emissionen um 98 % entspricht. Die Restemissionen im Zieljahr 2045 entfallen überwiegend auf Biomasse und Strom durch Wärmepumpen.

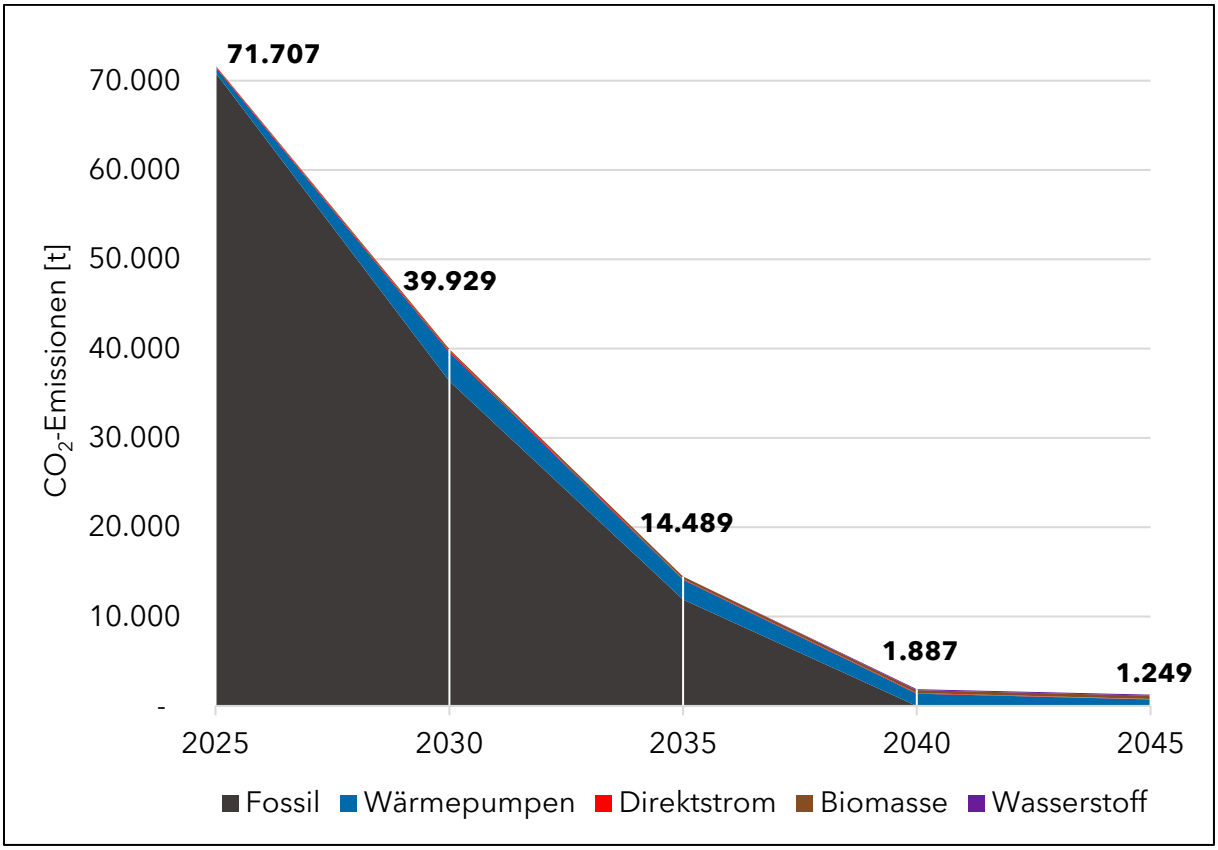



*Abbildung 68: Emissionsentwicklung nach Zielszenario bis 2045*

## 6.2 Alternative Szenarien

Zusätzlich zum Zielszenario wurden drei weitere Szenarien ausgearbeitet.

- **Sanierungsstau:** Die im Zielszenario angenommene Sanierungsquote von 1,5 % pro Jahr wird nicht erreicht. Stattdessen wird eine Sanierungsquote von nur 0,5 % erzielt. Der Ausbau des Wärmenetzes sowie die Dekarbonisierung finden unverändert statt.
- **Dekarbonisierungsstau:** Das Ziel der $CO_2$-Neutralität wird bis 2045 nicht erreicht. Der Anteil fossiler Energieträger sinkt langsamer als erwartet und liegt im Jahr 2045 noch bei 20 % in der dezentralen Versorgung. Der Ausbau des Wärmenetzes und Sanierung finden unverändert statt.
- **Klimaneutralität 2045:** Die Dekarbonisierung findet langsamer statt, sodass die Klimaneutralität erst 2045 erreicht wird. Der Ausbau des Wärmenetzes und Sanierung finden unverändert statt.

Da die Nutzung von Biomasse nicht emissionsfrei ist und auch Strom laut KWW-Technikkatalog weiterhin mit Emissionen verbunden sein wird, wird Klimaneutralität in diesem Zusammenhang nicht als absolute Emissionsfreiheit verstanden. Vielmehr bedeutet sie den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Quellen und eine Begrenzung der Treibhausgasemissionen auf ein Restniveau von maximal 5 % der aktuellen Emissionen. Wie in Abbildung 69 zu sehen ist, sind sowohl die Reduktion fossiler Energiequellen als auch die Förderung energetischer Sanierungsmaßnahmen entscheidende Hebel zur Senkung der $CO_2$-Emissionen im Wärmesektor. Dabei hat die Substitution fossiler

Quellen den deutlich stärkeren Effekt im Hinblick auf die Zielerreichung. Besonders deutlich wird dies im Vergleich der Szenarien „Dekarbonisierungsstau" und „Klimaneutralität 2045", die sich ausschließlich in der Dekarbonisierungsrate unterscheiden. Die Differenz zwischen diesen beiden Szenarien ist deutlich größer als jene zwischen dem Zielszenario und dem Sanierungsstau-Szenario. Hier ist zusätzlich zu sehen, dass die Linien für das Zielszenario und das Sanierungsstauszenario sich zunächst distanzieren und wieder annähern. Schlussendlich haben beide Szenarien nahezu gleiche Emissionen im Jahr 2045, da die Dekarbonisierung fossiler Brennstoffe regulär stattfindet und einen viel höheren Einfluss hat als die fehlende Sanierung. Rechnerisch sind die Emissionen im Sanierungsstau-Szenario 2045 um ca. 34 % höher als im Zielszenario, während das Dekarbonisierungsstau-Szenario ca. 690 % höhere Emissionswerte besitzt als das Zielszenario.

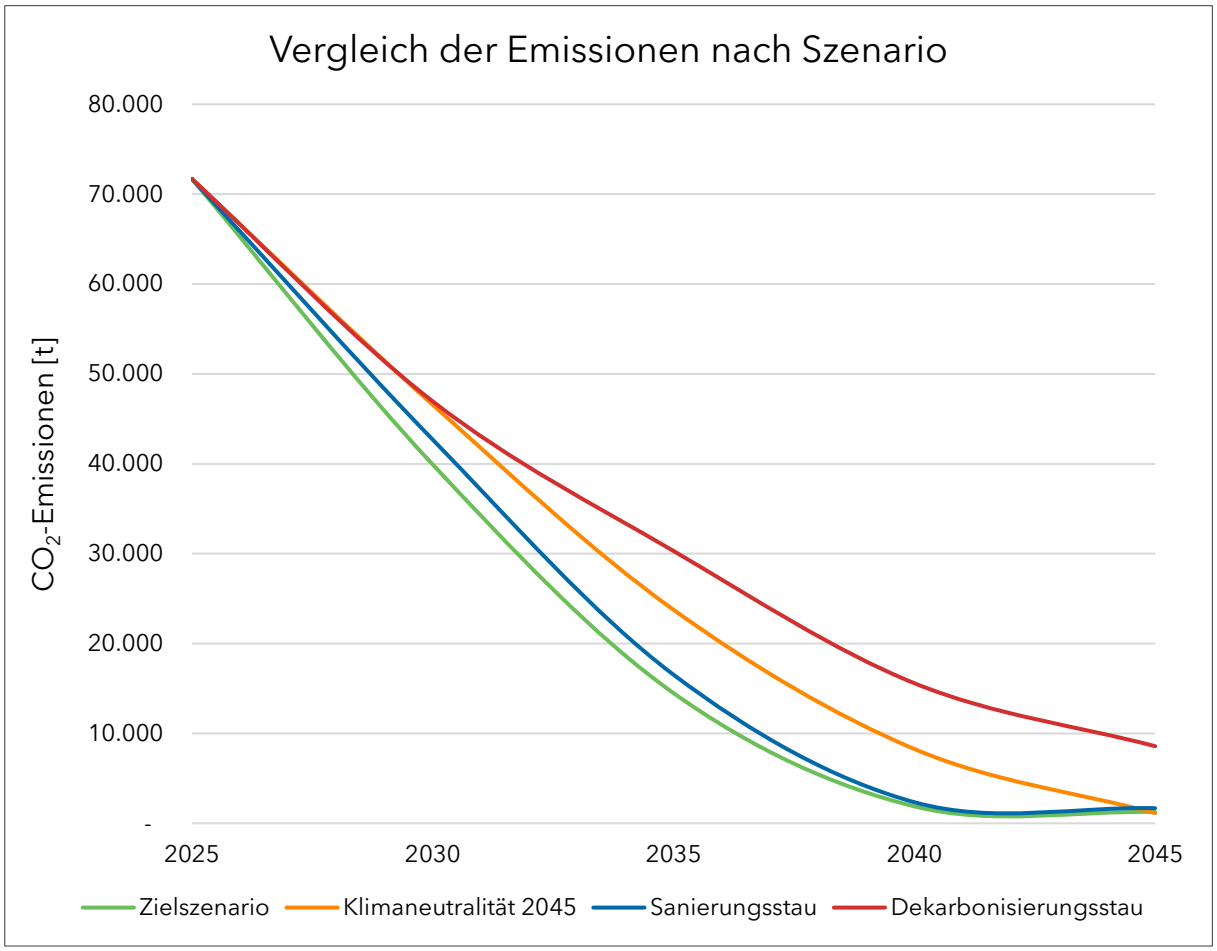



*Abbildung 69: $CO_2$-Emissionen für die einzelnen Szenarien*

Das Szenario Dekarbonisierungsstau verursacht insgesamt rund 205.000 Tonnen mehr $CO_2$-Emissionen im Vergleich zum Zielszenario.

