

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG Gemeinde Hallbergmoos

---

## ABSCHLUSSBERICHT

Stand: 10.03.2026



Erstellt von: ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co.KG  
Traunsteiner Straße 11  
83093 Bad Endorf

Version: 1.0

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>AUFTRAGSRAHMEN</b> .....	<b>1</b>
1.1	INHALT UND AUFBAU.....	1
<b>2.</b>	<b>BESTANDSANALYSE</b> .....	<b>2</b>
2.1	RÄUMLICHE DARSTELLUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES.....	2
2.2	ENERGIEINFRASTRUKTUR .....	6
2.2.1	<i>Stromversorgung</i> .....	6
2.2.2	<i>Gasnetz</i> .....	8
2.2.3	<i>Wärmenetze</i> .....	8
2.2.4	<i>Biomasseanlagen</i> .....	9
2.2.5	<i>Wasserkraftanlagen</i> .....	9
2.2.6	<i>Tiefengeothermie</i> .....	9
2.2.7	<i>BHKW-Anlagen</i> .....	10
2.2.8	<i>Solaranlagen</i> .....	10
2.2.9	<i>Solarthermie</i> .....	12
2.2.10	<i>Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie &amp; Luft</i> .....	13
2.3	WÄRMEVERBRAUCH .....	14
2.3.1	<i>Wärmekataster</i> .....	14
2.3.2	<i>Energiebilanz Wärme</i> .....	17
2.3.2.1	Private Haushalte .....	17
2.3.2.2	Öffentliche / kommunale Gebäude .....	18
2.3.2.3	Wirtschaft.....	18
2.4	ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ.....	20
<b>3.</b>	<b>POTENZIALANALYSE ENERGIEEINSPARUNG</b> .....	<b>22</b>
3.1	PRIVATE HAUSHALTE .....	22
3.2	ÖFFENTLICHE / KOMMUNALE GEBÄUDE.....	24
3.3	WIRTSCHAFT .....	26
3.4	ZUSAMMENFASSUNG DER ENERGIEEINSPARUNGSPOTENZIALE .....	27
<b>4.</b>	<b>POTENZIALANALYSE ERNEUERBARER ENERGIEN UND ABWÄRME</b> .....	<b>29</b>
4.1	ABWÄRME.....	29
4.2	SOLARENERGIE .....	29
4.3	UMWELTWÄRME .....	33
4.3.1	<i>Oberflächennahe Geothermie</i> .....	35
4.3.2	<i>Flusswasser</i> .....	45
4.3.3	<i>Seewasser</i> .....	48
4.3.4	<i>Luft</i> .....	48
4.3.5	<i>Abwasser</i> .....	48
4.4	TIEFE GEOTHERMIE .....	50
4.4.1	<i>Hydrothermale Geothermie</i> .....	50
4.4.2	<i>Tiefe Erdwärmesonden</i> .....	52

4.5	BIOMASSE/BIOGAS.....	53
4.6	THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN.....	56
4.7	KWK-ANLAGEN.....	56
4.8	WASSERSTOFF.....	57
4.9	(GROß)WÄRMESPEICHER .....	59
4.9.1	<i>Pufferspeicher</i> .....	59
4.9.2	<i>Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher</i> .....	59
4.9.2.1	Behälter .....	59
4.9.2.2	Erdbecken.....	59
4.9.2.3	Erdsonden.....	60
4.9.2.4	Aquifer .....	61
4.9.2.5	Thermochemische Wärme- und Kältespeicher .....	62
4.9.2.6	Latentwärmespeicher.....	63
4.9.2.7	Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel).....	63
4.9.3	<i>Potenzialflächen Wärmespeicher</i> .....	63
4.10	ANALYSE UND KOSTENSTRUKTUREN VON ERNEUERBAREN ENERGIETRÄGERN.....	67
<b>5.</b>	<b>ZIELSZENARIEN UND ENTWICKLUNGSPFADE .....</b>	<b>69</b>
5.1	ZIELSZENARIO GOLDACH.....	70
5.2	ZIELSZENARIO HALLBERGMOOS NORD.....	72
5.3	WÄRMEWENDESTRATEGIE – HOCHLAUF BIS 2045 .....	77
5.4	ALTERNATIVE SZENARIEN.....	83
<b>6.</b>	<b>AKTEURSBETEILIGUNG.....</b>	<b>123</b>
<b>7.</b>	<b>STRATEGIE- UND MAßNAHMENKATALOG .....</b>	<b>87</b>
7.1	BERATUNG & INFORMATION .....	88
7.1.1	<i>Maßnahme 1 (Gebäudesanierung)</i> .....	88
7.1.2	<i>Maßnahme 2 (effiziente Technologien)</i> .....	91
7.1.3	<i>Maßnahme 3 (Energieberatung)</i> .....	93
7.1.4	<i>Maßnahme 4 (dezentrale Versorgung)</i> .....	95
7.2	REALISIERUNG ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG.....	98
7.2.1	<i>Maßnahme 5 (Stakeholder Management)</i> .....	98
7.2.2	<i>Maßnahme 6 (Machbarkeitsstudie / Planung)</i> .....	100
7.2.3	<i>Maßnahme 7 (Ankerkunden / Kommunikation)</i> .....	102
7.2.4	<i>Maßnahme 8 (Betreibergesellschaft)</i> .....	104
7.2.5	<i>Maßnahme 9 (Quartierskonzepte)</i> .....	106
7.3	POTENZIALSICHERUNG .....	108
7.3.1	<i>Maßnahme 10 (PV-Freifläche)</i> .....	108
7.3.2	<i>Maßnahme 11 (Grundwasserwärme)</i> .....	110
7.3.3	<i>Maßnahme 12 (Langfristige Potenziale)</i> .....	112
7.3.4	<i>Maßnahme 13 (Speicher)</i> .....	114
7.3.5	<i>Maßnahme 14 (Bauleitplanung)</i> .....	116
7.4	ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN.....	118

7.4.1	Maßnahme 15 (Energiemanagement) .....	118
7.4.2	Maßnahme 16 (Fortschreibung).....	121
7.4.3	Maßnahme 17 (Synchronisierung) .....	122
<b>8.</b>	<b>KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE .....</b>	<b>126</b>
<b>9.</b>	<b>VERSTETIGUNGSSTRATEGIE .....</b>	<b>128</b>
<b>10.</b>	<b>CONTROLLING-KONZEPT .....</b>	<b>130</b>
<b>11.</b>	<b>ANLAGEN .....</b>	<b>133</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AQ70	Anschlussquote von 70 %
AQ100	Anschlussquote von 100 %
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
°C	Grad Celsius
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2-E</sub>	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
COP	Coefficient of Performance
ecb	energie.concept.bayern GmbH & Co. KG
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FFPV	PV-Freiflächenanlagen
FFST	Solarthermische Freiflächenanlagen
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeotIS	Geothermisches Informationssystem für Deutschland
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer

KN	Klimaneutralität
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme Kopplung
kWp	Kilowatt-Peak
KWP	Kommunalen Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
l	Liter
LOD	Level of Detail
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MQ	Mittlerer Abfluss
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
PCM	Latentwärmespeicher (Phase Change Material)
PtH	Power-to-Heat
P <sub>th</sub>	Thermische Leistung
PV	Photovoltaikanlage
s	Sekunde
t	Tonnen
VNB	Strom-Verteilnetzbetreiber
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Lage der Gemeinde Hallbergmoos. _____	3
Abbildung 2: Verteilung der Gebäude mit Wohnraum nach Baujahr Datenquelle: Zensus 2022 _____	4
Abbildung 3: Mittlere Baualtersklassen im privaten Sektor. Quelle: Eniano GmbH, Bayerische Vermessungsverwaltung _____	5
Abbildung 4: Energiesteckbrief Hallbergmoos Quelle: Energieatlas Bayern _____	6
Abbildung 5: Stromerzeugung durch EE seit 2012 Quelle: Energie-Atlas Bayern _____	7
Abbildung 6: Bestehendes Gasnetz Hallbergmoos (Stand: Januar 2025). Quelle: Energienetze Bayern _____	8
Abbildung 7: Hauptversorgungsleitungen des Bestandswärmenetzes in Hallbergmoos. Quelle: Bayernwerk Natur _____	9
Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung von PV-Neuinstallationen _____	11
Abbildung 9: Entwicklung Solarthermie Hallbergmoos. Quelle: solaratlas.de _____	12
Abbildung 10: Grundwasserwärmepumpen in Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern _____	13
Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Energieträger zur Wärmebereitstellung in Hallbergmoos _____	17
Abbildung 12: Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die Sektoren _____	19
Abbildung 13: Einfluss der Energieträger auf die CO <sub>2</sub> -Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung _____	21
Abbildung 14: Energieersparnis durch Sanierung. Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. _____	23
Abbildung 15: Darstellung der Unterschiede zwischen den Sanierungsszenarien in Hallbergmoos _____	28
Abbildung 16: PV/ST-Potenzialflächen in Hallbergmoos Kartenhintergrund: OpenStreetMaps _____	31
Abbildung 17: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie in Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern _____	36
Abbildung 18: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet in 100 m Tiefe. Quelle: lfu.bayern.de _____	38
Abbildung 19: Eignung von Erdwärmesonden im Gemeindegebiet. Quelle: BayernAtlas _____	39
Abbildung 20: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe. Quelle: Energie-Atlas Bayern _____	41
Abbildung 21: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in der Gemeinde Hallbergmoos Datenquelle: www.meteoblue.com _____	42
Abbildung 22: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand. Quelle: Energie-Atlas Bayern _____	44
Abbildung 23: Jahreganglinie der Isar. Quelle: www.gkd.bayern.de _____	45
Abbildung 24: Jahrestemperaturlinie der Isar. Quelle: www.gkd.bayern.de _____	46
Abbildung 25: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie in Hallbergmoos Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps _____	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 26: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS _____	51
Abbildung 27: Malmkarst als Aquifer in Bayern. Quelle: Geothermie Unterhaching _____	52
Abbildung 28: Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen. Quelle: Bremer Energie Institut _____	56
Abbildung 29: Wasserstoffnetz 2050. Quelle: fnb-gas.de _____	58
Abbildung 30: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein. Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung. _____	64
Abbildung 31: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln _____	68
Abbildung 32: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniedichte Quelle: KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung _____	69
Abbildung 33: Wärmeliniedichten in Goldach _____	70

<i>Abbildung 34: Wärmeliendichten in Hallbergmoos Nord</i>	72
<i>Abbildung 35: Potenzielle Wärmenetzgebiete Hallbergmoos Nord</i>	73
<i>Abbildung 36: Wärmebedarfe in den Fokusgebieten und im Bestandsnetz</i>	75
<i>Abbildung 37: Überblick des Zielszenarios in Hallbergmoos</i>	77
<i>Abbildung 38: Hochlauf der Wärmeversorgungsart bis zum Jahr 2045</i>	78
<i>Abbildung 39: Prognose des Hochlaufs der Energieträgerverteilung bis 2045</i>	80
<i>Abbildung 40: Prognose der Emissionsentwicklung im Zielszenario bis 2045</i>	81
<i>Abbildung 41: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Zielszenarios zu den Alternativszenarien</i>	84
<i>Abbildung 42: Kumulierte Emissionen in den 4 Szenarien</i>	85
<i>Abbildung 43: Bewertungsmatrix zur Priorisierung von Akteuren (Nach Hansel et. al 2017, 8/9 &amp; Mind Tools)</i>	123

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Bestand an Wohngebäude und Haushalte in Hallbergmoos (Stand: 2022). Datenquelle: statistik.bayern.de</i>	4
<i>Tabelle 2: Im Projektgebiet bestehende KWK-Anlagen</i>	10
<i>Tabelle 3: Baualtersklassen des privaten Sektors mit zugehörigem Wärmebedarf</i>	14
<i>Tabelle 4: Kalkulation der Stockwerksanzahl</i>	15
<i>Tabelle 5: Wärmebedarfswerte des Wirtschaft-Sektors (GHD) nach Baualtersklassen</i>	16
<i>Tabelle 6: Nutzenergieverbrauch von Nicht-Wohngebäuden nach Branche in kWh/(m<sup>2</sup>*a)</i>	16
<i>Tabelle 7: CO<sub>2</sub>-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung in Hallbergmoos</i>	20
<i>Tabelle 8: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Hallbergmoos</i>	24
<i>Tabelle 9: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Hallbergmoos</i>	24
<i>Tabelle 10: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Hallbergmoos</i>	25
<i>Tabelle 11: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Hallbergmoos</i>	25
<i>Tabelle 12: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wirtschaft in Hallbergmoos</i>	26
<i>Tabelle 13: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wirtschaft in Hallbergmoos</i>	26
<i>Tabelle 14: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario</i>	27
<i>Tabelle 15: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario</i>	27
<i>Tabelle 16: Solar-Potenzialflächen im Projektgebiet inkl. 20% Ausschlussfläche</i>	32
<i>Tabelle 17: Biomassepotenzial in Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern</i>	53
<i>Tabelle 18: Biogaspotenzial in der Gemeinde Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern</i>	54
<i>Tabelle 19: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067</i>	56
<i>Tabelle 20: Übersicht der Eigenschaften der gängigen Saisonspeicheranlagen. Datenquelle: Saisonspeicher.de</i>	62
<i>Tabelle 21: Vor- und Nachteile erneuerbarer Energieträger</i>	67
<i>Tabelle 22: Prognose des Anteils zentraler Wärmeversorgung im jeweiligen Fokusgebiet bis 2045</i>	74
<i>Tabelle 23: Zielszenario der Gemeinde Hallbergmoos in Zahlen</i>	82
<i>Tabelle 24: Liste der beteiligten Akteure</i>	123

## 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, Verbandsgemeinden, Städten und Landkreisen.

Die Gemeinde Hallbergmoos im Landkreis Freising (Oberbayern) hat sich dieser Thematik angenommen und am 24.09.2024 die Erstellung kommunaler Wärmeplanung (KWP) in Auftrag gegeben. Die Erstellung des KWP wird über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) gefördert und von der Firma ecb - energie.concept.bayern. GmbH & Co. KG aus Bad Endorf umgesetzt. Die Gemeinde hat sich dabei zum Ziel gesetzt, die Wärmewende auf kommunaler Ebene umzusetzen. Der hierbei bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingeschlagene Weg soll nun fortgesetzt werden. Der KWP soll dabei als mittel- bis langfristiger Leitfaden dienen und helfen, den Anforderungen der sich wandelnden Energieinfrastruktur gerecht zu werden. Zu diesen zentralen Anforderungen zählen die Energieeinsparung, die Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien.

### 1.1 Inhalt und Aufbau

Im ersten Teil der Ausarbeitung wird kurz auf die Gemeinde eingegangen. Es folgt eine umfassende Datenerhebung und Analyse des thermischen Energieverbrauchs. Der Wärmebedarf wird in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Objekte und Wirtschaft unterteilt und außerdem die jeweiligen Energieverbräuche den entsprechenden Primärenergieträgern zugeordnet.

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Analyse der lokalen Energieeffizienz-, Einspar- und Erzeugungspotenziale. Im Feld der erneuerbaren Energien wird dabei neben Sonnenenergie auch auf Potenziale der Windkraft, Biomasse, Wasserkraft, (oberflächennahe) Geothermie, Umwelt- und Abwärme sowie Kraft-Wärme-Kopplung eingegangen.

Die Informationen aus den Ist- und Potenzialanalysen werden darauffolgend in einem umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalog, der konkrete Handlungsempfehlungen aufzeigt, integriert. In dem Maßnahmenkatalog werden u. a. die sinnvollsten Maßnahmen, der erforderliche Zeitraum, Fördermöglichkeiten sowie die erforderlichen Handlungsschritte ausgeleuchtet. Der Maßnahmenkatalog wurde ausführlich mit den Akteuren vor Ort abgestimmt.

Letztendlich wird in diesem Konzept untersucht, ob der Aufbau bzw. Ausbau Wärmenetze technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Mittels der erarbeiteten Konzepte ist es der Gemeinde Hallbergmoos möglich, eine nachhaltige Struktur zu entwickeln, welche den bereits erfolgreich eingeschlagenen Weg durch die kommunale Energiewende erleichtern und fokussieren kann.

Ergänzt wird das Konzept durch umfangreiches Kartenmaterial im Anhang, welches der Gemeinde auch in Form von Geodaten zur Verfügung gestellt wird.

## 2. Bestandsanalyse

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung des aktuellen Stands des Wärmenetzes der Gemeinde Hallbergmoos. Die bestehenden Wärmeverbrauche und Anlagen zur Energieerzeugung werden ausführlich behandelt. Zudem wird der aktuelle und zukünftige Wärmebedarf im Netz ermittelt.

### 2.1 Räumliche Darstellung des Untersuchungsgebietes

Die Gemeinde Hallbergmoos ist Teil des Landkreises Freising und liegt 25 km nördlich von München. Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von ca. 35,1 km<sup>2</sup> und weist eine Einwohneranzahl von 11.959 (Stand 31.12.2024) auf<sup>1</sup>. Die Nutzungsart der Bodenfläche ist verteilt auf Siedlungs- und Verkehrsfläche (25,6 %), Land- und Forstwirtschaft (72,0 %) sowie Gewässer (2,4 %). Zudem ist nennenswert, dass ein Teil des Münchner Flughafens im Gemeindegebiet liegt.

---

<sup>1</sup> Bayerisches Landesamt für Statistik. Einwohnerzahlen von Gemeinden in Bayern. Stand: 31. Dezember 2024



Abbildung 1: Räumliche Lage der Gemeinde Hallbergmoos.  
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 Anzahl der Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden.



Abbildung 3 löst die Baualterklassen per Baublöcke räumlich auf.

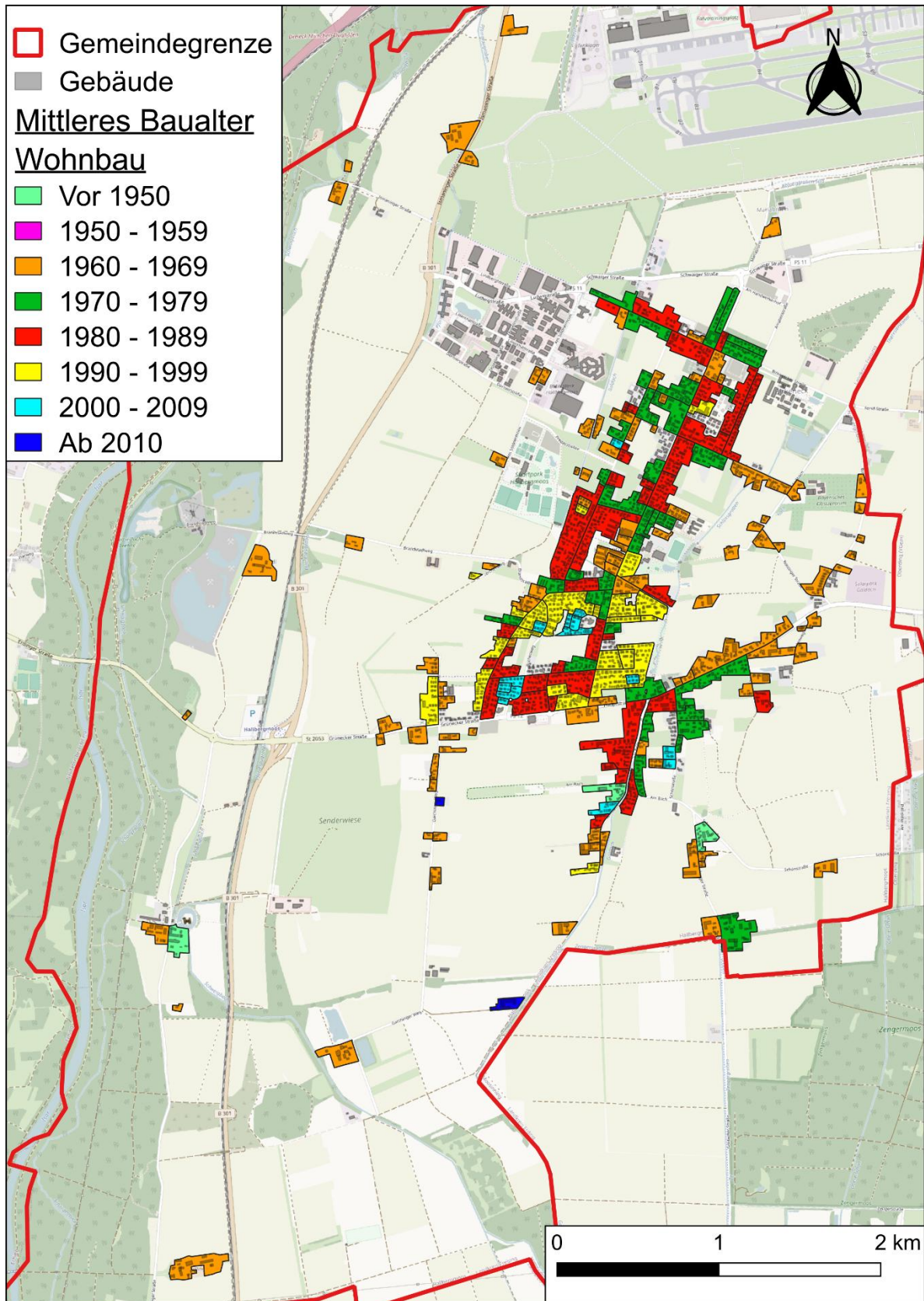


Abbildung 3: Mittlere Baualterklassen im privaten Sektor.  
Quelle: Eniano GmbH, Bayerische Vermessungsverwaltung

## 2.2 Energieinfrastruktur

### 2.2.1 Stromversorgung

Der Steckbrief des Energie-Atlas Bayern gibt umfassende Informationen bzgl. Energieträger der Stromproduktion. Der Stromnetzbetreiber der Gemeinde ist die Bayernwerk Netz GmbH.

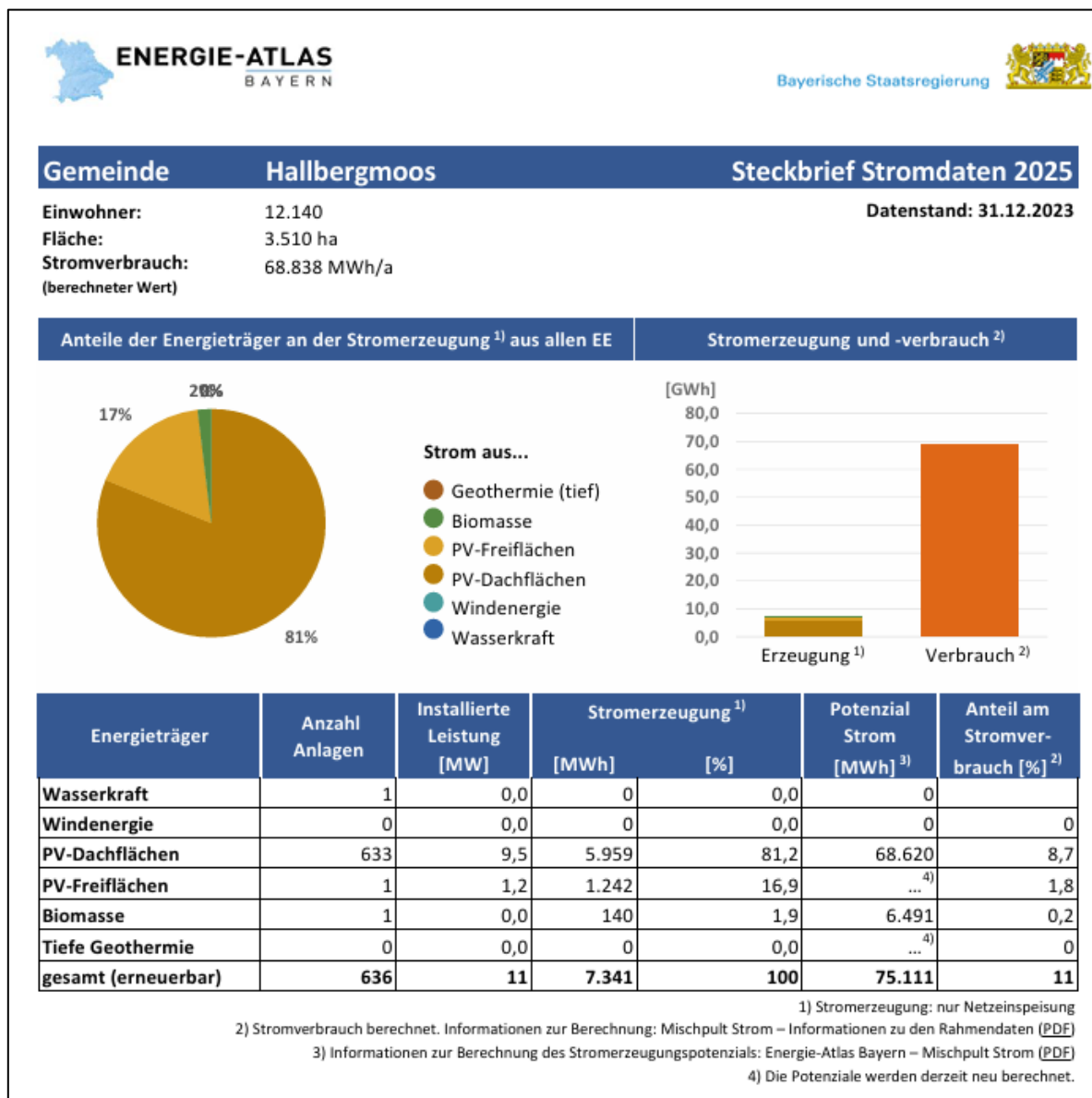


Abbildung 4: Energiesteckbrief Hallbergmoos Quelle: Energieatlas Bayern

Abbildung 5 demonstriert die aktuelle Verteilung der Stromerzeugung mit EE. Derzeit wird der Großteil der Elektrizität durch PV-Dachflächen produziert (81,2 %), ein weiterer großer Teil durch PV-Freiflächen (16,9 %). Biomasse stellt weitere 1,9 % dar. In Summe wurden im Jahr 2023 etwa 7.341 MWh Strom zu Netzeinspeisung aus ausschließlich EE produziert. Gemäß Energie-Atlas Bayern betrug der Endenergieverbrauch 2023 von privaten Haushalten, verarbeitendes Gewerbe und den sonstigen Verbrauchern ca. 68.838 MWh. Das heißt, die Gemeinde Hallbergmoos versorgt sich zu ca. 10,66 %

mit EE. In Abbildung 5 ist zu sehen, dass zwischen 2012 und 2023 der Zuwachs an erneuerbaren Energien nur langsam vorangeht. Die Menge an Solarenergie steigt, unter wetterbedingten Schwankungen, um etwas über 1 GWh. Die Menge an Strom aus Biomasse bleibt nach 2016 relativ konstant.

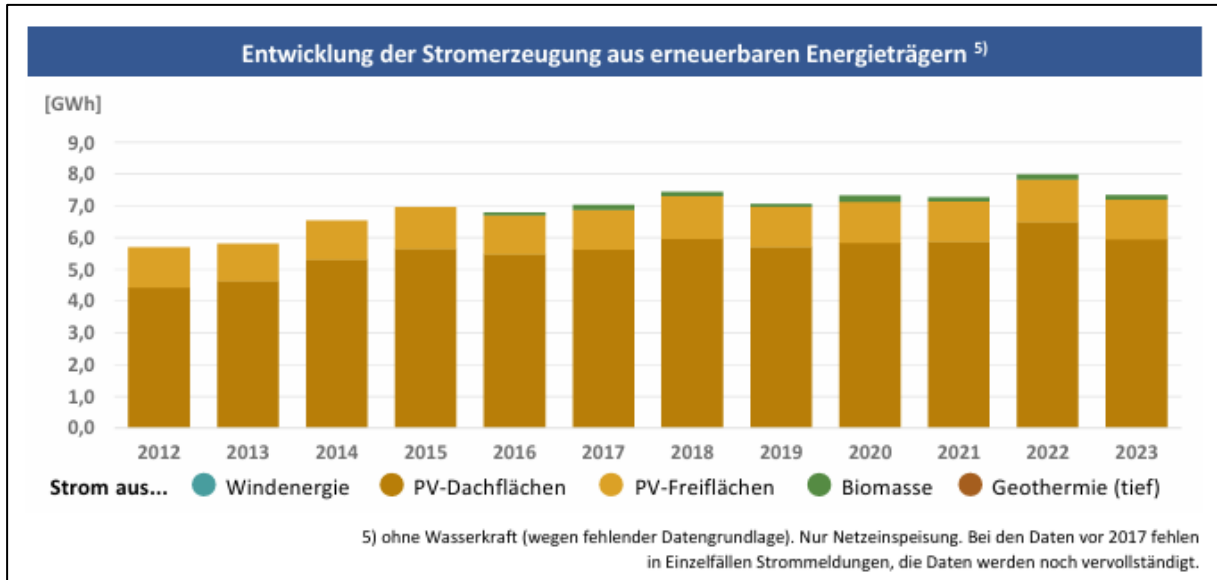


Abbildung 5: Stromerzeugung durch EE seit 2012  
Quelle: Energie-Atlas Bayern

## 2.2.2 Gasnetz

Abbildung 6 zeigt das bestehende Gasnetz im Hallbergmoos. Ein Großteil der Gemeinde ist im Anschlussbereich des Netzes. Gasverteilnetzbetreiber sind dabei die Energienetze Bayern GmbH.

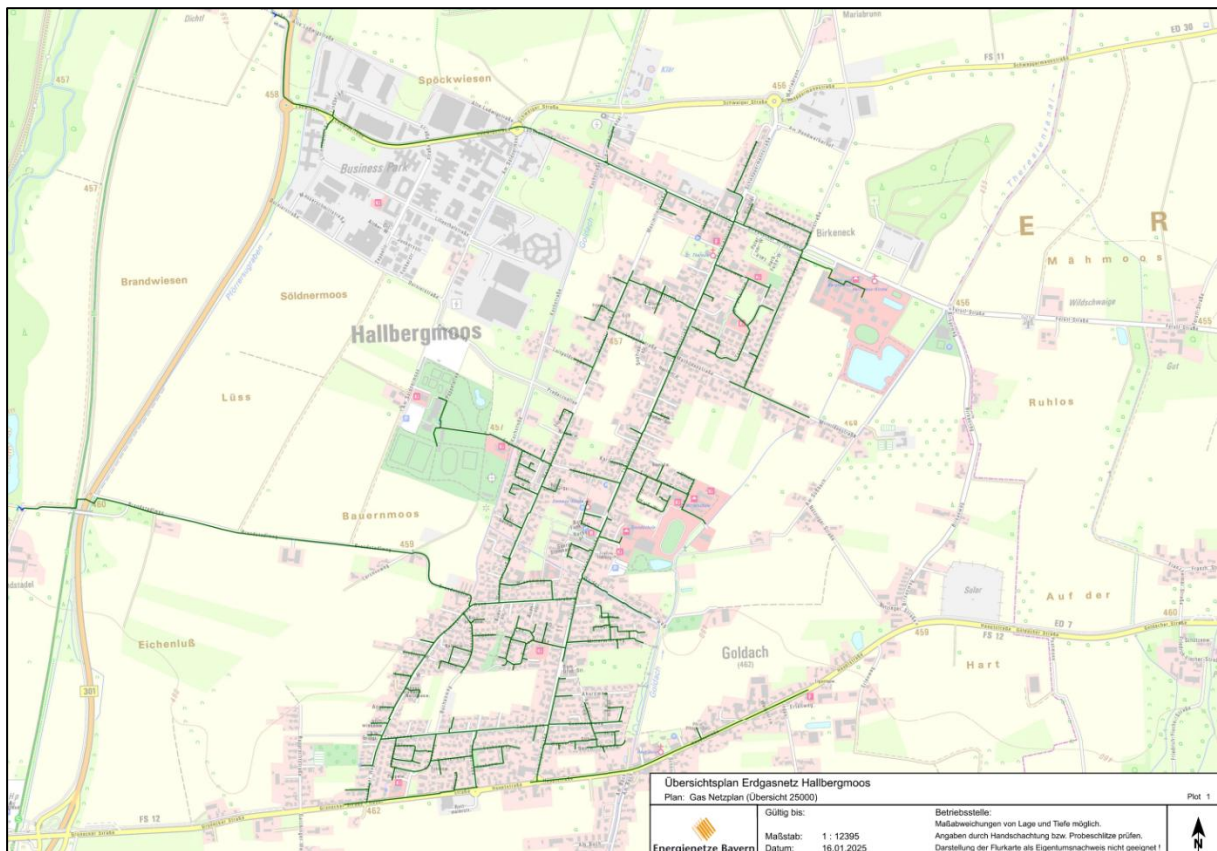


Abbildung 6: Bestehendes Gasnetz Hallbergmoos (Stand: Januar 2025).  
Quelle: Energienetze Bayern

Das Gasnetz in der Gemeinde Hallbergmoos verfügt über 929 Anschlussnehmer mit einem Wärmeabsatz von 26.781 MWh/a.

## 2.2.3 Wärmenetze

Das Gewerbegebiet im Nordwesten der Gemeinde ist angeschlossen an das gemeindeübergreifende Wärmenetz Freising-Zolling-Hallbergmoos. Dieses wird mit einer Mischung aus fossilen Brennstoffen (57 %) und Biomasse (43 %) betrieben (Stand März 2023)<sup>3</sup>, die Wärmequellen sind der Kraftwerkpark Zolling sowie die Reserveheizkraftwerke in Freising und Hallbergmoos. Die Vorlauftemperatur beträgt, außentemperaturabhängig, 90-125 °C, die Rücklauftemperatur 65-75 °C. Betreiber ist die Bayernwerk-AG in Kooperation mit den Stadtwerken Freising. Nach Angaben des Betreibers beträgt der Wärmeverbrauch der 56 Abnehmer des Teilwärmenetzes 26.267 MWh/a.

Vorrangig wird derzeit das Gewerbegebiet im Nordwesten der Gemeinde mit Wärme versorgt. Geplant ist ein Netzausbau, bei dem auch der südlich gelegene Sportpark und Teile des Ortszentrums

<sup>3</sup> <https://www.bayernwerk-natur.de/content/dam/revu-global/bayernwerk-natur/fernwaerme-veroeffentlichung/energiedaten/Energiedaten%20W%C3%A4rmenetz%20Zolling%20Hallbergmoos.pdf> [Zugriff: 04.08.2025]

angeschlossen werden sollen. Der Transformationsprozess zur Umstellung auf erneuerbare Wärme läuft bereits. Zum Jahreswechsel 2024/2025 wurde der Kohleblock des Heizkraftwerks Zolling stillgelegt.



Abbildung 7: Hauptversorgungsleitungen des Bestandswärmenetzes in Hallbergmoos.  
Quelle: Bayernwerk Natur

### 2.2.4 Biomasseanlagen

Nach Angaben des Marktstammdatenregisters befinden sich in Hallbergmoos zwei Biomasseanlagen zur Stromerzeugung. Eine der Anlagen nutzt Holz als Energieträger in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und verfügt über eine elektrische Leistung von 0,8 kW sowie eine thermische Leistung von 12 kW. Die zweite Anlage wird mit Biogas betrieben und weist eine elektrische Nettonennleistung von 30 kW auf, jedoch ohne KWK. Zusammen ergibt sich daraus eine installierte elektrische Nettonennleistung von insgesamt 30,8 kWp.

### 2.2.5 Wasserkraftanlagen

Im Gemeindegebiet sind keine Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung mit einer Leistungsklasse über 500 kW vorhanden.

### 2.2.6 Tiefengeothermie

Im Gemeindegebiet Hallbergmoos gibt es keine Anlagen für Strom- oder Wärmeerzeugung mittels Tiefengeothermie.

## 2.2.7 BHKW-Anlagen

Laut Marktstammdatenregister befinden sich in der Gemeinde 8 Blockheizkraftwerke (BHKW). Alle Anlagen nutzen als Hauptbrennstoff Erdgas oder Heizöl für die Strom- und Wärmeerzeugung.

Tabelle 2: Im Projektgebiet bestehende KWK-Anlagen

Anlage	$P_{el}$ [kW]	$P_{th}$ [kW]	Energie- quelle	Einspei- sungsart	Inbetriebnahme- datum
Mini BHKW	5,3	11,9	Heizöl	Teil	27.11.2001
BHKW Maximilianstraße 49	6	13,3	Erdgas	Teil	12.02.2025
Brennstoffzelle	0,75	1,1	Erdgas	Teil	23.09.2021
BHKW Tassiloweg 18	18	35	Erdgas	Voll	21.03.2018
Maximilianstraße Haus 1	5,5	10,4	Erdgas	Teil	13.11.2014
Maximilianstraße Haus 2	5,5	10,4	Erdgas	Teil	13.11.2014
Dachs Hallbergmoos	5,5	12,5	Erdgas	Teil	23.09.2008
BHKW	5,5	5,5	Erdgas	Teil	25.07.2013

Akkumuliert ergibt sich eine thermische Leistung von  $P_{th}=100,1$  kWp.

## 2.2.8 Solaranlagen

Laut Marktstammdatenregister befinden sich derzeit (Stand 31.10.2025) 857 PV-Stromerzeuger in Hallbergmoos in Betrieb, mit einer Nettonennleistung von 21.709 kWp. Unter Annahme von 1.000 Vollaststunden ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von 21.709 MWh.

Insgesamt gibt es zwei große PV-Freiflächen im Bestand. Zum einen den Solarpark Goldach mit einer Leistung von 1.171 kWp, der bereits im Jahr 2005 in Betrieb genommen wurde. Zum anderen wurde erst in diesem Jahr eine PV-Freifläche westlich der B301 an der Ismaninger Straße in Betrieb genommen, die laut Marktstammdatenregister eine Leistung von 10.487 kWp umfasst.

Bei einer Einwohnerzahl von 11.959 resultiert eine Stromproduktion von 1.918 kWh/Einwohner im Jahr. Zieht man die beiden Freiflächen-Anlagen ab, ergibt sich eine Nettonennleistung von 10.853 kWp, die sich vor allem auf Dachanlagen verteilen.

Abbildung 8 demonstriert die jährlichen Neuinstallationen von PV-Anlagen im Gemeindebereich Hallbergmoos. Ersichtlich ist, dass seit 2020 ein starker Anstieg bei der Installation von PV-Anlagen zu verzeichnen ist.