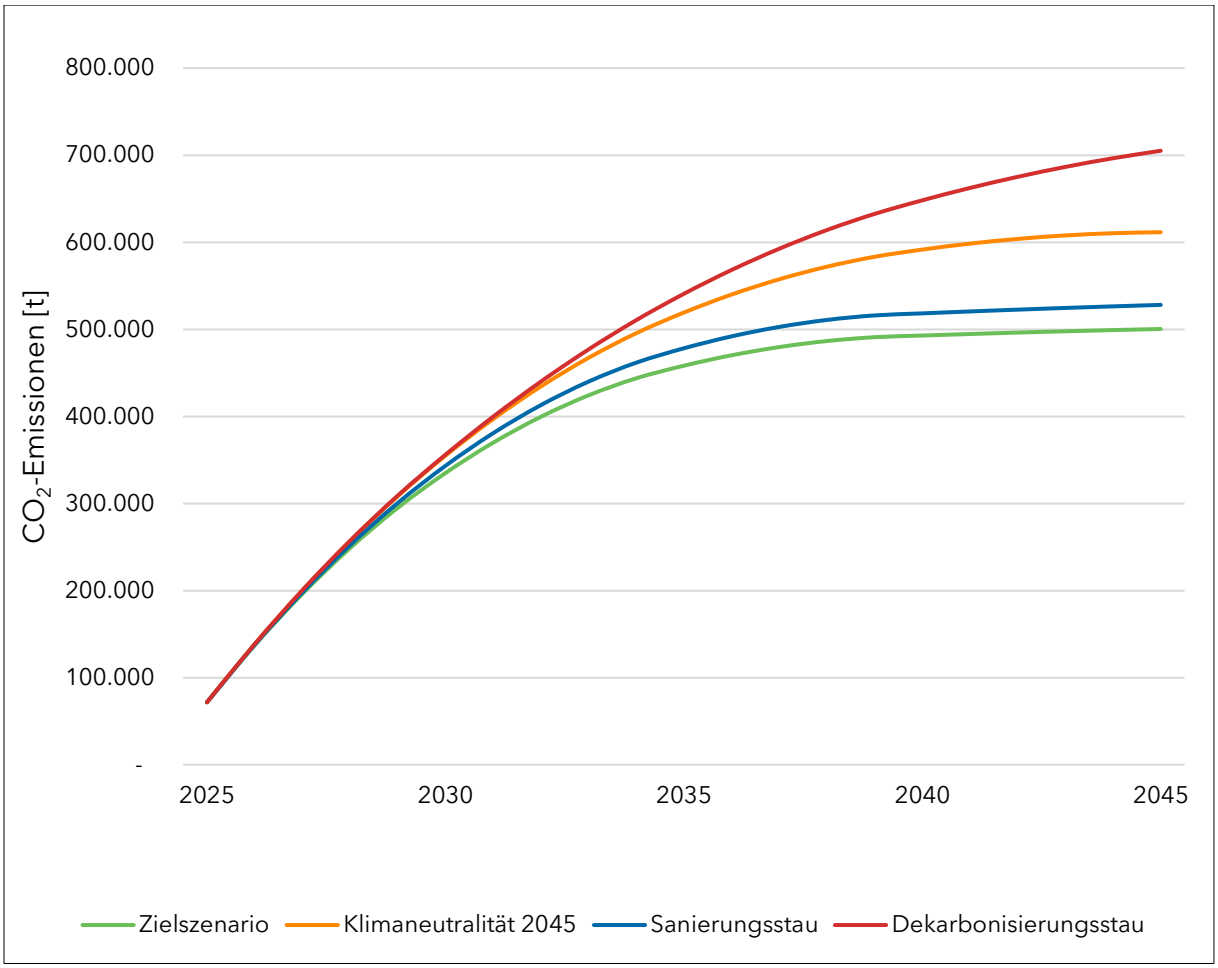



*Abbildung 70: Kumulierte $CO_2$-Emissionen für die einzelnen Szenarien*

Im Gesamtblick auf die dargestellten Szenarien wird deutlich, dass nur ein konsequent verfolgtes Zielszenario mit frühzeitiger Klimaneutralität die kumulierten $CO_2$-Emissionen bis 2045 wirksam begrenzt. Während sowohl ein späterer Zielpfad als auch ein Sanierungs- oder Dekarbonisierungsstau zu deutlich höheren Emissionsmengen führen, zeigt sich zugleich, dass insbesondere Verzögerungen bei der Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung langfristig die größten Mehrbelastungen verursachen. Daher sollte der Fokus klar auf einer zügigen und umfassenden Dekarbonisierung liegen. Denn diese reduziert nicht nur die Emissionen am stärksten, sondern schafft auch Planungssicherheit, mindert zukünftige Kostenrisiken und ermöglicht eine robuste, resilientere Wärmeversorgung für die drei Gemeinden.

# 7 Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog

Im Folgenden werden auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Zielszenarien geeignete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie in den Gemeinden vorgestellt. Die Maßnahmen wurden in enger Abstimmung mit den Gemeinden entwickelt und im Steckbriefformat aufbereitet. Jede Maßnahme enthält eine kurze Beschreibung sowie – sofern relevant – mögliche Maßnahmenbausteine, Kostenabschätzungen und Hinweise zu beteiligten Akteuren. Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, eine klare und praxisorientierte Grundlage für die schrittweise Umsetzung der kommunalen Wärmewende bereitzustellen. Zur besseren Übersicht werden die Maßnahmen fünf Kategorien zugeordnet:

**Effizienz-Maßnahmen:** Maßnahmen zur direkten Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere durch Gebäudesanierung, Heizungsoptimierung oder effizientes Nutzerverhalten.

**Informations- und Beratungsmaßnahmen:** Maßnahmen zur Unterstützung von Eigentümer:innen, Bürger:innen und Unternehmen durch Energie- und Förderberatung sowie durch verständliche Informations- und Kommunikationsangebote.

**Planerische Maßnahmen:** Maßnahmen zur fachlichen, räumlichen oder strategischen Vorbereitung der Wärmewende wie Quartierskonzepte, Bauleitplanung oder Machbarkeitsstudien.

**Organisatorische Maßnahmen:** Maßnahmen zur Entwicklung von Strukturen, Zuständigkeiten, Kooperationen oder Beteiligungsmodellen, die eine effektive Umsetzung unterstützen.

**Technische und infrastrukturelle Maßnahmen:** Maßnahmen zur Entwicklung und Umsetzung technischer Lösungen oder Wärmeinfrastrukturen, z. B. Speicher, erneuerbare Wärmequellen oder Netzausbau.

Jede Maßnahme wird darüber hinaus einer oder mehreren Handlungsebenen zugeordnet, die zeigen, in welchem Bereich des Wärmesystems sie wirkt:

**Gebäudeebene:** Maßnahmen, die direkt am einzelnen Gebäude ansetzen.

**Quartiersebene:** Maßnahmen, die räumlich gebündelte Lösungen ermöglichen.

**Erzeugungs- & Infrastruktur-Ebene:** Maßnahmen, die Energieversorger, Netzbetreiber oder Betreiber technischer Anlagen betreffen.

**Organisations- & Steuerungsebene:** Maßnahmen, die organisatorische, koordinierende oder strategische Aufgaben betreffen.

Da die Maßnahmen sehr unterschiedliche Anforderungen aufweisen, variiert auch der finanzielle Aufwand. Zur Orientierung werden sie folgenden Kostenkategorien zugeordnet:

(€) < 10.000 €

(€€) 10.001 – 100.000 €

(€€€) 100.001 – 1.000.000 €

(€€€€) > 1.000.000 €

Diese Einordnung ermöglicht eine erste Einschätzung des Aufwands, ohne eine detaillierte Budgetierung vorwegzunehmen.

In der folgenden Tabelle 52 werden die Maßnahmen im Überblick dargestellt:

*Tabelle 52: Übersicht der Maßnahmen*

| | Handlungsebene | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gebäudeebene | Quartiersebene | Erzeugungs- & Infrastruktur-Ebene | Organisations- & Steuerungsebene |
| **Effizienz-Maßnahmen** | | | | |
| Übergreifende energetische Gebäudesanierung | x | x | | x |
| Regelungsoptimierung durch Nutzung künstlicher Intelligenz | x | x | x | x |
| **Informations- und Beratungsmaßnahmen** | | | | |
| Energie- und Fördermittelberatung | x | | | x |
| Öffentlichkeitsarbeit - Stakeholder Management Thema: „zentrale Wärmeversorgung" | | x | x | x |
| Best-Practice sichtbar machen und Erfahrungen teilen | x | | | x |
| Digitale Interessensabfrage für zentrale Wärmeversorgung prüfen | | x | x | x |
| **Planerische Maßnahmen** | | | | |
| Bauleitplanung erneuerbare Energien | x | x | x | x |
| Initiierung/Information/Unterstützung bei Quartierskonzepten | x | x | x | x |
| Prüfung des Flusswasserwärmepotenzials | | | x | x |
| Nähere Untersuchung der PV-Freiflächenpotenziale | | | x | x |
| Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung | | | x | x |
| Nutzung industrieller Abwärmepotenziale prüfen | | | x | x |
| **Organisatorische Maßnahmen** | | | | |
| Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschafen | x | | | x |
| Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschafsformen | | x | x | x |
| **Technische und infrastrukturelle Maßnahmen** | | | | |
| Weiterentwicklung der tiefengeothermischen Wärmeversorgung | | | x | x |
| Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. vorantreiben | x | x | x | |
| Analyse von Wärmeversorgungslösungen in Gebieten ohne baldigen Wärmenetzausbau | | x | x | x |
| Integration von Energiespeichern ermöglichen | | | x | x |
| Synchronisierung der Stromverteilnetze | | | x | x |

## 7.1 Effizienz-Maßnahmen

### 7.1.1 Maßnahme 1 (Gebäudesanierung)

| Übergreifende energetische Gebäudesanierung | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Das in der Potenzialanalyse aufgezeigte Einspar- und Effizienzpotenzial kann einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten. Die derzeitige Sanierungsrate von rund 0,7 % im Jahr reicht für eine Klimaneutralität im Gebäudebestand bis 2045 nicht aus. Gründe sind unter anderem fehlende Markttransparenz, begrenzte Informationen, finanzielle Hürden sowie mangelnde Anreize. Daher besteht die Notwendigkeit, Maßnahmen zur Erhöhung der Sanierungsrate gezielt zu stärken. Gemäß der Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität" der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) müssen jährlich sogar 1,7-1,9 % der Wohngebäude energetisch saniert werden, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen.[68]

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Energieagenturen

**KOSTEN INDIVIUELL JE NACH UMFANG:** [69]

Dämmung der Fassade: 50 € – 300 € / m²
Dachdämmung: 30 € – 250 € / m²
Fensterdämmung: 550 € – 1000 € / m²
Kellerdämmung: 50 € – 160 € / m²

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**AKTEURE**

Gemeinde, Landkreis, Bauträger, Energieberatende, Bürgerschaft

**FÖRDERUNG**

Bundesförderung für effiziente Gebäude (bis zu 20 %)

Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (50 %)

Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (50 %)

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- **GIS-gestützte Analyse von Sanierungsschwerpunkten:** Über Geoinformationssysteme (GIS) können Gebiete mit ähnlichen Gebäudemerkmalen (Alter, Typ, Verbrauch) identifiziert werden. Gemeinderat und Gemeindeverwaltung können diese Auswertung nutzen, um quartiersbezogene Sanierungsansätze anzustoßen.
- **Bündelung von Bedarfen und Sammelbestellungen:** Werden ähnliche Sanierungsbedarfe zusammengeführt, können Mengenrabatte erzielt und organisatorische Hürden reduziert werden. Relevant für Dämmung, Heiztechnik und weitere Effizienzmaßnahmen.
- **Bereitstellung übersichtlicher Informationen zu Förderprogrammen:** Eine klare und verständliche Aufbereitung relevanter Förderprogramme (z. B. BEG) erleichtert Eigentümer:innen wirtschaftliche Entscheidungen für energetische Maßnahmen.

[68] Sanierungsquote - BuVEG
[69] grünes haus (2025a), grünes haus (2025b)

### 7.1.2 Maßnahme 2 (Effiziente Technologien)

| Regelungsoptimierung durch Nutzung künstlicher Intelligenz durch z. B. smarten Thermostaten | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Das Nutzerverhalten hat einen spürbaren Einfluss auf den Wärmeverbrauch in Wohngebäuden. Digitale Lösungen wie smarte Thermostate ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung und automatische Anpassung der Heizleistung an das tatsächliche Nutzungsverhalten. Durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) kann die Regelung weiter optimiert werden. Für Eigentümer mit PV-Anlagen bieten ergänzende Smartphone-Apps die Möglichkeit, den selbst erzeugten Strom effizienter zu nutzen, indem z. B. Wärmepumpen oder Ladegeräte von Elektrofahrzeugen bedarfsgerecht an den aktuellen PV-Ertrag angepasst werden.