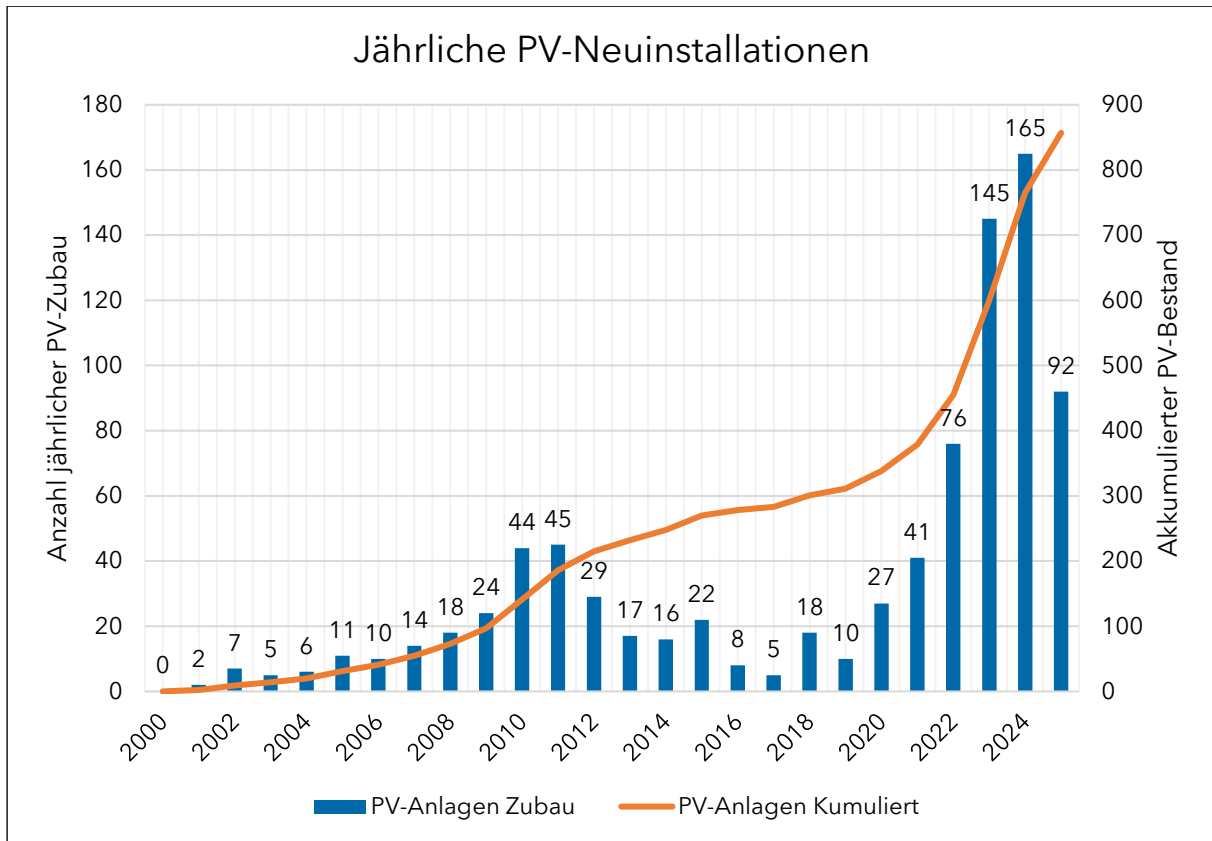


Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung von PV-Neuinstallationen

Oft verfügen PV-Anlagenbetreiber über Speichervorrichtungen. Insgesamt gibt es gemäß Marktstammdatenregister über 300 Speichermöglichkeiten in Betrieb. Die Speicher haben in Summe eine speicherbare Nettonennleistung von etwa 9.175 kWp.

Gemäß Angaben vom Energie-Atlas Bayern wurden im Jahr 2021 etwa 5.959 MWh Strom durch PV generiert, was 8,66 % des Stromverbrauches entspricht.

### 2.2.9 Solarthermie

Gemäß Solaratlas gibt es in der Gemeinde 1.275 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Die Art der Nutzung ist entweder für Warmwasseraufbereitung oder für die Unterstützung für die Raumheizung. In Abbildung 9 ist die zeitliche Entwicklung des Kollektorflächenbestandes abgebildet. Bei einer Ertragsschätzung von 400 kWh/m<sup>2</sup> ergibt dies 510 MWh/a, was ca. 0,35 % des Gesamtwärmebedarfs entspricht:

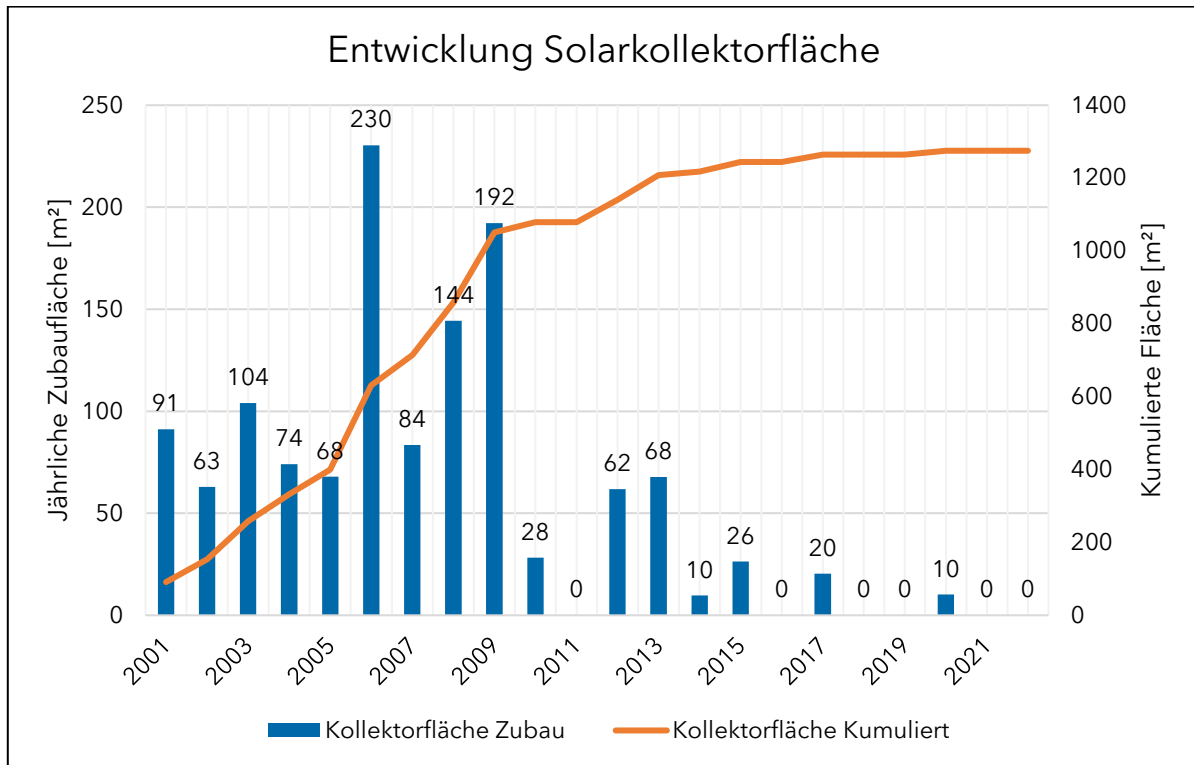


Abbildung 9: Entwicklung Solarthermie Hallbergmoos. Quelle: solaratlas.de

### 2.2.10 Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie & Luft

Im Kartenausschnitt des Energie-Atlas Bayern (Abbildung 10) sind alle installierten Anlagen für Grundwasserwärmenutzung abgebildet. Die blau-grünen Symbole stehen für Grundwasserwärmepumpen, von welchen in der Gemeinde ca. 80 Anlage installiert sind. Erdwärmesonden sind im Gegensatz zu Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet keine vorhanden.

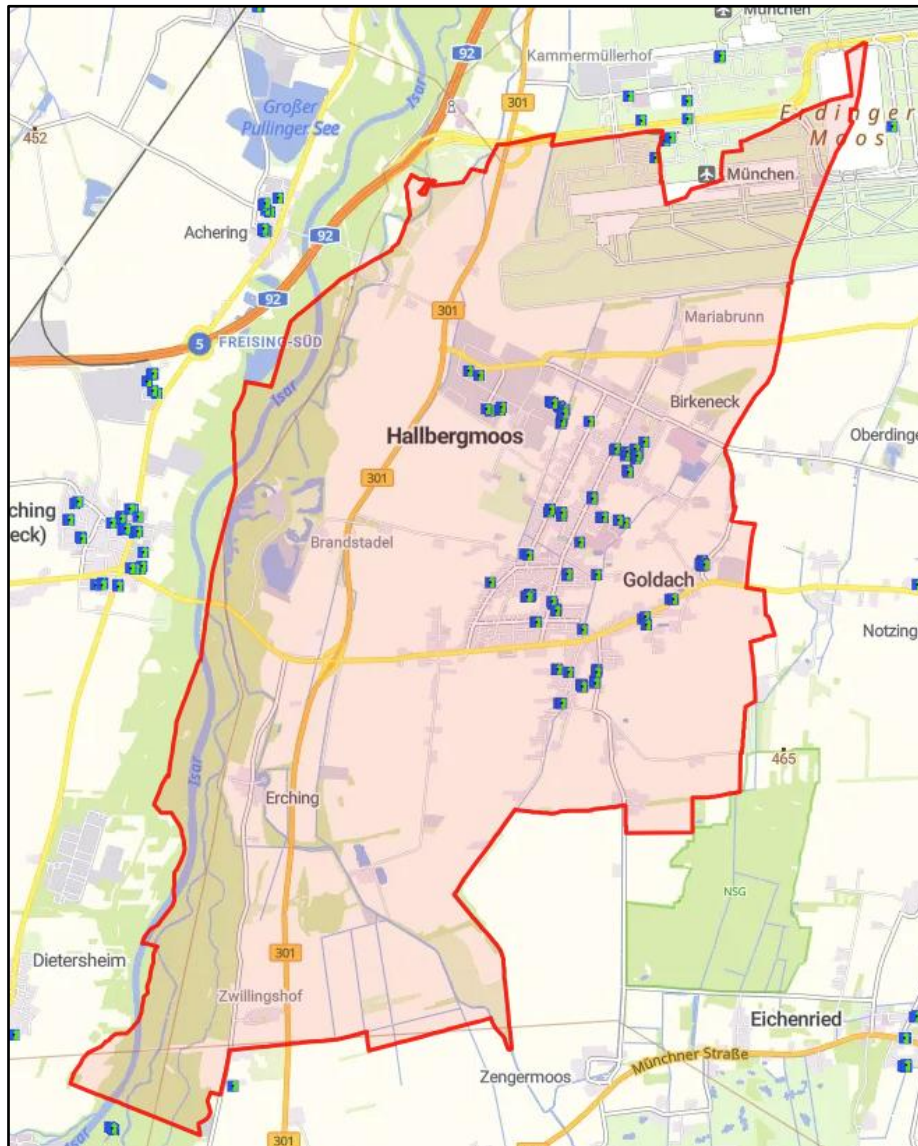


Abbildung 10: Grundwasserwärmepumpen in Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Insgesamt sind nach Angaben des regionalen Verteilnetzbetreibers Bayernwerk Netz GmbH 638 Wärmepumpenanlagen registriert. Detailliertere Aussagen zu installierter Leistung und jährlicher Absatzmenge konnten nicht übermittelt werden.

## 2.3 Wärmeverbrauch

### 2.3.1 Wärmekataster

Das Wärmekataster wurde gemäß Leitfaden für Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW) erstellt<sup>4</sup>. Alle relevanten Werte für das Wärmekataster können dabei dem Technikkatalog entnommen werden, welcher im Juni 2024 vom KWW veröffentlicht wurde<sup>5</sup>. Die Baujahre wurden gemäß Zensus-Daten von 2011 ermittelt.

Tabelle 3: Baualtersklassen des privaten Sektors mit zugehörigem Wärmebedarf

Baualtersklassen	Nutzenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]
Bis 1918	113
1919 - 1948	103
1949 - 1978	93
1979 - 1994	87
1995 - 2011	62
2012 - 2020	48
2021 - 2035	39
Ohne Baujahr	90 (gewichtetes Mittel)

Tabelle 3 beschreibt die Verbräuche nach Baualtersklasse der privaten Wohngebäude. Zu diversen kommunalen Liegenschaften konnten gebäudescharfe Verbrauchsdaten geliefert werden, diese wurden als Realdaten ins Wärmekataster integriert.

Aus den öffentlichen LOD2-Daten (Level of Detail) konnten Informationen wie Gebäudeart, Gebäudehöhe und zum Teil die Stockwerksanzahl entnommen werden. Diese sind maßgebend für die Größe der Heizfläche. Bei Gebäuden, bei welchen die Stockwerksanzahl per LOD2-Daten gegeben waren, wurden diese übernommen. Gebäude mit einer niedrigeren Gebäudehöhe als 2 m wurden als nicht beheizt angenommen und im Vorfeld vom Wärmekataster entfernt. Für Bauwerke mit undefinierter Etagenanzahl wurde folgende Annahme getroffen:

<sup>4</sup> Leitfaden Wärmeplanung. BMWK & BMWSB. Berlin, Juni 2024

<sup>5</sup> Technikkatalog Wärmeplanung. BMWK, BMWSB, Juni 2024

Tabelle 4: Kalkulation der Stockwerksanzahl

Gemessene Höhe	Stockwerksanzahl
2 - 6	1
6 - 9	2
9 - 12	3
12 - 15	4
15 - 18	5
18 - 21	6
21 - 24	7
24 - 27	8
27 - 30	9
30 - 33	10

Alle Kirchen wurden mit der Stockwerksanzahl von 1 versehen. Die höchsten Gebäude im Gemeindegebiet mit über 37 m Höhe ist Hangar 4 vom Flughafen München, gefolgt von der Klosterkirche Herz Jesu mit gut 28 m. Kirchen oder ähnliche Einrichtungen wurden mit 1 Stockwerk versehen sowie einem spezifischen Wärmebedarf von 208 kWh/m<sup>2</sup>a zugewiesen, was dem gewichteten Mittel der Branche Kultur entspricht.<sup>5</sup>

Von jedem Gebäude konnte mit GIS-Tools die Grundfläche ermittelt werden. Um Fehlerquellen in unbeheizten Gebäuden wie Garagen und Gartenhäuser so weit wie möglich zu reduzieren, wurden nur Gebäude mit einer Grundfläche von mindestens 40 m<sup>2</sup> als potenziell beheizte Gebäude in Betracht genommen. Da über das Luftbild meist nicht erkennbar ist, ob größere Gebäude beheizt oder unbeheizt bzw. nur einen sehr geringen Wärmebedarf haben (z. B. Lagerhallen, Ställe, Garagen), wurde das Gemeindegebiet gebäudescharf mit ortskundiger Expertise analysiert und korrekt zugeordnet. Als zusätzliche Optimierungsmaßnahme wurde das Wärmekataster des Bayerische Landesamtes für Statistik herangezogen, welches der Gemeinde Hallbergmoos über die Securebox Wärmeplanung bereitgestellt wurde. Auch dieses Wärmekataster wurde auf Basis des KWW-Technikkatalogs erstellt. Der Fokus lag dabei auf den größeren Gebäuden, die als unbeheizt gekennzeichnet wurden. Diese wurde größtenteils nach Sinnhaftigkeit und durch Rücksprache mit der Gemeinde Hallbergmoos ins Wärmekataster übernommen. Die Gebäude wurden schlussendlich nach Funktion (ALKIS) sortiert.

Als weitere Optimierungsmaßnahme wurde Mitte 2025 über die Wirtschaftsförderung Hallbergmoos eine Realdatenabfrage initiiert, welche vor allem auf das Gewerbegebiet und kommunalen Liegenschaften abzielte. Dabei konnten für den Großteil dieser Gebäude sowohl die Wärmeverbräuche als auch vorhandene Abwärmepotenziale erfasst und anschließend in das Wärmekataster integriert werden.

Für den Sektor Wirtschaft (GHD) sowie Bürogebäude kommunaler Liegenschaften wurden folgende Wärmebedarfswerte gemäß KWW-Technikkatalog übernommen:

Tabelle 5: Wärmebedarfswerte des Wirtschaft-Sektors (GHD) nach Baualtersklassen

Baualtersklasse	Nutzenergieverbrauch [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]
Vor 1978	133
1978 - 2009	69
Ab 2010	45
Ohne Baujahr	106 (gewichtetes Mittel)

Konnten Gebäude genauer spezifiziert werden, so wurde diesen der Nutzenergieverbrauch von Nicht-Wohngebäuden nach zuordnungsbarer Branche zugewiesen. Die von der KWW vordefinierten Branchen und der zugehörige Wärmebedarf sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Nutzenergieverbrauch von Nicht-Wohngebäuden nach Branche in kWh/(m<sup>2</sup>\*a)

Baualtersklasse Branche	Baualtersklasse		
	Bis 1978	1979 - 2009	Ab 2010
Krankenhäuser	396	206	134
Wäschereien	319	166	108
Beherbergungen, Gaststätten	301	156	102
Kultur	259	135	88
Sport	186	97	63
Bildung / Büroähnliche Betriebe	161	83	54
Handel	112	58	38
Landwirtschaft	85	44	29
Speditionen	32	17	11
Baugewerbe	27	14	9

Gebäude ohne hinterlegtes Baujahr wurden mit dem gewichteten Mittelwert der jeweiligen Branche gekennzeichnet.

Gemäß Wärmekataster nach den KWW-Richtlinien hat die Gemeinde Hallbergmoos derzeit einen Wärmebedarf von **146.773.155 kWh/a bzw. 146.773 MWh/a.**

### 2.3.2 Energiebilanz Wärme

Zur Ermittlung der aktuellen Energieträgerverteilung wurden die Kaminkehrerdaten vom Berichtsjahr 2022 angefordert. Diese konnten erhoben und ausgewertet werden. Nachteil an den Kaminkehrerdaten ist, dass keine Wärmepumpen, Stromdirektheizungen sowie Fernwärmeanschlüsse ermittelt werden. Diese Heizungsarten konnten aus den Ergebnissen des Zensus 2022, einer Gebäude- und Wohnungszählung von Juni 2024, ermittelt werden. Bei beiden Erhebungen wurde der Fokus ausschließlich auf Zentralheizungen gelegt, da nur dieser Heizungstyp für eine zentrale Wärmeversorgung möglich ist. Im Gemeindegebiet Hallbergmoos sind gemäß Zensus 2022 etwa 55,2 % der bestehenden Heizungen auf Zentralheizungen zurückzuführen. Bei der Zusammenführung von Zensus-Daten und Kaminkehrerdaten resultiert folgende Energieträgerverteilung:

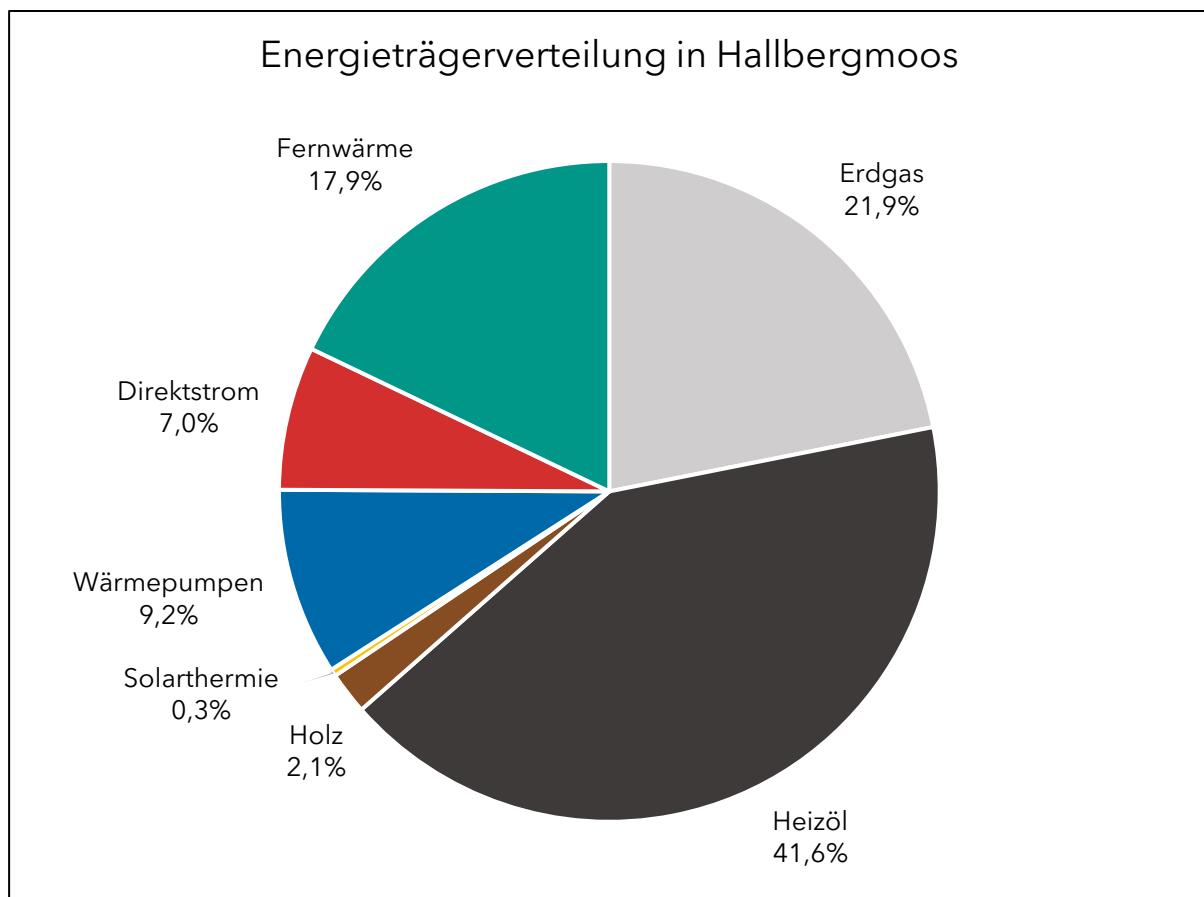


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Energieträger zur Wärmebereitstellung in Hallbergmoos

Abbildung 11 demonstriert die Verteilung der Energieträger im gesamten Projektgebiet. Etwa 64,5 % des Wärmebedarfs wird aktuell noch auf Basis von fossilen Brennstoffen wie Heizöl und Erdgas generiert.

#### 2.3.2.1 Private Haushalte

Laut Statistik kommunal gab es Ende des Jahres 2023 ca. 2.297 Wohngebäude, davon 1.446 mit 1 Wohnung (63 %), 333 mit 2 Wohnungen (14,5 %) und 514 mit 3 oder mehr Wohnungen (22,4 %). Aus dem Wärmekataster resultiert für den Sektor private Haushalte ein Wärmebedarf von **62.478 MWh pro Jahr**. Auf die in Tabelle 1 genannten 5.387 Haushalte würde demnach ein **jährlicher Verbrauch pro Haushalt von 11.598 kWh** anfallen. Zudem resultiert dabei bei einer

Einwohnerzahl von 11.243 ein **Wärmeverbrauch pro Kopf von 5.557 kWh/a**. Der Sektor Private Haushalte ist zudem für **42,6 % des Gesamtwärmeverbrauchs** in Hallbergmoos verantwortlich.

### 2.3.2.2 Öffentliche / kommunale Gebäude

Aus dem Wärmekataster Hallbergmoos resultiert ein **Wärmeverbrauch des öffentlichen Sektors von 8.463 MWh pro Jahr**. Größter Verbraucher im kommunalen Sektor ist die Mittelschule mit 2.836 MWh/a. Der Sektor öffentlicher und kommunaler Gebäude hat einen Anteil von **5,8 %** vom Gesamtwärmebedarf der Gemeinde Hallbergmoos.

### 2.3.2.3 Wirtschaft

Der Wirtschaftssektor gliedert sich in zwei wesentliche Bereiche. Dazu zählen zum einen GHD-Gebäude wie Büros, Geschäfte, Hotels oder Praxen. Zum anderen umfasst er die Industrie, die durch Produktions- und Fertigungsbetriebe geprägt ist. Der Wärmebedarf des Wirtschaftssektors beläuft sich gemäß Wärmekataster auf **75.883 MWh pro Jahr** und stellt mit einem Anteil von **51,7 % den größten Anteil am gesamten Wärmebedarf** der Gemeinde Hallbergmoos dar. Größter Verbraucher ist der Flughafen München. Durch eine Datenabfrage der Wirtschaftsförderung konnten Realdaten für einen Teil der Gebäude eingeholt werden, die Realdaten der an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude wurden vom Netzbetreiber geliefert. Alle Realdaten wurden datenschutzkonform bearbeitet.

Zur besseren Übersicht kann der Wärmeverbrauch in den einzelnen Sektoren wie folgt gegliedert werden.

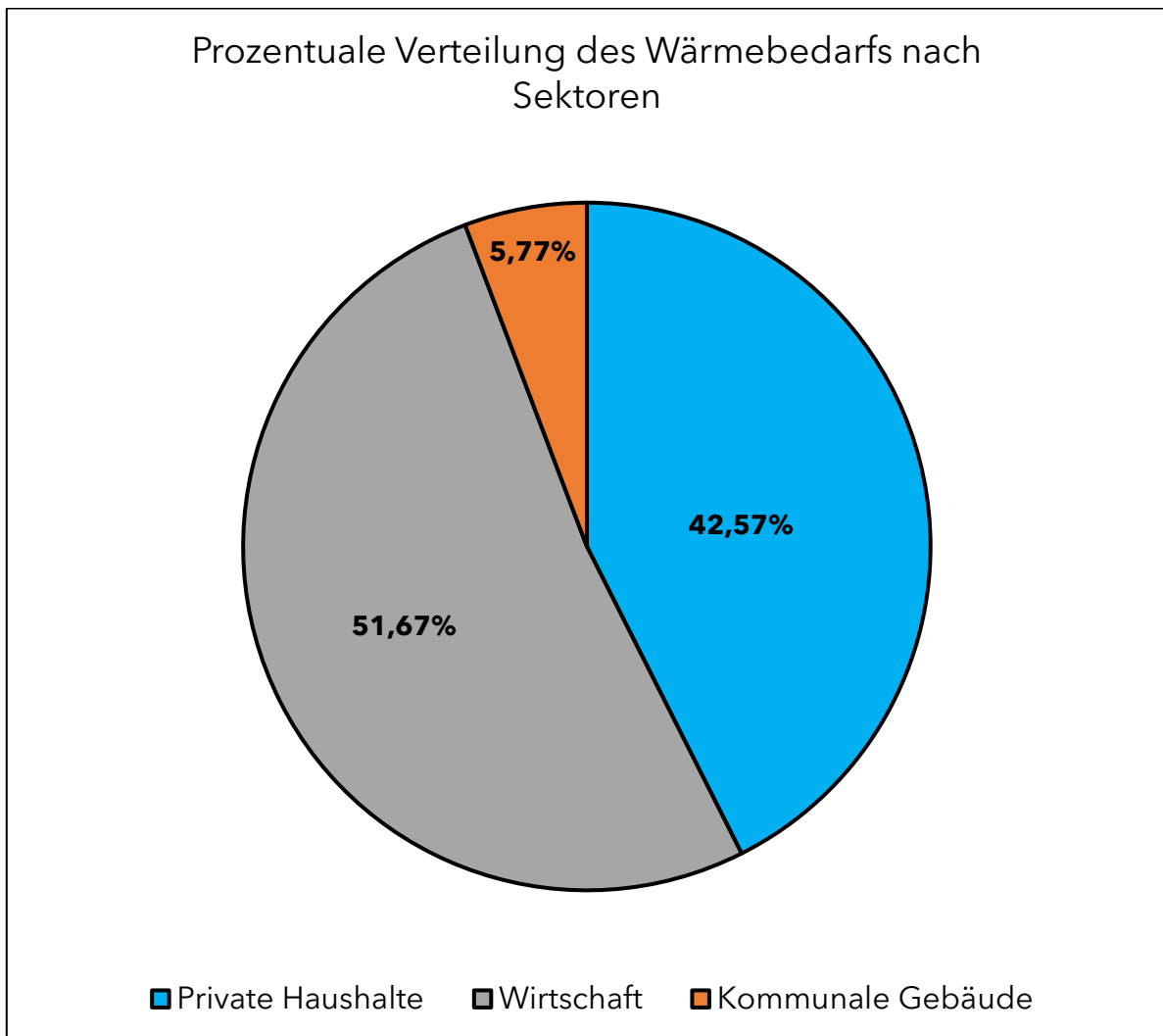


Abbildung 12: Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die Sektoren

## 2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Gemäß Wärmekataster werden in Hallbergmoos jährlich 146.773 MWh für die kommunale Wärmeversorgung benötigt. Davon bilden die fossilen Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl den Hauptteil der Energieträger mit knapp 66 %, welche zusätzlich die größten CO<sub>2</sub>-Faktoren besitzen. Tabelle 7 beschreibt die CO<sub>2</sub>-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung in Hallbergmoos. Hierfür wurden die CO<sub>2</sub>-Faktoren gemäß aktuellem KWW-Technikkatalog verwendet.<sup>5</sup>

Tabelle 7: CO<sub>2</sub>-Bilanz der aktuellen Wärmeversorgung in Hallbergmoos

Energieträger	Anteil [%]	Wärmebedarf [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Faktor [kg <sub>CO2</sub> /MWh]	Emissionen [t <sub>CO2</sub> ]	Anteil am gesamten CO <sub>2</sub> -Ausstoß [%]
Erdgas	21,88%	32.108	240	7.706	22,4%
Heizöl	41,64%	61.110	310	18.944	55,1%
Holz	2,07%	3.035	20	61	0,2%
Solarthermie	0,35%	510	0	0	0,0%
Wärmepumpen	9,15%	13.434	86,7	1.164	3,4%
Direktstrom	7,02%	10.309	260	2.680	7,8%
Fernwärme	17,90%	26.267	145,4	3.819	11,1%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>146.773</b>		<b>37.063</b>	<b>100%</b>

Die fossilen Brennstoffe bewirken durch ihre hohen CO<sub>2</sub>-Faktoren ca. 77,5 % der Emissionen in der Gemeinde. Insgesamt werden durch die Wärmeversorgung **jährlich ca. 37.063 t CO<sub>2</sub>** ausgestoßen. Folglich resultiert eine **CO<sub>2</sub>-Emission pro Person von 3,1 t<sub>CO2</sub>/a**. Der CO<sub>2</sub>-Faktor für Wärmepumpen ergibt sich aus dem durchschnittlichen Coefficient of Performance (COP) einer Wärmepumpe (COP=3) und dem aktuellen CO<sub>2</sub>-Faktor für den Strom-Mix in Deutschland (260 kg<sub>CO2</sub>/MWh). Je erzeugter Kilowattstunde wird also ein Drittel an elektrischer Energie benötigt, demnach entspricht der CO<sub>2</sub>-Faktor für Wärmepumpen dem Quotienten aus CO<sub>2</sub>-Faktor Strom-Mix und COP (86,7 kg<sub>CO2</sub>/MWh). Der CO<sub>2</sub>-Faktor der Fernwärme berechnet sich aus den Anteilen der Wärmeerzeugung des Fernwärmenetzes Freising-Zolling-Hallbergmoos von 43 % Biomasse und 57 % Erdgas.

Durch Senkung des Anteils an fossilen Energieträgern können die CO<sub>2</sub>-Emissionen schrittweise reduziert werden, mit dem Ziel der vollständigen Dekarbonisierung und einer CO<sub>2</sub>-neutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045.

In Abbildung 13 wird die Verteilung der Emissionen dargestellt.

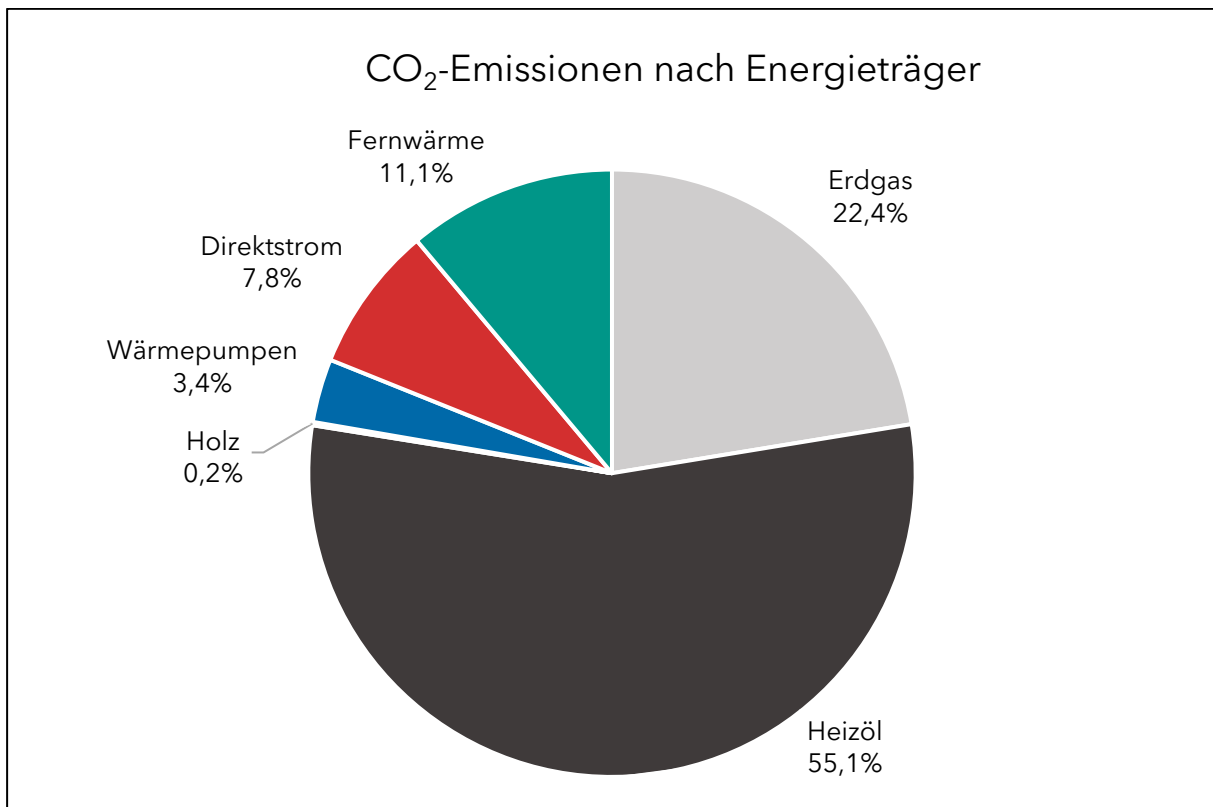


Abbildung 13: Einfluss der Energieträger auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung

### 3. Potenzialanalyse Energieeinsparung

Im Anschluss an die Bestandsanalyse stellt die Potenzialanalyse zur Energieeinsparung einen zentralen Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung dar. Sie untersucht systematisch, in welchem Umfang durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Wärmebedarf reduziert werden kann – differenziert nach Sektoren wie Wohngebäude, Nichtwohngebäude und kommunale Liegenschaften. Für jeden dieser Bereiche werden zwei Sanierungsszenarien modelliert: ein konservatives Szenario mit moderater Sanierungsrate und ein ambitioniertes Szenario mit beschleunigten Maßnahmen. Auf dieser Grundlage lassen sich die Einsparpotenziale je Sektor quantifizieren – sowohl hinsichtlich des Endenergiebedarfs als auch der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Ergebnisse zeigen, wie stark sich der Wärmebedarf durch gezielte Sanierungen senken lässt und liefern eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die strategische Ausrichtung der zukünftigen Wärmeversorgung.

#### 3.1 Private Haushalte

An erster Stelle hat das Nutzerverhalten einen hohen Einfluss auf den Wärmeverbrauch. Neben der Optimierung des Nutzerverhaltens kann vor allem durch Sanierung der Gebäude Energie eingespart werden. Besonders in älteren Gebäuden steckt erhebliches Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung. Dazu werden in dieser kommunalen Wärmeplanung die Ursachen und Folgen einer schlechten Gebäudedämmung im Folgenden 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 verbesserten Bautechnik deutlich gesenkt werden. Zahlreiche Möglichkeiten aus dem Neubaubereich lassen sich mittlerweile auch bei Sanierungsmaßnahmen umsetzen.

Für den Heizenergiebedarf eines Gebäudes ist die Qualität der Gebäudehülle ausschlaggebend. Abbildung 14 veranschaulicht die ungefähren Energieeinsparungspotenziale durch die Sanierung einzelner Bauteile.

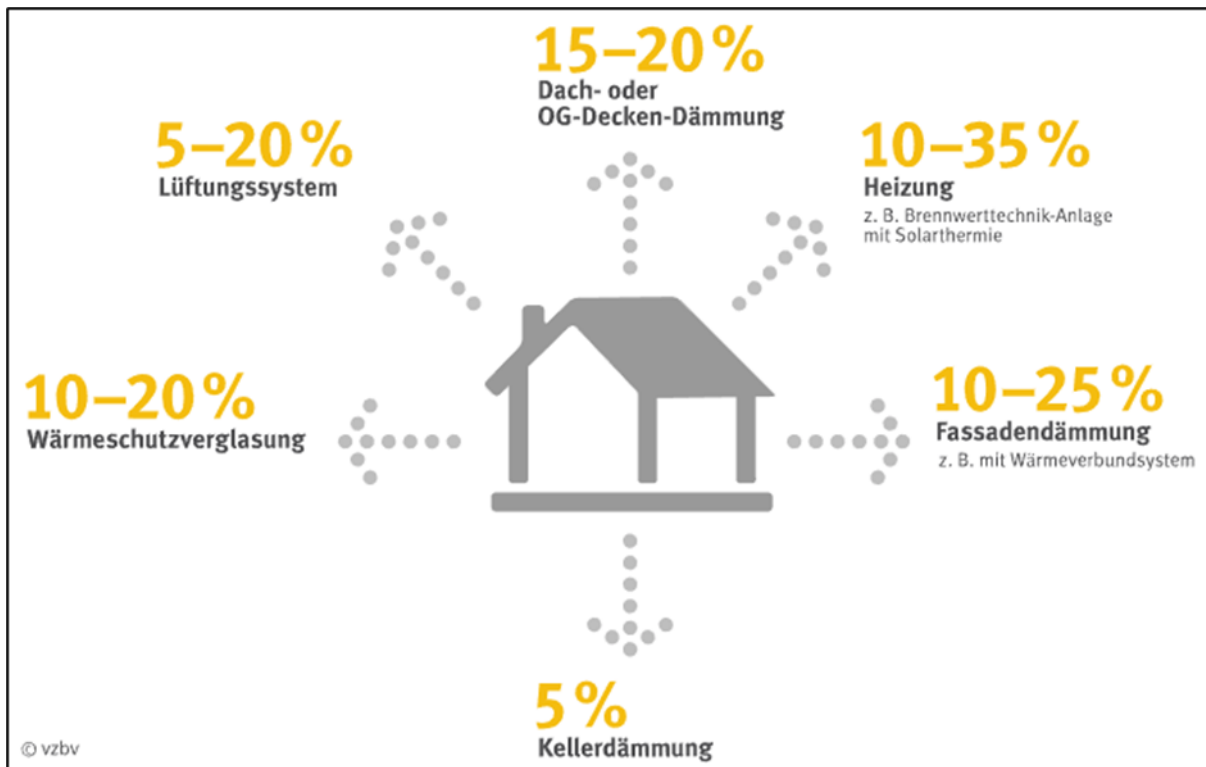


Abbildung 14: Energieersparnis durch Sanierung. Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

Zur Steigerung der Energieeffizienz eines Gebäudes stehen vielfältige Sanierungsmaßnahmen zur Verfügung, die gezielt auf die bauliche und technische Substanz wirken. Dazu zählen unter anderem die Dämmung von Fassade, Dach sowie Geschossdecke und Bodenplatte, der Austausch veralteter Fenster und Türen, die Installation moderner Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung sowie die Erneuerung der Heizungsanlage. Durch die Kombination dieser Maßnahmen lässt sich der Wärmebedarf deutlich senken, der Wohnkomfort erhöhen und ein wichtiger Beitrag zur klimafreundlichen Gebäudestruktur leisten. Fast alle Maßnahmen zur Effizienzerhöhung von Gebäuden werden derzeit über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert.

Für die Berechnung des Sanierungspotenzials wurden folgende Daten verwendet:

- Wärmeverbräuche, Baujahre und Sektoren gemäß Wärmekataster
- Sanierungsquoten gemäß Technikkatalog Wärmeplanung

Für jeden untersuchten Sektor wurden zwei Sanierungsszenarien modelliert – eines mit hoher und eines mit niedriger Sanierungsquote. Diese differenzierte Betrachtung ermöglicht eine realistische Einschätzung der möglichen Energieeinsparungen unter verschiedenen Rahmenbedingungen. Durch die sektorale Aufschlüsselung – etwa in Wohnbau, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften – lassen sich die Einsparpotenziale gezielt quantifizieren und vergleichen.

Tabelle 8: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Hallbergmoos

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
Unbekannt	17.257	16.183	15.176	14.231	13.345
Bis 1918	53	49	47	44	41
1919 - 1948	222	201	182	164	149
1949 - 1978	8.894	8.357	7.852	7.378	6.933
1979 - 1994	15.969	14.523	13.208	12.012	10.924
1995 - 2011	18.130	17.655	17.192	16.742	16.303
2012 - 2020	1.302	1.302	1.302	1.302	1.302
2021 - 2025	651	651	651	651	651
<b>Summe</b>	<b>62.478</b>	<b>58.921</b>	<b>55.609</b>	<b>52.524</b>	<b>49.648</b>
<b>Einsparung</b>	<b>0%</b>	<b>6%</b>	<b>11%</b>	<b>16%</b>	<b>21%</b>

Tabelle 9: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wohnbau in Hallbergmoos

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
Unbekannt	17.257	15.776	14.423	13.185	12.054
Bis 1918	53	48	44	40	36
1919 - 1948	222	198	177	157	140
1949 - 1978	8.894	8.057	7.300	6.614	5.992
1979 - 1994	15.969	14.553	13.262	12.085	11.013
1995 - 2011	18.130	16.632	15.257	13.996	12.839
2012 - 2020	1.302	1.302	1.302	1.302	1.302
2021 - 2025	651	651	651	651	651
<b>Summe</b>	<b>62.478</b>	<b>57.216</b>	<b>52.413</b>	<b>48.029</b>	<b>44.026</b>
<b>Einsparung</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>16%</b>	<b>23%</b>	<b>30%</b>

Das technisch mögliche Einsparpotenzial im Gebäudebestand wäre deutlich höher, insbesondere wenn man eine flächendeckende Umsetzung von Maßnahmen auf Passivhausniveau zugrunde legt. Allerdings ist eine vollständige Umwandlung aller Gebäude in hocheffiziente Standards unter realistischen Bedingungen nicht zu erwarten – sei es aufgrund baulicher Einschränkungen, wirtschaftlicher Machbarkeit oder sozialer Faktoren. Zudem erschwert die unzureichende Datenlage zur aktuellen Sanierungssituation eine präzise Abschätzung des tatsächlichen Einsparpotenzials.

### 3.2 Öffentliche / kommunale Gebäude

Der Sektor öffentlicher und kommunaler Gebäude weist ähnliche Einsparpotenziale wie im privaten Sektor auf. Sowohl die Optimierung des Nutzungsverhaltens als auch gezielte Sanierungsmaßnahmen – etwa Dämmung oder Heizungsmodernisierung – sind entscheidend. Bereits durch die Umsetzung einzelner Maßnahmen mit einem bewussten Nutzerverhalten lassen sich auch hier erhebliche Wärmemengen einsparen.

Tabelle 10: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Hallbergmoos

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
Ohne Baujahr	7.367	7.148	6.936	6.731	6.531
1979 - 2009	1.096	1.064	1.032	1.002	972
<b>Summe</b>	8.463	8.212	7.969	7.732	7.503
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>	<b>12%</b>

Tabelle 11: Hohes Sanierungsszenario im Sektor kommunale Gebäude in Hallbergmoos

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
Unbekannt	7.367	6.850	6.370	5.924	5.508
1979 - 2009	1.096	1.011	933	861	794
<b>Summe</b>	8.463	7.862	7.303	6.784	6.302
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>7%</b>	<b>14%</b>	<b>20%</b>	<b>26%</b>

Im Sektor der öffentlichen Gebäude sind gemäß LOD2-Daten nur Gebäude mit Baujahr von 1979 bis 2009 registriert. Dem Großteil der Gebäude wurde jedoch kein Baujahr zugewiesen, daher wurden für die Liegenschaften Mittelwerte verwendet. Diese liegen im niedrigen Sanierungsszenario bei einer mittleren jährlichen Reduktion von 0,6 %, im hohen Szenario bei 1,44 %.

Kommunalen Liegenschaften kommt durch ihre Vorbildfunktion eine besondere Rolle zu. Durch Sanierungen und Umstellung auf regenerative Energiequellen können in der Gemeinde entsprechende Impulse gesetzt werden.

### 3.3 Wirtschaft

Die Wirtschaftsbranche zeichnet sich durch ihre große Vielfalt aus und lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Gewerbestrukturen nur bedingt pauschalisieren. Grundsätzlich wird zwischen GHD und der Industrie unterschieden. In energetischer Hinsicht zeigen sich jedoch Parallelen zu den privaten Haushalten: Auch hier spielen die Optimierung des Nutzungsverhaltens sowie gezielte Gebäudesanierungen eine zentrale Rolle. Durch verbesserte Betriebsabläufe und bauliche Maßnahmen können erhebliche Energieeinsparungen erzielt und ein wichtiger Beitrag zur Dekarbonisierung des kommunalen Wärmesystems geleistet werden.

Tabelle 12: Niedriges Sanierungsszenario im Sektor Wirtschaft in Hallbergmoos

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
Unbekannt	69.543	67.481	65.481	63.540	61.657
bis 1978	2.923	2.822	2.724	2.630	2.539
1979 - 2009	3.243	3.147	3.053	2.963	2.875
2010 - 2025	125	123	122	121	120
<b>Summe</b>	75.833	73.573	71.381	69.254	67.191
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>

Tabelle 13: Hohes Sanierungsszenario im Sektor Wirtschaft in Hallbergmoos

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
Unbekannt	69.543	64.669	60.136	55.921	52.001
bis 1978	2.923	2.724	2.538	2.365	2.204
1979 - 2009	3.243	2.991	2.760	2.546	2.349
2010 - 2025	125	117	109	102	96
<b>Summe</b>	75.833	70.500	65.543	60.935	56.650
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>7%</b>	<b>14%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>

### 3.4 Zusammenfassung der Energieeinsparungspotenziale

Nachfolgend werden die Einsparungspotenziale zusammengefasst.

Tabelle 14: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im niedrigen Sanierungsszenario

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
Wohnbau	62.478	58.921	55.609	52.524	49.648
Kommunal	8.463	8.212	7.969	7.732	7.503
Wirtschaft	75.833	73.573	71.381	69.254	67.191
<b>Summe</b>	146.773	140.706	134.959	129.510	124.342
<b>Einsparung</b>	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>15%</b>

Tabelle 15: Zusammengefasstes Sanierungspotenzial im hohen Sanierungsszenario

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
Wohnbau	62.478	57.216	52.413	48.029	44.026
Kommunal	8.463	7.862	7.303	6.784	6.302
Wirtschaft	75.833	70.500	65.543	60.935	56.650
<b>Summe</b>	146.773	135.578	125.260	115.748	106.979
<b>Einsparung</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>15%</b>	<b>21%</b>	<b>27%</b>

Insgesamt wird deutlich, dass sich sowohl durch eine Sanierung der Gebäude als auch durch angepasstes Nutzerverhalten deutliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme realisieren lassen. Im hohen Sanierungsszenario kann so bis zum Jahr 2045 bis zu 27 % Wärme eingespart werden. Diesen Einsparungen stehen jedoch in erster Linie finanzielle Aufwendungen entgegen, welche für die Sanierungsmaßnahmen zu investieren sind. Angesichts der zentralen Rolle des Wärmebedarfs am Gesamtenergieverbrauch sollte künftig ein deutlich stärkerer Fokus auf die Erschließung von Einsparpotenzialen gelegt werden. Entscheidend hierfür sind eine gezielte Informationspolitik, wirksame Öffentlichkeitsarbeit sowie attraktive Förderprogramme, die Sanierungsmaßnahmen erleichtern und beschleunigen. Ergänzt durch klare politische Zielvorgaben entsteht ein Rahmen, der sowohl private als auch öffentliche Akteure motiviert, aktiv zur Reduktion des Wärmeverbrauchs beizutragen und damit die Wärmewende voranzutreiben.

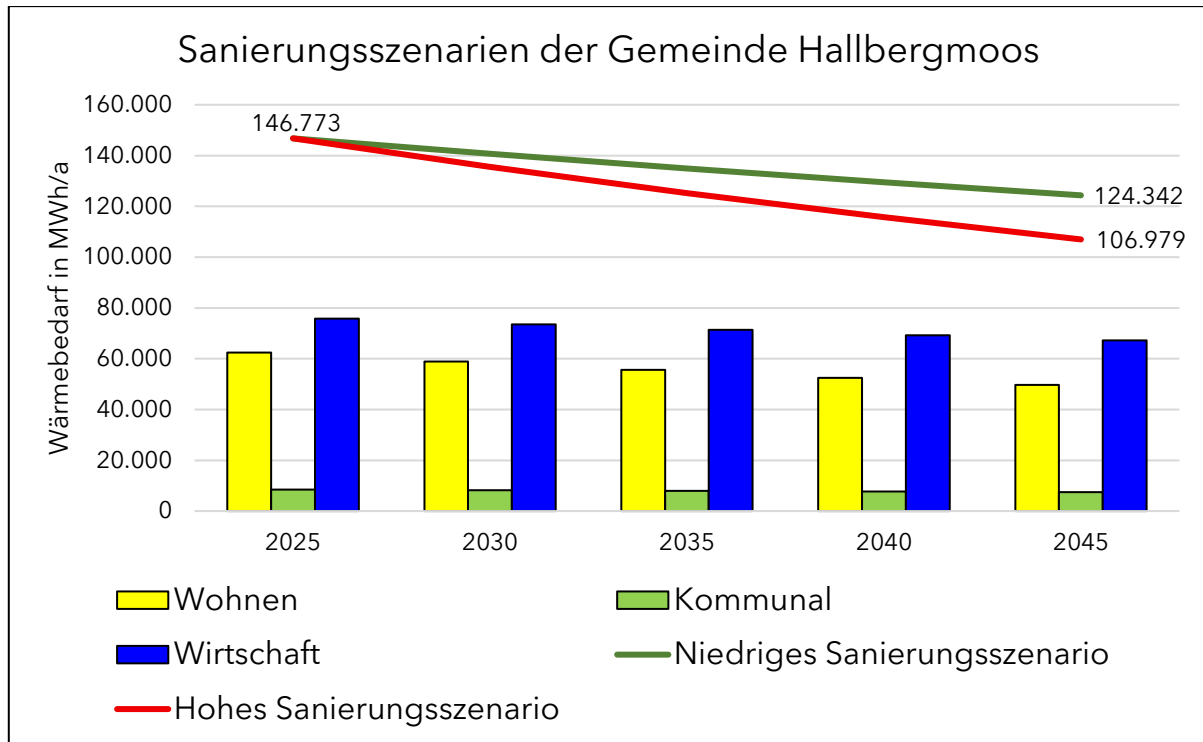


Abbildung 15: Darstellung der Unterschiede zwischen den Sanierungsszenarien in Hallbergmoos

Eine vielversprechende Möglichkeit zur Verbesserung des schwer steuerbaren Nutzerverhaltens liegt im Einsatz von Smart Thermostaten und KI-gestützten Steuerungssystemen. Diese Technologien ermöglichen eine automatische Anpassung der Heizleistung an das tatsächliche Nutzungsverhalten und die äußeren Bedingungen - ganz ohne manuelle Eingriffe. Zahlreiche Anbieter bieten bereits digitale Optimierungsplattformen an, die Heizungsanlagen intelligent überwachen, analysieren und effizient steuern. Durch die Integration solcher Systeme lassen sich nicht nur Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich senken, sondern auch Komfort und Transparenz für Nutzer und Betreiber erhöhen.

## 4. Potenzialanalyse 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.

### 4.1 Abwärme

Für die Ermittlung von Abwärmepotenzialen aus unvermeidbarer Abwärme wurden mehrere Firmen selektiert und die Zusendung eines Abfrageformulars über die Wirtschaftsförderung initiiert. Aus dieser Umfrage resultierte kein nennenswertes Abwärmepotenzial in Hallbergmoos. Auch die Plattform für Abwärme vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle verzeichnet keine Potenziale im Gemeindegebiet.

### 4.2 Solarenergie

Die Sonnenenergie ist eine im menschlichen Maße unerschöpfliche Energiequelle. Gemäß Energie-Atlas Bayern treffen auf das Gemeindegebiet von Hallbergmoos jährlich ca. 1.170 kWh/m<sup>2</sup> bzw. umgerechnet ca. 41.067 GWh gesamter Globalstrahlung. Das entspricht in etwa dem 280-fachen des gesamten Wärmebedarfs von Hallbergmoos. Der Großteil dieser Energie ist jedoch nicht nutzbar, da die Strahlung auch auf z. B. 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 %<sup>6</sup>, je nach Modultyp. Thermische Solarkollektoren hingegen wandeln aktuell etwa die Hälfte der Strahlungsenergie in Wärme um (ca. 500 kWh/m<sup>2</sup>). 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) und Freiflächen-Solarthermieanlagen (FFST) unterliegen einer Vielzahl an Regelungen und Einschränkungen, die unter anderem in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr<sup>7</sup> 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 (Megawatt-Peak in 2023) Leistung sind im Sinne des EEG an Ausschreibungen der Bundesnetzagentur gebunden<sup>8</sup>.

FFPV dürfen nicht auf Flächen von geschützten Biotopen, Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete oder sonstige Naturschutzgebiete gebaut werden. Aus bodenschutzfachlicher Sicht

---

<sup>6</sup> *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. 17.05.2023. Fraunhofer ISE, Dr. Harry Wirth

<sup>7</sup> 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

<sup>8</sup> Leitfaden Freiflächen-Photovoltaikanlagen. C.A.R.M.E.N. e.V. Stand: März 2023

ist die Aufständigung von Solarmodulen mit verzinkten Pfählen im Grundwasserschwankungsbereich bedenklich. Grund dafür sind hohe Abtragungsraten von Zink in Bereichen hoher Grundwasserstände. Daher sollten unproblematische Materialien mit einer Flachgründung ohne Eindringen in den Grundwasserschwankungsbereich verwendet werden. Hier bedarf es in Hallbergmoos aufgrund des hohen Grundwasserstands ein besonderes Augenmerk. Auch Wald- und Siedlungsflächen wurden mit einem 50 Meter Puffer ausgenommen. Die Auflistung der geeigneten und nicht geeigneten Standorte lässt sich in den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr einsehen. Geeignete Standorte sind unter anderem Konversionsflächen oder bereits versiegelte bzw. brachliegende Flächen, ggf. Altlasten(verdachts)flächen sowie Trassen entlang von Autobahnen und Schienen. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht dürfen jedoch bei der Gründung der Fundamente die schützenden Deckschichten in den Altlastenkörper nicht durchörtert werden. Bei einer Detailplanung sind deshalb Hinweise und Bewertungen in Bezug der Lage zur Altlast und den Nutzungseinschränkungen vorzusehen. Zudem ist in Hallbergmoos der Erhalt landwirtschaftlicher Nutzflächen und der Bestandschutz von landwirtschaftlichen Betrieben für die regionale Versorgung mit Lebensmitteln, erneuerbarer Energie und nachwachsenden Rohstoffen von hoher Bedeutung. Insbesondere die hochwertigen Böden sollen unbedingt als landwirtschaftliche Nutzflächen erhalten bleiben. Deshalb sollten landwirtschaftliche Flächen nur dann in Betracht gezogen werden, wenn Dach- oder Konversionsflächen nicht mehr in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen. In Hallbergmoos sind bereits zwei PV-Freiflächenanlagen im Bestand, diese haben eine Gesamtfläche von 13,3 ha.

Das geläufige Problem bei Solarthermieanlagen, dass Solarenergie nicht zwingend dann anfällt, wenn der Energiebedarf gerade vorhanden ist, kann mittlerweile durch Langzeitwärmespeicher etwas ausgeglichen werden. Im Folgenden werden nun die Potenziale für Solarthermie analysiert und den jeweiligen Wärmeverbräuchen gegenübergestellt. Kleine Dachflächen können individuell vom Solarkataster für den Landkreis Freising auf Wirtschaftlichkeit und technische Rentabilität überprüft werden (<https://www.solare-stadt.de/kreis-freising/spk>). Gemäß Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung<sup>9</sup> wird für Solaranlagen eine minimale Fläche von 2.000 m<sup>2</sup> festgelegt, wozu auch Dachflächen zählen.

Solarthermische Freiflächenanlagen (FFST) können ein Fernwärmenetz speisen, wenn die Vorlauftemperaturen nicht zu hoch sind. Hochtemperatur-Flachkollektoren sowie Vakuumröhren-Kollektoren stehen im Temperaturbereich bis 110 °C zur Verfügung.

Der Bundesrat will zukünftig den Bau von Solaranlagen in Überschwemmungsgebieten unter bestimmten Voraussetzungen ermöglichen<sup>10</sup>. Dies hat jedoch für sinnvolle Kollektorflächen in der Gemeinde keine relevanten Auswirkungen.

Damit eine FFPV im Sinne des EEG förderfähig ist, sind zusätzlich die aufgelisteten Einschränkungen im EEG 2023 § 37 zu beachten. Zum Beispiel können im EEG landwirtschaftlich benachteiligten

---

<sup>9</sup> *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

<sup>10</sup> *Bundesrat für Solaranlagen in Überschwemmungsgebieten*. 31.03.2023, Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz — Gesetzentwurf — hib 242/2023. [www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-941120](http://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-941120)

Flächen für FFPV genutzt werden. Laut Energie-Atlas Bayern ist das gesamte Gemeindegebiet von Hallbergmoos als landwirtschaftlich benachteiligt gelistet.

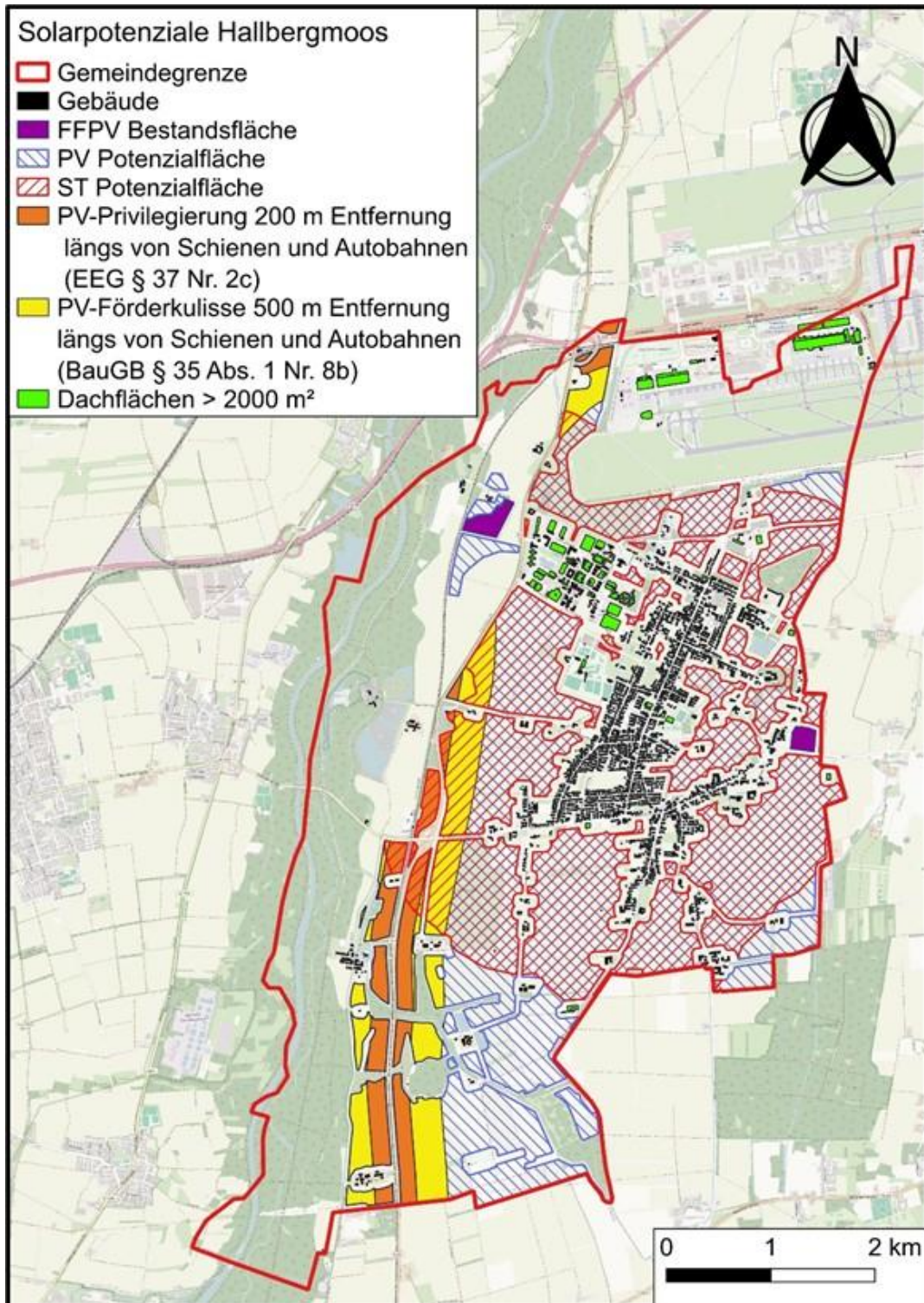


Abbildung 16: PV/ST-Potenzialflächen in Hallbergmoos  
Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben sowie von Verschattungseffekten können somit die in Abbildung 16 dargestellten Gebiete als Potenzialflächen ausgewiesen werden. Die in Orange

markierten Flächen beschreiben die förderfähigen Flächen nach dem EEG, bei denen Bauanträge aufgrund ihrer Bahnnähe schnellere Genehmigungen nach sich ziehen können. Die EEG-Förderflächen sind mit einem Abstand von 25 m von Bahngleis entfernt und gelten als besonders sinnvoll. Die rot schraffierten Flächen bezeichnen die Solarpotenzialgebiete, welche sich innerhalb eines Kilometers von potenziellen Netzeinspeisungsorten befinden und somit für FFST eignen. Die westlich der B301 und südlich von Erching gelegenen Potenzialflächen befinden sich in einem Landschaftsschutzgebiet. Innerhalb des Landschaftsschutzgebietes dürfen laut 2. Verordnung des Landkreises Freising über das LSG „Mooslandschaft südlich Hallbergmoos“ maximal 35 ha für Freiflächenanlagen genutzt werden. Das Gemeindegebiet wurde anhand eines digitalen Geländemodells (DGM) auf Verschattungseffekte untersucht, dabei wurden keine nennenswerten Schattenflächen identifiziert. Trotzdem sorgt eine detailliertere Betrachtung der Gebiete i. d. R. für mindestens 20 % zusätzlichen Ausschlussflächen, die durch diverse Faktoren (z. B. Verschattung durch andere Gebäude bei Dachflächen) mit einkalkuliert werden.

Nach Stellungnahmen von der Deutschen Bahn AG und dem Eisenbahn-Bundesamt wird im Bereich des Bahnbetriebsgeländes deutlich auf eine blendfreie Ausrichtung der FFPV-Module hingewiesen. Sollte sich dennoch nach Inbetriebnahme eine Blendung (Stroboskopeffekt) herausstellen, so sind entsprechende Abschirmungen anzubringen. Zudem ist zu vermeiden, dass Lärmeffekte durch geplante FFPV die Lärmemissionen verstärken. Die Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten sowie die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs muss jederzeit gewährleistet sein. Emissionen wie Schall, Abgase, Funkenflug, Staub durch Bremsabrieb und elektrische Beeinflussungen durch magnetische Felder sind in der Bauleitplanung zu berücksichtigen. Bei geplanten Bauvorhaben ist die Beteiligung beider Akteure unabdinglich.

Das Luftamt Südbayern weist ebenfalls auf eine blendfreie Auslegung der FFPV für Piloten im An- und Abflug sowie für das Towerpersonal des Flughafen München hin.

Dachflächen mit einer Fläche von mehr als 2.000 m<sup>2</sup> werden ebenfalls in Betracht genommen. Dabei wurden 57 Objekte identifiziert, die über eine Dachfläche von mehr als 2.000 m<sup>2</sup> verfügen. Insgesamt stehen 281.159 m<sup>2</sup> Dachfläche zur Verfügung und sind in Magenta gekennzeichnet. Die Dachflächen des Flughafens werden nicht in der Berechnung der Potenzialfläche aufgenommen, da sie außerhalb des für Solarthermie nötigen Mindestabstandes zu potenziellen ST-Netzgebieten liegen und der Flughafen bestehende Solarpotenziale voraussichtlich für den Eigenbedarf einsetzen wird. Die Potenzialfläche in Hallbergmoos gliedert sich nach diesen Kriterien nach Tabelle 16 folgendermaßen auf:

Tabelle 16: Solar-Potenzialflächen im Projektgebiet inkl. 20% Ausschlussfläche

	Potenzialfläche FFPV [m <sup>2</sup> ]	Potenzialfläche FFST [m <sup>2</sup> ]
Potenzialfläche FFPV/FFST	9.510.250	6.555.293
Davon Förderkulisse 500 m	1.375.291	-
Davon Privilegierung 200 m	548.207	-
Dachflächen > 2000 m <sup>2</sup>	153.483	
<b>Gesamtpotenzialfläche PV/ST</b>	<b>10.016.967</b>	<b>6.708.776</b>

Angenommen je kW<sub>p</sub> Strom werden etwa 10 m<sup>2</sup> Potenzialfläche benötigt, ergibt sich bei gemittelten 950 Vollaststunden ein Gesamtpotenzial von 951.025 kW<sub>p</sub> bzw. 903.474 MWh pro Jahr.

Ein Großteil aller PV-Potenzialflächen ist potenziell für Solarthermie nutzbar. Die maximale Entfernung zwischen Kollektorfrequenzen und Punkt der Wärmenetzeinspeisung wird in Anlehnung an die „Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung“ auf 1.000 m gesetzt<sup>11</sup>.

Bei FFST-Anlagen kann ein Verhältnis von Land- zu Kollektorfläche von 2 bis 2,5 gemäß Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen herangezogen werden<sup>12</sup>. Hieraus ergibt sich ein Wärmeertrag von ca. 2.000 MWh pro Hektar oder umgerechnet ca. 200 kWh pro m<sup>2</sup>. Dies liegt zudem nah an dem vorgeschlagenen Kollektorflächenertrag von 400 kWh/m<sup>2</sup> im Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung<sup>13</sup>. Bei der Potenzialfläche von 6.708.776 m<sup>2</sup> könnten somit ca. 1.341.759 MWh an Wärme pro Jahr erzeugt werden. In der Realität liegen die Kollektorflächenerträge, vor allem in den südlichen Abschnitten Deutschlands, mittlerweile bei 480 - 520 kWh/m<sup>2</sup>. Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Kollektorfläche bei FFST möglich, womit allerdings die Investitionskosten steigen. Vor allem bei Dachanlagen, die grundsätzlich teurer ausfallen als Freiflächenanlagen, ist die Aufteilung meistens unvermeidbar.

Solarthermie reicht in einem Wärmenetz meist nicht als einzige Wärmequelle aus. Solare Wärme kann mit Kurzzeit-Wärmespeichern oder mit saisonalen Wärmespeichern zur Vorwärmung verwendet werden. Diese Varianten gewinnen als Methode der Versorgung eines Wärmenetzes mit Solarthermie zunehmend an Bedeutung<sup>14</sup>.

### 4.3 Umweltwärme

Für die zukünftige Wärmeversorgung in Hallbergmoos stellen Wärmepumpen eine zentrale Option dar. Ihr wesentlicher Vorteil liegt in der Nutzung von lokal verfügbarer Umweltenergie. In Kombination mit Strom als Antriebsenergie ermöglicht dies eine weitgehend CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmebereitstellung, sofern der Stromanteil zunehmend aus erneuerbaren Quellen stammt.

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Klimawirkung von Wärmepumpen ist jedoch ihre Effizienz, gemessen in der Jahresarbeitszahl (JAZ) oder über den COP, der die Effizienz an einem Lastpunkt darstellt. Aktuelle Luft/Wasser-Wärmepumpen erreichen im Gebäudebestand durchschnittlich eine JAZ von etwa 3,1; bei gut geplanten Anlagen sind auch Werte zwischen 3,5 bis 3,8 realistisch<sup>15</sup>.

---

<sup>11</sup> *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

<sup>12</sup> *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*. 09.2019, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

<sup>13</sup> *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

<sup>14</sup> *Solarthermie und Holzenergie im Wärmenetz*. 30.09.2020. C.A.R.M.E.N. e.V.

<sup>15</sup> *Felderfahrungen mit Wärmepumpen*. 2024. Bulletin.ch

Systeme, die Erdreich oder Grundwasser als Wärmequelle nutzen, schneiden in der Regel noch besser ab, erfordern jedoch zusätzliche Erschließungsmaßnahmen. Langfristig – mit fortschreitender Technologieoptimierung und günstigen Betriebsbedingungen – sind selbst für Luft/Wasser-Systeme JAZ-Werte von bis zu 6,3 denkbar. Die tatsächliche Effizienz hängt jedoch nicht nur von der eingesetzten Technik ab, sondern maßgeblich auch von der Systemeinbindung der energetischen Qualität des Gebäudes und der Auslegung der Heizflächen<sup>16</sup>.

Ein wesentlicher Effizienzfaktor beim Einsatz von Wärmepumpen ist die Art der eingesetzten Heizflächen. Grundsätzlich gilt: Je niedriger die benötigte Vorlauftemperatur ist, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Fußboden- oder Wandheizungen sind in dieser Hinsicht besonders vorteilhaft, da sie bereits mit Temperaturen unter 35 °C auskommen. Diese Systeme finden sich vor allem in Neubauten, wo Wärmepumpen – insbesondere Luft/Wasser-Systeme – heute bereits zum Standard zählen. Die einfache Installation, der geringe bauliche Aufwand und die gute Kombinierbarkeit mit Photovoltaik machen sie zur bevorzugten Lösung im Einfamilienhausbereich<sup>17</sup>, der auch in Hallbergmoos den Großteil der Wohnbebauung ausmacht. Auch in bestehenden Gebäuden mit klassischen Heizkörpern ist der Einsatz von Wärmepumpen prinzipiell möglich. Entscheidend ist hier eine sorgfältige Planung und gegebenenfalls eine Optimierung der Heizflächen – etwa durch den Einsatz größerer Heizkörper oder den hydraulischen Abgleich. Studien und Feldtests zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen Jahresarbeitszahlen über 3,0 erreichbar sind<sup>18</sup>. Damit eröffnet sich auch für die Bestandsgebäude in Hallbergmoos ein realistischer und technisch machbarer Weg zur Umstellung auf Wärmepumpentechnik – sowohl in Einzelgebäuden als auch perspektivisch im Quartiersmaßstab.

Über den Einzelfall hinaus gewinnt auch in Hallbergmoos die Nutzung von Wärmepumpen in quartiersbezogenen Konzepten an Bedeutung. In Kombination mit Nahwärmenetzen – etwa im Bestand oder bei neuen Bebauungsplänen – können zentrale Wärmepumpenlösungen zum Einsatz kommen. Besonders effizient sind diese in kalten Nahwärmenetzen, bei denen das Verteilmedium mit niedriger Temperatur geführt und die Gebäudewärme dezentral über Wärmepumpen erzeugt wird<sup>19</sup>. Alternativ ist auch die Integration in warme Netze möglich – hier bietet die Einbindung in den Rücklauf eine Möglichkeit zur Effizienzsteigerung<sup>20</sup>.

Die Nutzung von Umweltwärme aus oberflächennaher Geothermie, Flusswasser, Seewasser und Abwasser bietet große Potenziale für eine nachhaltige kommunale Wärmeversorgung. Oberflächennahe Geothermie nutzt die konstante Temperatur des Erdreichs, um Gebäude effizient und unabhängig von fossilen Brennstoffen zu beheizen. Fluss- und Seewasser enthalten thermische Energie, die mithilfe von Wärmepumpen extrahiert und für Heizsysteme nutzbar gemacht werden kann. Ebenso stellt Abwasser eine unterschätzte Wärmequelle dar, da das bereits erwärmte Wasser aus Haushalten und Industrie energetisch zurückgewonnen werden kann. Durch die gezielte Integration

---

<sup>16</sup> *Wärmepumpen in Deutschland – Zahlen, Fakten, Perspektiven*. 2022 Agora Energiewende

<sup>17</sup> *Wärmepumpen in der kommunalen Wärmeplanung*. 2019. Klimaschutz Niedersachsen

<sup>18</sup> *Wärmepumpen in Siedlungen und Quartieren*. 2023. Bundesverband Wärmepumpe e. V.

<sup>19</sup> *Kommunale Wärmeplanung: Erdkollektoren als Schlüsselkomponente Kalter Nahwärmenetze*. 2024. Agentur für Erneuerbare Energien

<sup>20</sup> *Nahwärme und Wärmepumpe – Forum Wärmepumpe*. 2020 Braun

dieser Technologien in die Wärmeplanung lassen sich CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren und langfristig Kosten einsparen, wodurch Kommunen einen wichtigen Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung machen.

#### **4.3.1 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. Vor der Installation von Erdwärmepumpen soll immer überprüft werden, ob Grundwasseranschluss, ausreichend hohe Temperaturniveaus bzw. ausreichende Leitfähigkeiten des Bodens vorhanden sind, um einen entsprechend hohen COP zu erreichen.

Nicht jedes Grundstück ist für oberflächennahe Geothermie geeignet. Aus gewässerschutzrechtlichen Gründen ist Wärmaförderung mittels Erdwärmesonden häufig sogar verboten. In den meisten Fällen ist eine Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde erforderlich. Die folgende Karte (Abbildung 17) des Energie-Atlas Bayern zeigt die Gegebenheiten in Hallbergmoos hinsichtlich des Potenzials

für Erdwärmesonden, -kollektoren und Grundwasserwärmepumpen. Im Projektgebiet sind derzeit keine Bohrrisiken bis 100 m Tiefe identifiziert<sup>21</sup>.