**BEGINN**

2026

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinde, Bürgerschaft, Energieagenturen

**AKTEURE**

Gemeinde, Bürgerschaft, Installateur:innen

**KOSTEN INDIVIUELL JE NACH UMFANG:** [70] [71]

Heizkörperthermostate: 130 € - 175 €

Smart-Home-Installation im Einfamilienhaus: 3.000–8.000 € (je nach Ausstattung und Region)

Cloud Services: 5 € – 15 € / Monat

**(€) gering:** < 10.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Verständliche Information zur Funktionsweise und den Einsparpotenzialen smarter Thermostate z. B. im Rahmen bestehender Energieberatungsangebote
- Prüfung des Einsatzes in ausgewählten kommunalen Liegenschaften zur Demonstration der Praxistauglichkeit
- Information zu Einsatzmöglichkeiten in Kombination mit Wärmepumpen und PV-Anlagen.

[70] anyhelpnow (2025)
[71] HOME & SMART (2025)

## 7.2 Informations- und Beratungsmaßnahmen

### 7.2.1 Maßnahme 3 (Beratung)

| Energie- und Fördermittelberatung | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Eine qualifizierte Energie- und Fördermittelberatung unterstützt unterschiedliche Akteursgruppen dabei, geeignete Effizienz- und Erneuerbare-Energien-Maßnahmen zu planen und wirtschaftlich zu bewerten. Da Förderprogramme häufig komplex sind, kann die Gemeinde durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit auf bestehende Beratungsangebote (z. B. Verbraucherzentrale) hinweisen und relevante Fördermöglichkeiten transparent machen. Für private Eigentümerinnen und Eigentümer stehen insbesondere Förderprogramme der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) im Vordergrund, die Einzelmaßnahmen, Sanierungen und den Einsatz erneuerbarer Heizsysteme unterstützen. Energieberatungen helfen dabei, Einsparpotenziale im Gebäudebestand zu identifizieren, effiziente Heiz- und Anlagentechnik auszuwählen und das Nutzerverhalten zu optimieren. Auf kommunaler und quartiersbezogener Ebene spielen darüber hinaus Programme wie die BEW sowie die KfW-Förderung 432 „Energetische Stadtsanierung" eine wichtige Rolle. Sie unterstützen u. a. den Ausbau und die Transformation von Wärmenetzen sowie Sanierungsmanagement und integrierte Quartierskonzepte. Diese Fördermaßnahmen können beispielsweise Insellösungen für das Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen und das BMW-Testgelände im Norden Aschheims darstellen.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinde, Energieberatende

**AKTEURE**

Gemeinde, Energieberatende, Bürger:innen

**KOSTEN INDIVIUELL JE NACH UMFANG:**

Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.)
Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket
Personalkosten für die Fördermittelberatung

**(€) gering:** < 10.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Öffentlichkeitswirksame Information über bestehende Energie- und Fördermittelberatungen für Bürger:innen
- Kooperation mit Energieberatenden / Verbraucherzentrale
- Prüfung und Einordnung geeigneter Förderprogramme für kommunale, quartiersbezogene oder netzgebundene Projekte, insbesondere BEW und KfW 432

### 7.2.2 Maßnahme 4 (Stakeholder Management)

| Öffentlichkeitsarbeit - Stakeholder Management<br>Thema: „zentrale Wärmeversorgung" | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Die zentrale Wärmeversorgung stößt bei vielen Bürgerinnen und Bürgern auf großes Interesse, insbesondere hinsichtlich Verfügbarkeit, Kosten und Zeitplanung. Diese Interessenspunkte lassen sich im aktuellen Planungsstand jedoch noch nicht final beantworten, da technische, wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen teilweise offen sind. Um dennoch frühzeitig eine Akzeptanz und Beteiligungsbereitschaft aufzubauen ist eine klare und realistische Kommunikation notwendig. Der Erfolg zukünftiger Projekte hängt maßgeblich von einer ausreichend hohen Anschlussquote ab, die wiederum durch Transparenz, Erwartungsmanagement und kontinuierlichen Dialog erreicht werden kann.

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Energieberatende, Netzbetreiber

**KOSTEN INDIVIUELL JE NACH UMFANG:**

Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.)
Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket
Personalkosten für die Fördermittelberatung

**(€) gering:** < 10.000 €

**DAUER**

Verstärkt in den nächsten 10 Jahren

**AKTEURE**

Gemeinde, Energieberatende, AFK-Geothermie GmbH, Bürger:innen, Eigentümergemeinschaften

**FÖRDERUNG**

Förderfähig z. B. über die Kommunalrichtlinie (NKI) im Bereich Kommunikation / Beteiligung

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Entwicklung einer Kommunikationsstrategie mit realistischen Aussagen zu Projektstand und Zeithorizont
- Erstellung verständlicher Informationsmaterialien (Flyer, Website, Videos)
- Durchführung von Bürgerdialogen und Informationsveranstaltungen in relevanten Ortsteilen
- Erfassung von Interessensbekundungen und potenziellen Anschlussnehmern
- Laufende Kommunikation von Zwischenergebnissen und politischen Entscheidungen
- Einrichtung eines strukturierten Erwartungsmanagements (FAQs, Infobrief, Hotline, Ansprechperson)

### 7.2.3 Maßnahme 5 (Erfahrungsaustausch)

| Sichtbarmachen von Best-Practice-Beispielen und Erfahrungsaustausch | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Praxisnahe Beispiele erleichtern die Umsetzung der Wärmewende, da sie zeigen, wie energetische Sanierungen oder innovative Versorgungslösungen konkret funktionieren. Durch die Begleitung einzelner Pilotprojekte – z. B. Sanierungen kommunaler oder privater Gebäude – können technische Lösungen, Entscheidungswege und Herausforderungen anschaulich vermittelt werden. Eine regelmäßige Aufbereitung und Darstellung solcher Projekte schafft Transparenz, stärkt das Vertrauen der Bevölkerung und erleichtert insbesondere Eigentümergemeinschaften die Einschätzung von Aufwand, Kosten und Nutzen. Ergänzend kann ein strukturierter Erfahrungsaustausch zwischen Gemeinde, Fachplanenden, Energieberatenden und Eigentümer:innen dazu beitragen, Hemmnisse frühzeitig zu erkennen und übertragbare Lösungsansätze zu entwickeln.

**BEGINN**

2026

**DAUER**

Verstärkt bis 2030

**INITIATOR**

Gemeinde

**AKTEURE**

Gemeinde, Gebäudeeigentümer:innen, Planungsbüros, Energieberatende

**KOSTEN**

Personalkosten für Organisation

**(€) gering:** < 10.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Auswahl eines oder mehrerer Pilotprojekte (z. B. kommunales Gebäude, privates Sanierungsobjekt)
- Dokumentation der Umsetzung (Fotos, Kostenrahmen, Herausforderungen, Lösungen)
- Öffentlichkeitswirksame Darstellung (Website, Infoabende, kurze Projektsteckbriefe)
- Austauschformate für Eigentümer, Planungsbüros und Energieberatende
- Übertragung der Erkenntnisse auf weitere Quartiere oder Gebäudetypen

### 7.2.4 Maßnahme 6 (Interessenabfrage)

| Digitale Interessensabfrage für zentrale Wärmeversorgung prüfen | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Eine digitale Interessensabfrage kann helfen, den Bedarf für potenzielle Fern- oder Nahwärmeanschlüsse strukturiert zu erfassen. Im Gegensatz zu individuellen Rückmeldungen per Mail oder Telefon ermöglicht eine zentrale Plattform eine einheitliche Datenerhebung, erleichtert die Planung möglicher Ausbaugebiete und kann langfristig zu höheren Anschlussquoten beitragen. Eine solche Lösung könnte z. B. eine einfache Adresseingabe, die Zuordnung zu potenziellen Eignungsgebieten aus der Wärmeplanung sowie Kontaktmöglichkeiten für Rückfragen enthalten. Wenn für ein Gebiet keine zentrale Wärmeversorgung vorgesehen ist, können alternativ passende dezentrale Optionen angezeigt werden. Die Plattform dient damit als Hilfsmittel für Transparenz, Bedarfsermittlung und strategische Ausbauplanung. Die Interessensbekundung ist ab Februar 2026 auf der Homepage der AFK-Geothermie GmbH möglich. Ebenso kann dort die zum aktuellen Stand geplante Ausbaukarte eingesehen werden.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Verstärkt die nächsten 10 Jahre

**INITIATOREN**

Gemeinde, AFK-Geothermie GmbH

**AKTEURE**

Gemeinde, Bürger:innen, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanager:innen

**KOSTEN**

Kosten für Software
Personalkosten

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Prüfung geeigneter digitaler Tools oder bestehender Plattformen
- Definition der abzufragenden Daten (Adresse, Anschlussinteresse, Gebäudetyp)
- Hinterlegung der Ausbau- bzw. Eignungsgebiete aus der Wärmeplanung
- Einrichtung automatisierter Rückmeldungen (zentrale Wärme / Alternativen)

## 7.3 Planerische Maßnahmen

### 7.3.1 Maßnahme 7 (Bauleitplanung)

| Bauleitplanung erneuerbare Energien | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Die Bauleitplanung bietet die Möglichkeit, die energetische Qualität neuer Quartiere gezielt zu beeinflussen und die Nutzung erneuerbarer Energien zu unterstützen. Durch eine geeignete Ausrichtung der Gebäude, abgestimmte Bebauungsstrukturen sowie Begrünungs- und Verschattungsregelungen kann der Energiebedarf bereits im Planungsprozess reduziert werden. Gleichzeitig können Vorgaben zur Nutzung effizienter Heizsysteme (etwa Wärmepumpen oder kleinere Nahwärmelösungen) frühzeitig berücksichtigt werden. Auch für Gewerbeflächen lässt sich prüfen, ob eine gemeinsame Wärmeversorgung sinnvoll ist. Zu den verfügbaren Instrumenten gehören u. a. Bebauungspläne, städtebauliche Verträge oder Festsetzungen in Grundstückskaufverträgen. Darüber hinaus kann die Gemeinde Informationsangebote zu erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen bereitstellen, um Bauherr:innen und Planende bei energetischen Entscheidungen zu unterstützen.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinde, Landkreis

**AKTEURE**

Gemeinde, Landkreis, Gemeinderat, Verwaltung

**KOSTEN**

Keine direkten Kosten außer ggf. Rechtsberatung

Zeitlicher Aufwand für Beratungen

**(€) gering:** < 10.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Bauliche Optimierung durch Verschattungssimulation des Baugebietes, Firstausrichtung, Dachneigung etc. bei Ausweisung von Neubaugebieten
- Optimierung der Baukörper
- Vergleich unterschiedlicher Gebäudestandards bis zum Passivhaus
- Untersuchung bzw. Vorgabe von effizienten Wärmeversorgungssystemen ((solare) Nahwärme, Wärmepumpen)
- Berücksichtigung der klimatischen Situation bei der Auswahl von Baugebieten
- Verbindliche Festlegung der Richtlinien im Bebauungsplan, in städtebaulichen Verträgen usw.

### 7.3.2 Maßnahme 8 (Quartierskonzepte)

| Initiierung/Information/Unterstützung bei Quartierskonzepten | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Quartierskonzepte sind ein wichtiges Instrument der kommunalen Wärmewende, da sie technische, wirtschaftliche und organisatorische Lösungen gemeinsam für mehrere Gebäude entwickeln. Sie ermöglichen die Nutzung effizienter Wärmequellen und Niedertemperaturnetze, reduzieren Wärmeverluste und verringern bauliche Anforderungen an einzelne Gebäude. Zudem können lokale Potenziale wie z. B. oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpe) gemeinsam erschlossen werden. Durch den gebündelten Ansatz lassen sich Herausforderungen wie fehlende Technikräume, begrenzte Flächen oder komplexe Eigentümerstrukturen leichter lösen. Standardisierte Vertragsmodelle sowie abgestimmte Verwaltungsprozesse schaffen Planungssicherheit und erleichtern die Umsetzung. Eine koordinierte Abstimmung mit übergeordneten Wärmeprojekten stellt sicher, dass Quartierslösungen kompatibel bleiben und Synergien genutzt werden.

**BEGINN**

2030

**INITIATOR**

Gemeinde, Bürgerschaft

**KOSTEN**

Wirtschaftlichkeit steigt mit Anzahl der beteiligten Gebäude und Nutzungsdichte

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**DAUER**

Fortlaufend

**AKTEURE**

Gemeinde, Wohnungsbaugesellschaften, Eigentümer:innen, Planungsbüros, Wärmeversorger, Contractoren, Energieberatende, Verwaltungsstellen

**FÖRDERUNG**

Förderfähig über Programme wie KfW 432, BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudien), ggf. Landesprogramme

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Identifikation geeigneter Quartiere (z. B. über Wärmekataster, Sanierungsstand, Eigentümerstrukturen)
- Prüfung technischer Optionen inkl. Niedertemperaturkonzepten und potenzieller Wärmequellen
- Ansprache relevanter Akteure und gemeinsame Zieldefinition im Quartier
- Entwicklung eines Umsetzungskonzepts inkl. Betreibermodellen, Standardverträgen und Wirtschaftlichkeitsbewertung
- Abstimmung mit der Verwaltung zu Genehmigungen, Infrastrukturzugängen und Fördermöglichkeiten

### 7.3.3 Maßnahme 9 (Flusswärme)

| Prüfung des Flusswasserwärmepotenzials | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Im Mittleren Isar-Kanal und dem Ismaninger Speichersee wurde ein mögliches Potenzial zur Nutzung von Wasserwärme identifiziert. Erste Berechnungen zeigen, dass bei einer zulässigen Temperaturabsenkung von bis zu 1,5 K und einer Entnahme von etwa 10 % des mittleren Niedrigwasserabflusses theoretisch Wärmeleistungen im zweistelligen Megawattbereich möglich wären. Aufgrund fehlender Temperatur-, Schwebstoff- und Strömungsdaten sowie wasserrechtlicher Vorgaben kann das tatsächliche Potenzial jedoch erst nach detaillierten Untersuchungen bewertet werden. Für eine realistische Einschätzung sind Abstimmungen mit Wasserwirtschaftsamt, Naturschutzbehörden und Gewässerunterhaltung erforderlich. Außerdem sollten Schwebstoffanalysen durchgeführt werden, um die Lebensdauer von Filtern und Wärmetauschern beurteilen zu können. Die Maßnahme dient daher der vorbereitenden Prüfung, ob und unter welchen Bedingungen eine Fluss- oder Seewasserwärmepumpe technisch, ökologisch und wirtschaftlich realisierbar wäre.

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Investoren

**KOSTEN**

Projektabhängig (Machbarkeitsstudie, Erschließung, Technik)

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**DAUER**

Fortlaufend

**AKTEURE**

Gemeinde, private Grundstückseigentümer:innen, Wasserwirtschaftsamt, Landkreis, Energieversorger, Projektentwickler

**FÖRDERUNG**

Förderfähig über BEW-Modul 1 (Quellerschließung, Machbarkeit) und ggf. BEW-Modul 2 (Investition)

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Erhebung fehlender Gewässerdaten (Temperaturprofile, Schwebstoffmengen, Strömung)
- Abstimmung mit den zuständigen Wasser- und Naturschutzbehörden
- Einbindung von Planungsbüros zur technischen Konzeption und Einschätzung
- Variantenvergleich möglicher Entnahmestellen und Wärmepumpentechnologien
- Wirtschaftlichkeits- und Genehmigungsprüfung

### 7.3.4 Maßnahme 10 (PV-Freifläche)

| Nähere Untersuchung der PV-Freiflächenpotenziale | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Photovoltaik-Freiflächenanlagen können einen wichtigen Beitrag zur lokalen Wärmeversorgung leisten, insbesondere wenn der erzeugte Strom für Wärmepumpen, Wärmenetze oder Speicher genutzt wird. Dadurch lässt sich erneuerbare Wärme wirtschaftlicher bereitstellen. Im Nachgang der kommunalen Wärmeplanung ist daher eine vertiefte Prüfung geeigneter Flächen, möglicher Betreiberstrukturen und die technische Einbindung durchzuführen. Dabei sind Fragen der Netzanbindung, Nutzung vor Ort sowie potenzielle Kopplungen mit Wärmequellen oder Speichern zu berücksichtigen. Auf EU-Ebene entstehen derzeit neue Regelungen zum Energy Sharing, die die gemeinschaftliche Nutzung lokal erzeugten Stroms innerhalb von Energiegemeinschaften erleichtern sollen. Diese Vorgaben könnten künftig den direkten Einsatz von PV-Strom vor Ort vereinfachen und zusätzliche Handlungsspielräume für kommunale Projekte eröffnen. Die Gemeinden sollten diese Entwicklungen beobachten, um mögliche Vorteile frühzeitig nutzen zu können.

**BEGINN**

2026

**DAUER**

Verstärkt in den nächsten 10 Jahren

**INITIATOREN**

Gemeinde, Betreiber von PV-Freiflächenanlagen, Netzbetreiber, Investoren

**AKTEURE**

Gemeinde, Betreiber von PV-Freiflächenanlagen, Netzbetreiber, Planungsbüros, Eigentümer:innen von Flächen, Wärmeversorger

**KOSTEN**

Projektabhängig je nach Eigentum, Betriebsmodell und technischer Kopplung

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**FÖRDERUNG**

Fördermöglichkeiten bestehen im Rahmen des EEG sowie für die Wärmenetzintegration (BEW)

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Identifikation geeigneter Flächen
- Abstimmung mit potenziellen Betreiber:innen und Flächeneigentümer:innen
- Prüfung technischer Optionen zur direkten Nutzung des Stroms vor Ort (z. B. Power-to-Heat)
- Strategische Einbindung in kommunale Wärmenetz- und Quellenplanung
- Festlegung eines standardisierten Kooperationsmodells (z. B. kommunale Beteiligung, Pachtmodell)
- Beobachtung der regulatorischen Entwicklungen zum Energy Sharing und Ableitung kommunaler Chancen

### 7.3.5 Maßnahme 11 (Fortschreibung)

| Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Die regelmäßige (alle 5 Jahre) Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wurde im Wärmeplanungsgesetz § 25 festgelegt. Im Zuge der Fortschreibung soll für die Gemeinde die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden. In der kommunalen Wärmeplanung werden Ziele für die Stützjahre definiert. Bei der Fortschreibung muss kontrolliert werden, ob die Ziele erreicht wurden. Ein frühzeitiger Abschluss der Zielszenarien ist erstrebenswert. Wurden die Zielszenarien nicht erreicht, müssen etwaige Fehlentwicklungen in der Wärmeversorgung identifiziert werden, damit diese Hürden in den darauffolgenden Jahren behoben werden können. Auf diese Weise stellt die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung eine Controlling-Strategie dar.

**BEGINN**

2030

**INITIATOR**

Gemeinde

**KOSTEN**

Personalkosten
Ggf. Kosten für Ingenieurbüros

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**DAUER**

Im 5-Jahres-Takt bis 2045

**AKTEURE**

Gemeinderat, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanager:innen, ggf. Ingenieurbüros

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Regelmäßiger Abgleich der definierten Stützjahre und Zielpfade mit der tatsächlichen Entwicklung der Wärmeversorgung
- Fortschreibung von Bestands-, Verbrauchs- und Potenzialdaten als Grundlage für die weitere Planung
- Analyse von Fehlentwicklungen oder Verzögerungen sowie Ableitung von Anpassungsbedarfen
- Weiterentwicklung der Szenarien und des Maßnahmenkatalogs bei veränderten Rahmenbedingungen

### 7.3.6 Maßnahme 12 (Abwärme)

| Nutzung industrieller Abwärmepotenziale prüfen | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

In Gewerbe- und Industriebetrieben fällt häufig unvermeidbare Abwärme an, die aktuell ungenutzt bleibt und als potenzielle Wärmequelle für Wärmenetze dienen kann. Entscheidend sind ausreichende Leistungen, kontinuierliche Verfügbarkeit sowie ein geeignetes Temperaturniveau. Besonders interessant sind Abwärmequellen aus wassergekühlten Systemen, da sie sich aufgrund stabilerer Temperaturen effizient mit Großwärmepumpen nutzen lassen. Auf Grundlage der Potenzialanalyse wurden mehrere relevante Standorte identifiziert, darunter Rechenzentren mit hohen und stetigen Abwärmemengen. Im nächsten Schritt ist zu prüfen, aus welchem Medium die Abwärme stammt, welches Temperaturniveau vorliegt und ob eine technische sowie wirtschaftliche Einbindung in bestehende oder zukünftige Wärmenetze möglich ist.

**BEGINN**

2026

**DAUER**

Verstärkt in den nächsten 10 Jahren

**INITIATOREN**

Gemeinde, Industrie, Rechenzentren

**AKTEURE**

Gemeinde, Industrie, Ingenieurbüros

**KOSTEN**

Personalkosten
Ggf. Kosten für Ingenieurbüros

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Erhebung detaillierter technischer Daten (Medium, Temperatur, Leistungsprofil)
- Prüfung der Netzanschlussmöglichkeiten (bestehende Trassen / potenzielle Erweiterungen)
- Wirtschaftlichkeitsbewertung inkl. Einsatz einer Großwärmepumpe
- Abstimmung mit Unternehmen / Rechenzentren und Klärung rechtlicher Rahmenbedingungen
- Integration in Wärmenetzplanung oder Entwicklung eines separaten Quartierskonzepts

## 7.4 Organisatorische Maßnahmen

### 7.4.1 Maßnahme 13 (Energiemanagement)

| Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschafen | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Ein Energiemanagementsystem ermöglicht die systematische Erfassung, Auswertung und Optimierung der kommunalen Energieverbräuche. Grundlage ist ein regelmäßiges Energiecontrolling mit verlässlichen und sicheren Verbrauchsdaten. Für kommunale Liegenschaften bietet sich eine gebäudebezogene Datenerfassung an, z. B. durch regelmäßiges Ablesen von Strom-, Wärme- und Wasserzählern. Für private Haushalte und weitere Verbrauchergruppen können – wie im Wärmeplan – hochgerechnete bzw. aggregierte Daten verwendet werden, um die gesamtkommunale Entwicklung zu verfolgen. Eine spezialisierte Energiemanagement-Software mit webbasierter Datenbank erleichtert die Erfassung, die Auswertung und das Berichtswesen deutlich und ist Tabellenlösungen langfristig überlegen. Wichtig sind klare Zuständigkeiten sowie geeignete Kennwerte (z. B. kWh/(m²*a)). Die Auswertungen bilden die Grundlage für Effizienzmaßnahmen, ermöglichen die Kontrolle der Zielerreichung und unterstützen die Öffentlichkeitsarbeit. Die bereits im Wärmeplan erhobenen Daten können als Basis für ein verstetigtes kommunales Energiemanagement dienen.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche