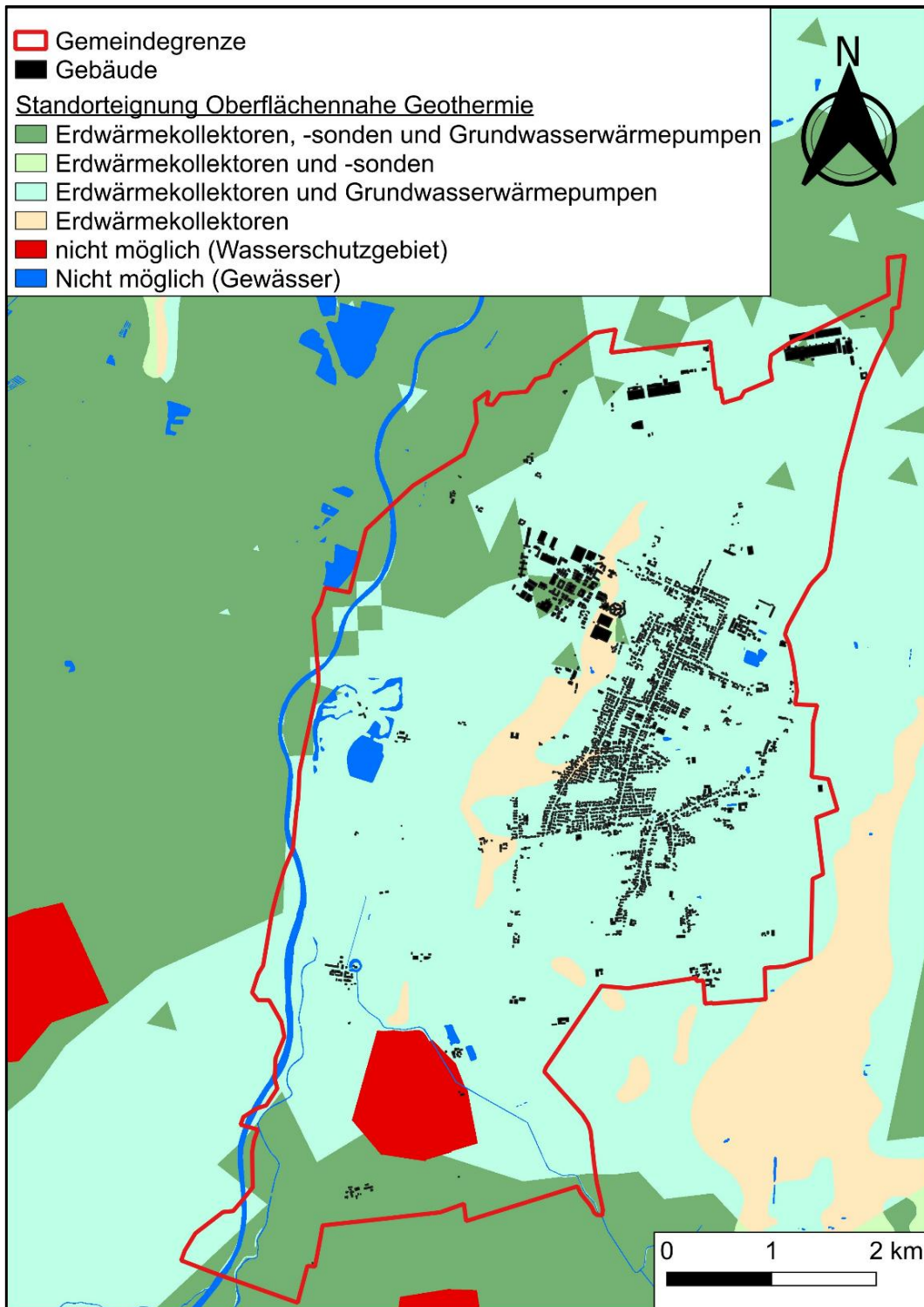


Abbildung 17: Standorteignung für oberflächennahe Geothermie in Hallbergmoos.  
Quelle: Energie-Atlas Bayern

<sup>21</sup> [www.geoportal.bayern.de](http://www.geoportal.bayern.de)

Abbildung 17 demonstriert, dass im Großteil des Gemeindegebiets aufgrund hydrogeologischer oder wasserwirtschaftlicher Einschränkungen keine Eignung für Erdwärmesonden besteht, Grundwasserwärmepumpen größtenteils nutzbar sind, und in einigen Gebieten nur Erdwärmekollektoren geeignet sind. Im Süden des Gemeindegebiets besteht zudem eine Ausschlussfläche durch ein Wasserschutzgebiet.

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.

**Erdwärmesonden** werden in Bohrungen von 20-100 m, manchmal sogar bis 400 m Tiefe eingebracht, wonach die Bohrlöcher mit einem Material maximaler Wärmeleitfähigkeit aufgefüllt werden. Für Erdwärmesonden ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens sehr relevant. In der Gemeinde liegt diese bis zu 100 m durchgehend zwischen 1,8 und 2 W/(m\*K). Lediglich im südlichsten Teil der Gemeinde liegt sie zwischen 1,6 und 1,8 W/(m\*K) und an der Gemeindegrenze nahe der Isar bei 2,0-2,2 W/(m\*K). Da diese Gebiete sich jedoch nicht in der Nähe von Siedlungen befinden, sind sie für weitere Betrachtungen nicht relevant. Gemäß VDI 4640 haben Gesteinssedimente ab einer Wärmeleitfähigkeit von 1,5-3,0 W/(m\*K) eine durchschnittliche Eignung.

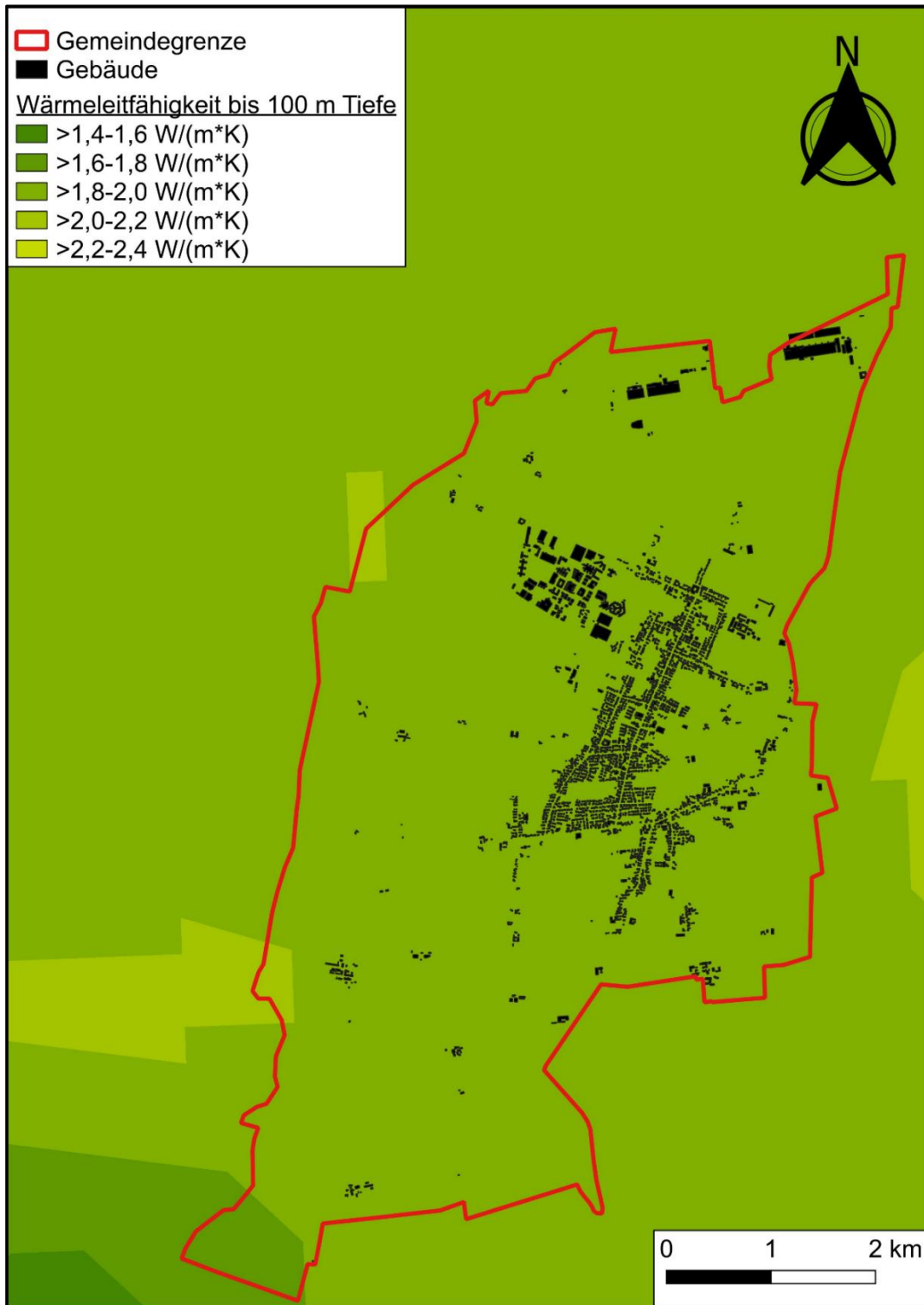


Abbildung 18: Wärmeleitfähigkeit im Projektgebiet in 100 m Tiefe. Quelle: ifu.bayern.de

Bei Betrachtung der Nutzungsmöglichkeiten mittels Erdwärmesonden wird klar, dass sich die Installation von Erdwärmesonden in Hallbergmoos aufgrund (hydro-)geologischer und wasserwirtschaftlicher Risiken als kritisch darstellt. Zumindest muss eine Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde erfolgen.

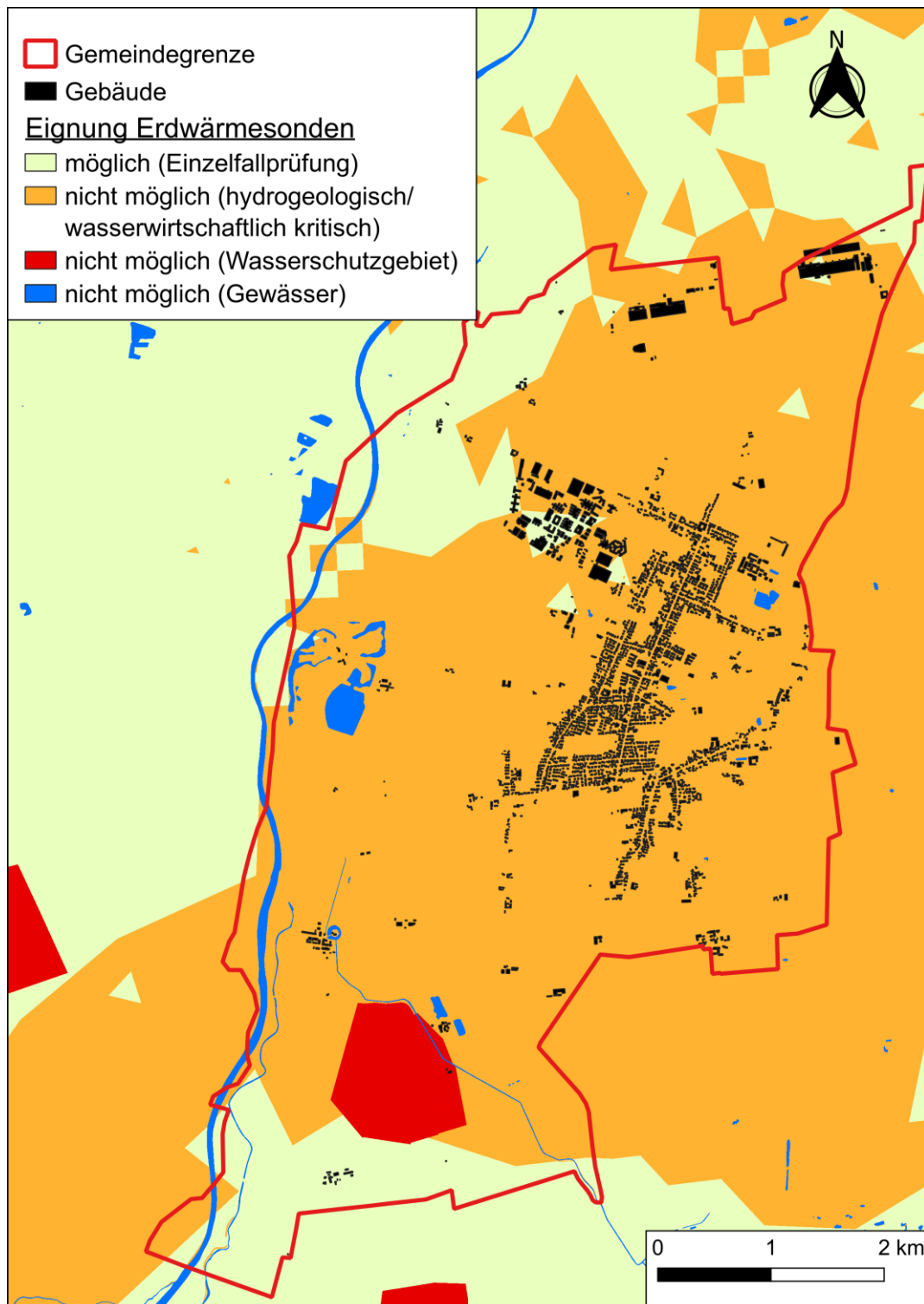


Abbildung 19: Eignung von Erdwärmesonden im Gemeindegebiet. Quelle: BayernAtlas

Eine Kombination von einem Erdsondenfeld und einer Überbauung mit Solarthermie-, PV- oder Photovoltaik-Thermieanlagen (PVT) ist laut Aussagen verschiedener Hersteller möglich. Solche Kombinationen ergeben sehr hohe Flächennutzungsraten. Zudem kann überschüssige Wärme der Solarthermieanlagen (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, so funktioniert das Erdsondenfeld als saisonaler Wärmespeicher. Mehr Informationen zu Wärmespeichern sind in Kapitel 4.9 verfügbar. Eine solche Kombination bietet sich an, da Erdsondenfelder jährlich regeneriert werden müssen, 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 genutzt werden. Erdsondenfelder eignen sich aufgrund der niedrigen Temperaturen vor allem gut für Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können nur geringe COP-Werte der Wärmepumpen erreicht werden. Bei der Einspeisung der Wärme im Sommer muss zudem beachtet werden, dass die Bodentemperatur nicht mehr als 15 °C oberhalb der ungestörten Bodentemperatur ansteigt. Zurzeit werden Erdsondenfelder lediglich in Wärmenetze mit niedrigeren Temperaturen sowie im Wohn- und Gewerbebau eingesetzt, wo die Temperaturen nicht über z. B. 75 °C steigen.

Für die **Erdwärmekollektoren** wird die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Böden bis 2 m Tiefe analysiert. In der Gemeinde Hallbergmoos liegen diese Werte der Wärmeleitfähigkeit zwischen 1,0 und 1,6 W/m\*K<sup>22</sup>.

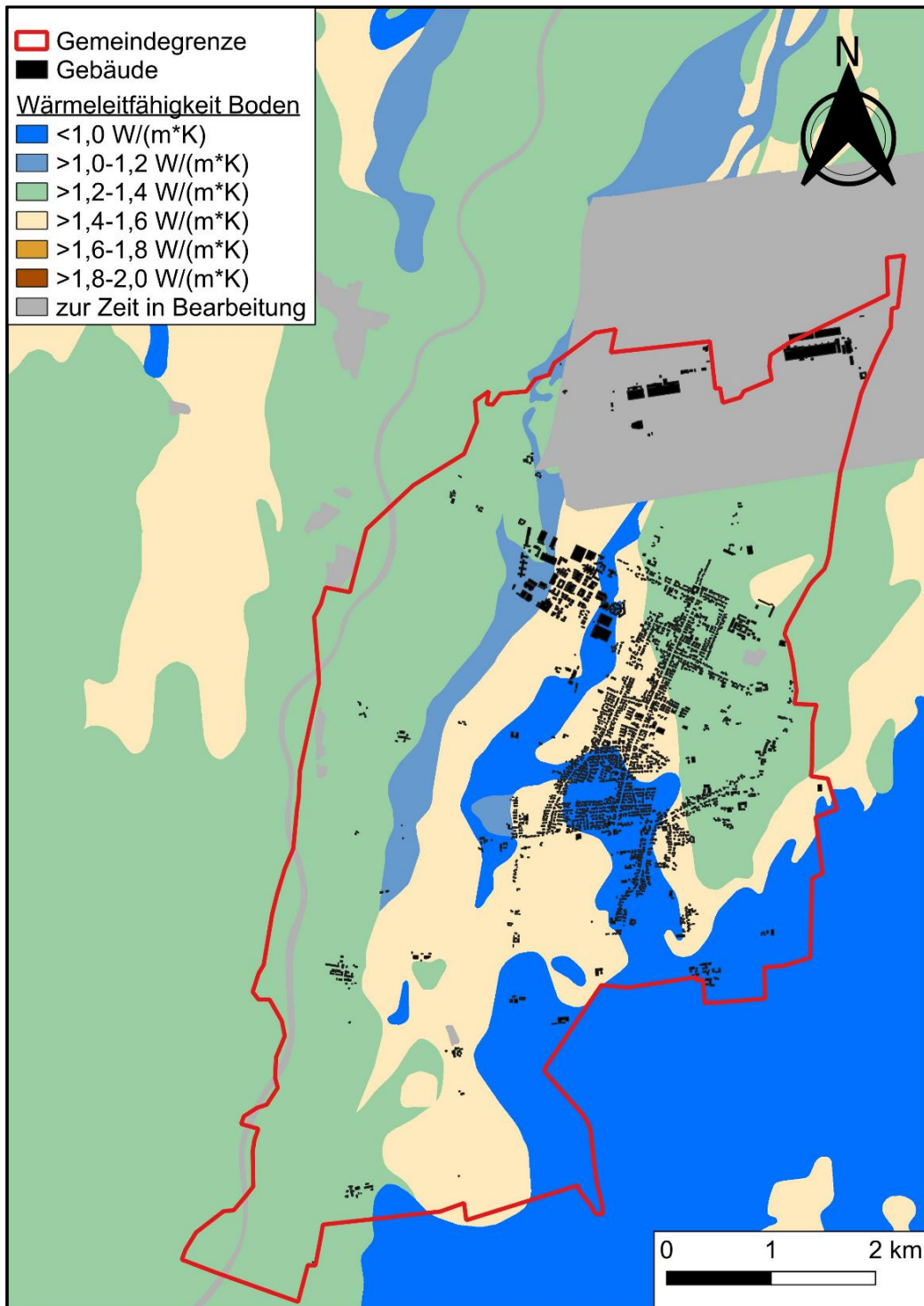


Abbildung 20: Spezifische Wärmeleitfähigkeit bis 2 m Tiefe. Quelle: Energie-Atlas Bayern

<sup>22</sup> Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung (Bayern-Atlas)

Generell gilt ein Boden ab einer Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/(m\*K) als für Erdwärmekollektoren gut geeignet. Die Grabbarkeit des Untergrundes bis 1 m Tiefe ist eine wichtige Voraussetzung zur Dimensionierung von Kollektoren. Diese ist laut Energie-Atlas Bayern nahezu im ganzen Gemeindegebiet mit der höchsten Einstufung „mit hoher Wahrscheinlichkeit grabbar“ ausgedeutet, lediglich südlich von Zwillingshof und südöstlich von Goldach kann partiell Festgestein auftreten. Außerdem ist die Leistung der Erdwärmekollektoren stark von den klimatologischen Bedingungen, also den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen, abhängig<sup>23</sup>. Gemäß Daten von Meteoblue herrschen in der Gemeinde folgende klimatologischen Bedingungen:

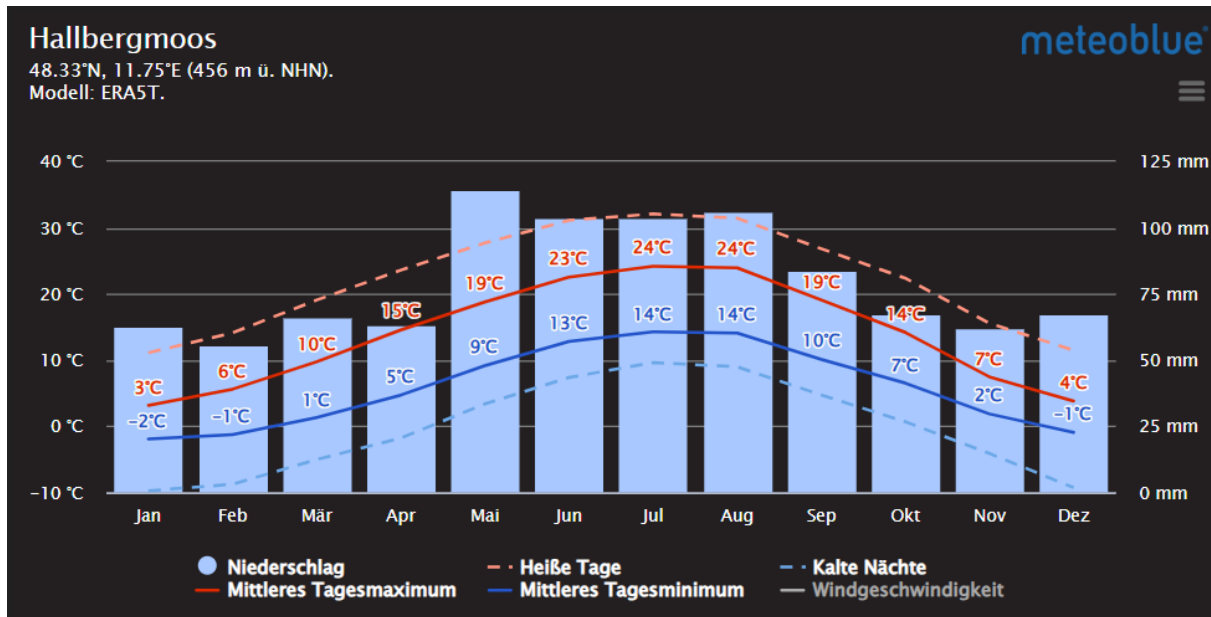


Abbildung 21: Übersicht der klimatologischen Bedingungen in der Gemeinde Hallbergmoos  
Datenquelle: [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com)

Aus Abbildung 21 geht hervor, dass in Hallbergmoos im Schnitt eine Temperaturschwankung von mehr als 20 °C vorliegt. Im Sommer haben Erdwärmekollektoren gute COP-Werte. 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 Temperaturen nicht über z. B. 75 °C steigen.

Erdwärmekollektoren brauchen für größere Wärmenetze sehr große Flächen, daher ist eine Kombination von Erdwärmekollektorenfeldern und Solarthermieanlagen nur mäßig realisierbar.

Gemäß Bayern-Atlas beträgt die durchschnittliche Entzugsenergie von horizontalen Kollektoren in Hallbergmoos etwa 44 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Die Entzugsenergie von Grabenkollektoren wird auf 96 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) geschätzt<sup>22</sup>.

<sup>23</sup> [www.stmwi.bayern.de](http://www.stmwi.bayern.de)

Für Grundwasserwärmepumpen sind passende Grundwasserflurabstände gefordert. Diese sowie die Mächtigkeiten vorhandener Aquifere werden im Zuge von Machbarkeitsstudien und Probebohrungen detailliert ermittelt. 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. Das gesamte Gemeindegebiet liegt auf Poren-Grundwasserleitern **mit hoher Ergiebigkeit**, Grundwasserwärmepumpen sind hier daher besonders gut geeignet. Gründe dafür sind das sehr ergiebige Grundwasservorkommen und die kurzen Leitungswege zum Wärmeabnehmer. 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.

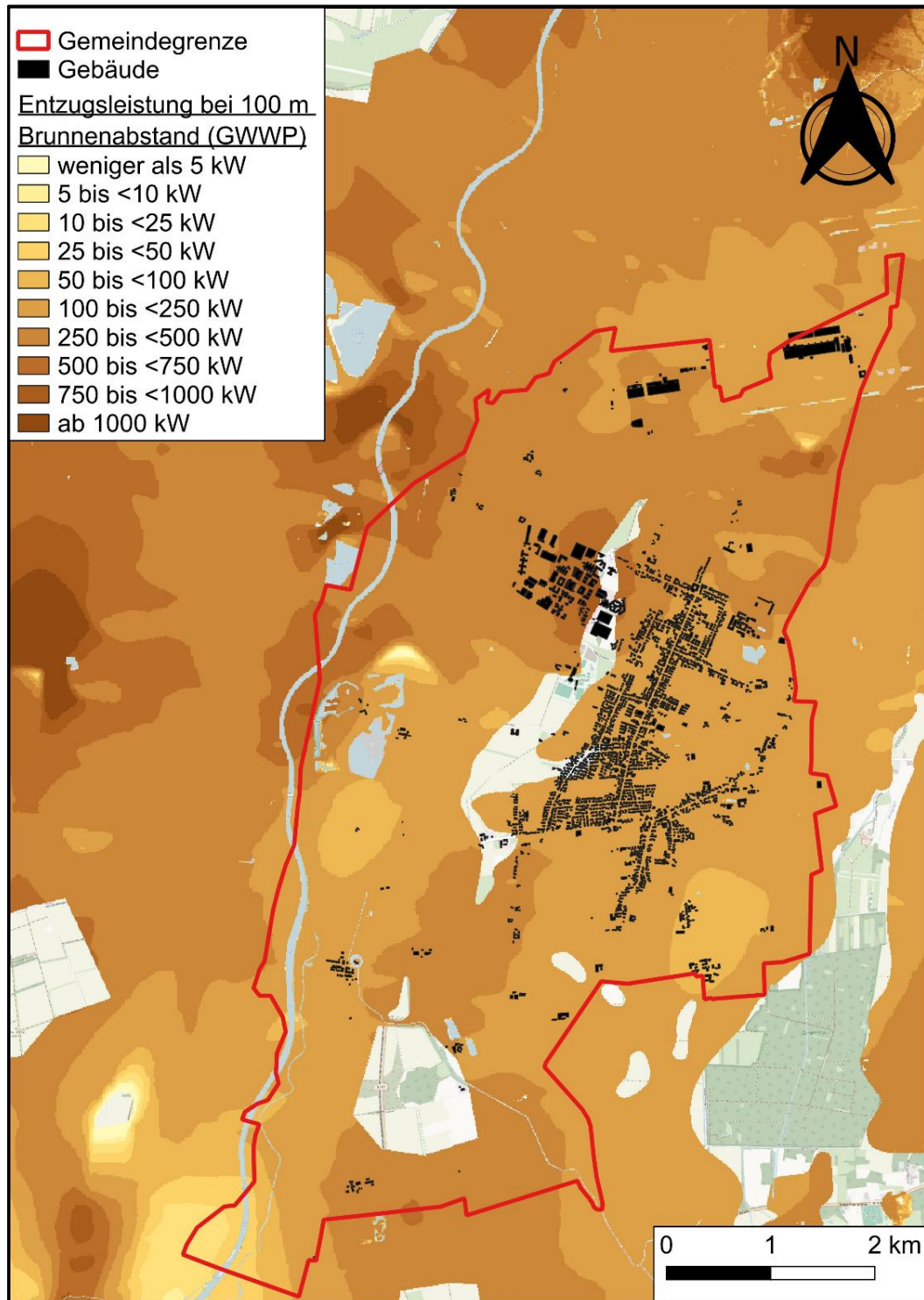


Abbildung 22: Entzugsleistungen bei 100 m Brunnenabstand. Quelle: Energie-Atlas Bayern

Abbildung 22 demonstriert die Entzugsleistung für Grundwasserwärmepumpen pro Brunnenpaar mit einem Abstand von 100 m. Diese Brunnenpaare werden meist für zentrale Versorgungsnetze oder größere Gewerbegebiete errichtet. Die größten Entzugsleistungen werden in den dunkleren Bereichen mit 844 kW erreicht, was in etwa einer jährlichen Entzugsenergie von 1.500 MWh entsprechen würde. Auch kleinere Dimensionierungen der Brunnenpaare (10 m) für eine dezentrale Versorgung sind möglich, hier werden gemäß Energie-Atlas Bayern im Gewerbegebiet Entzugsleistungen von ca. 133 kW erreicht.

### 4.3.2 Flusswasser

Durch das Zentrum der Gemeinde fließt die Goldach, welche im offiziellen Verzeichnis als Gewässer 2. Ordnung aufgeführt ist. Technisch ist hier eine Flusswasserwärmenutzung möglich, die aber stark abhängig von einer regionalen wasserrechtlichen Genehmigung ist. Die Goldach ist jedoch ein typischer Voralpenbach mit relativ geringer Wasserführung. In Hallbergmoos gibt es keine öffentlich verfügbare Pegelstation oder Messstelle, realistisch ist jedoch maximal eine Nutzung im kleinen Maßstab (z. B. Neubaugebiet oder einzelne kommunale Liegenschaften) und weniger für eine großflächige Fernwärmeversorgung

Außerdem tangiert die Isar das Gemeindegebiet Hallbergmoos, ein Gewässer 1. Ordnung. Laut dem Gewässerkundlichen Dienst Bayern (GKD) lag der mittlere Durchfluss (MQ) der Isar im betrachteten Gesamtzeitraum bei  $MQ=63,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

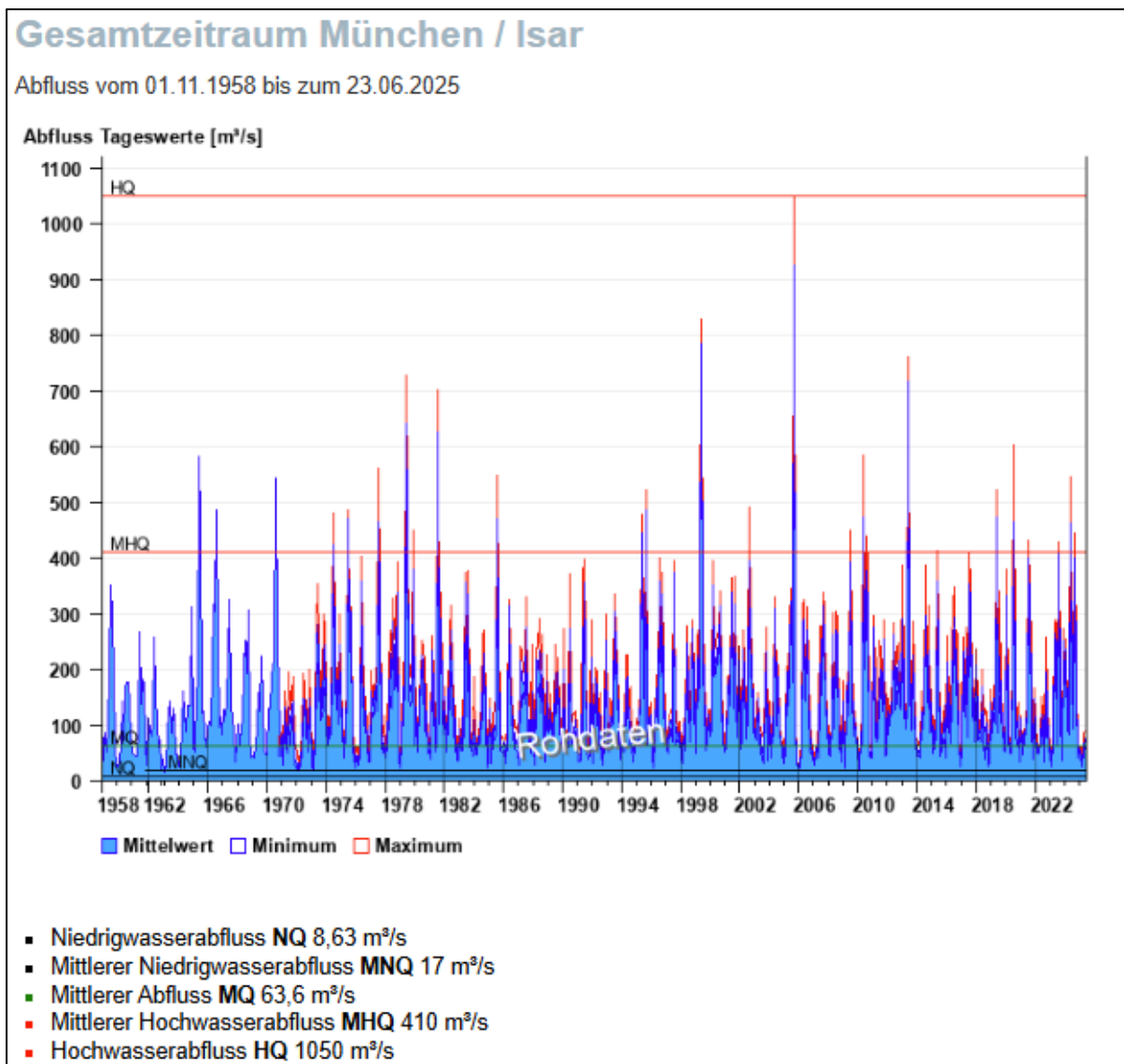


Abbildung 23: Jahresganglinie der Isar. Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)

Entscheidend für Flusswasserwärmepumpen ist die Temperatur im Fließgewässer. Im Projektgebiet liegt keine Messstelle für die Gewässertemperatur, daher zeigt Abbildung 24 den Temperaturverlauf vom Jahr 2024 an der Messstelle München, stromaufwärts von Hallbergmoos gelegen. Diese ist die am nächsten zum Projektgebiet gelegene Messstelle und die Isar hat nur geringe Zuflüsse zwischen der Messstelle und dem Projektgebiet. Die Werte werden daher als in erster Näherung repräsentativ angenommen.

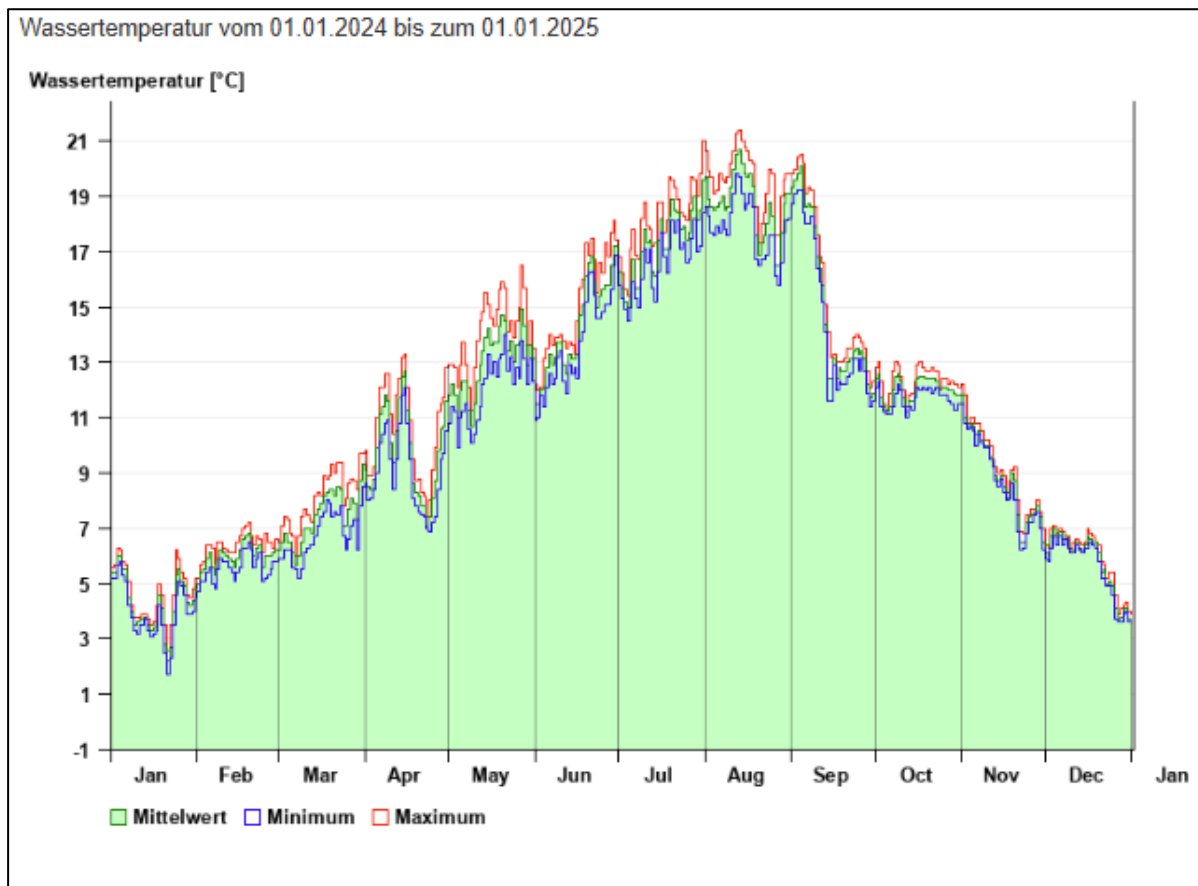


Abbildung 24: Jahrestemperaturlinie der Isar.  
Quelle: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)

Im Mittel sollte das Temperaturspektrum von 3–21°C reichen, wie in Abbildung 24 erkennbar ist. Bei zu niedrigen Wassertemperaturen (< 4,5 °C) muss die Flusswasserwärmepumpe abgestellt werden, um der Grundeisbildung ab 3 °C vorzubeugen. Zudem darf das entnommene Wasser der Isar um maximal 1,5 °K abgekühlt werden, da es sich um ein Salmonidengewässer handelt<sup>24</sup>. Wasser hat bei diesen Temperaturen eine spezifische Wärmekapazität 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 3600, d. h. 1 kWh entspricht einer Energie von 3600 kJ<sup>25</sup>. Mit einer angenommenen Temperatursenkung von 1,5 K und einer Wasserentnahme von 500 l/s könnten so 3,8 MW generiert werden. Die Kälteleistung lässt sich folgendermaßen kalkulieren:

<sup>24</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wärmegewinnung aus Fließgewässern, Januar 2025

<sup>25</sup> Heizung.de

$$Q_{\text{Kälte}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 500 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 1,5\text{K} = 3.142,5 \text{ kW} \approx 3,14 \text{ MW}$$

Wasser-Wasser-Wärmepumpen erreichen COP-Werte von 4,9-5,8<sup>26</sup>. Quell- und Vorlauftemperaturen, Teillastbetrieb und Systemverluste beeinflussen die Effizienz, daher liegen saisonale COP-Werte (SCOP) meist niedriger. Bei einer Flusswasserwärmepumpe mit einem angenommenen COP=3,5 ergibt sich also die Wärmeleistung aus der Kälteleistung plus der eingesetzten elektrischen Antriebsleistung P.

Die benötigte elektrische Antriebsleistung ergibt sich aus der Definition des COP:

$$COP = \frac{Q_{\text{Wärme}}}{P} = \frac{Q_{\text{Kälte}} + P}{P} = \frac{Q_{\text{Kälte}}}{P} + 1$$

Auf Leistung P umstellen:

$$P = \frac{Q_{\text{Kälte}}}{COP - 1} = \frac{3,14 \text{ MW}}{3,5 - 1} = 1,256 \text{ MW}$$

Das bedeutet, wenn dem Flusswasser durch die Wärmepumpe 3,14 MW Kälteleistung entzogen werden und der Verdichter dafür 0,785 MW Strom benötigt, beträgt die Wärmeleistung:

$$Q_{\text{Wärme}} = Q_{\text{Kälte}} + P = 3,14 \text{ MW} + 1,256 \text{ MW} \approx 4,4 \text{ MW}$$

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. Für eine typische Volllaststundenanzahl für Flusswasserwärmepumpen von 4000 Stunden (je nach Einsatzprofil, Gebäude und Netz) resultiert eine **Jahreswärmemenge von 17.600 MWh/a**. Der Jahresstrombedarf würde sich dabei auf ca. 5.000 MWh/a belaufen.

Von der Messstelle in Landshut sind Schwebstoffdaten für die Isar bekannt. Im Winter sind die Schwebstoffkonzentrationen gering, in den Sommermonaten kommt es allerdings zu wiederholten Höchstzahlen mit bis zu über 900g/m<sup>3</sup>. 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 zu beachten. Zu diesen gehören:

- Gewässerunterhaltung, -entwicklung und -verlagerung,
- Verklausung,
- Vereisung,
- Geschiebeproblematik
- Verwendung wassergefährdender Stoffe

Das theoretische Potenzial der Flusswärme ist in Hallbergmoos somit sehr hoch. Zu beachten ist jedoch, dass Flusswärmepumpen bei hohen Temperaturspreizung im Winter oft nur niedrige COP-Werte erreichen. Ein Vergleichsprojekt findet man in Mannheim, deren Flusswärmepumpe (20 MW Leistung, ca. 700 l/s Wasserentnahme) einen Jahresmittel-COP von 2,7 erreicht, jedoch bei etwas wärmeren Temperaturen des Rheins. In Mannheim wird das Wasser um 2 K bis 5 K abgekühlt, womit ein Vorlaufemperatur zwischen 83 °C und 99 °C erreicht wird.