**AKTEURE**

Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche

**KOSTEN**

Kosten für Energiemanagementsoftware inkl. Datenbank und Wartung
Zeitaufwand für Verwaltung und Anlagenverantwortliche

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Beschluss zur Einführung eines Energiecontrollings und Auswahl einer geeigneten Software
- Festlegung von Zuständigkeiten und Aufbau einer vollständigen Datenbasis
- Regelmäßige Erfassung der Verbrauchsdaten gemäß Ableseintervallen
- Auswertung der Daten zur Bewertung und Optimierung umgesetzter Maßnahmen
- Jährliche Berichterstattung und Ableitung weiterer Effizienzmaßnahmen

### 7.4.2 Maßnahme 14 (Betreibergesellschaft)

| Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschafsformen | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Der Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung kann über verschiedene Finanzierungsmodelle erfolgen. Neben klassischen Investitionen durch Kommunen, Unternehmen oder Privatpersonen spielen Bürgergesellschaften und Genossenschaften eine wichtige Rolle, da sie lokale Mittel mobilisieren und Risiken sowie Gewinne gemeinschaftlich tragen. Dies stärkt die Akzeptanz vor Ort und beschleunigt die Umsetzung. Für eine erfolgreiche Projektentwicklung sollten geeignete Rechts- und Organisationsformen frühzeitig geprüft werden, etwa Energiegenossenschaften, GmbH & Co. KG-Modelle oder kommunale Beteiligungsformen. Wichtig ist ein strukturierter Prozess, der wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte berücksichtigt.

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Bürgerschaft

**KOSTEN**

Abhängig von der gewählten Rechtsform, der Projektgröße und dem Beteiligungsmodell

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**AKTEURE**

Bürgerschaft, Genossenschaften, Vereine, Bürgerinitiativen, Banken, Planungsbüros, Kommunalverwaltung

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Prüfung geeigneter Gesellschaftsformen und Beteiligungsmodelle
- Einbindung bestehender regionaler Genossenschaften und Akteure
- Erarbeitung eines Beteiligungskonzepts inkl. Transparenz- und Mitwirkungsstruktur
- Kommunikation des Beteiligungsmodells an Bürger (Informationsveranstaltungen, Flyer, Online-Plattform)
- Beteiligungsstart und Aufbau der Gesellschaftsstruktur

## 7.5 Technische und infrastrukturelle Maßnahmen

### 7.5.1 Maßnahme 15 (Tiefengeothermie)

| Weiterentwicklung der tiefengeothermischen Wärmeversorgung | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Die tiefengeothermische Nutzung bildet einen wesentlichen Baustein der klimaneutralen Wärmeversorgung und wird bereits zur Deckung eines Großteils des Wärmebedarfs im bestehenden Wärmenetz eingesetzt. Die geologischen Voraussetzungen im Gemeindegebiet bieten darüber hinaus weiteres Potenzial zur nachhaltigen Wärmegewinnung. Die bestehende tiefengeothermische Anlage wird von der AFK-Geothermie GmbH betrieben und stellt bereits heute einen zentralen Bestandteil der Wärmeversorgung dar. Vor dem Hintergrund geplanter Netzerweiterungen und der langfristigen Zielsetzung einer weitgehend klimaneutralen Wärmeversorgung wird das Geothermie-Vorhaben gezielt weiter vorangetrieben. Dazu zählen insbesondere die Prüfung, Planung und Umsetzung zusätzlicher geothermischer Erschließungen, etwa durch die Bohrung weiterer Dubletten. Ziel dabei ist, den Anteil geothermischer Wärme im Wärmenetz weiter zu erhöhen, den einen höheren Versorgungsgrad nachhaltiger Wärme in den drei Gemeinden anbieten zu können und die Versorgung langfristig abzusichern. Zum Zeitpunkt dieser Konzepterstellung ist die Umsetzung der zweiten Dublette bereits durch die drei Gemeinden beschlossen worden. Die Inbetriebnahme ist für 2027/2028 geplant.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim bei München
AFK-Geothermie GmbH

**AKTEURE**

AFK-Geothermie GmbH, Gemeinden, Genehmigungsbehörden, Fachgutachter, Bohrfirmen, Spezialtiefbauunternehmen

**KOSTEN**

Sehr hoher Investitionsbedarf für Bohrungen und Anlagentechnik

**(€€€€) sehr hoch:** > 1.000.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Planung und Genehmigung einer weiteren geothermischen Dublette
- Abstimmung des Geothermieausbaus mit dem Ausbau des Wärmenetzes
- Netzerweiterung und Nachverdichtung des bestehenden Wärmenetzes gemäß Zielszenario

### 7.5.2 Maßnahme 16 (dezentrale Versorgung)

| Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. vorantreiben | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Der spezifische Wärmebedarf im Wohnungsbau und im GHD-Sektor ist in den letzten Jahren deutlich gesunken. In Neubaugebieten sind klassische Nahwärmenetze daher oft nicht mehr wirtschaftlich. Wärmepumpen und Solarthermie eignen sich in diesen Bereichen besonders, da sie klimafreundlich und meist wirtschaftlich sind. Technische Weiterentwicklungen ermöglichen inzwischen auch im Bestand einen effizienten Einsatz. Ein verstärkter Einsatz von Wärmepumpen hilft zudem, begrenzte Ressourcen wie Biomasse oder Wasserstoff gezielt für andere Anwendungen zu reservieren.

**BEGINN**

Laufende Maßnahme

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinde, Bohrfirmen, Eigentürmer:innen, Energieagenturen

**AKTEURE**

Gemeinde, Bürgerschaft, Genehmigungsbehörden, Bohrfirmen, Energieagenturen

**KOSTEN**[72]

Investitionskosten für ein Einfamilienhaus (inkl. Installation & Bohrung) in Abhängigkeit der Wohnfläche und je nach Leistung:
Luft-Wärmepumpe: 15.000 – 25.000 €
Wasser-Wärmepumpe: 22.000 – 45.000 €
Sole-Wärmepumpe: 35.000 – 50.000 €

**(€€) mittel:** 10.001 – 100.000 €

**FÖRDERUNG**

Mit der aktuellen BEG-Einzelförderung sind Förderquoten von etwa 30 bis 70 % möglich

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- **Luft-Wasser-Wärmepumpe:** Geringe Investitionskosten im Vergleich zu anderen Wärmepumpen. Wirkungsgrad schwankt wegen der Außenlufttemperatur, wirtschaftlich jedoch oft geeignet für Ein- und Zweifamilienhäuser.
- **Wasser-Wasser-Wärmepumpe:** Hohe Effizienz durch konstante Grundwassertemperatur. Höhere Investitionskosten, aber besonders für größere Gebäude vorteilhaft. Geeignete hydrogeologische Bedingungen erforderlich.
- **Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärme):** Effizient und betriebssicher durch Nutzung von Erdsonden oder Erdkollektoren. Höhere Kosten durch Bohrungen bzw. Flächenbedarf. Passive Kühlung möglich bei vorhandenen Flächenheizungen.

[72] Wärmepumpe: Kosten und Preise im Überblick (2025)

### 7.5.3 Maßnahme 17 (Fokusgebiete)

| Analyse von Wärmeversorgungslösungen in Gebieten ohne baldigem Wärmenetzausbau | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Der Großteil der Gebiete mit hoher Wärmeliniendichte liegt bereits im Versorgungsgebiet der AFK oder kann durch Netzerweiterungen wirtschaftlich erschlossen werden. Der weitere Ausbau der zentralen Wärmeversorgung basiert daher vor allem auf der Nachverdichtung und Erweiterung des Bestandsnetzes, wie im Kapitel 6.1 im Zielszenario beschrieben. Für einzelne Gebiete, die aufgrund großer Entfernungen oder infrastruktureller Barrieren (z. B. Autobahnquerungen) nicht sinnvoll an das bestehende Netz angeschlossen werden können, sind ergänzende kleine Wärmenetze eine mögliche Alternative. Dies betrifft insbesondere das Gewerbegebiet Süd in Feldkirchen sowie den Bereich nördlich des Speichersee. Beide Gebiete weisen hohe Wärmeliniendichten auf und könnten abhängig von der lokalen Machbarkeit durch kleinskalige Netze auf Basis von Großluftwärmepumpen, oberflächennaher Geothermie oder ähnlichen Technologien versorgt werden. Diese ergänzenden Optionen sollen geprüft werden, während das Bestandsnetz weiter ausgebaut und nachverdichtet wird.

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Betreiber Bestandsnetz

**KOSTEN**

Investitionskosten: abhängig von Netzlänge, Gebäudetypen und Technik

**(€€€) hoch:** 100.001 – 1.000.000 €

**DAUER**

Verstärkt in den nächsten 5 Jahren

**AKTEURE**

Gemeinde, Betreiber Bestandsnetz, Eigentümer:innen und Firmen, Energieberatende, Planungsbüros, Fördermittelgeber (BAFA)

**FÖRDERUNG**

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) über BAFA, ggf. Zuschüsse oder Kredite über KfW

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Prüfung von Kleinnetzen in Gebieten, die aufgrund von Hürden technisch oder wirtschaftlich nicht ans Bestandsnetz anschließbar sind (z. B. Gewerbegebiet Süd, Bereich Speicherseen)
- Machbarkeitsanalysen mit Variantenvergleich (Großluftwärmepumpe, oberflächennahe Geothermie, PV-Integration, Speicher)
- Priorisierung nach Wirtschaftlichkeit, Wärmeliniendichte und Erschließungsaufwand

### 7.5.4 Maßnahme 18 (Speicher)

| Integration von Energiespeichern ermöglichen | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

Energiespeicher sind ein zentrales Element der kommunalen Wärmewende. Sie ermöglichen die zeitversetzte Nutzung erneuerbar erzeugter Energie, glätten Lastspitzen und verbessern die Steuerung lokaler Energieflüsse. Mit dem weiteren Ausbau von PV, Wärmepumpen und Power-to-Heat steigt der Bedarf an Speicherlösungen deutlich an. Der Speicherbereich entwickelt sich derzeit dynamisch: sinkende Kosten, neue Technologien wie Hochtemperatur- oder Eisspeicher sowie angepasste regulatorische Rahmenbedingungen erweitern die Einsatzmöglichkeiten. Neben klassischen Wärmespeichern können auch Batteriespeicher eine Rolle spielen, insbesondere für die lokale Nutzung von Solarstrom. Durch die gezielte Standortwahl und die Kopplung an bestehende oder geplante Einspeisepunkte können Speicher zur Entlastung der Netze beitragen und erneuerbare Energien besser integrieren. Wichtig ist, dass sowohl gewerbliche als auch kommunale oder gemeinschaftliche Speicherprojekte planerisch ermöglicht und unterstützt werden etwa durch Flächensicherung, Förderberatung oder geeignete Beteiligungsmodelle.