<sup>26</sup> [COP der Wärmepumpe | Buderus](#)

Nach Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt München sind Wärmepumpenanlagen in folgenden Gebieten nicht möglich:

- Naturschutzgebiete
- Nationalparke
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Trinkwasser- und Heilwasserschutzgebiete I und II
- Biosphärenreservate (Kernzonen)
- Nationale Naturmonumente
- Biotope
- Flächenhafte Naturdenkmale

Der Teilabschnitt der Isar in Hallbergmoos liegt in keinem dieser Gebiete. Jedoch befindet sich die Isar innerhalb eines Flora-Fauna-Habitat-Gebiets (FFH) und eines Landschaftsschutzgebiets, daher ist eine FFH-Verträglichkeitsprüfung nach §34 BNatSchG durchzuführen, wenn dieses theoretische Potenzial genutzt werden soll.

### **4.3.3 Seewasser**

Im Gemeindegebiet befinden sich keine stehenden Gewässer mit ausreichendem Volumen, um als Wärmequelle zu dienen.

### **4.3.4 Luft**

Die Umgebungsluft ist generell überall nutzbar, Luft-Wasser Wärmepumpen werden jedoch nicht präferenziell eingesetzt. Luft-Luft-Wärmepumpen eignen sich nicht für den Einsatz in einem Wärmenetz. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind entsprechend den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetz (§ 22 Abs. 1 BImSchG) unter Berücksichtigung des Lärmschutzes zu errichten und betreiben. Die oben beschriebenen Umweltwärmequellen erreichen höhere Effizienzzahlen als Luft-Wasser-Wärmepumpen und sind somit als vorrangige Option zu betrachten. Hauptsächlich in Gebieten, wo keine andere Umweltwärme mittels Wärmepumpen erschlossen werden kann, oder außerhalb von Siedlungsflächen, kommen Luft-Wasser-Wärmepumpen in Frage<sup>27</sup>.

Luft-Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile auch in höheren Leistungsbereichen bis zu mehrere hundert kW. Die maximal erreichten Vorlauftemperaturen von Luft-Wasser-Wärmepumpen liegen jedoch generell nur bei ca. 80 °C. Sind höhere Temperaturen über mehrere Kaskaden erreichbar, geht dies einher mit sehr niedrigen COP-Werten und somit hohen Stromverbräuchen.

### **4.3.5 Abwasser**

Abwasser steht das ganze Jahr zur Verfügung und unterliegt relativ geringen Temperaturschwankungen. Das Abwasser kann mittels Wärmepumpen um ein paar Grad abgekühlt werden, um hiermit Wärme zu produzieren. Die Wärmerückgewinnung von Abwasser kann sowohl in der Kläranlage als auch in der Kanalisation stattfinden, die Abwärme aus dem Kläranlagen-Auslauf ist jedoch besser für

---

<sup>27</sup> *Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden*. 12.2020. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Großwärmepumpen geeignet<sup>28</sup>. Ein Mindestdurchfluss von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter), sowie Kanalquerschnitte von mindestens 800 mm sind gefordert<sup>29</sup>. Beim Kläranlagen-Auslauf können oft mehrere Grad K dem Wasser entzogen werden, da die Wassertemperatursenkung keine Prozesse mehr beeinflusst.

Gemäß Angaben der Kläranlage Hallbergmoos beträgt deren Ablauf 695.000 m<sup>3</sup>/a, das entspricht einem mittleren Durchfluss von 22 l/s bei einem Minimum von 5,5 l/s und einem Maximum von 86 l/s. Das Abwasser hat eine Temperaturspanne von 6,9 bis 25 °C und muss in der Anlage selbst immer mindestens 12 °C haben, um die Funktion der biologischen Abwasserreinigung und der Schlammstabilisation zu gewährleisten. Zudem bestehen keine Kanalrohre mit einem Durchmesser von über 700 mm. Aufgrund dieser Tatsachen ist eine Nutzung der Abwasserwärme für Hallbergmoos als voraussichtlich nicht plausibel einzustufen.

---

<sup>28</sup> *Ratgeber Energie aus Abwasser*. 09.2019, Bundesverband Wärmepumpe e.V.

<sup>29</sup> *Dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser*. 05.2012. Marten F. Brunk et al.

## 4.4 Tiefe Geothermie

### 4.4.1 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 gefördert, 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.

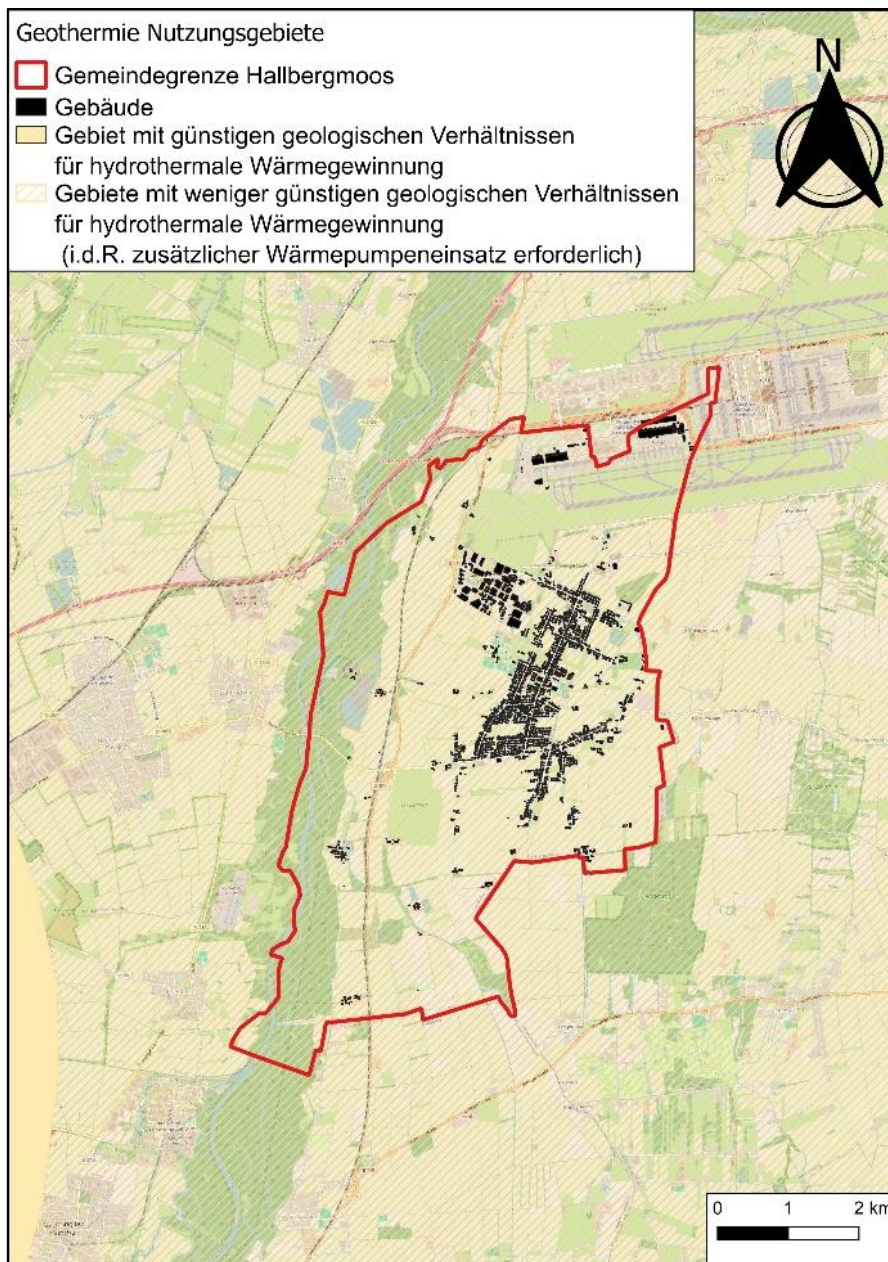


Abbildung 25: Übersicht der möglichen Gebiete für Tiefengeothermie in Hallbergmoos  
Datenquelle: Energie-Atlas Bayern, Kartenhintergrund: OpenStreetMaps

Abbildung 25 demonstriert, dass die geologischen Bedingungen für die Technologie der Tiefengeothermie theoretisch im gesamten Gemeindegebiet weniger günstig sind. Das Projektgebiet liegt im Norden des Münchner Malms, d. h. es ist ein Aquifer in relativ geringer Tiefe vorhanden, dieses ist allerdings von geringerer Temperatur.

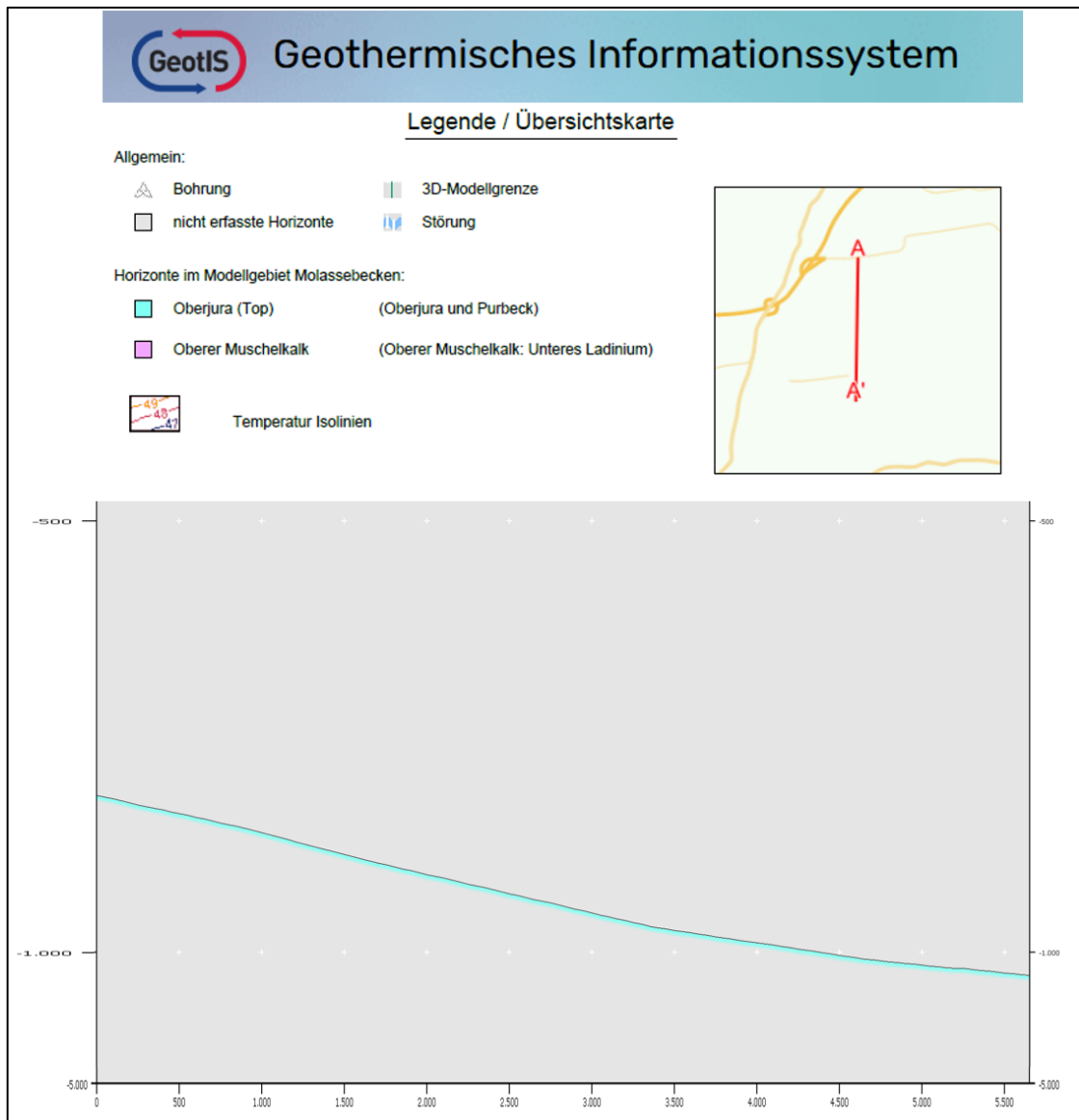


Abbildung 26: Tiefenlokalisierung des vorhandenen Aquifers für tiefengeothermische Energienutzung. Quelle: GeotIS

Laut GeotIS ([www.geotis.de](http://www.geotis.de)) liegt der wärmeführende Heißwasser-Aquifer im Schnitt von Nord nach Süd zwischen 800 m und 1.100 m. Hier liegen Temperaturen von  $63^{\circ}\text{C} \pm 13^{\circ}\text{C}$  vor, was gute Bedingungen für hydrothermale Wärmeengewinnung darstellt. Über den Einsatz einer Wärmepumpe können typische Vorlauftemperaturen erreicht werden, zudem ist das Potenzial aufgrund der vergleichsweise geringen Bohrtiefe gut erschließbar. Abbildung 27 gibt eine räumliche Einordnung der wasserführenden Kalksteinschicht im Vergleich mit anderen Geothermie-Anlagen in Bayern in Richtung der Alpen. Hallbergmoos kann dabei auf Höhe der Isar verortet werden.

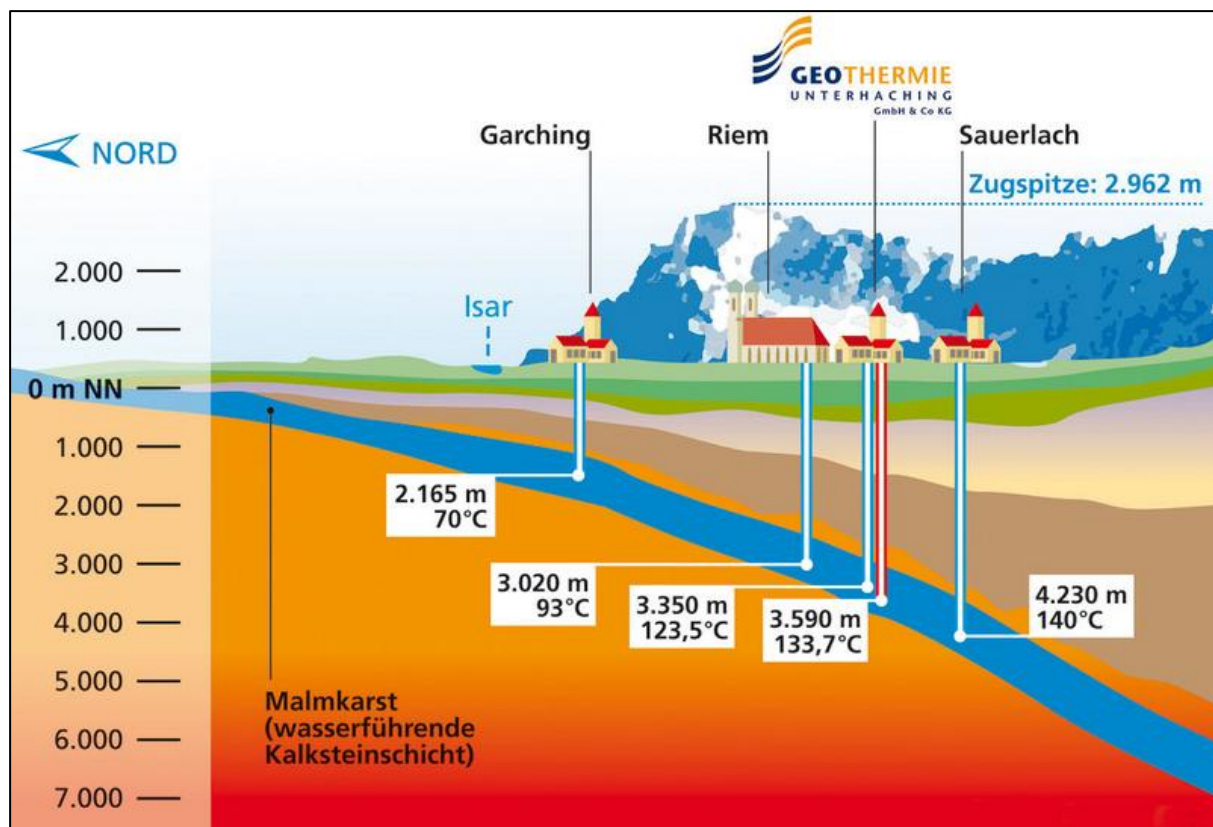


Abbildung 27: Malmkarst als Aquifer in Bayern. Quelle: Geothermie Unterhaching

Bevor Probebohrungen durchgeführt werden, müssen kostenintensive seismische Untersuchungen erfolgen. Generell ist das nötige Investment für die Tiefengeothermie-Technologie hoch und mit Risiken negativer Bohrungsergebnisse behaftet. Für eine genauere Einschätzung des technisch-wirtschaftlichen Potenzials müssen tiefgreifende Analysen mit spezialisierten Ingenieurbüros und möglichen Investoren durchgeführt werden.

#### 4.4.2 Tiefe Erdwärmesonden

Eine weitere Option zur Nutzung der Tiefengeothermie ist die Einbringung von tiefen Erdwärmesonden. Dabei werden diese Sonden mehr als 400 m tief in das Erdreich eingebracht und fördern 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 hier 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<sup>30</sup>. In der Regel werden, aufgrund der geringen Leistungen, nur bereits vorhandene Tiefenbohrungen genutzt, um die Kosten gering zu halten und die tiefe Erdwärmesonde wirtschaftlicher zu machen<sup>31</sup>. Im Süden des Gemeindegebiets bestehen laut Bohrpunktkarte drei Bohrungen im Bereich der Bohrtiefe von

<sup>30</sup> Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Stand: April 2016

<sup>31</sup> Praxisleitfaden Tiefengeothermie. 06.2023, AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

100-500 m.<sup>32</sup> Zwei dieser Bohrungen wurden im Jahr 2000 (134 m Bohrstrecke) und 2001 (129 m Bohrtiefe) für hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt. Die dritte Bohrung wurde bereits im Jahr 1996 mit einer Bohrtiefe von 145 m vorgenommen. Der Verfüllstatus ist jedoch bei allen Bohrungen unklar, daher bietet sich kein Potenzial für tiefe Erdwärmesonden.

#### 4.5 Biomasse/Biogas

Laut der Flächenerhebung<sup>33</sup> aus dem Jahr 2024 bestehen in der Gemeinde ca. 1.807 ha landwirtschaftliche Fläche (51,5 % der Gemeindefläche) und etwa 490 ha Wald (14,0 % der Gemeindefläche). Insgesamt summiert sich die potenzielle Fläche für Biomasseproduktion auf 2.297 ha, was einen Anteil von 65,5 % der Gemeindefläche ausmacht. Laut Energie-Atlas Bayern existiert derzeit für die Gemeinde Hallbergmoos ein Energiepotenzial aus Waldderbholz von 2.139 MWh. Aus Flur- und Siedlungsholz könnte eine Energiesumme von 1.500 MWh generiert werden. Des Weiteren liegt ein Ertragspotenzial für Pappeln aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) von 24.694 MWh vor. Tabelle 17 fasst alle Energiedaten zusammen.

Tabelle 17: Biomassepotenzial in Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern

	<b>Energiepotenzial [MWh]</b>
Waldderbholz	2.139
Flur- und Siedlungsholz	1.500
Ertragsholz für Pappeln	24.694
<b>Summe</b>	<b>28.333</b>

Da Hallbergmoos überwiegend landwirtschaftliche Nutzflächen aufweist, ist das Ertragspotenzial für Pappeln auf KUP hoch. Dabei werden Ackerflächen mit geringer Ackerzahl ( $\leq 40$ ) und guter Wasserversorgung als geeignete Flächen für KUP ausgewiesen. Das Energiepotenzial von 4.072 MWh/a ist ein rein technisches Potenzial und gibt keine Auskunft über das Maß der bereits genutzten Fläche.<sup>34</sup> Das Potenzial aus Waldderb-, Flur- und Siedlungsholz würde aktuell nur knapp 2,5 % des Gesamtwärmebedarfs der Gemeinde Hallbergmoos decken. Setzt man verstärkt auf den Energieträger Holz, so muss sich die Gemeinde überregional versorgen. Die Anrainergemeinden haben ähnlich wenig Potenzial aus Waldderbholz. Beim Potenzial für Flur- und Siedlungsholz stechen vor allem die Nachbarkommunen Oberding und Freising heraus.

Ein zusätzliches Biomassepotenzial befindet sich in den verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzungsvarianten. Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird zu etwa 93 % als Ackerland betrieben. Dabei werden hauptsächlich Getreide und Kartoffeln und in geringem Maße Mais angepflanzt. Ein Anteil fällt zudem in die Kategorie Gartengewächse, da in Hallbergmoos der Obstanbau zentraler

<sup>32</sup> [BGR - Homepage - Bohrpunktkarte Deutschland](#)

<sup>33</sup> *Statistik kommunal 2023 – Bayerisches Landesamt für Statistik, Fürth 2024*

<sup>34</sup> *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*

Bestandteil der Landwirtschaft ist. Die Ausschussware von Obst und Gemüse kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Reststoffquelle betrachtet werden.

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.

Tabelle 18 zeigt das technische Biogaspotenzial in Hallbergmoos unter Berücksichtigung rechtlicher und ökologischer Restriktionen<sup>35</sup>.

Tabelle 18: Biogaspotenzial in der Gemeinde Hallbergmoos. Quelle: Energie-Atlas Bayern

<b>Sektor</b>	<b>Biogaspotenzial</b>
<b>Pflanzliche Biomasse (Erntehaupt- und Nebenprodukte)</b>	<b>14.200 MWh/a (85,5 %)</b>
<b>Organischer Abfall</b>	<b>1.470 MWh/a (8,9 %)</b>
Davon kommunales Biogut (Biotonne)	26,3 %
Davon kommunales Grüngut	5,2 %
Davon Organik im Hausmüll	28,3 %
Davon gewerbliche organische Abfälle	32,9 %
Davon Landpflegeabfälle	7,3 %
<b>Gülle und Festmist</b>	<b>930 MWh/a (5,6 %)</b>
Davon Gülle	40,6 %
Davon Festmist	59,4 %
<b>Summe</b>	<b>16.600 MWh/a</b>

In Summe liegt ein **nutzbares Gesamtpotenzial aus Biomasse und Biogas von ca. 20.240 MWh/a** vor (ohne KUP), was eine **Deckung des Wärmebedarfs zu ca. 13,8 %** bedeuten würde. Aktuell werden in der dezentralen Versorgung ca. 2 % bzw. ca. 3.000 MWh/a des Gesamtwärmebedarfs durch Holz gedeckt. Bei Vernachlässigung der Biomassebedarfs durch das Fernwärmenetz Freising-Zolling-Hallbergmoos würde ein übriges Restpotenzial von gut 17.000 MWh/a verbleiben.

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. Zu hinterfragen ist, inwiefern Holzbestand in Deutschland die damit steigende Nachfrage decken kann. 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. Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat hingegen kommt in der gemeinsamen Studie

<sup>35</sup> [Energie-Atlas Bayern](#)

mit dem Thünen-Institut per „Waldentwicklungs- Und Holzaufkommensmodellierung“ zu aussichtsreichen Ergebnissen. Die Studie hat das Rohholzpotenzial und die Waldentwicklung im 5-Jahres-Perioden bis zum Jahr 2062 modelliert. Das Resultat war eine stabiler Gesamtbestand von ca. 3,6 Mrd. m<sup>3</sup> Holz.<sup>36</sup> Im Modell außer Acht gelassen wurden jedoch wirtschaftliche Einflüsse wie die Entwicklung von Nachfrage und Preis. Der Energieholzmarktbericht 2022 erläutert wiederum in seinen Ergebnissen, dass mit einem Rückgang der Holzvorräte auf Landesebene nicht zu rechnen sei<sup>37</sup>.

Biogas hingegen weist zwar geringere Emissionen als fossile Energieträger auf, ist jedoch nicht vollständig treibhausgasneutral. Die Emissionen, die bei der Produktion und Verbrennung von Biogas entstehen, variieren in Abhängigkeit vom eingesetzten Substrat und liegen durchschnittlich bei etwa 250 g CO<sub>2-E</sub> pro kWh<sub>el</sub> (Kilowattstunden elektrisch)<sup>38</sup>.

#### Fazit:

Die Gemeinde Hallbergmoos verfügt über ein **relevantes, aber begrenztes Potenzial** zur Nutzung von Biomasse und Biogas im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Die Verfügbarkeit fester Biomasse – insbesondere pflanzlicher Biomasse – kann zur Deckung eines Teils des lokalen Wärmebedarfs beitragen. Allerdings sind die Ressourcen begrenzt, eine übermäßige Nachfrage birgt das Risiko ökologischer Belastungen sowie steigender Brennstoffpreise. Biogas stellt eine ergänzende Option dar, insbesondere für dezentrale Anwendungen ohne bestehendes Gasnetz. Die Nutzung organischer Reststoffe aus Landwirtschaft und kommunaler Abfallwirtschaft kann zur lokalen Energieerzeugung beitragen.

Insgesamt kann die Kombination beider Technologien – unter Berücksichtigung ökologischer Tragfähigkeit, wirtschaftlicher Machbarkeit und technischer Infrastruktur – einen sinnvollen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Hallbergmoos leisten. Eine strategische Planung mit Fokus auf regionale Kreisläufe und nachhaltige Nutzung ist dabei essenziell.

Die Kosten von Biomassekesseln variieren je nach Leistung. Kleinere Kessel (10–100 kW) sind zwischen 250 und 2.000 €/kW erwerbbar, größere Kessel sind bereits ab ca. 150 €/kW verfügbar. Die jährlichen Kosten und die Nutzungsdauer von Biomasseanlagen werden in Tabelle 19 dargestellt. Die Kostenstruktur von Holzhackschnitzelanlagen<sup>39</sup> wird in Abbildung 28 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Anschaffungskosten der Kessel nur ca. ein Drittel der Investition ausmachen.

---

<sup>36</sup> *Waldentwicklung und Rohholzaufkommen*. Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat, Thünen-Institut für Waldökosysteme. Bonn, Juni 2025

<sup>37</sup> *Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern – Eine Analyse von Aufkommen und Verbrauch*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising, Juli 2024

<sup>38</sup> *Was leisten Biogasanlagen für den Klimaschutz?* Landwirtschaftskammer Niedersachsen. [https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/24157 Was leisten Biogasanlagen fuer den Klimaschutz](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/24157_Was_leisten_Biogasanlagen_fuer_den_Klimaschutz)

<sup>39</sup> *Bericht: Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1.000 m<sup>2</sup> Gesamtnutzfläche*. 2007, Bremer Energie Institut

Tabelle 19: Nutzungsdauer und Kosten von Biomassekessel gemäß VDI 2067

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

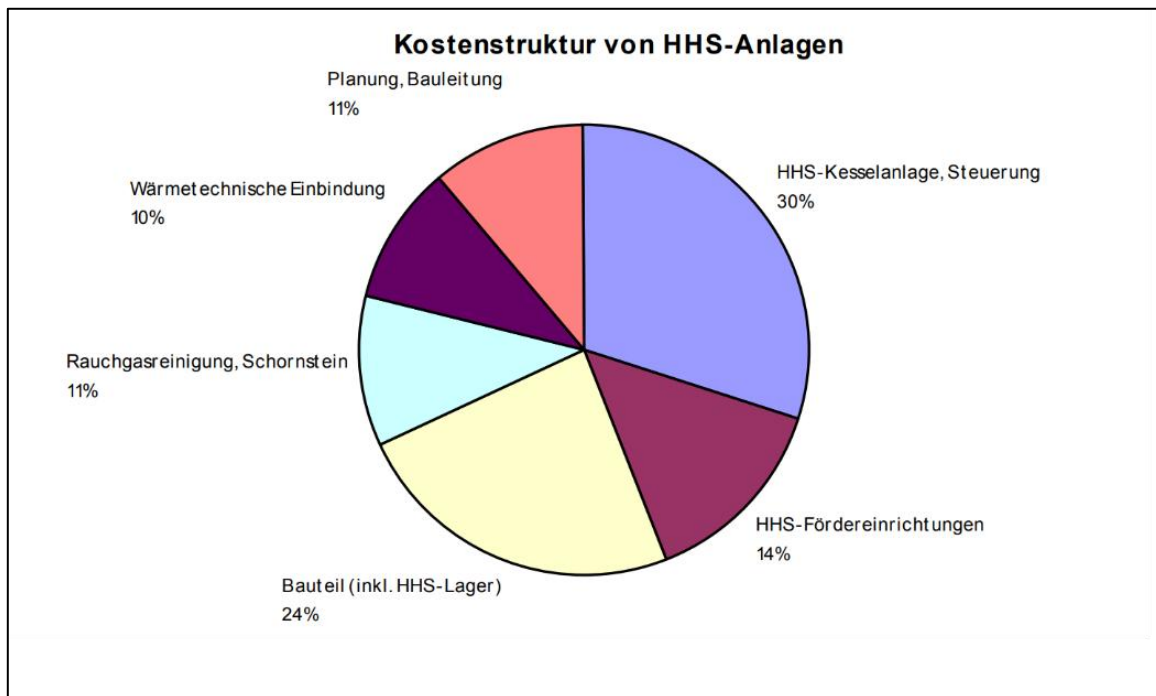


Abbildung 28: Kostenstruktur von Holz hackschnitzelanlagen.  
Quelle: Bremer Energie Institut

#### 4.6 Thermische Abfallbehandlungsanlagen

Die nicht recyclebaren Abfälle des Landkreises Freising werden im Heizkraftwerk Unterföhring verbrannt. Hier bietet sich für Hallbergmoos kein Potenzial.

Klärschlamm wird im Wärmenetz der Gemeinde bereits als Energieträger genutzt<sup>40</sup>, es bietet sich kein zusätzliches Potenzial.

#### 4.7 KWK-Anlagen

Die Kläranlage der Gemeinde verfügt über keinen Faultrum und generiert keine Faulgase. Daher bietet sich kein Potenzial zur Nutzung von Faulgasen in KWK.

Das Potenzial für Biogas wurde bereits im Kapitel Biomasse behandelt. Feste Biomasse kann in Holzvergaser in Strom und Wärme umgewandelt werden. Der Betrieb eines Holzvergasers macht jedoch oft nur in Verbindung mit einem Wärmenetz Sinn.

<sup>40</sup> <https://www.onyx-power.com/de/biomasse/> Letzter Abruf 11.09.2025

## 4.8 Wasserstoff

Wasserstoff ist in der Wärmeversorgung ein umstrittenes Thema. Am 22. Oktober 2024 genehmigte die Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß § 28q Energiewirtschaftsgesetz 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.<sup>41</sup> Eine große Unsicherheit liegt im Moment in der Höhe der zukünftig aufgerufenen Preise. Die Prognosen, die aktuell in der Presse kursieren, sind oftmals in Form von 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.

Die Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung ist maßgeblich von der Verfügbarkeit erneuerbarer Energien abhängig, insbesondere von „grünem“ Strom, der für die Elektrolyse benötigt wird. Die Elektrolyse beschreibt die Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch elektrischen Strom. Erfolgt dieser Prozess unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen, spricht man von „grünem Wasserstoff“.

Generell existieren 3 etablierte Elektrolyseverfahren – die alkalische Elektrolyse (AEL), die Hochtemperatur-Elektrolyse (HTE) und die Protonenaustauschmembran-Elektrolyse (PEM). Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihrer technischen Anforderungen, Wirkungsgrade und Kostenstrukturen – Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit und ökologische Bewertung beeinflussen.<sup>42</sup>

Der Gasnetzbetreiber Energienetze Bayern GmbH weist im Rahmen der Akteursbeteiligung auf die bestehende Hauptleitung des Gasnetzes (Wasserstoff-Kernnetz) im Westen von Hallbergmoos hin und versichert, dass eine Umrüstung des Netzes auf Wasserstoff durchgeführt werden soll. Hallbergmoos verfügt zudem über zwei Netzkoppelungspunkte, was die Möglichkeit bietet, über die redundante Versorgungsoption Gasheizungen im Bestand kontinuierlich auf H<sub>2</sub> umzustellen. In einem Pilotprojekt in Hohenwart konnte der technisch problemlose Transport von Wasserstoff über das bestehende Gasnetz bereits erfolgreich umgesetzt werden. Auch in Hallbergmoos besteht die Möglichkeit, das Bestandsnetz mit geringen Investitionskosten auf Wasserstoff umzurüsten.

In Anbetracht der aktuell vorhersehbaren Verfügbarkeits- und Kostenproblematik wird Wasserstoff allerdings voraussichtlich nur für Redundanz- und Spitzenlastabdeckung interessant sein. Wie auch im prognostizierten Wasserstoffnetz 2050 in Abbildung 29 demonstriert, könnte vor allem für die Industrie in Hallbergmoos Wasserstoff als Energieträger interessant werden. Durch die vorteilhafte

<sup>41</sup> [Bundesnetzagentur - Wasserstoff-Kernnetz](#)

<sup>42</sup> *Elektrolyse von Wasser zur Herstellung von Wasserstoff*. TÜV-Nord, verfügbar auf <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/herstellung/elektrolyse-von-wasser/>

Lage der Gemeinde zur bestehenden Erdgas-Hauptleitung ist das Potenzial für Wasserstoff vielversprechend, jedoch nach aktuellem Stand der Dinge mehr eine langfristige Option.

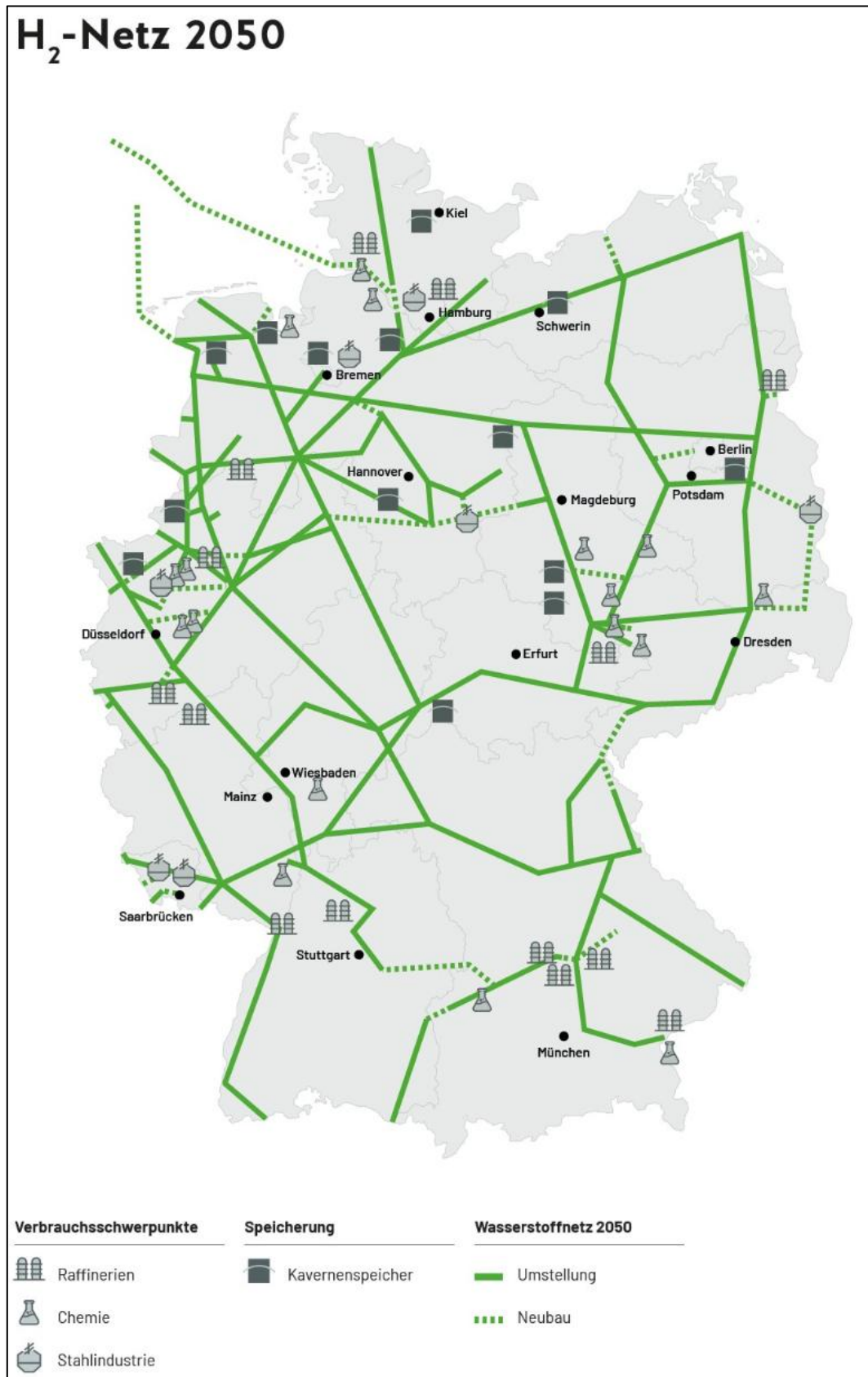


Abbildung 29: Wasserstoffnetz 2050. Quelle: fnb-gas.de

## 4.9 (Groß)Wärmespeicher

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

### 4.9.1 Pufferspeicher

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

### 4.9.2 Saisonalwärmespeicher / Langzeitwärmespeicher

#### 4.9.2.1 Behälter

Behälter-Wärmespeicher (TTES) werden zum Großteil im Boden integriert und aus Ortbeton gegossen. Die Innenseite des Behälters besteht aus Edelstahl- oder Schwarzstahlblech. Neuere Behälter gibt es mittlerweile auch ohne Beton und Stahlblech in GFK- 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 von Behälter-Wärmespeicher ist Wasser. Behälter-Wärmespeicher können für drucklose Konditionen oder für Innendruck-Konditionen angefertigt werden. Drucklose Behälter können Temperaturen bis etwa  $95 \text{ °C}$  aushalten, zusätzlich befestigte Behälter sogar über  $100 \text{ °C}$ .

Behälter-Wärmespeicher werden erst ab einer Größe von  $1.000 \text{ m}^3$  energetisch effizient. Bereits errichteten Anlagen reichen bis zu ca.  $12.000 \text{ m}^3$ . GFK-Konstruktionen reichen nur bis ca.  $6.000 \text{ m}^3$ . Die Anlagen können in die Landschaft integriert werden, indem sie mit Bewuchs (z. B. Gras) versehen werden. Der aus dem Boden herausschauende 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 Baugrubensohle) 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-Wärmespeichern liegt zwischen  $60\text{--}80 \text{ kWh/m}^3$ .<sup>43</sup>

#### 4.9.2.2 Erdbecken

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

---

<sup>43</sup> *Saisonalpeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

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

Das Medium von Erdbecken besteht entweder aus reinem Wasser oder aus einer Mischung von Wasser und Kies, oder Wasser und Erdreich. Zwar ist die Wärmespeicherfähigkeit von reinem Wasser höher als von den gemischten Varianten, allerdings die Tragfähigkeit von Wasser geringer (wichtig für das Dach und dessen Nutzbarkeit) und die entstehende Temperaturschichtung höher. Je höher der Mischanteil ist, desto niedrigere Temperaturen werden erreicht und desto träger wird das Medium (und somit weniger geeignet für eine schnelle Spitzenlastabdeckung). Für eine vergleichbare Wärmekapazität ist ein Erdbecken mit einem gemischten Medium somit viel größer auszulegen, wofür die Baukosten jedoch geringer sind<sup>44</sup>. In Erdbecken können Temperaturen von 80–95 °C erreicht werden<sup>45 46</sup>.

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<sup>3</sup>. Bestehende Erdbecken reichen bis zu 230.000 m<sup>3</sup>. Der Boden soll wie bei den 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<sup>3</sup> (1,3–2 Wasseräquivalent)<sup>47</sup>.

#### 4.9.2.3 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 in Kapitel 4.3.1 aufgezeigt. Der Wärmespeicherkapazität der Erdwärmesonden ist abhängig von den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen. Grundwasserbewegungen können hohe Wärmeverluste verursachen. Je nach den Bedingungen kann der

<sup>44</sup> *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

<sup>45</sup> Addous, M. A. *Berechnen der Größe von Wasserspeichern zum saisonalen Speichern von Wärme bei der abschließlichen Wärmeversorgung von Häusern mit Solarkollektoren* (Doctoral dissertation, Freiberg (Sachsen), Techn. Univ., Diss., 2006).

<sup>46</sup> *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

<sup>47</sup> *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Untergrund bis ca. 80-90 °C erwärmt werden<sup>48</sup>. In Deutschland gibt es hierfür jedoch strenge Regeln (gemäß VDI 4640). Bei Speichertemperaturen über 40 °C sind Einflüsse auf konkurrierende Grundwassernutzungen bei der Anlagenplanung auszuschließen.

Erdwärmespeicher (BTES) werden normalerweise durch Solarthermieanlagen oder ähnlichem in den Sommermonaten mit Wärme befüllt. Die Wärme wird über den Medium Wasser durch die Erdsonden geführt, an das Verfüllmaterial abgegeben und nachfolgend an den Untergrund weitergegeben werden. Für die Wärmeentnahme wird die Strömungsrichtung umgedreht. Erdsondenfelder können von der Oberseite mit einer Deckschicht versehen werden, die das Eindringen von Oberflächenwasser verhindert. Eine Wärmedämmung kann zur Oberfläche hin eingerichtet werden, jedoch nicht in andere Richtungen.

Erdsondenfelder sind ab einem Speichervolumen von ca. 20.000 m<sup>3</sup> sinnvoll und erreichen Wärmedichten von ca. 15-30 kWh/m<sup>3</sup> (3-6 Wasseräquivalent)<sup>49</sup>.

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

#### 4.9.2.4 Aquifer

Ein Aquifer-Wärmespeicher (ATES) ist abhängig von einem bereits bestehenden Aquifer im Untergrund, welches mit Brunnenbohrungen erschlossen wird. Das Grundwasser, das geologisch eingeschlossen sein muss, dient als Speichermaterial. Nicht jeder Aquifer ist aufgrund seines Mindestvolumens und seiner 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 den warmen Brunnen eingeleitet. Es können sich im Untergrund horizontale und vertikale Temperaturschichten bilden<sup>49</sup>. Der Großteil der geeigneten Aquifere liegt in Tiefen von mehr als 100 m, somit ist eine Wärmedämmung nicht möglich. Aufgrund der relativ hohen Wärmeverluste sind Aquifer-Wärmespeicher oft erst ab größeren Größen wirtschaftlich nutzbar.

Die Größe des Wärmespeichers ist vollständig abhängig von der Größe des Aquifers. Von oben sind immer nur die Brunnen sichtbar. Die übrige Fläche ist weiterhin normal nutzbar. Die maximale 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

---

<sup>48</sup> *Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling*. 03/2020, IEA DHC

<sup>49</sup> *Saisonalspeicher*. Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

(70-120 °C) noch Teil der Forschung<sup>50</sup>. In Bestandsprojekten wird bereits mit Temperaturen von bis zu 90 °C gearbeitet (Gouda)<sup>51</sup>.

Tabelle 20: Übersicht der Eigenschaften der gängigen Saisonspeicheranlagen.  
Datenquelle: Saisonspeicher.de

Speichertyp	Medium	Max. Temperatur	Mindestvolumen	Trägheit	Wärmespeicherkapazität [kWh/m³]
Behälter	Wasser	>100 °C	1.000 m³	-	60 - 80
Erdbecken	Wasser/ Wasser-Kies	95 °C	1.000 m³	Wasser: - Wasser-Kies: +	Wasser: 60 - 80 Wasser-Kies: 30 - 50
Erdsonden	Untergrund	90 °C	20.000 m³	++	15 - 30
Aquifer	Grundwasser	90 °C	Lokal zu bestimmen, meist sehr groß	+	30 - 40

#### 4.9.2.5 Thermochemische Wärme- und Kältespeicher

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

Thermochemische Wärmespeicher können die Wärme über einen langen Zeitraum mit nur sehr geringen Verlusten speichern. Aktuell sind jedoch erst sehr wenige thermochemische Wärmespeicher in Betrieb, da sie noch Bestandteil der Forschung sind<sup>52</sup>.

<sup>50</sup> Fleuchaus, P., Schüppler, S., Stemmle, R., Menberg, K., & Blum, P. (2021). Aquiferspeicher in Deutschland. Grundwasser, 26(2), 123-134.

<sup>51</sup> 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).

<sup>52</sup> Thermische Energiespeicher für Quartiere. 2021, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

#### 4.9.2.6 Latentwärmespeicher

Zu den Latentwärmespeichern gehören Eisspeicher und Phasenwechselmaterialien-Speicher (PCM-Speicher). Aufgrund von sehr geringen Betriebstemperaturen<sup>52</sup> eignen sich große Eisspeicher generell nur für den Einsatz in kalten Nahwärmenetzen. Eisspeicher werden somit für Hallbergmoos nicht weiter betrachtet.

PCM-Speicher werden zurzeit noch nicht in größeren Größenordnungen eingesetzt und sind für Wärmenetze Teil 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 Temperaturspannen zwischen -50 und 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 in Hallbergmoos eingesetzt werden können<sup>52</sup>.

#### 4.9.2.7 Power-to-Heat-Anlage (Elektrodenheizkessel)

Das Prinzip Power-to-Heat (PtH) basiert auf einer Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme. Dies kann zum Beispiel mit Widerstands-Heißwasserkesseln oder Elektroden-Heißwasserkesseln geschehen. Eine Kombination von Wasserspeichern 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 (erneuerbarem) Strom und in welchen Mengen dieser kurzfristig vorhanden ist. Diese Elektrodenheizkessel sind für Anschlüsse zwischen 5 und 20 kV ausgelegt. Aktuelle Projekte zeigen Leistungsklassen zwischen 550 kW<sub>th</sub> und 100 MW<sub>th</sub>. Sie eignen sich bei Wärmenetzen mit Vorlauftemperaturen zwischen 80 und 130 °C<sup>52</sup>.

### 4.9.3 Potenzialflächen Wärmespeicher

Die Dimensionierung eines Wärmespeichers wird unter anderem durch den Wärmeerzeuger, die gesamte zu speichernde Wärmemenge sowie die Wärmeabnahme bestimmt. Dies, sowie die Sinnhaftigkeit eines Wärmespeichers, die abhängig von den aktuellen und zukünftigen Erzeugern und Verbraucherprofilen ist, wird erst in späteren Planungsschritten in Detail betrachtet, und ist nicht Bestandteil der Potenzialanalyse.

Die Platzanforderungen der jeweiligen Wärmespeichermethoden können sehr unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist jedoch, dass die Wärmespeicher nah am Wärmenetz, und optimalerweise nah am Betriebsstandort, platziert sind. Aus diesen Gründen entfallen bereits alle möglichen Flächen südlich der Grünecker Straße.

Erdsondenwärmespeicher können lediglich in den in Kapitel 4.3.1 erwähnten Flächen errichtet werden. Da Erdsondenfelder auch relativ 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.

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 gemacht wurde.



Abbildung 30: Kies-Wasser Erdbecken in Eggenstein.

Bildquelle: Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung.

## 4.10 Denkmalschutz

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

### Bau- und Kunstdenkmalpflegerische Belange

Im Projektgebiet befinden sich derzeit folgende Baudenkmäler:

- Leichenhaus (Theresienstraße 8)
- Pfarrkirche (Theresienstraße 10)
- Bezirksgrenzschild
- Schloss (Nähe Birkeneck)
- Lustschloss (Erching 1)
- Gasthaus (Ludwigstraße 2)
- Kriegerdenkmal (Theresienstraße 7)

Bei konkreten Maßnahmen muss die Denkmalbehörde in die Planung involviert werden und ggf. eine denkmalrechtliche Erlaubnis zu erlangen.

### Bodendenkmalpflegerische Belange

Die Denkmäler in Abbildung 31 sind gemäß Art. 1 BayDSchG in ihrem derzeitigen Zustand vor Ort zu erhalten und besitzen aus Sicht des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege Priorität.

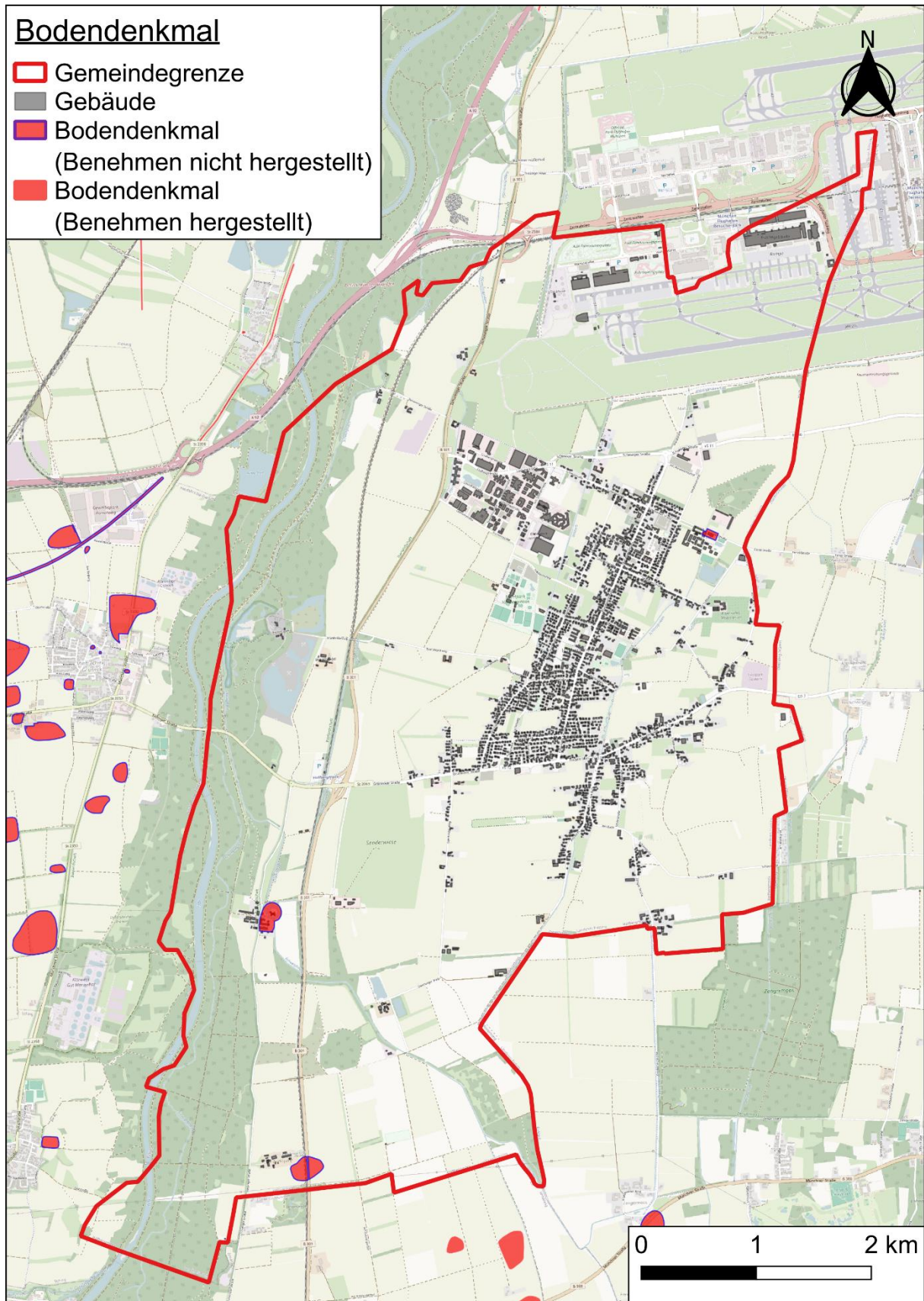


Abbildung 31: Bodendenkmäler in Hallbergmoos.  
Quelle: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege

Folgende Bodendenkmäler liegen nach Abbildung 31 in der Gemeinde Hallbergmoos vor.

- Birkeneck: Untertägige frühneuzeitliche Befunde im Bereich des ehem. fürstbischöflichen Jagdschlusses Birkeneck und seiner barocken Gartenanlage
- Erching: Untertägige mittelalterliche und frühneuzeitliche Befunde im Bereich von Schloss Erching und seinen Vorgängerbauten mit kath. Schlosskapelle St. Walburga und zugehörigem Wirtschaftshof
- Südliche Fläche bei Gut Zwillingshof: Siedlung vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung

Bei allen genannten Bodendenkmälern wurde das erforderliche Benehmen mit der Denkmalfachbehörde nicht hergestellt. Das bedeutet, dass die gesetzlich vorgeschriebene Beteiligung der Denkmalfachbehörde im Rahmen möglicher Baumaßnahmen nicht erfolgt ist. Zudem wird in allen Fällen von Bodendenkmälern auf die besonderen Schutzbestimmungen gemäß § 5 Abs. 4 sowie § 9 Abs. 6 BauGB hingewiesen. Im Umfeld von Hallbergmoos sind weitere Bodendenkmäler zu vermuten. Weitere Planungen im Nahbereich bekannter Denkmäler bedürfen einer Absprache mit den Denkmalbehörden. Alle Bodeneingriffe in diesem Bereich benötigen zudem eine denkmalrechtliche Erlaubnis gemäß Art. 7 Abs. 1 BayDSchG, 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.

## 4.11 Analyse und Kostenstrukturen von erneuerbaren Energieträgern

Die Vor- und Nachteile von EE sind in Tabelle 21 aufgelistet.

Tabelle 21: Vor- und Nachteile erneuerbarer Energieträger

Energieträger	Vorteile	Nachteile
<b>Solarthermie/ Photovoltaik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nahezu CO<sub>2</sub>-neutral</li> <li>– Langlebigkeit</li> <li>– Hohe Vorlauftemperaturen möglich (110 °C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Teure Installation</li> <li>– Wärme oft dann verfügbar, wenn nicht benötigt</li> <li>– Funktioniert meist nicht als Komplettversorgung</li> </ul>
<b>Biomasse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Großflächig verfügbar und installierbar</li> <li>– Hohe Temperaturen</li> <li>– Günstiger Energieträger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zunehmende Nachfrage</li> <li>– Sinkende Qualität</li> <li>– Nur bei Einsatz von nachhaltiger Biomasse CO<sub>2</sub>-neutral</li> </ul>
<b>Luftwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fast überall installierbar</li> <li>– Im Sommer: hoher COP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Im Winter niedriger COP</li> <li>– Vorlauftemperatur &lt; ca. 85 °C</li> <li>– Lärmpegel</li> </ul>
<b>Erdsonden/-kollektoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher COP erreichbar</li> <li>– Konstante Quelltemperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Auskühlung des Bohrlochs</li> <li>– Viele Restriktionen für Installation</li> <li>– Hohe Investitionskosten</li> </ul>
<b>Grundwasserwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher COP erreichbar</li> <li>– Konstante Quelltemperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Viele Restriktionen für Installation</li> <li>– Hohe Investitionskosten</li> </ul>
<b>Flusswasserwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher COP erreichbar</li> <li>– Sehr hohe Leistungen möglich</li> <li>– Nahezu ganzjährig verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Restriktionen für Installation</li> <li>– Kompliziertes Genehmigungsverfahren</li> <li>– Hohe Investitionskosten</li> <li>– Ggf. Ausfallzeiten bei niedrigen Temperaturen (Grundeisbildung)</li> </ul>
<b>Abwasserwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher COP erreichbar</li> <li>– Ganzjährig gut nutzbare Temperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nur ab bestimmten Rohrdurchmesser und Abflussmengen installierbar</li> <li>– Evtl. hoher Reinigungsaufwand</li> </ul>
<b>Wasserstoff</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Weiternutzung des Großteils bestehender Infrastruktur (Gasnetz, Gastherme auf H<sub>2</sub>-Ready)</li> <li>– Sehr flexibel</li> <li>– Hohe Temperaturen erreichbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Derzeit noch hohe Kosten für den Endkunden</li> <li>– Momentan noch nicht klimaneutral</li> <li>– Generell im Industriesektor mehr benötigt</li> </ul>
<b>Tiefengeothermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Evtl. hohe Temperaturen erreichbar</li> <li>– Sehr zuverlässig und kosteneffizient in Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr hohe Investitionskosten</li> <li>– Fündigkeitsrisiko</li> </ul>

Nachfolgend werden die Wärmegestehungskosten für typische dezentrale Versorgungsfälle gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Institut an der Universität Köln dargestellt.<sup>53</sup>

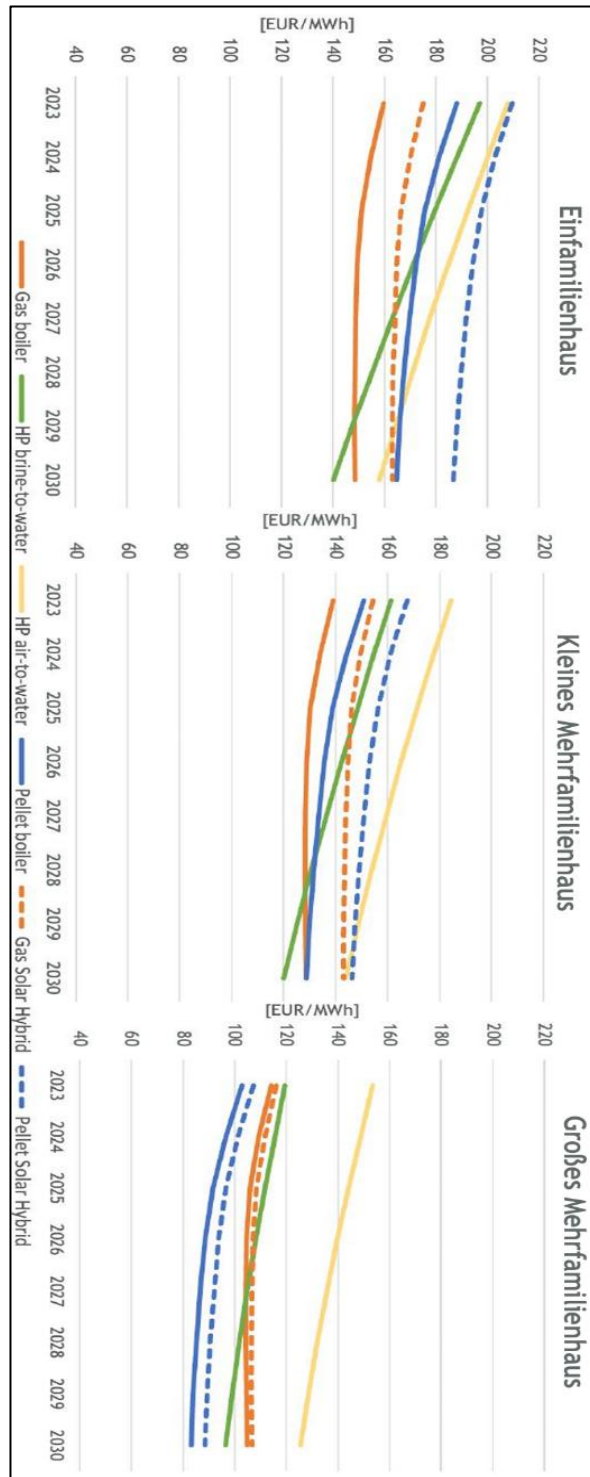


Abbildung 32: Wärmegestehungskosten in einem mittleren Preisszenario nach Gebäudetypen in Deutschland gemäß einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln

<sup>53</sup> Wärmegestehungskosten für verbrauchsnahe Wärmeerzeugung in Wohngebäuden. 2023, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln

## 5. Zielszenarien und Entwicklungspfade

Die Entwicklung eines kommunalen Zielszenarios bildet den Kern einer strategisch fundierten Wärmeplanung. Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse wurde für die Gemeinde Hallbergmoos ein Zielszenario hin zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung durch fossile Brennstoffe nach Vorgaben des Wärmeplanungsgesetz (WPG) bis zum Jahr 2045 entwickelt. Grundlage hierfür ist die Bewertung der Wärmelinienindichten im Gemeindegebiet, basierend auf dem Wärmekataster und einer angenommenen Anschlussquote von 70 % je Trassenabschnitt.

Die Wärmelinienindichte (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.

Wärmelinien- dichte [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 33: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienindichte  
Quelle: KWW Handlungsleitfaden Wärmeplanung

Wie Abbildung 33 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.

Die Gemeinde Hallbergmoos setzt sich überwiegend aus dem Hauptort Hallbergmoos mit dem östlich angrenzenden Birkenneck und dem südlich gelegenen Goldach als Ortsteile mit dichter Besiedlungsstruktur zusammen. In der Peripherie befinden sich kleinere Ortschaften wie Erching, welches mit dem Schloss Erching als historischem Wahrzeichen die lange Siedlungsgeschichte und kulturelle Identität Hallbergmoos prägt. Des Weiteren finden sich in der Peripherie diverse Einzelhöfe wie Fischerhof, Brandstadl, Mariabrunn und Zwillingshof. Für diese Außenbereiche ist die Planung und der Bau von Wärmenetzen aufgrund der Entfernung zum Ortskern sowie dem geringen Wärmebedarf nicht wirtschaftlich. Vielmehr sollte hier auf eine dezentrale Versorgung gesetzt oder ggf. der Aufbau von kleinen Gebäudenetzen initiiert werden. Der Fokus der Zielszenarien liegt deshalb auf den Ortsteilen Goldach, Birkenneck und dem Hauptort Hallbergmoos.

## 5.1 Zielszenario Goldach

Der Ortsteil Goldach bildet den südlichen Teil der Gemeinde Hallbergmoos. Hier dominiert der private Sektor mit teilweiser dichter Wohnbebauung. Nach Osten entlang der Hauptstraße Richtung Notzing und im Süden entlang der Goldach sowie der Schönstraße vervollständigen Siedlungsausläufer den Gemeindeteil. Außerdem sind wenige GHD-Gebäude wie z. B. Hotels, Supermärkte oder Gasthöfe vorhanden. Kindergärten/-horte, die FFW Goldach und die Herz-Jesu-Kirche bilden den öffentlichen Sektor ab. Die auf dem Wärmekataster basierenden WLD in Goldach sind in Abbildung 34 dargestellt.

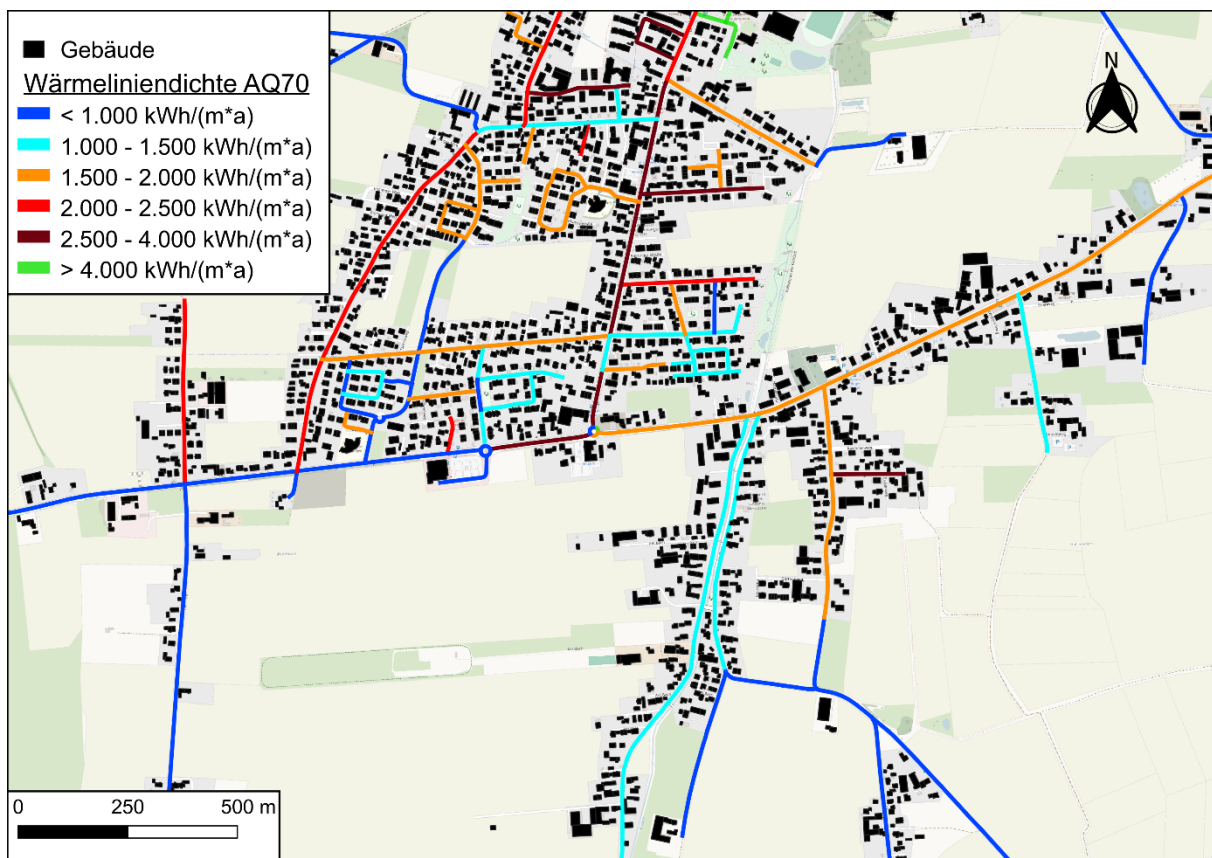


Abbildung 34: Wärmelinienindichten in Goldach

Wie Abbildung 33 beschreibt, sind für versiegelte Gebiete mit notwendiger Straßenquerung mind. 2.000 kWh/(m\*a) notwendig, um eine grundlegende Wirtschaftlichkeit der Wärmeliefertrasse zu gewährleisten. Diese werden bei erster Betrachtung überwiegend in der Rupprechtstraße (2.180 kWh/(m\*a)), im Erchinger Weg (2.310 kWh/(m\*a)) und in der Freisinger Straße (2.820 kWh/(m\*a)) erreicht. Diese Straßenzüge haben jedoch gewisse Entfernungen zueinander und sind nicht zusammenhängend. Nach detaillierter Abwägung der Realisierungswahrscheinlichkeit und Priorität wurde schlussendlich die Entscheidung getroffen, im Gemeindeteil Goldach zunächst **kein Fokusgebiet** auszuschildern. Das bedeutet jedoch keineswegs, dass eine zentrale Wärmeversorgung in diesem Gebiet nicht möglich ist. Nach aktuellem Stand sind im nördlichen Teil der Gemeinde schlichtweg besser geeignete Gebiete vorhanden, welche folgend im Kapitel 5.2 Zielszenario Hallbergmoos Nord erläutert werden. Goldach kann bei ausreichend hoher Nachfrage im Zuge einer Netzerweiterung erschlossen werden. Dieses Szenario sollte in jedem Fall bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung geprüft werden.

## 5.2 Zielszenario Hallbergmoos Nord

Der Norden von Hallbergmoos lässt sich in mehrere Teilgebiete untergliedern. Als markanter Part sticht das Gewerbegebiet Nord-West heraus. Hier findet sich der Großteil des Wirtschaftssektors mit Industrie und GHD-Gebäuden (v. a. große Bürokomplexe) wieder. Knapp ein Viertel des Wärmebedarfs der Gemeinde werden im Gewerbegebiet benötigt. Rund 400 Meter südlich erstreckt sich der Sportpark, der mit vielfältigen Anlagen wie Fußball-, Tennis- und Volleyballplätzen ausgestattet ist. Entlang der Theresienstraße reihen sich zahlreiche kommunale und kulturelle Einrichtungen, darunter Kirchen, der Gemeindesaal sowie die Feuerwehr. Besonders der südliche Abschnitt der Theresienstraße wird durch Bildungs- und Betreuungseinrichtungen geprägt: Hier befinden sich die Grund- und Mittelschule, das Senioren-Zentrum sowie Kinderhorte und Kindergärten. Darüber hinaus ist in diesem Bereich die Gemeindeverwaltung mit verschiedenen GHD-Gebäuden angesiedelt. Abgerundet wird das betrachtete Gebiet durch das Bayerische Obstzentrum und den Gemeindeteil Birkeneck im Osten.

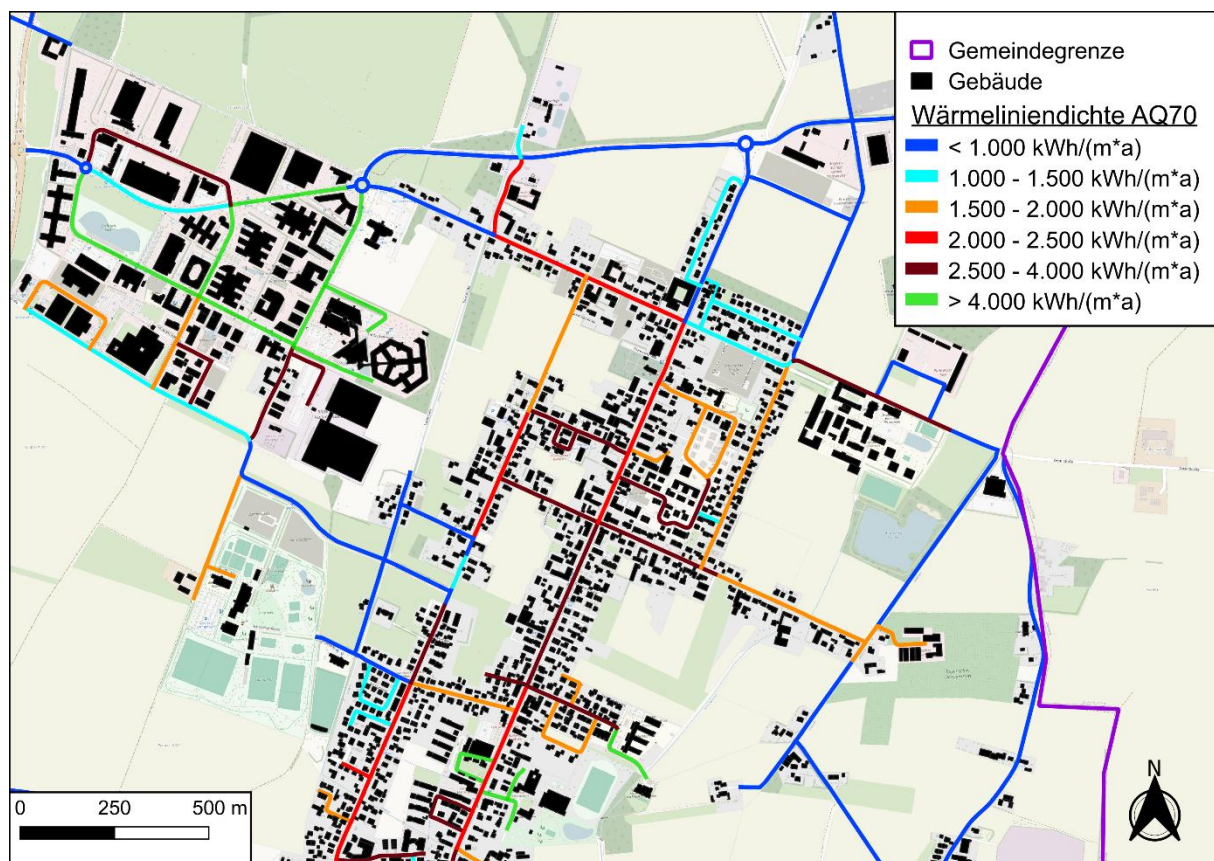


Abbildung 35: Wärmelinien-dichten in Hallbergmoos Nord

Abbildung 35 zeigt die WLD im betrachteten Gebiet. Besonders hervorzuheben sind zwei Bereiche mit auffallend hoher WLD, das Gewerbegebiet sowie das Ortszentrum im Umfeld der Grundschule an der Theresienstraße. Da sowohl das Gewerbegebiet als auch die Ludwigstraße bereits an das Fernwärmenetz Freising-Hallbergmoos-Zolling angeschlossen sind, ergibt sich dort kein zusätzliches Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung. Im Gegensatz dazu bietet das Ortszentrum ideale Rahmenbedingungen für den Aufbau eines neuen Wärmenetzes. Schulen, Kindergärten und Kinderhorte, Gemeindegebäude sowie angrenzende Wohnbebauung gewährleisten eine verlässliche und kalkulierbare Wärmeabnahme und bilden damit ein stabiles Fundament für die Netzstruktur.

Als weitere potenzielle Areale für eine zentrale Wärmeversorgung bieten sich die zusammenhängenden Straßenzüge Maximiliansstraße, Wilhelmstraße, Theresienstraße und Leopoldstraße an. Ergänzend dazu erscheint auch der nördliche Abschnitt der Theresienstraße, in Verbindung mit der Birkenecker Straße und dem Tasilloweg (Theresienstraße Nord), gut geeignet. Innerhalb des Gebietes Theresienstraße Nord befinden sich zudem zwei Neubauareale, eines südlich der Birkenecker Straße sowie ein weiteres zwischen Margaretenweg und Tasilloweg.

Schließlich weist auch der Sportpark trotz einer mittleren WLD von ca. 1.720 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) eine gute Eignung für die Versorgung mit Fernwärme auf. Zwei Kinderkrippen sowie die Sportanlage mit ihren Hallen können auf überwiegend unversiegelten Flächen kostengünstig erschlossen werden.

Die drei beschriebenen Gebiete zeichnen sich durch einen wesentlichen gemeinsamen Vorteil aus, nämlich ihre unmittelbare Nähe zum bestehenden Fernwärmenetz. Im Zuge einer Netzerweiterung könnten sie mit vergleichsweise kurzen Trassenverlegungen kostengünstig erschlossen werden. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass auch eine Erweiterung eines potenziell neuen Wärmenetzes im Bereich der Grundschule denkbar ist. Gegenwärtig erscheint jedoch die Erweiterung des bestehenden Netzes realistischer und zudem schneller umsetzbar.

Ein mögliches Zielszenario für Hallbergmoos könnte daher wie in Abbildung 36 aussehen.