**BEGINN**

2026

**INITIATOREN**

Gemeinde, Netzbetreiber, Investor:innen

**KOSTEN**

Projektabhängig je nach Speicherart und Betriebsmodell

**(€€€) hoch:** 100.001 – 1.000.000. €

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**AKTEURE**

Gemeinde, Netzbetreiber, Speichertechnologieanbieter, Wärmeversorger, Bürgerenergiegesellschaften, Projektentwickler

**FÖRDERUNG**

Fördermöglichkeiten bestehen z. B. über BEW (Wärmenetze), KfW-Förderkredite oder Landesprogramme

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Potenzialanalyse für Strom- und Wärmespeicher im Gemeindegebiet
- Identifikation strategisch sinnvoller Einspeisepunkte
- Prüfung möglicher Speichertechnologien je nach Anwendungsfall
- Entwicklung kommunaler Speicherprojekte oder Unterstützung privater Initiativen
- Integration in bestehende bzw. geplante Wärme- und Stromprojekte
- Förderberatung und Koordination mit Netzbetreibern

### 7.5.5 Maßnahme 19 (Synchronisierung der Stromverteilnetze)

| Synchronisierung der KWP mit dem Ausbau der Stromverteilnetze | Gemeinden Aschheim Feldkirchen Kirchheim | |
|---|---|---|

**BESCHREIBUNG**

In Bereichen ohne wirtschaftlich realisierbares Wärmenetz sowie für Haushalte, die sich nicht anschließen möchten, wird zukünftig verstärkt strombasierte Wärmeversorgung eingesetzt, vor allem durch Wärmepumpen. Auch wenn ein Teil des benötigten Stroms lokal durch PV-Anlagen bereitgestellt werden kann, führt die Gesamtbelastung zu wachsenden Anforderungen an das Stromverteilnetz. Damit das Netz zukünftige Lasten sicher aufnehmen kann, sind frühzeitige und langfristige Ausbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen notwendig. Die im Rahmen der Wärmeplanung prognostizierte Entwicklung der strombasierten Wärmeerzeugung sollte daher in die Netzausbau- und Sanierungsstrategien des örtlichen Verteilnetzbetreibers integriert werden. Eine vorausschauende Planung ermöglicht einen effizienten und kostengünstigen Ausbau und vermeidet spätere Engpässe.

**BEGINN**

2026

**DAUER**

Kontinuierlich bis 2045

**INITIATOREN**

Gemeinde, örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB)

**AKTEURE**

Örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB), Kommunalunternehmen, Gemeindeverwaltung, ggf. Ingenieurbüros

**KOSTEN**

Keine direkten zusätzlichen Kosten, Personalaufwand für die Abstimmung mit dem VNB

**(€) gering:** < 10.000 €

**MÖGLICHE MAßNAHMENBAUSTEINE**

- Klärung inwiefern die Situation bereits in bestehenden Ausbaupfaden des VNB abgebildet ist
- Abschätzung der Größenordnung und geographische Verteilung zusätzlicher elektrischer Lasten im Verteilnetz durch die Wärmewende-Strategie der KWP
- Sicherstellung der Einarbeitung entsprechender Erkenntnisse in die Ausbaupläne des VNB

# 8 Akteursbeteiligung

In der folgenden Tabelle 53 sind sämtliche Akteure aufgeführt, die auf verschiedene Weise an der Erstellung des Konzepts mitgewirkt haben. Jeder dieser Akteure zeichnet sich durch drei grundlegende Merkmale aus: eine spezifische Kernkompetenz, ein Interesse bzw. Motiv zur Mitwirkung sowie eine klar definierte Rolle innerhalb des kommunalen Wärmeplans.

Die Interessen der beteiligten Akteure sind vielfältig. Während für einige wirtschaftliche Aspekte, wie die Erschließung neuer Geschäftsfelder oder die Erweiterung des Kundenstamms, im Vordergrund stehen, verfolgen andere vorrangig das Ziel, die Energiewende vor Ort aktiv zu unterstützen und langfristig mitzugestalten. Aufgrund dieser unterschiedlichen Beweggründe wird jedem Akteur eine individuelle Rolle im Planungsprozess zugewiesen.

*Tabelle 53: Liste der beteiligten Akteure*

| Akteur | Kompetenz | Motiv/Einfluss/Interesse | Rolle |
|---|---|---|---|
| Gemeinden Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim bei München | Beauftragung von Studien und Vergabeverfahren, Datenbereitstellung | Einbindung des KWP in die Stadtplanung, attraktiveres Stadtleben, Klimaschutz, Finanzen, Dienstleister für die Bürger, Energiesicherheit im Stadtgebiet | Auftraggeber |
| energie. concept. bayern (ecb) | Erstellung und Ausarbeitung des KWP mit all seinen Leistungsbausteinen | Kundenerweiterung, Kontaktaufnahme, Beitrag zu einer innovativen Wärmeversorgung | Auftragnehmer/Dienstleister |
| Stadtwerke München | Datenbereitstellung Strom- und Gasnetzdaten | Beitrag zur Wärmewende, Kundenerweiterung | Betreiber von Verteilnetze für Strom und Gas |
| AFK-Geothermie GmbH | Datenbereitstellung zum Wärmenetz, Ausbaupläne | Beitrag zur kommunalen Wärmewende, Netzerweiterung | Wärmenetzbetreiber |
| Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. | Datenbereitstellung der Wärmedichte | Bereitstellung einer Datenquelle hoher Quantität und Qualität | Dienstleister |
| Landesinnungsverband für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk (LIV) | Sammlung der Kaminkehrerdaten in digitaler Form, Datenbereitstellung | Beitrag zur Wärmewende | Statistische Erfassung der Kehrbuchdaten in privaten Wohngebäuden |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie | Energie-Atlas Bayern, kontinuierliche Aktualisierung, Information und Beratung | Bereitstellung einer Datenquelle hoher Quantität und Qualität | Ministerium der Bayerischen Staatsregierung |
| Baufirmen | Schnelle Umsetzung der Wärmenetze aufgrund steigender Erfahrung | Großauftrag, Begleitung des Projekts, Folgeaufträge, | Baudienstleistungen |
| BürgerInnen | Akzeptanz der Wärmewende, Geldgeber, Bildung von Genossenschaften | Unabhängigkeit vom Gasnetz, stabile Wärmeversorgung in naher Zukunft, nachhaltige Investition | Anschlussnehmer, Energieverbraucher |
| Land- und ForstwirtInnen | Bereitstellung von Biomasse und Fläche | Finanzielle Gründe, Einfluss, Beitrag zur Wärmewende | Gründung oder Erweiterung des Energienetzes |
| Bayerische Vermessungsverwaltung (BVV) | Bereitstellung und Aktualisierung Geodaten wie LoD2-Daten, ALKIS oder TN-Daten | Zentrale Anlaufstelle für Geodaten | Abteilung (VII) des Bayerischen Staatsministerium für Finanzen und Heimat |
| Banken | Geldgeber | Realisierung des Projektes, Bindung von Kunden | Finanzierung, Beratung |
| Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) GmbH | Fördermittelgeber | Beschleunigung der Wärmewende, Vollzug guter Planung und Ausführung der Projekte | Beratung in allen Fragen des KWPs und Fördermittelangelegenheiten |
| Bundesnetzagentur | Datenbereitstellung per Marktstammdatenregister | Öffentliche Daten kostenlos zugänglich machen | Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundeswirtschaftsministeriums |
| Genossenschaften | Finanzstarke Partner für den Bau von u.a. Wärmenetzen | Erfahrung, Kundenakquise, Folgeaufträge, Kundenbindung | (Wärme-)Netzbetreiber |

Abbildung 71 ordnet die identifizierten Akteure entlang der Dimensionen Betroffenheit/Interesse und Relevanz für die Umsetzung ein und macht unterschiedliche Beteiligungsbedarfe sichtbar. Zur besseren Übersicht sind die Akteure vier Akteursgruppen zugeordnet, die in der Grafik farblich gekennzeichnet sind: Politik & Verwaltung (orange), Energie & Infrastruktur (grün), Wirtschaft & Bürgerschaft (blau) sowie Fachakteure (lila).

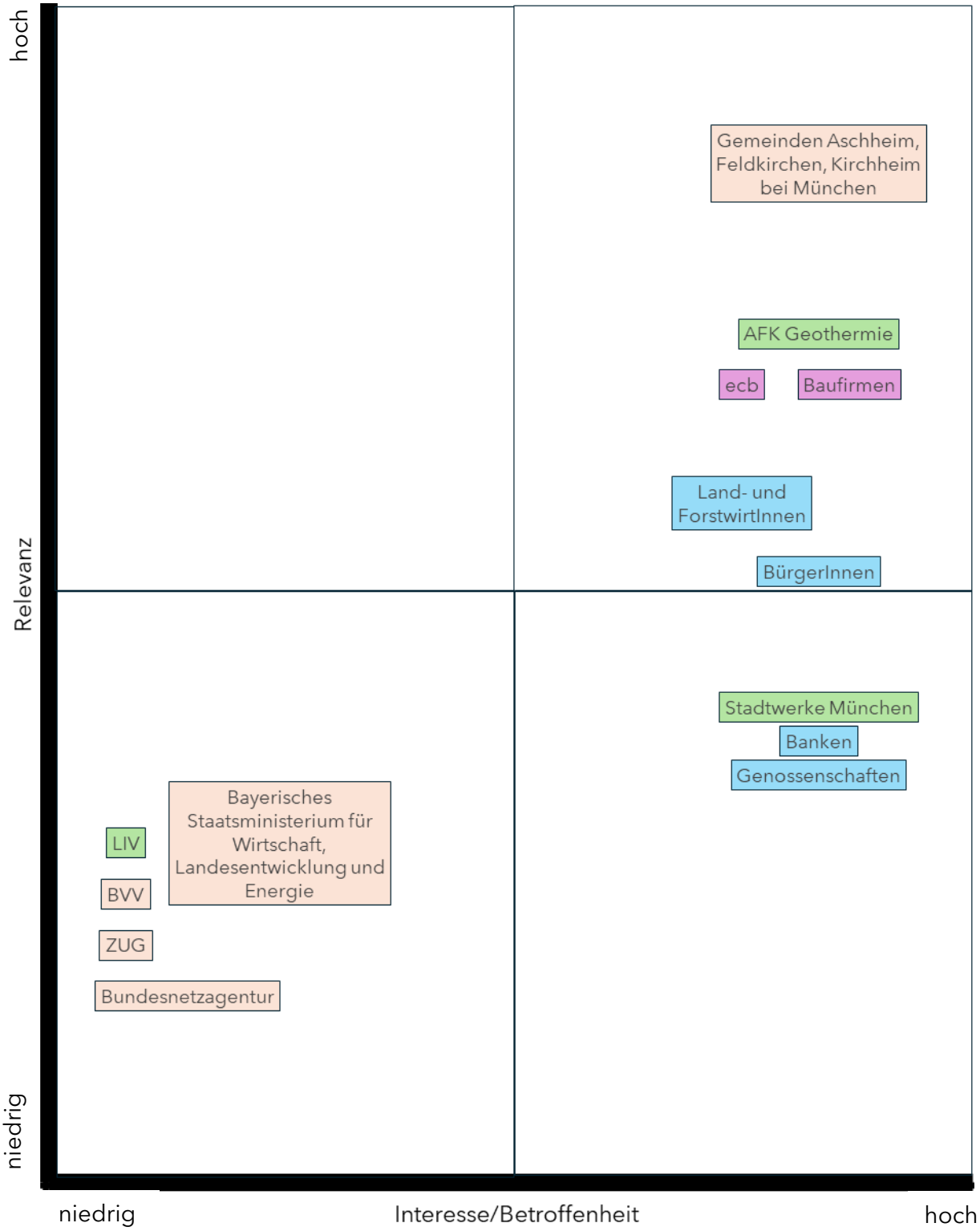



*Abbildung 71: Einordnung der Akteure nach Betroffenheit und Relevanz*

**Politik & Verwaltung**

Die Akteursgruppe *Politik & Verwaltung* (orange) umfasst kommunale, regionale und übergeordnete staatliche Institutionen, die vor allem rahmensetzende, fördernde oder datenbereitstellende Funktionen übernehmen. Diese Akteure weisen überwiegend eine geringe direkte Betroffenheit auf, sind jedoch für die fachliche, rechtliche und strategische Fundierung der kommunalen Wärmeplanung von zentraler Bedeutung. Ihre Rolle liegt primär in der Bereitstellung von Daten und Informationen, der Setzung regulatorischer Rahmenbedingungen sowie der Unterstützung des Planungsprozesses durch Förder- und Beratungsangebote.