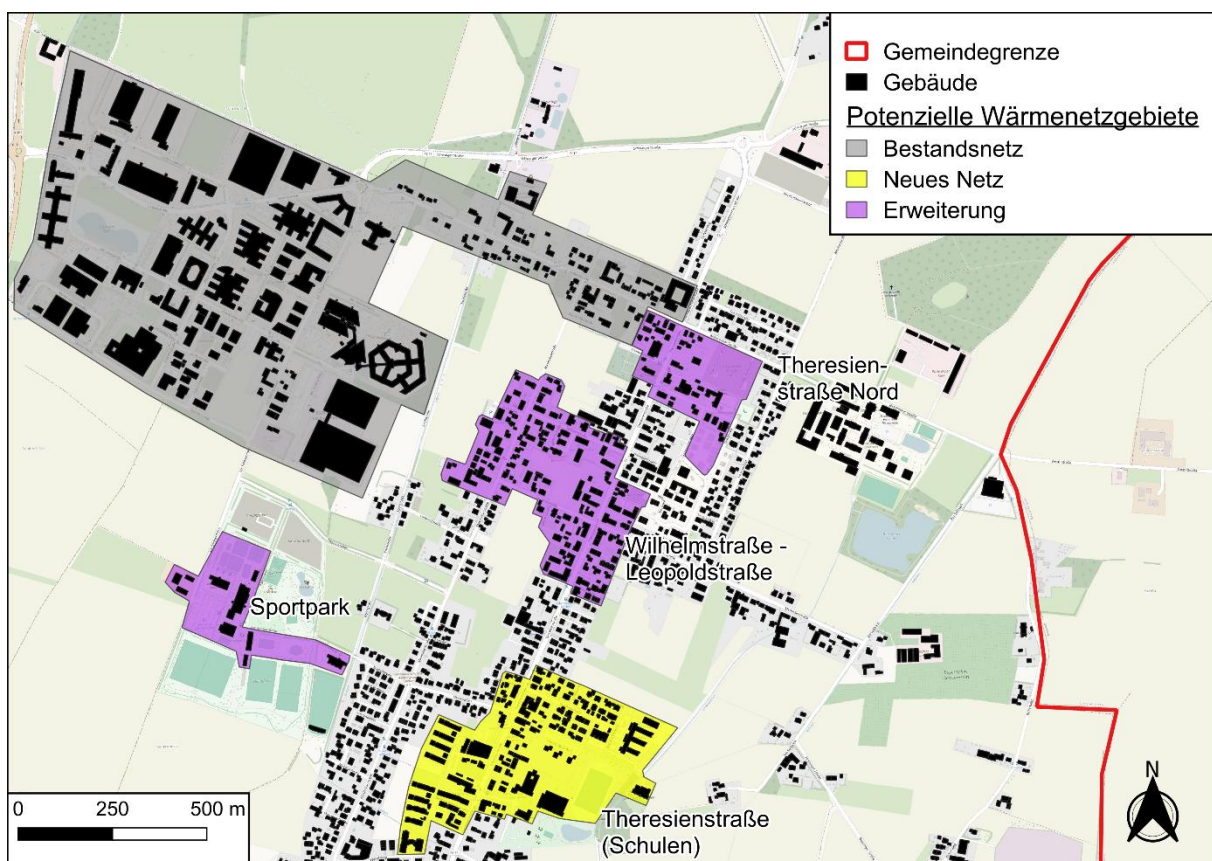


Abbildung 36: Potenzielle Wärmenetzgebiete Hallbergmoos Nord

Abbildung 36 zeigt die potenziellen Wärmenetzgebiete in Hallbergmoos und ihre Bezeichnungen. Die Grenzen dieser Gebiete sind keinesfalls starr und können bei Bedarf angepasst werden. Diese vier Gebiete stellen zunächst die betrachteten Fokusgebiete dar, welche über die Auswertung der WLD ermittelt werden konnten. Dabei kennzeichnet das gelbe Gebiet an der Theresienstraße

(Schulen) das potenzielle Wärmenetzgebiet, welches gemäß WLD die beste Eignung in Hallbergmoos aufweist. Aus diesem Grund und aufgrund der Entfernung zum Bestandsnetz könnte hier ein eigenes Netz entstehen. Nichtsdestotrotz kann auch dieses Gebiet langfristig über das bestehende Fernwärmenetz erschlossen werden. In diesem Szenario wird jedoch angenommen, dass zu Beginn der 2030er Jahre durch ein neues Netz bereits erste Gebäude ans Netz angeschlossen werden können. Die Erweiterungsgebiete in violett können mit dem Bestandsnetz als solide Basis vermutlich schneller eingegliedert werden, da die Heizzentrale und grundlegende Netzleitungen bereits vorhanden sind. Vor allem die Theresienstraße Nord kann durch Erweiterung der Bestandsleitung in der Ludwigstraße direkt mit Wärme versorgt werden. Der Hochlauf der Fokusgebiete nach Versorgungsanteil mit Fernwärme könnte wie in Tabelle 22 aussehen.

Tabelle 22: Prognose des Anteils zentraler Wärmeversorgung im jeweiligen Fokusgebiet bis 2045

<b>Jahr</b>					
<u>Potenzielle Wärmenetzgebiete</u>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2045</b>
Theresienstraße (Schulen)	0%	0%	50%	70%	70%
Wilhelmstraße - Leopoldstraße	0%	20%	40%	60%	70%
Theresienstraße Nord	0%	30%	50%	70%	70%
Sportpark	0%	30%	50%	70%	90%

Um die wirtschaftliche Grundlage in den potenziellen Wärmenetzgebieten sicherzustellen, wird eine rasche Erhöhung der Anschlussquote auf 70 % angestrebt. Da der Sportpark im Vergleich nur wenige Gebäude umfasst, lassen sich hier bei realistischer Betrachtung sogar höhere Anschlussquoten erzielen.

Die Wärmebedarfe in den Fokusgebieten sowie der aktuelle Bedarf im Bestandsnetz können Abbildung 37 entnommen werden.

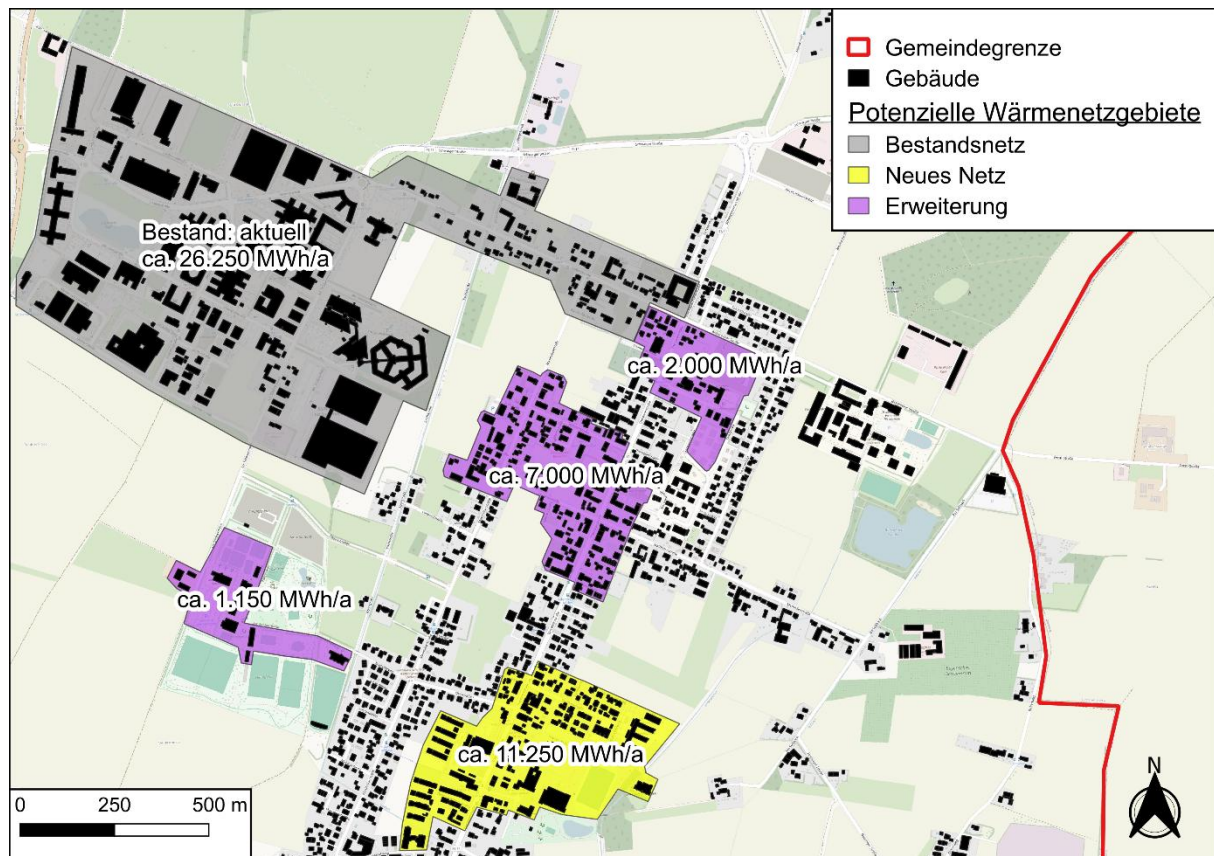


Abbildung 37: Wärmebedarfe in den Fokusgebieten und im Bestandsnetz

Die Erweiterungsgebiete haben in Summe einen Wärmebedarf von 10.150 MWh/a. Diese Wärmemenge müsste je nach Anschlussquote von Netzbetreiber Bayernwerk Natur bereitgestellt werden. Für das kommende Stützjahr 2030 würde das zunächst eine zusätzliche Wärmebereitstellung von 2.345 MWh/a bedeuten, berücksichtigt man die prognostizierten Anschlussquoten aus Tabelle 22. Hier müssen in jedem Fall Gespräche mit dem Netzbetreiber stattfinden.

Das potenzielle neue Wärmenetz Theresienstraße (Schulen) weist einen Wärmebedarf auf, der den kumulierten Bedarf sämtlicher drei Erweiterungsgebiete um mehr als 1.000 MWh/a übertrifft. Da für die Versorgung dieses Gebietes zunächst die Errichtung einer neuen Heizzentrale erforderlich ist, ist davon auszugehen, dass die Inbetriebnahme zeitlich nachgelagert gegenüber den übrigen Fokusgebieten erfolgen wird. Nach erster Einschätzung kommen als Energiequellen für das neue Wärmenetz insbesondere Biomasse sowie Wärmepumpen infrage, deren Betrieb durch Strom aus PV-Anlagen unterstützt werden kann. Biomasseanlagen eignen sich vor allem zur Deckung der Grundlast im Winter, während Wärmepumpen kontinuierlich zur Grund- oder Mittellastversorgung beitragen können. Als Wärmequellen für die Wärmepumpen bieten sich beispielsweise Außenluft (Großluftwärmepumpe) oder Grundwasser (Grundwasserwärmepumpe) an. Wie in der Potenzialanalyse dargestellt, erstrecken sich hier die größten Nutzungspotenziale.

Da in diesem Gebiet bereits ein Gasnetz vorhanden ist, eröffnet sich perspektivisch die Möglichkeit, Wasserstoff als Energieträger für das wachsende Wärmenetz einzusetzen. Ein wesentlicher Vorteil bestünde darin, dass Teile der bestehenden Gasinfrastruktur nach Einschätzung des Netzbetreibers grundsätzlich für den Transport von Wasserstoff geeignet sind, wenngleich technische Anpassungen erforderlich sein können. Wie in Kapitel 4.8 erläutert, verläuft zudem eine Erdgas-Hauptleitung am

westlichen Teil der Gemeinde, was ein zusätzliches Potenzial für die zukünftige Versorgung darstellt. Aufgrund der derzeit noch bestehenden Unsicherheiten sollte die Wasserstoffnutzung jedoch als langfristige Option betrachtet werden.

### 5.3 Wärmewendestrategie - Hochlauf bis 2045

Die nachfolgende Abbildung stellt das Zielszenario der Gemeinde Hallbergmoos dar, bezogen auf die räumliche Struktur der zukünftigen Wärmeversorgung. Sie zeigt die vordefinierten Fokusgebiete, das bestehende Wärmenetz sowie die restlichen Bereiche in der Peripherie, die vorrangig über dezentrale Versorgungslösungen erschlossen werden sollen.

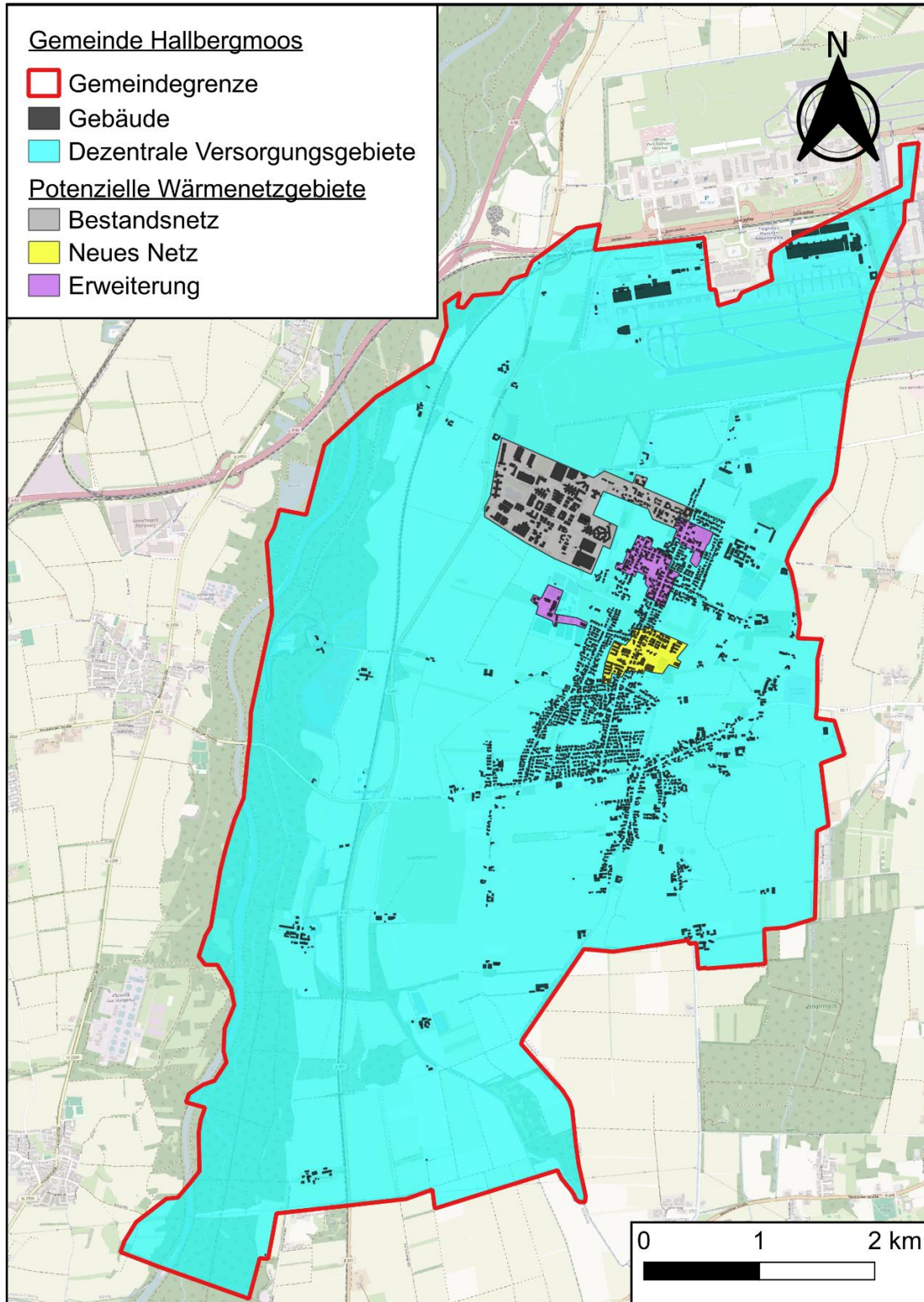


Abbildung 38: Überblick des Zielszenarios in Hallbergmoos

Die energetische Sanierungsquote im deutschen Gebäudebestand lag im Jahr 2024 bei nur 0,69 %. Laut Aussagen der Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität“ der Deutschen Energieagentur (dena) wären für das Erreichen der Klimaneutralität im privaten Sektor bis zum Jahr 2045 eine Sanierungsquote von 1,7-1,9 % im Wohnbau nötig.<sup>54</sup> Da Hallbergmoos gemäß der Baualtersklassenverteilung (vgl. Abbildung 2) über eine vergleichsweise junge Bebauungsstruktur verfügt, ist das Potenzial für hohe Sanierungsquoten geringer. Für das Zielszenario wurde daher eine jährliche Sanierungsquote von 1 % angesetzt. Die daraus resultierende Reduktion des Wärmebedarfs zeigt sich im prognostizierten Hochlauf bis zum Jahr 2045 in den entsprechenden Abbildungen.

Aktuell beträgt der Anteil der zentralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Hallbergmoos 17,9 %. Sofern der Netzneubau bzw. Netzausbau gemäß Tabelle 22 umgesetzt wird, lässt sich die zukünftige Struktur der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 wie folgt prognostizieren:

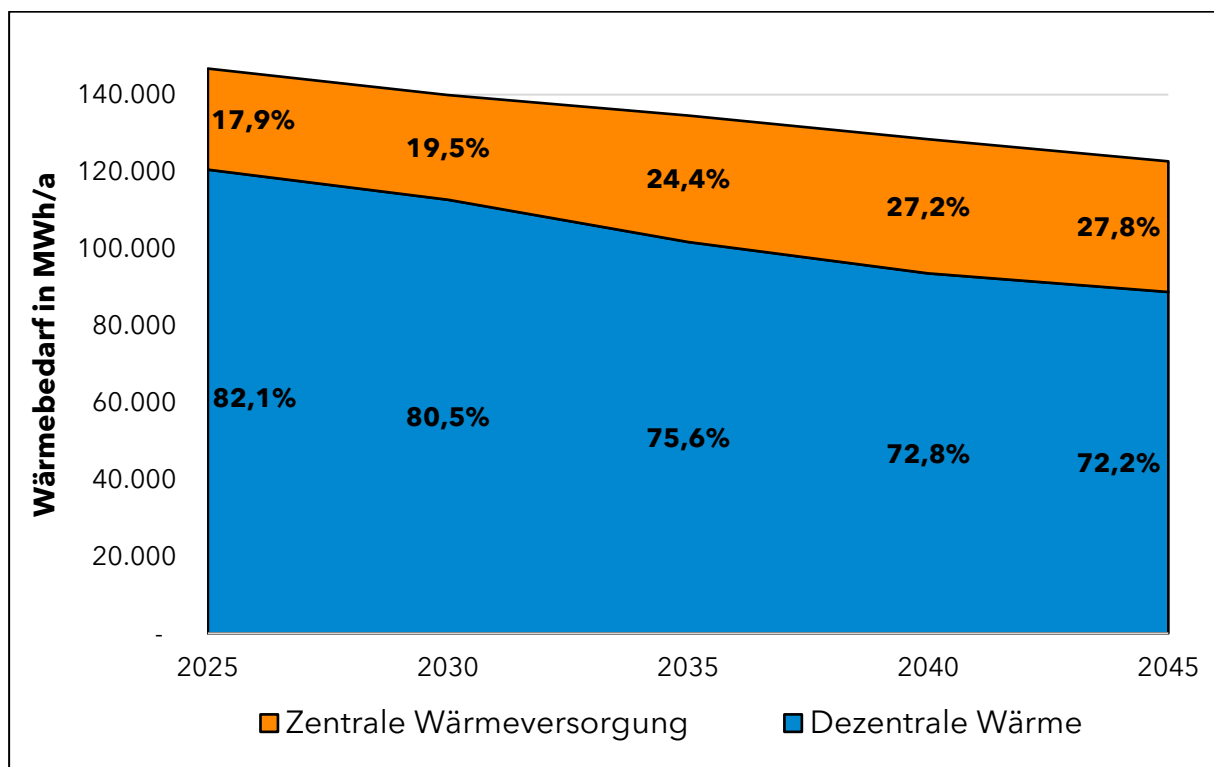


Abbildung 39: Hochlauf der Wärmeversorgungsart bis zum Jahr 2045

Per Zielszenario würde im Jahr 2045 ca. 27,8 % des Wärmebedarfs durch eine zentrale Wärmeversorgung abgedeckt werden. 72,2 % müssen weiterhin dezentral versorgt werden.

Für die dezentrale Wärmeversorgung gibt es diverse Möglichkeiten:

- **Wärmepumpen**
  - Luftwärme (Luft-Wasser), Grundwasserwärme (Wasser-Wasser) oder Erdwärmekollektoren (Sole-Wasser)
  - Besonders effizient in Kombination mit erneuerbarem Strom
  - Auch zur Kühlung einsetzbar
- **Zentralheizungen auf Basis Holz** (z. B. Hackschnitzel, Pellets etc.)

<sup>54</sup> [Sanierungsquote - BuVEG](#)

- **Stromdirektheizungen**
- **Solarthermie**
  - Ideal für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
  - Besonders effektiv in Kombination mit anderen Heizsystemen
- **Aufbau von Gebäudenetzen** (< 16 Gebäude, max. 100 Wohneinheiten): Zusammenschluss mehrerer Gebäude zur gemeinsamen Wärmeversorgung über eine zentrale Wärmequelle bzw. Heizungsanlage.
- **Heizungen auf Basis fossiler Brennstoffe**
  - Aktuelle Gesetzgebung im GEG (02/2026) erlaubt den fortlaufenden Betrieb von Gas- und Ölheizungen bzw. den Neueinbau dieser Wärmeversorgungsvariante.
  - In Betrieb genommene Heizungen vor 01.01.2024 haben Bestandsschutz und dürfen weiterhin vollständig zu 100 % fossil betrieben werden bis zur Havarie, Reparaturen sind weiterhin möglich
  - Bei Heizungen nach 01.01.2024 greift ab 01.01.2029 die Biomethantreppe nach §71 Abs. 9 GEG, das heißt, der Eigentümer benötigt einen Gasvertrag mit entsprechendem Anteil an Biomethan.  
Die Biomethantreppe fordert folgende erneuerbare Anteile (Biomethan):  
 01.01.2029 – 31.12.2034: 15 % erneuerbares Gas von Lieferanten  
 01.01.2035 – 31.12.2039: 30 % erneuerbares Gas von Lieferanten  
 01.01.2040 – 31.12.2044: 60 % erneuerbares Gas von Lieferanten  
 Ab 01.01.2045: 100 % klimaneutrales Heizen
  - Grundsätzlich gilt nach § 71 i GEG immer eine Übergangsfrist von 5 Jahren. Nach Ablauf dieser 5 Jahre sind 65 % Biomethan/Wasserstoff vorgeschrieben.
- **Wärmepumpen-Hybridheizung**
  - Hybridheizung erfüllt die 65 %-Regel direkt (§ 71 Abs 3 Nr. 6 GEG)  
 Die Wärmepumpe läuft in der Grund- und Mittellast als Hauptheizung. Der zweite Wärmeerzeuger (Gas, Öl oder Biomasse) deckt die Spitzenlast an z. B. sehr kalten Tagen ab und bildet die Zusatzheizung.

Das Zielszenario sieht ein Erreichen der Klimaneutralität durch fossile Brennstoffe im Jahr 2045 vor. Hierfür ist nicht nur eine Reduktion des Wärmebedarfes notwendig, sondern vor allem eine Umstellung der Energieträgerverteilung von fossilen Brennstoffen auf nachhaltige Wärmequellen. Fossile (Teil-)Lösungen sind nach der aktuellen Gesetzgebung problemlos möglich. Unklar ist, wie sich das Heizungsgesetz verändert. Daher ist der Einbau fossiler Heizungen mit Bedacht zu wählen, die Erzeugung des Wärmebedarfes durch eine vollständig erneuerbare Wärmeversorgungsvariante erscheint nach aktuellem Stand zukunftsicherer und wirtschaftlicher. Ein Teil dieses Wärmebedarfes kann durch Biomasse und Solarthermie abgedeckt werden. Der Großteil des - insbesondere dezentralen - Wärmebedarfes wird aufgrund begrenzter Potenziale und Speichermöglichkeiten der genannten Technologien durch Wärmepumpen ersetzt werden. Diese werden im Zielszenario im Jahr 2045 knapp 8 % der zentralen und etwa 80 % der dezentralen Wärme bereitstellen.

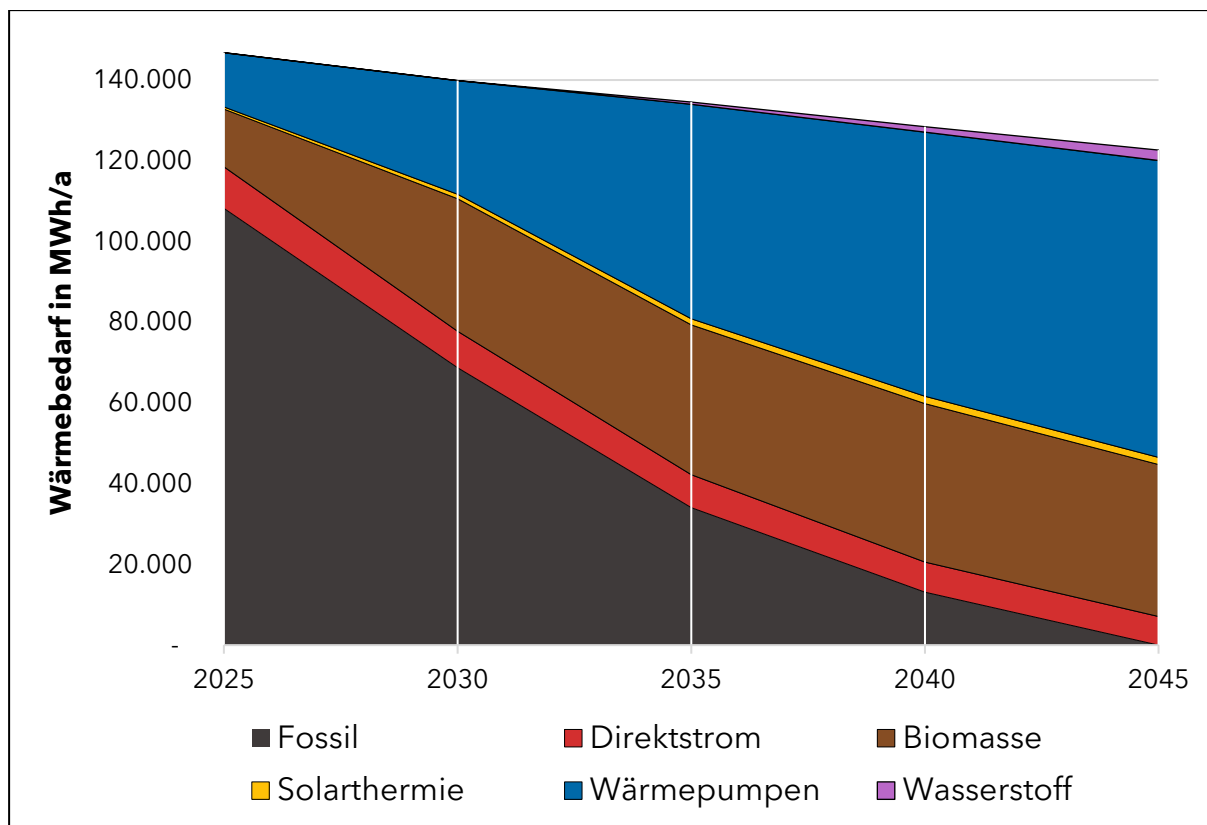


Abbildung 40: Prognose des Hochlaufs der Energieträgerverteilung bis 2045

Wärmepumpen gewinnen insbesondere in der dezentralen Versorgung zunehmend an Bedeutung, da hier die Umstellung von fossilen Heizsystemen erfolgt. Biomasse stellt aufgrund ihres hohen Anteils im bestehenden Fernwärmenetz den zweitgrößten Energieträger dar. Nach Angaben des Betreibers soll das Fernwärmenetz ab 2030 vollständig auf Biomasse basieren und frei von fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ab 2035 wird zudem Wasserstoff in kleinen Anteilen in die Wärmeversorgung integriert - zunächst über das potenzielle Wärmenetz Theresienstraße (Schulen), etwa zur Abdeckung von Spitzenlasten. Die Wärmebereitstellung durch Stromdirektheizungen und Solarthermie wird als konstante, ergänzende Größe im Energiemix betrachtet. Fossile Brennstoffe hingegen sind im Rahmen des WPG bis spätestens 2045 vollständig aus der Wärmeversorgung zu eliminieren, da die gesetzliche Zielvorgabe eine treibhausgasneutrale Wärmebereitstellung vorsieht. Damit wird die Transformation des Wärmesektors klar auf erneuerbare Energien und klimaneutrale Technologien ausgerichtet, während fossile Energieträger nur noch eine Übergangsrolle spielen und sukzessive ersetzt werden müssen.

Durch die Umstellung auf nachhaltige Wärmequellen reduzieren sich die wärmebedingten Emissionen, wie in Abbildung 41 dargestellt, von 34.375 t<sub>CO2</sub> im Jahr 2025 auf 1.279 t<sub>CO2</sub> im Jahr 2045. Dies entspricht einer Reduktion der Emissionen um 96 %. Während aktuell die Emissionen durch fossile Brennstoffe dominieren, bildet die Biomasse nach Erreichen der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 den Energieträger mit dem höchsten Emissionsanteil.

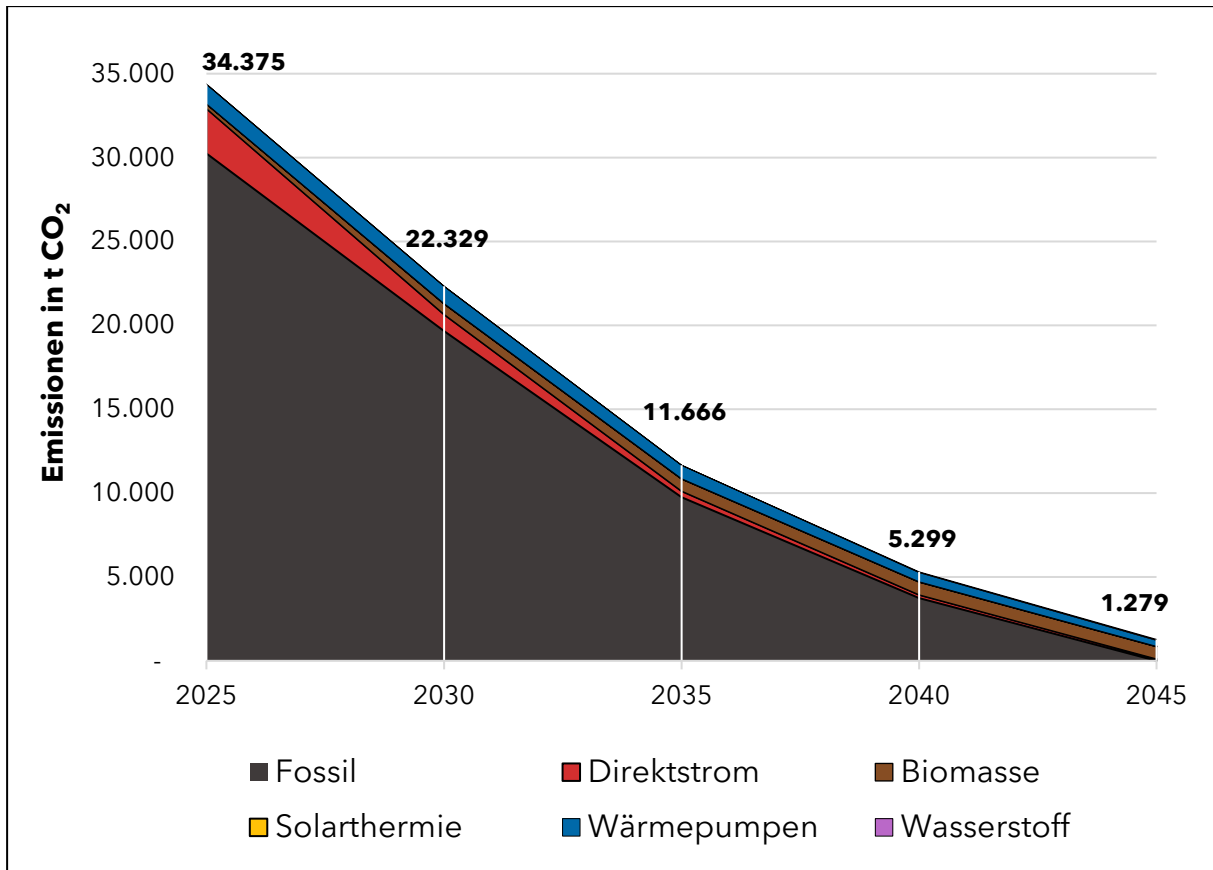


Abbildung 41: Prognose der Emissionsentwicklung im Zielszenario bis 2045

Die nachfolgende Tabelle stellt das Zielszenario im Detail dar. Sie zeigt den Status Quo sowie die jährlichen Entwicklungen bis 2045 und macht die Auswirkungen auf den Wärmebedarf transparent. Damit werden die zuvor beschriebenen Rahmenbedingungen konkretisiert und die Zahlen dienen als Grundlage für die weitere Bewertung und Ableitung von Maßnahmen.

Tabelle 23: Zielszenario der Gemeinde Hallbergmoos in Zahlen

Hallbergmoos	2025		2030		2035		2040		2045	
	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh
Wärmebedarf	100%	146.773	100%	139.880	100%	134.524	100%	128.431	100%	122.137
<b>Dezentrale Wärme</b>	<b>82,1%</b>	<b>120.506</b>	<b>80,5%</b>	<b>112.665</b>	<b>75,6%</b>	<b>101.723</b>	<b>72,8%</b>	<b>93.557</b>	<b>72,2%</b>	<b>88.715</b>
davon Wärmepumpen	11,1%	13.434	25,0%	28.166	50,0%	50.862	67,0%	62.683	80,0%	70.972
davon Biomasse	2,5%	3.035	5,0%	5.633	7,0%	7.121	9,0%	8.420	10,0%	8.871
davon Fossil	77,4%	93.218	61,0%	68.726	33,5%	34.077	14,0%	13.098	<b>0,0%</b>	-
davon Direktstrom	8,6%	10.309	8,0%	9.013	8,0%	8.138	8,0%	7.485	8,0%	7.097
davon Solarthermie	0,4%	510	1,0%	1.127	1,5%	1.526	2,0%	1.871	2,0%	1.774
<b>Zentrale Wärmeversorgung</b>	<b>17,9%</b>	<b>26.267</b>	<b>19,5%</b>	<b>27.215</b>	<b>24,4%</b>	<b>32.801</b>	<b>27,2%</b>	<b>34.874</b>	<b>27,8%</b>	<b>33.922</b>
davon Wärmepumpen	0,0%	-	0,0%	-	7,0%	2.288	7,8%	2.707	7,6%	2.575
davon Biomasse	43,0%	11.295	100,0%	27.215	91,5%	30.005	88,4%	30.813	84,8%	28.773
davon Fossil	57,0%	14.972	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-
davon Wasserstoff	0,0%	-	0,0%	-	1,5%	508	3,9%	1.354	7,6%	2.575
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen in Tonnen [t]</b>	<b>t</b>	<b>34.375</b>		<b>22.329</b>		<b>11.666</b>		<b>5.299</b>		<b>1.279</b>

## 5.4 Alternative Szenarien

Zusätzlich zum Zielszenario wurden drei weitere Szenarien ausgearbeitet.

- **Sanierungstau:** Die Sanierungsquote von 1 % pro Jahr wird nicht erreicht und der Bau von erneuerbaren Heizungen geht langsamer voran. Der Bau der Wärmenetze und Dekarbonisierung finden unverändert statt.
- **Dekarbonisierungstau:** Das Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität durch fossile Brennstoffe 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 Bau der Wärmenetze und Sanierung finden unverändert statt.
- **Klimaneutralität 2040:** Die Dekarbonisierung findet schneller statt, sodass die Klimaneutralität bereits 2040 erreicht wird. Dieses Ziel wird in der Bayerischen Wärmestrategie festgesetzt<sup>55</sup>. Der Bau der Wärmenetze und Sanierung finden unverändert statt.

Im Sanierungstau-Szenario wird davon ausgegangen, dass die Sanierungsquote bei 0,3 % pro Jahr liegt. Der Dekarbonisierungstau beschreibt das Szenario, dass der Anteil fossiler Brennstoffe bis 2045 nur auf 20 % reduziert werden kann. Das Szenario „Klimaneutralität 2040“ (KN 2040) nimmt die stetige Reduktion fossiler Energieträger auf 0 % bis zum Jahr 2040 an. Aufgrund der Tatsache, dass die Nutzung von Biomasse nicht emissionsfrei ist und Strom laut KWW-Technikkatalog ebenfalls noch mit Emissionen belastet sein wird, wird Klimaneutralität hier nicht als vollständige Abwesenheit von Emissionen interpretiert, sondern als Abwesenheit fossiler Energieträger und Reduktion der Emissionen auf unter 5 % der aktuellen Emissionen. Wie in Abbildung 42 zu sehen ist, sind sowohl die Reduktion fossiler Energiequellen als auch das Vorantreiben der Sanierung essenzielle Schritte zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmesektor, wobei ersteres einen wesentlich größeren Einfluss hat. Dies ist insbesondere in der Spanne zwischen den Szenarien „Dekarbonisierungstau“ und „Klimaneutralität 2040“ ersichtlich, welche sich nur in der Dekarbonisierungsrate unterscheiden, während die Spanne zwischen dem Zielszenario und dem Sanierungstau-Szenario wesentlich geringer ist. Hier ist zusätzlich zu sehen, dass sich die Linien für das Zielszenario und Sanierungstauszenario 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 Sanierungstau-Szenario 2045 um ca. 15 % höher als im Zielszenario, während das Dekarbonisierungstau-Szenario ca. 480 % höhere Emissionswerte besitzt als das Zielszenario.

---

<sup>55</sup> Bayerische Wärmestrategie – Energieplan Bayern 2040. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Oktober 2024

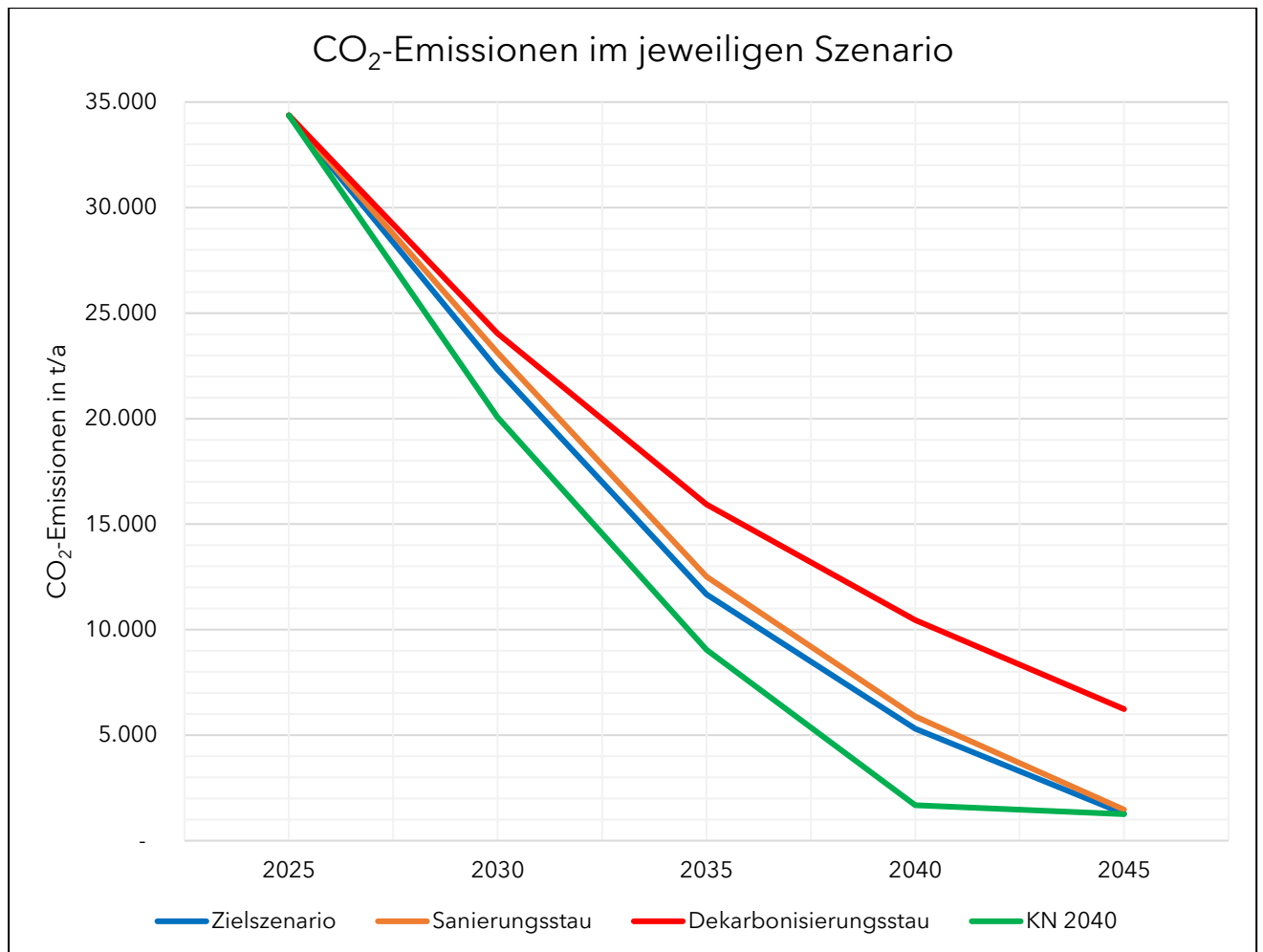


Abbildung 42: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Zielszenarios zu den Alternativszenarien

Die kumulierten Differenzen für die wärmebedingten Gesamtemissionen dieser Szenarien bis 2045 sind in Abbildung 43 graphisch dargestellt. Während die kumulierten Gesamtemissionen im Szenario „Klimaneutralität 2040“ bis zum Jahr 2045 rund 261.000 t<sub>CO2</sub> betragen, werden im Dekarbonisierungstau-Szenario bis 2045 rund 374.000 t<sub>CO2</sub> ausgestoßen. Im Zielszenario werden bis 2045 ca. 303.000 t<sub>CO2</sub> ausgestoßen, bei langsam voranschreitender Sanierung beträgt die Summe 315.000 t<sub>CO2</sub>.