**Energie & Infrastruktur**

Die Akteursgruppe *Energie & Infrastruktur* (grün) nimmt eine zentrale Rolle im Prozess der kommunalen Wärmeplanung ein. Sie umfasst insbesondere Netzbetreiber und Energieversorger die maßgeblich an der Umsetzung zukünftiger Wärmeversorgungslösungen beteiligt sind. Aufgrund ihrer hohen fachlichen Expertise und operativen Verantwortung weisen diese Akteure sowohl eine hohe Relevanz für die Umsetzung als auch ein ausgeprägtes Interesse an den Ergebnissen des Wärmeplans auf. Ergänzend ist der LIV dieser Akteursgruppe zugeordnet. Seine Rolle beschränkt sich im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auf die Bereitstellung fachlicher Informationen, sodass er dem Beteiligungsfeld Daten bereitstellen zugeordnet ist.

**Wirtschaft & Bürgerschaft**

Zur Akteursgruppe *Wirtschaft & Bürgerschaft* (blau) zählen private Haushalte, Banken sowie weitere wirtschaftliche Interessengruppen, wie etwa Land- und Forstwirte oder Genossenschaften. Diese Akteure sind in besonderem Maße von den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung betroffen, da sie langfristige Investitions- und Standortentscheidungen in Bezug auf ihre Wärmeversorgung treffen müssen. Gleichzeitig variiert ihre direkte Einflussmöglichkeit auf die Ausgestaltung des Wärmeplans. Entsprechend sind diese Akteure überwiegend im Bereich hoher Betroffenheit bei mittlerer bis hoher Relevanz für die unmittelbare Umsetzung verortet.

**Fachakteure**

Die Gruppe der *Fachakteure* (lila) umfasst eine begrenzte Anzahl spezialisierter Akteure, die den Prozess der kommunalen Wärmeplanung fachlich unterstützen. Hierzu zählt insbesondere das mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans beauftragte Ingenieurbüro ecb, das die analytischen und konzeptionellen Grundlagen des Wärmeplans erarbeitet hat. Darüber hinaus sind Bauunternehmen und Handwerksbetriebe als umsetzungsrelevante Fachakteure berücksichtigt, da sie für die spätere Realisierung der im Wärmeplan identifizierten Maßnahmen erforderlich sind, auch wenn sie nicht unmittelbar an der Erstellung des Konzepts beteiligt waren.

Die Einordnung der Akteure in die vier Beteiligungsfelder verdeutlicht, dass nicht alle Akteure in gleicher Weise in den Planungsprozess des KWPs einzubinden sind. Akteure im Feld Daten bereitstellen fungieren primär als fachliche Grundlagen- und Informationsgeber und sind nicht aktiv in Beteiligungsformate eingebunden. Das Feld Informieren/Konsultieren bildet eine Übergangszone, in der eine Kombination aus transparenter Information und punktueller fachlicher Abstimmung sinnvoll ist. Akteure mit hoher Betroffenheit und gleichzeitig hoher Relevanz für die Umsetzung sind dem Feld Mitgestalten zugeordnet. Diese Akteure nehmen eine Schlüsselrolle im weiteren Verlauf der kommunalen Wärmeplanung ein und sind insbesondere bei der Entwicklung der Zielszenarien und Maßnahmen intensiv einzubinden. Das Beteiligungsfeld Konsultieren ist in der vorliegenden Akteursgrafik

nicht mit einzelnen Akteuren besetzt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Akteure identifiziert wurden, die ausschließlich in beratender oder konsultativer Funktion ohne weitergehende Betroffenheit oder Umsetzungskompetenz eingebunden sind.

Aufbauend auf der Akteursanalyse erfolgt im Folgenden eine phasenbezogene Zuordnung der beteiligten Akteure. Die Tabelle  gibt einen Überblick darüber, in welchen Projektphasen des kommunalen Wärmeplans die jeweiligen Akteure eingebunden sind.

*Tabelle 54: Phasenbezogene Beteiligung der Akteure im kommunalen Wärmeplan*

| **Phasen** | **Akteure** |
|---|---|
| **Projektstart/ Organisation** | Gemeinden Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim bei München<br>ecb |
| **Bestands- & Potenzialanalyse** | Stadtwerke München<br>AFK-Geothermie GmbH<br>LIV<br>Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie<br>BürgerInnen<br>BVV<br>ZUG<br>Bundesnetzagentur |
| **Zielszenarien** | Gemeinden Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim bei München<br>AFK-Geothermie GmbH<br>Stadtwerke München<br>BürgerInnen |
| **Maßnahmenkatalog/ Umsetzung** | Gemeinden Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim bei München<br>BürgerInnen<br>Baufirmen<br>Land- und ForstwirtInnen<br>Banken<br>Genossenschaften |

# 9 Kommunikationsstrategie

Die Kommunale Wärmeplanung der Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim b. München wurde gemeinsam beauftragt und verfolgt das Ziel, eine langfristig sichere, klimafreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung für die gesamte Region zu entwickeln. Durch die bereits bestehende Nutzung der Geothermie und den geplanten Ausbau besteht in der Region eine besondere Ausgangslage: Viele Bürgerinnen und Bürger haben bereits Berührungspunkte mit der geothermischen Wärmeversorgung, gleichzeitig bestehen weiterhin Fragen zu Ausbaupotenzialen, Anschlussmöglichkeiten sowie ergänzenden dezentralen Lösungen.

Die bisher umgesetzten Kommunikationsmaßnahmen – darunter die Pflege der Gemeinde-Webseiten, die Bereitstellung von Downloadmaterialien sowie zwei Bürgerinformationsveranstaltungen mit begleitenden Handouts – bilden eine solide Grundlage. Aufbauend darauf soll die Kommunikation künftig noch stärker darauf ausgerichtet werden, Transparenz zu schaffen, den Ausbau der Geothermie verständlich zu begleiten und gleichzeitig dezentrale Lösungen sowie energetische Sanierungen als gleichwertige Bausteine der Wärmewende sichtbar zu machen. Die bereits erprobten Kommunikationskanäle sollten in Zukunft systematisch weitergeführt und ausgebaut werden.

Ein zentrales Kommunikationsziel ist es, klar zu vermitteln, dass die Kommunale Wärmeplanung keine Einzelfallbetrachtung einzelner Gebäude darstellt, sondern gebietsbezogene Entwicklungspfade aufzeigt. Die Kommunikation soll Orientierung bieten, ohne falsche Erwartungen zu wecken, und die Bevölkerung aktiv in den Transformationsprozess einbinden.

Einige Menschen verfolgen Klimathemen sehr aufmerksam und informieren sich selbstständig; andere erreichen Informationen nur über direkte Ansprache – beide Gruppen müssen abgeholt werden. Eine klare, sachliche und gleichzeitig zugängliche Sprache ist daher entscheidend.

**Ziele der Kommunikationsstrategie:**

Die Kommunikationsstrategie verfolgt mehrere zentrale Ziele. Zum einen soll die bestehende hohe Aufmerksamkeit für das Thema Geothermie genutzt werden, um fundierte Informationen über Ausbaupläne, technische Hintergründe und zeitliche Perspektiven bereitzustellen. In Zusammenarbeit mit der AFK Geothermie GmbH können verständliche Informationen zum Ausbau, zu Netzkapazitäten und möglichen Anschlussoptionen bereitgestellt werden.

Ein weiteres Ziel ist die Stärkung des Verständnisses für ergänzende dezentrale Lösungen. Auch wenn die Geothermie eine tragende Rolle einnimmt, werden Wärmepumpen, energetische Sanierungen und Effizienzmaßnahmen weiterhin wichtige Bestandteile der lokalen Wärmewende sein. Diese Zusammenhänge sollen klar vermittelt werden.

Darüber hinaus steht der Aufbau von Vertrauen im Mittelpunkt. Durch kontinuierliche, sachliche und transparente Kommunikation kann verdeutlicht werden, dass Entscheidungen schrittweise, nachvollziehbar und unter Berücksichtigung technischer sowie wirtschaftlicher Rahmenbedingungen getroffen werden.

Nicht zuletzt verfolgt die Kommunikationsstrategie das Ziel, eine dauerhafte, gemeindeübergreifende Klimakommunikation zu etablieren. Die Wärmeplanung soll als gemeinsames Zukunftsprojekt der drei Gemeinden wahrgenommen werden.

**Zielgruppen:**

Die Kommunikation richtet sich an unterschiedliche Zielgruppen in allen drei Gemeinden.

Zu den wichtigsten Zielgruppen gehören:

- → **Alle Bürgerinnen und Bürger** - unabhängig davon, ob sie bereits an das Geothermienetz angeschlossen sind oder derzeit noch mit dezentralen Lösungen heizen.
- → **Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer** - da sie direkt von Entscheidungen zu Sanierung und Heizungssystemen betroffen sind und Förderinformationen oder technische Möglichkeiten benötigen.
- → **Menschen mit hohem Informationsinteresse** - die aktiv nachlesen, nachfragen und gut vernetzt sind.
- → **Menschen, die kaum Berührungspunkte mit gemeindlicher Planung haben** und über verständliche, niedrigschwellige Wege erreicht werden müssen.
- → **Meinungsführerinnen und Meinungsführer** - wie engagierte Bürger, Vereinsvorstände, Mitglieder lokaler Initiativen, Klimagruppen oder Arbeitskreise, die Inhalte weitertragen.
- → **Lokale Akteure** - Verbraucherzentrale, Handwerkskammer, Energieversorger, Energieberaterinnen und -berater, Sanierungsbetriebe.
- → **Politische Gremien und Verwaltung** - Gemeinderat, Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt und Mobilität, ggf. Klimaschutzmanagement – wichtig für die Abstimmung sowie Vermittlung gegenüber der Bevölkerung.

**Kommunikationskanäle und Maßnahmen:**

Um alle Zielgruppen zu erreichen, kann ein breiter Mix aus digitalen, persönlichen und analogen Formaten genutzt werden. Dabei sollte stets im Vordergrund stehen, Informationen verständlich und bürgernah aufzubereiten.

Websites der Gemeinden:

Die Websites der drei Gemeinden bleiben zentrale Informationsplattformen. Da bereits fast identische Inhalte bereitgestellt wurden, empfiehlt sich eine weiterhin abgestimmte, einheitliche Darstellung der Wärmeplanung und Weiteres, um widersprüchliche Informationen zu vermeiden. Downloadflyer, Präsentationen der Bürgerveranstaltungen, FAQ-Bereiche sowie regelmäßige Kurz-Updates können hier gebündelt angeboten werden.

Bürgerveranstaltungen & erklärende Formate:

Bürgerveranstaltungen haben sich bereits als wirksames Instrument bewährt und sollten weiterhin eine zentrale Rolle spielen. Zukünftig können diese stärker thematisch ausgerichtet werden, beispielsweise mit Schwerpunkt auf Geothermie-Ausbau, Sanierungsmöglichkeiten oder Förderprogrammen. In Teilen ist es hier sinnvoll, dies mit der AFK-Geothermie GmbH durchzuführen sowie mit Energieberatungsstellen oder Verbraucherzentralen, um fachliche Informationen direkt vor Ort vermitteln zu können.

Integration in bestehende Veranstaltungen:

Das Vorgehen, die Wärmeplanung z. B. in Verbindung mit einer Veranstaltung zum Thema "Geothermie" näher zu erklären, ist ein sehr wirksamer Ansatz und sollte weiterverfolgt werden: Sanierungstage, Vereinsabende oder andere Themenevents können genutzt werden.

Flyer und Printmaterialien:

Flyer, Poster, kurze Infokarten oder Plakate eignen sich, um die wichtigsten Punkte kompakt und verständlich zu vermitteln. Diese sollten auch regelmäßig aktualisiert werden. Ergänzend können soziale Medien und Newsletter genutzt werden, um kurze, verständliche Updates zu verbreiten.

**Ansprechbarkeit sichern:**

Eine klare Ansprechperson, wie bspw. eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter aus der Verwaltung, schafft Vertrauen und ermöglicht es, Fragen auf dem kurzen Weg zu klären.

# 10 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie für die Kommunale Wärmeplanung der Gemeinden Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim b. München zielt darauf ab, die gemeinsam erarbeiteten Inhalte dauerhaft im Verwaltungshandeln und in der öffentlichen Wahrnehmung zu verankern. Die Wärmeplanung soll nicht als abgeschlossener Bericht verstanden werden, sondern als kontinuierlicher Entwicklungsprozess, der regelmäßig überprüft und angepasst wird. Dies geschieht von Gesetzes wegen alle fünf Jahre.

Ein zentraler Baustein ist die langfristige Begleitung des Geothermie-Ausbaus. Da die Geothermie eine tragende Rolle in der regionalen Wärmeversorgung einnimmt, sollte ihre Entwicklung transparent kommuniziert und eng mit der Wärmeplanung verknüpft werden. Informationsangebote zum Fortschritt der zweiten Bohrung, zur Netzentwicklung und zu Anschlussmöglichkeiten können regelmäßig aktualisiert werden.

Parallel dazu soll die Verstetigungsstrategie auch dezentrale Lösungen und energetische Sanierungen dauerhaft sichtbar machen. Informationsangebote zu Förderprogrammen, Beratungsangeboten und Umsetzungsbeispielen aus der Region tragen dazu bei, dass die Wärmeplanung als praxisnah und umsetzungsorientiert wahrgenommen wird.

Die regelmäßige Durchführung gemeinsamer Informationsveranstaltungen der drei Gemeinden bietet die Möglichkeit, Synergien zu nutzen und ein einheitliches Bild der regionalen Wärmewende zu vermitteln. Ergänzend können ortsspezifische Formate eingesetzt werden, um auf lokale Besonderheiten einzugehen.

Die Zusammenarbeit mit externen Akteuren wie der AFK-Geothermie GmbH, Energieberatern, Handwerkskammern oder Verbraucherzentralen sollte langfristig etabliert werden, um Fachwissen einzubinden und die Qualität der Informationsangebote zu sichern.

**Primärziele der Verstetigung**

- → Regelmäßige, transparente Information über Fortschritte
- → Niedrigschwellige Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger ermöglichen
- → Umsetzungsschritte unterstützen und sichtbarer machen

Zentral ist, dass die Wärmeplanung als „laufender Prozess“ verstanden wird und die Gemeinden weiterhin Ansprechpartner für alle Fragen bleiben.

# 11 Controlling – Konzept

Das Controlling dient dazu, die Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung in den drei Gemeinden systematisch zu begleiten und die Zielerreichung regelmäßig zu überprüfen. Da die Wärmeplanung eine strategische, langfristige Ausrichtung verfolgt, ist ein kontinuierliches Monitoring notwendig, um Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

Die Überprüfung kann sowohl auf Maßnahmenebene als auch auf regionaler Ebene erfolgen. Dazu gehören beispielsweise die Entwicklung der **Geothermie-Anschlusszahlen**, der **Ausbau dezentraler Heizsysteme**, **Fortschritte bei energetischen Sanierungen** sowie **Veränderungen im Wärmebedarf**.

Transparenz spielt dabei eine zentrale Rolle. Fortschrittsberichte, einfache Grafiken oder zusammenfassende Darstellungen auf den Gemeindeseiten ermöglichen es Bürgerinnen und Bürgern, die Entwicklung der regionalen Wärmewende nachzuvollziehen. Gleichzeitig unterstützen diese Informationen die politischen Gremien bei Entscheidungsprozessen.

Langfristig ermöglicht das Controlling, neue technische Entwicklungen, veränderte Förderbedingungen oder geänderte Rahmenbedingungen flexibel in die Wärmeplanung zu integrieren und die gemeinsame Strategie der drei Gemeinden kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Ein strukturierter Controlling-Prozess orientiert sich an einem zyklischen Vorgehen aus Planung, Umsetzung, Überprüfung und Nachsteuerung. Die Ergebnisse dieses Monitorings sollten regelmäßig dokumentiert und in verständlicher Form aufbereitet werden

**Ein Beispiel-Prozess**

Im Controlling besteht zum Beispiel ein klassischer PDCA-Managementprozess aus vier Stufen: Plan (Planen), Do (Umsetzen), Check (Überprüfen), Act (Nachsteuern).

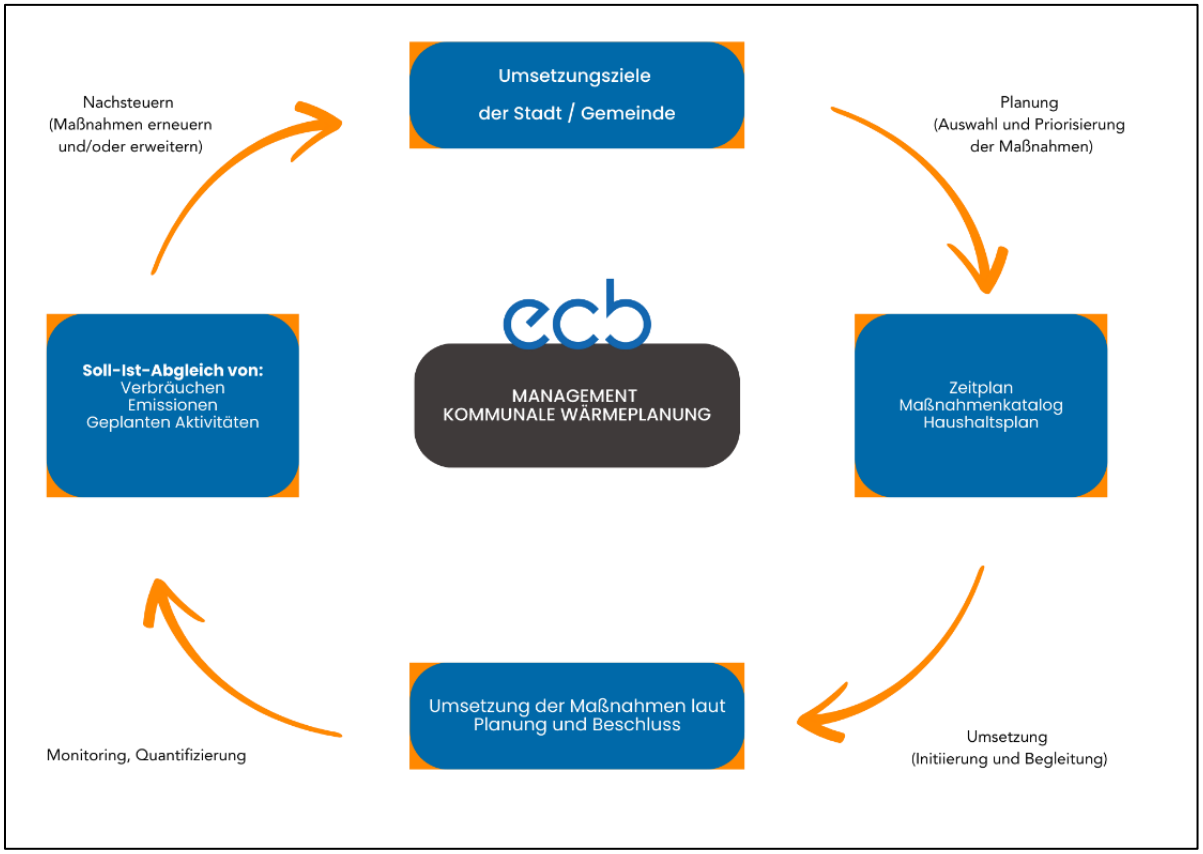



*Abbildung 72: PDCA Prozess - Kommunale Wärmeplanung Aschheim, Feldkirchen und Kirchheim b. München. Quelle: ecb*

Im Idealfall kontrolliert und überprüft eine zentrale Leitstelle die Maßnahmen und übernimmt die Aktualisierung.

**Aufgaben dieser Zentralen Leitstelle sind dann unter anderem:**

- → Einbindung aller relevanten Fachämter und externer Akteure in die Lösungsfindung und Entscheidungen
- → Größtmögliche Transparenz und Mitwirkung aller Akteure
- → Interdisziplinärer Fachbeirat, Betrachtungsweise aus verschiedenen Blickwinkeln
- → Kontinuierlicher Informationsfluss
- → Beratung und hinterfragende und anregende Funktion
- → Überwachung der fördertechnischen Veränderungen

<u>Das Monitoring besteht aus zwei Ansätzen:</u>

Beim Bottom-up-Ansatz werden die Maßnahmen von unten und zumeist detailliert evaluiert. Es werden Einzelmaßnahmen betrachtet und mit Indikatoren und einer Zeitschiene zur Erfolgsmessung versehen. Zusätzlich wird eine Vorgehensweise zur Datenerhebung erarbeitet und es wird über die Fortschrittsdokumentation eine Bewertung vorgenommen.

Ein Beispiel für den Bottom-Up-Ansatz ist die Bilanzierung einer einzelnen Maßnahme zusammen mit der Dokumentation der umgesetzten Schritte und der Ermittlung der damit verbundenen Wirkungen.

Top-down bezeichnet hingegen den Blick von oben – die Erhebung übergeordneter Daten. Das gesamte Gebiet der Gemeinden wird hier betrachtet. Beispiel dafür ist die Energie- und $CO_2$-Bilanz nach Bereichen und Energieträgern.

# 12 Anlagen

Anlage 1: Verteilung der Baualtersklassen im Wohnbau (Zensus)

Anlage 1.1: Verteilung der Baualtersklassen im Wohnbau - Kirchheim bei München

Anlage 1.2: Verteilung der Baualtersklassen im Wohnbau – Feldkirchen

Anlage 1.3: Verteilung der Baualtersklassen im Wohnbau - Aschheim

Anlage 2: Sanierungspotenzial (Wohnbau)

Anlage 3: Wärmeliniendichte bei 70 % Anschlussquote

Anlage 4: Energieträger Heizungen (Wohnbau)

Anlage 5: Verteilung der Heizungsart (Wohnbau)

Anlage 6: Wärmedichte

Anlage 7: Sektorenverteilung der Gebäude

Anlage 8: Ausbaustrategie der AFK-Geothermie GmbH