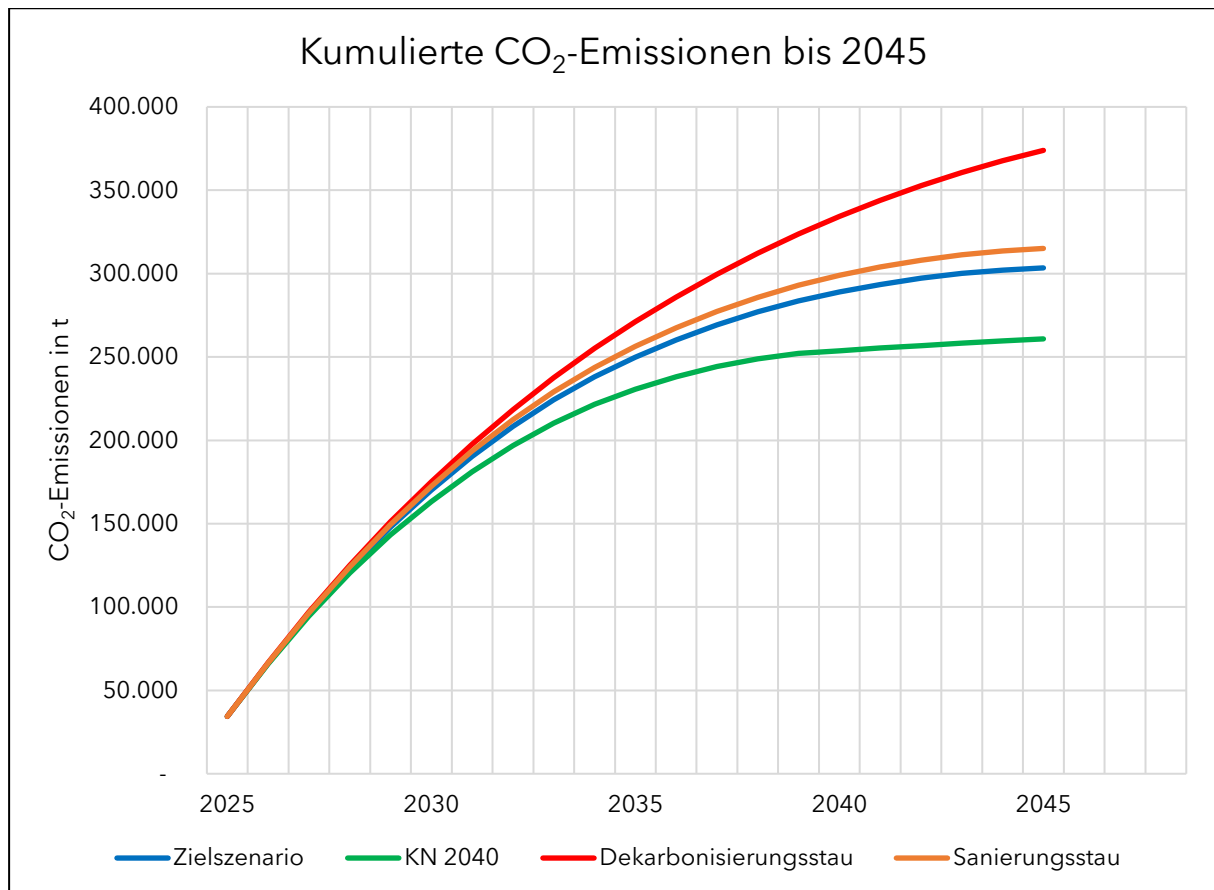


Abbildung 43: Kumulierte Emissionen in den 4 Szenarien

#### 5.4.1 Wasserstoffprüfgebiete

Wie bereits im Kapitel 4.8 sowie im Zielszenario für Hallbergmoos Nord erläutert, stellt das Thema Wasserstoff eine viel diskutierte Thematik dar. Mit der fortlaufenden Transformation der regionalen Gasnetze zu wasserstofffähigen Verteilnetzen besteht das mögliche Szenario, dass der Energieträger Wasserstoff im Wärmesektor Fuß fassen könnte - zwar prioritär mit Fokus auf Gewerbe und Industrie - jedoch nach Angaben der Energienetze Bayern auch für den privaten Wohnbau. Gebiete mit vorhandener Gasinfrastruktur können daher als Prüfgebiet für Wasserstoff dargestellt werden. Vor allem im Ortszentrum von Hallbergmoos lassen sich solche Gebiete identifizieren. Das Szenario mit Wasserstoffprüfgebieten ist in Abbildung 44 visualisiert.

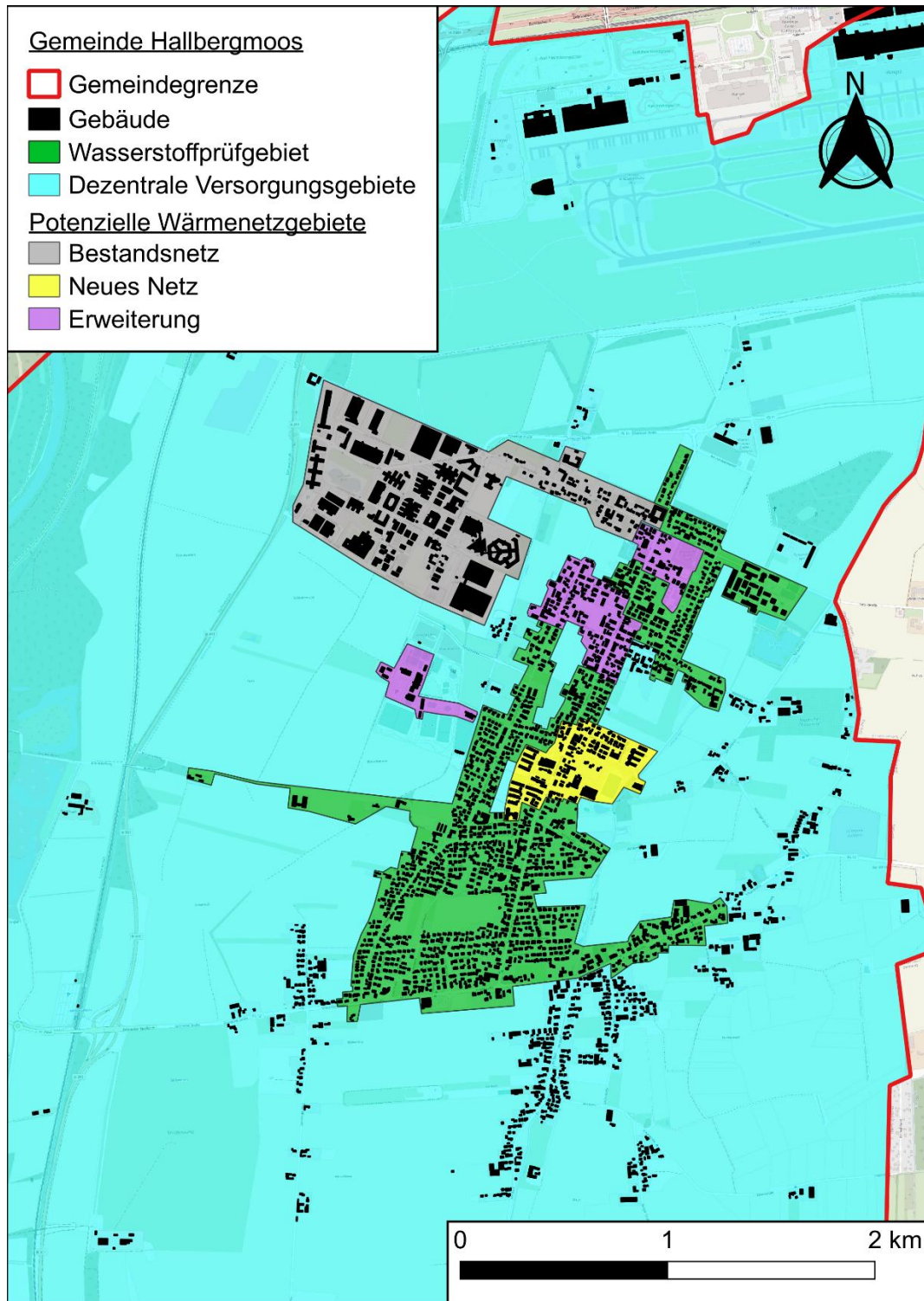


Abbildung 44: Alternativszenario mit Wasserstoffprüfgebieten

Ein Wasserstoffprüfgebiet ist ein räumlich abgegrenzter Bereich, in dem geprüft wird, ob eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff für die Wärmebereitstellung technisch, wirtschaftlich und infrastrukturell sinnvoll sein könnte. Diese Prüfung sollte zwingend in der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Jahr 2031 erfolgen. Rechtsgrundlage ist das Gebäudeenergiegesetz (GEG), insbesondere § 71k GEG, sowie das Wärmeplanungsgesetz (WPG), vor allem § 27 WPG, das die Darstellung solcher Prüfgebiete im Wärmeplan vorsieht. Für Bürger hat ein Wasserstoffprüfgebiet


zunächst keine unmittelbaren Verpflichtungen, also weder einen Anschlusszwang noch eine Entscheidung zugunsten von Wasserstoff. Allerdings kann es Auswirkungen auf Investitionsentscheidungen haben, weil in diesen Gebieten vorerst offenbleibt, ob langfristig leitungsgebundene Wärme, Wasserstoff oder andere Lösungen vorgesehen werden.

## **6. Strategie- und Maßnahmenkatalog**

Nachfolgend werden auf Basis der Kapitel Bestands- und Potenzialanalyse und der Zielszenarien sinnvolle Maßnahmen für die Umsetzung der Wärmewendestrategie in der Gemeinde Hallbergmoos konzipiert. Die nachfolgenden 17 Maßnahmen wurden in Abstimmung mit der Gemeinde festgelegt. Die Maßnahmen sind im Steckbriefformat dargestellt. Hierbei werden je nach Maßnahme die Zielsetzungen, die Inhalte der Maßnahmen, die Kosten und Fördermöglichkeiten, die spezifischen Herausforderungen sowie die möglichen Abläufe beschrieben. Ziel des Maßnahmenkataloges ist es, eine Übersicht sinnvoller Maßnahmen für die Gemeinde zu erstellen und den Weg der Umsetzung zu erklären, damit die Realisierung problemlos ablaufen kann. Folgende Maßnahmen sind für eine klimafreundliche Wärmeversorgung für die Zukunft der Gemeinde Hallbergmoos von Vorteil:

## 6.1 Beratung & Information

### 6.1.1 Maßnahme 1 (Gebäudesanierung)

<b>Übergreifende energetische Gebäudesanierungen und Öffentlichkeitsarbeit</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Öffentlichkeit
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien sowie der Steigerung der Energieeffizienz</li> <li>– CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> <li>– Reduzierung von Wärmeverlusten durch Gebäudesanierung</li> <li>– Sanierung: Kontinuierlich bis 2045</li> <li>– Öffentlichkeitsarbeit: Sofortmaßnahme</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Das hohe Potenzial im Bereich der Energieeinsparung und -effizienz (siehe Potenzialanalyse) kann einen erheblichen Anteil zur Energiewende beitragen, was mit einer aktuellen Sanierungsrate in Deutschland von ca. 1 % des Gebäudebestandes pro Jahr nicht möglich sein wird. Gründe dafür sind mangelnde Markttransparenz und fehlende Informationen sowie Finanzierungsmöglichkeiten, fehlende Anreize („Pull-Faktoren“) und Notwendigkeiten („Push-Faktoren“) und vieles mehr. Das gibt Anlass, verstärkt Maßnahmen zur Beschleunigung der Sanierung einzuleiten. Vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser lässt sich ein deutlicher „Sanierungstau“ erkennen.</p> <p>Eine mögliche Gegenmaßnahme bietet die Vernetzung von Sanierungstätigkeiten in homogenen Gebieten. Beispielsweise können über Geoinformationssysteme (GIS) Wohngebiete mit ähnlichen Gebäudeeigenschaften (Alter, Typ, Energieverbrauch) ausfindig gemacht werden (vgl. vorliegendes Wärmekataster). Mit diesem Tool kann der Gemeinderat und die Gemeindeverwaltung ein übergreifendes Sanierungskonzept anstoßen. Dabei ist es wichtig, sowohl die Gebäude- oder Wohnungseigentümer als auch die Mieter einzubinden und zu informieren. Eine gezielte siedlungs- oder quartiersbezogene Öffentlichkeitsarbeit ist in diesem Rahmen sehr effektiv, da viele Kernthemen oft nur einen lokal begrenzten Ortsteil betreffen. Das Ziel solcher übergreifender Sanierungskonzepte und Öffentlichkeitsarbeit ist daher die Nutzung von Synergieeffekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Empfehlung konkreter Sanierungsmaßnahmen wirkt Problemen wie mangelnder Markttransparenz und fehlenden Informationen der Gebäude- oder Wohnungseigentümer etc. entgegen</li> <li>– Finanzielle Entlastung der Gebäude- oder Wohnungseigentümer durch kostensenkende Effekte über Sammelbestellungen</li> <li>– Gezielte Informationen zu relevanten Förderprogrammen</li> <li>– Die übergreifende Betrachtung ermöglicht die Durchführung effizienter Konzepte (z. B. Nahwärmekonzepte)</li> </ul>		

Grundsätzlich sollte bei der Durchführung solcher Konzepte vor allem im Bereich der Mehrfamilienhäuser die Sozialverträglichkeit von Sanierungsmaßnahmen beachtet werden. Des Weiteren darf bei der Gebäudesanierung die Nachhaltigkeit, d. h. eine gesamtenergetische Betrachtung des Gebäudelebenszyklus, nicht außer Acht gelassen werden.

Auch die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs soll bei Heizungsanlagen, die älter als 2 Jahre sind, durchgeführt werden, um die Effizienz der Gebäudeheizung deutlich zu steigern und somit die Verbräuche zu reduzieren. Der hydraulische Abgleich ist einer der durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude geförderten Maßnahmen.

Die Gemeinde kann durch Sanierung der eigenen Liegenschaften mit gutem Beispiel für die Bürgerinnen und Bürger vorangehen (Leuchtturmprojekt) und einen enormen Beitrag zur Energiewende leisten.

#### **Gemeinde & Akteure:**

Gemeinde Hallbergmoos, eventuell Landkreis, Bauträger, Energieberater

#### **Kosten & Förderung:**

Kosten individuell je nach Umfang:<sup>56</sup>

- Dämmung der Fassade: 50 € - 300 € / m<sup>2</sup>
- Dachdämmung: 30 € - 250 € / m<sup>2</sup>
- Fensterdämmung: 550 € - 1000 € / m<sup>2</sup>
- Kellerdämmung: 50 € - 160 € / m<sup>2</sup>

Förderprogramme:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude (bis zu 20 %)
- Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (50 %)
- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (50 %)

#### **Ablauf:**

- 1) Analyse geeigneter Gebiete (z. B. über GIS): Gebiete im Wärmekataster, Auswertung der Baualtersklassen und Verbräuche
- 2) Entwicklung eines Sanierungskonzepts, z. B.:
  - a. Mustersanierung eines typischen Gebäudes durchrechnen lassen
  - b. Möglichkeiten des Austauschs alter Heizungen zusammenstellen
  - c. Optionen zur Optimierung der Heizanlage entwickeln
  - d. Gemeinschaftliche Bestellungen von Umwälzpumpen, PV-Anlagen, Solarthermieanlagen etc.
- 3) Handlungsempfehlungen an Gebäude- oder Wohnungseigentümer weitergeben
- 4) Sammelbestellungen zusammen mit ortsansässigen Firmen organisieren
- 5) Maßnahmen öffentlichkeitswirksam darstellen


#### **Wirksamkeit:**

- Reduzierung von Energieverbrauch, Wärmeverlusten und Treibhausgasemissionen
- Vorbildfunktion der Gemeinde

<sup>56</sup> [grünes haus \(2025a\)](#), [grünes haus \(2025b\)](#)

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Sozialverträgliche Quartierssanierung durch Einbindung aller Akteure</li><li>– Identifikation und Akzeptanz mit Baumaßnahmen</li></ul>  |
| <b>Herausforderungen:</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer</li><li>– Ressourcen der Gemeinde (Personal, Finanzen)</li><li>– Verfügbarkeit von Baufirmen und Materialien</li></ul> |

### 6.1.2 Maßnahme 2 (effiziente Technologien)


<p style="text-align: center;"><b>Informieren zu effizienten Technologien: Beispiel: Einbau von smarten Thermostaten mit künstlicher Intelligenz</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 Öffentlichkeit
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Steigerung der Energieeffizienz</li> <li>– CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> <li>– Bis 2030</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Die Beeinflussung von Nutzerverhalten zur Energieeinsparung gestaltet sich oftmals schwierig, kann jedoch einen erheblichen Unterschied des Wärmeverbrauchs in Wohngebäuden bewirken. Anhand von smarten Thermostaten können Heizungen kontinuierlich überwacht werden und an das Verhalten der Nutzer angepasst werden. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) ist eine automatische Regelung möglich.</p> <p>Der Einbau von smarten Thermostaten liefert im Vergleich zu anderen Maßnahmen pro Euro einen der höchsten Wirkungsgrade der Energieeinsparung für einzelne Gebäude. Die Kosten unterscheiden sich je Anbieter und Anzahl gekaufter Einheiten. Werden von der Gemeinde z. B. große Mengen smarter Thermostaten bestellt, reduzieren sich die Preise pro Einheit für die Einwohner.</p> <p>Eine Ergänzung für Besitzer von PV-Anlagen stellen Smartphone-Apps dar, die eine effizientere Nutzung des selbst erzeugten Stroms ermöglichen. Mit diesen Apps können z. B. Leistungen von Wärmepumpen, Ladegeräte von E-Autos usw. intelligent an den aktuellen Energiefluss der PV-Anlage angepasst werden, um den Verbrauch aus dem Stromnetz zu reduzieren.</p>		
<p><b>Gemeinde &amp; Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinde Hallbergmoos, Hauseigentümer:innen, Installateure</p>		
<p><b>Kosten &amp; Förderung:</b> <sup>57 58</sup></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Heizkörperthermostate: 130 € - 175 €</li> <li>– Vollständige Smart Home Installation für ein Einfamilienhaus: 3.000 € - 8.000 € (je nach Ausstattung und Region)</li> <li>– Cloud Services: 5 € - 15 € / Monat</li> </ul>		
<p><b>Wirksamkeit:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduzierung des Wärmeverbrauchs um 8 - 28 % gemäß Herstellerangaben</li> <li>– Erhöhte Effizienz ohne Heizungsaustausch bei geringeren Kosten</li> <li>– Einfache Installation ohne größere Baumaßnahmen</li> </ul>		
<p><b>Herausforderungen:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beteiligungswille der Gebäude- oder Wohnungseigentümer</li> </ul>		

<sup>57</sup> [anyhelpnow \(2025\)](#)

<sup>58</sup> [HOME & SMART \(2025\)](#)


– Ressourcen der Gemeinde/Hauseigentümer (Personal, Finanzen)

### 6.1.3 Maßnahme 3 (Energieberatung)

<p><b>Bereitstellung aktueller Energieberatung und Fördermittelberatung</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 <p>Öffentlichkeit</p>
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigentümer zum richtigen Zeitpunkt auf Maßnahmen und Fördermittel hinweisen</li> <li>– Anreiz zum Sparen von Strom und Wärme</li> <li>– Sofortmaßnahme</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p><b>Fördermittelberatung durch die Gemeinde</b></p> <p>Die Komplexität der verschiedenen Fördermittel stellt für viele Bürgerinnen und Bürger eine Herausforderung dar. Die Gemeinde kann der Bevölkerung durch zusätzliche Öffentlichkeitsarbeit ein Beratungsangebot der Verbraucherzentrale zu den zur Verfügung stehenden Förderprogrammen anbieten, um die Energiewende schneller und kosteneffizienter voranzubringen. So können Einwohner nicht nur über ihre Pflichten, sondern auch über die finanzielle Unterstützung der verschiedenen Heizungsarten und Energieberatungen informiert werden.</p> <p><b>Energieberater für Eigentümer von Bestandsgebäuden</b></p> <p>Energieeinsparung durch verändertes Nutzerverhalten oder Steigerung der Effizienz durch sparsamere Geräte müssen stärker im Bewusstsein der Bevölkerung verankert werden. Nur auf diese Weise wird die Umstellung auf erneuerbare Energien und damit die Energiewende gelingen. Allerdings stellt speziell das Nutzerverhalten einen schwer zu beeinflussenden Parameter dar, da hier alltägliche Gewohnheiten mit angesprochen werden und die Angst vor Verzicht und Luxuseinbußen erheblich ist. Um diesem Problem zu begegnen, sind Energieberatungen in Privathaushalten hilfreich. Energieberater sind geschulte Fachleute, die Einsparmaßnahmen in Gebäuden analysieren und wichtige Tipps zur Effizienzsteigerung geben. Hier soll zum einen erklärt werden, durch welche Neuanschaffungen an Elektrogeräten und Wärmeerzeugern die Effizienz gesteigert werden kann. Zum anderen wird dabei gezielt das Nutzerverhalten optimiert und Vorschläge zum sparsameren Umgang mit der Energie im Haushalt gegeben, ohne dabei auf Komfort verzichten zu müssen. Zusätzlich kann auf mögliche Sanierungsmaßnahmen und deren Wirkung hingewiesen werden.</p> <p><b>Energieberater für Haus- und Grundstückskäufer</b></p> <p>Im Vorfeld eines Neubaus zeigen Energieberater Möglichkeiten der Bautechnik sowie Potenziale der Nutzung erneuerbarer Energien auf und geben Hilfestellungen zu Fördermöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten. Die Integration von Energieberatern ist grundsätzlich immer sinnvoll; insbesondere bei einem Haus- oder Grundstückserwerb. In der Folge eines Immobilienkaufs stehen Planungen bzw. Umbaumaßnahmen an, die für den Energieverbrauch des Gebäudes in den nächsten 20 Jahren entscheidend sind. Dieser Zeitpunkt muss genutzt werden, um die richtigen Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.</p>		

<b>Akteure:</b>
Energieberater:innen, BAFA, Gemeindeverwaltung, Verbraucherzentrale, Bürger:innen
<b>Kosten und Förderungen:</b>
<b>Kosten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Werbungskosten (Zeitungsanzeigen, Plakate, Flyer, etc.)</li> <li>– Ggf. konkrete Förderkosten je nach Beratungspaket</li> <li>– Personalkosten Fördermittelberatung</li> </ul> <b>Förderung: Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Für Ein-/Zweifamilienhäuser: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars bis 650 €</li> <li>– Ab mindestens drei Wohneinheiten: 50 % des förderfähigen Beratungshonorars bis 850 €</li> </ul>
<b>Ablauf:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Kooperation mit der Verbraucherzentrale prüfen</li> <li>2) Anstellen bzw. Beauftragen eines Fördermittelberaters</li> <li>3) Auswahl qualifizierter Energieberater</li> <li>4) Fixpreis für Beratung vereinbaren</li> <li>5) Ggf. Fördersumme und -volumen festlegen</li> <li>6) Werbung für die Beratung und das Förderprogramm über Newsletter, Presse, Homepage, Berater etc.</li> <li>7) Presseartikel nach erfolgreicher Umsetzung mit Best-Practice-Beispiel usw.</li> </ol>
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterstützung und Informieren der Einwohner über die komplexe Welt der Fördermittel</li> <li>– Durch die finanzielle Förderung steigt der Anreiz für Immobilienkäufer und -besitzer, eine Energieberatung bzw. Heizungstausch durchführen zu lassen</li> <li>– Bewusster Umgang mit Energie/ Schärfung des Bewusstseins für das Thema Energieeinsparung sowie ökologische und ökonomische Wechselwirkungen</li> <li>– Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen vor allem in privaten Haushalten</li> </ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Finanzmittel der Gemeindeverwaltung</li> <li>– Betroffene könnten das Angebot zu wenig nutzen</li> <li>– Kostenvorteil für die Beratung darstellen</li> </ul>

### 6.1.4 Maßnahme 4 (dezentrale Versorgung)

<p><b>Effiziente dezentrale Wärmeversorgung über Wärmepumpen o. Ä. vorantreiben und informativ unterstützen</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 <p>Öffentlichkeit</p>
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> <li>- Unabhängigkeit in der Wärmeversorgung</li> <li>- Kurzfristige Maßnahme ab 2026</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Im privaten Wohnungsbau sowie im Sektor GHD ist der spezifische Wärmebedarf in kWh/(m<sup>2</sup>*a) in den letzten Jahren drastisch reduziert worden. Warme Nahwärmenetze sind aufgrund der geringen Wärmebedarfsdichten in Neubausiedlungen kaum noch wirtschaftlich umsetzbar. Für solche Siedlungen eignen sich vor allem Wärmepumpen und Solarthermieanlagen. Beide Technologien sind sowohl klimaschonend als auch meist wirtschaftlich. Durch technologische Fortschritte sind Wärmepumpen auch in jungen und alten Bestandsbauten mittlerweile wirtschaftlich einsetzbar. Durch einen großzügigen Einsatz von Wärmepumpen können zudem andere begrenzt verfügbare Ressourcen, wie nachhaltige Biomasse und wertvoller Wasserstoff, eingespart und nachhaltig eingesetzt werden. Bei Wärmepumpen wird zwischen Luft-, Wasser- und Sole-Wärmepumpen unterschieden. Alle drei Typen verfügen über spezifische Vor- und Nachteile, die im Folgenden beschrieben werden.</p>		
<p><b>Luft-Wasser-Wärmepumpe</b></p>		
<p>Die Luftwärmepumpe ist in der Anschaffung deutlich günstiger als die beiden anderen Typen. Es ist lediglich eine Außen- und eine Inneneinheit zu installieren. Als Wärmeträgermedium wird Luft angesaugt. Da Luft zum einen starken Temperaturschwankungen unterliegt und zum anderen über eine geringe spezifische Wärmekapazität (1,005 kJ/(kg*K)) verfügt, ist der Wirkungsgrad (COP) deutlich schlechter als bei den anderen Wärmepumpensystemen. Dadurch liegen der Stromverbrauch und die variablen Kosten deutlich über dem der anderen Typen. Luftwärmepumpen sind dennoch, z. B. im Anwendungsgebiet Einfamilienhaus, den anderen Technologien wirtschaftlich überlegen, da der Vorteil der geringeren Investitionskosten gegenüber dem Nachteil der höheren Betriebskosten meist überwiegt. Aus energetischer Sicht ist in jedem Fall ein hoher COP-Wert anzustreben.</p>		
<p><b>Wasser-Wasser-Wärmepumpe</b></p>		
<p>Wasser-Wasser-Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur des Grundwassers als Wärmequelle. Alternativ können auch andere Gewässer wie Fluss- oder Seewasser genutzt werden, jedoch ist dies in der dezentralen Versorgung nicht üblich. Im Sommer liegt die Grundwassertemperatur meist unter der Außentemperatur der Luft. Im Winter hingegen liegt die Grundwassertemperatur deutlich über der der Luft. Zudem verfügt das Wasser über eine deutlich höhere spezifische Wärmekapazität von 4,182 kJ/(kg*K). Der COP von Wasser-Wärmepumpen kann dadurch</p>		

gegenüber der Luft-Wärmepumpe bedeutend höher liegen. Größere Gebäude mit Flächenheizungen eignen sich somit hervorragend für den Einsatz von Wasser Wärmepumpen, da die höheren Investitionskosten durch die sehr viel geringeren variablen Kosten schnell ausgeglichen werden.

### **Sole-Wasser-Wärmepumpe**

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärmepumpe) nutzt die Wärmeenergie des Bodens. Entweder wird diese Wärme durch Sonden aufgenommen, die 50 bis 200 m tief in das Erdreich gebohrt werden, oder von Erdkollektoren, die auf einer größeren Fläche, dafür aber flach unter der Erde verteilt sind. Die Kollektoren liegen in etwa 1,2 m Tiefe im Erdboden unterhalb der Frostschutzgrenze. Im Boden herrschen je nach Tiefe und Jahreszeit Temperaturen von -5 °C bis 25 °C. Dabei sollte beachtet werden, dass für die Bohrungen der Erdsonden Mehrkosten entstehen.

### **Kühlen mit Erdwärme**

Gebäudekühlung spielt im Zuge des Klimawandels eine immer größere Rolle. Mit geringem Mehraufwand bieten Sole-Wärmepumpen diese Möglichkeit. Hierfür wird das niedrige Temperaturniveau des Wassers in der Erdsonde nicht mit einer Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht, sondern über einen Wärmetauscher abgekühlt. Die gewonnene Wärme aus dem Heizkreislauf kann zur Regeneration der Erdsonde nutzbar gemacht werden. Diese Form der Raumklimatisierung funktioniert ausschließlich mit Flächenheizungssystemen. Wird eine höhere Kühlleistung benötigt, so kann dies über eine aktive Kühlung ermöglicht werden. Bei der aktiven Kühlung wird die Wärmepumpe als Kältemaschine verwendet, indem der Prozess der Wärmepumpe umgekehrt wird. Bei der aktiven Kühlung wird jedoch, wie beim Heizbetrieb mit der Wärmepumpe, Strom verbraucht. Aus diesem Grund ist diese Form der Kühlung generell nur bei Gebäuden mit hohem Kältebedarf rentabel.

Die Gemeinde Hallbergmoos bietet, wie in der Potenzialanalyse dargestellt, teilweise gute Bedingungen für die Nutzung von unterschiedlichen Wärmepumpentypen (z. B. Erdkollektoren, Grundwasserwärme). Bei der Planung mehrerer Wasser- oder Solewärmepumpen sollte eine gegenseitige Beeinflussung geprüft werden.

Vor allem in Verbindung mit PV-Anlagen können Wärmepumpen effizient, klimafreundlicher und wirtschaftlich betrieben werden.

Für Gebäude, für die eine Wärmepumpe aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommt, können Heizungen auf Basis nachhaltiger Biomasse (z. B. Hackschnitzel, Pellets) eingebaut werden. Da nachhaltige Biomasse nur in begrenzten Mengen zur Verfügung steht, kommen solche Heizsysteme nur für Gebäude in Frage, bei denen keine (sinnvollen) Alternativen eingesetzt werden können.

### **Akteure:**

Gemeinde, Anwohner:innen, Nachbargemeinden, Genehmigungsbehörden, Bohrfirmen

### **Kosten & Förderung:**

Investitionskosten für ein Einfamilienhaus (inkl. Installation & Bohrung)  
in Abhängigkeit der Wohnfläche<sup>59</sup>:

- Luft-Wärmepumpe: 15.000 - 25.000 € je nach Leistung

<sup>59</sup> [Wärmepumpe: Kosten und Preise im Überblick \(2025\)](#)

- Wasser-Wärmepumpe: 22.000 - 45.000 € je nach Leistung
- Sole-Wärmepumpe: 35.000 - 50.000 € je nach Leistung

Mit der aktuellen Bundesförderung für effiziente Gebäude (Einzelmaßnahmen) können Förderquoten von 30 % bis zu 70 % erreicht werden.

**Ablauf:**

- 1) Öffentlichkeitsarbeit zu Wärmepumpen und Förderungen
- 2) Ermittlung der Gebietseignung und Wärmepumpenvarianten
- 3) Vorschreiben von Heiztechnik in Bauleitplanung, Gewähren finanzieller Anreize
- 4) Einsatz von Energieberatern in wichtigen Zielgebieten

**Wirksamkeit:**


- Deutliche Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung
- Verringerung der Heizkosten
- Ggf. Möglichkeit der Gebäudekühlung
- Hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungen
- Autarkie in der Wärmeversorgung

**Herausforderungen:**

- Pflichten für entsprechende Heizsysteme in Bauleitplanung integrieren
- Maßnahme positiv vermarkten

## 6.2 Realisierung Zentrale Wärmeversorgung

### 6.2.1 Maßnahme 5 (Stakeholder Management)

<p><b>Öffentlichkeitsarbeit - Stakeholder Management</b> <b>Thema: „Zentrale Wärmeversorgung“</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 Öffentlichkeit
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Pflege eines tragfähigen Stakeholder-Dialogs zur zentralen Wärmeversorgung</li> <li>- Erwartungsmanagement gegenüber Bürgerinnen und Bürgern hinsichtlich Zeitplanung und Kosten</li> <li>- Frühzeitige Sensibilisierung für die Chancen und Rahmenbedingungen einer genossenschaftlichen Wärmeversorgung</li> <li>- Mobilisierung einer ausreichenden Anschlussquote für künftige Projekte</li> <li>- Vermeidung von Enttäuschung oder Vertrauensverlust durch überhöhte Erwartungen</li> <li>- Sofortmaßnahme</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung besteht bei Teilen der Bevölkerung großes Interesse an konkreten Aussagen zur Verfügbarkeit, zu Kosten und zum Zeitplan zentraler Wärmeversorgungsoptionen. Diese Fragen lassen sich jedoch zum aktuellen Planungsstand noch nicht belastbar beantworten, da technische Details, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Förderbedingungen und politische Entscheidungen noch ausstehen. Gleichzeitig ist eine frühzeitige öffentliche Sensibilisierung erforderlich, um die Bereitschaft zur Beteiligung an genossenschaftlich organisierten Wärmenetzen zu fördern.</p> <p>Das Projekt „zentrale Wärmeversorgung“ muss daher als gemeinschaftliches Angebot kommuniziert werden – als eine Chance, die nur im Zusammenspiel vieler funktioniert. Zentral ist die Erkenntnis: Der Erfolg des Projekts hängt maßgeblich von der Anschlussquote ab – und diese wiederum von frühzeitigem Vertrauen, realistischen Erwartungen und strategisch kluger Kommunikation. Erwartungsmanagement wird somit zum Erfolgsfaktor: Bürger:innen müssen verstehen, dass es sich um einen langfristigen, teils mehrjährigen Prozess handelt – und dass es sich lohnt, in dieser Phase informiert und vorbereitet zu sein.</p>		
<p><b>Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinde Hallbergmoos, Gemeinderat, potenzielle Wärmeversorger, Energieberater, Projektentwickler, Bürger:innen, lokale Multiplikatoren (z. B. Ortsbeiräte, Eigentümergemeinschaften)</p>		
<p><b>Kosten &amp; Förderung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufwand für Öffentlichkeitsarbeit, Beteiligungsformate, Bürgerdialoge, Informationsmaterialien</li> </ul>		

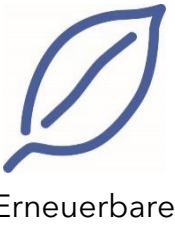
<ul style="list-style-type: none"><li>– Förderfähig z. B. über die Kommunalrichtlinie (NKL) im Bereich Kommunikation / Beteiligung</li></ul>
<b>Ablauf:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Aufbau einer Kommunikationsstrategie mit realistischen Aussagen zum Projektstand und Zeithorizont</li><li>2) Erstellung von Informationsmaterialien (Flyer, Website, Video) zur Erklärung des Vorhabens und der Chancen</li><li>3) Organisation von Bürgerdialogen und Infoveranstaltungen in relevanten Ortsteilen</li><li>4) Erfassung von Interessensbekundungen und potenziellen Anschlusswilligen</li><li>5) Kontinuierliche Kommunikation von Zwischenergebnissen und politischen Entscheidungen</li><li>6) Aktivierung potenzieller Genossenschaftsmitglieder und Multiplikatoren</li><li>7) Aufbau eines Erwartungsmanagementsystems (FAQs, Infobrief, Hotline, persönliche Ansprechperson)</li></ol>
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Erhöhung der Transparenz und Glaubwürdigkeit der Projektkommunikation</li><li>– Schaffung eines positiven Erwartungsklimas trotz langer Zeithorizonte</li><li>– Frühzeitige Identifikation potenzieller Mitträger:innen einer Genossenschaft</li><li>– Absicherung der Anschlussquote durch Bewusstseinsbildung</li></ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Balance zwischen Offenheit und Zurückhaltung bei unsicheren Zeit- und Kostenprognosen</li><li>– Aufrechterhaltung des Interesses über längere Zeiträume</li><li>– Unterschiedliches Informationsbedürfnis in der Bevölkerung</li><li>– Ressourcenbedarf für professionelles Kommunikationsmanagement</li></ul>

### 6.2.2 Maßnahme 6 (Machbarkeitsstudie / Planung)

<b>Erstellung einer Machbarkeitsstudie für den Aufbau eines neuen Wärmenetzes im Fokusgebiet Theresienstraße (Schulen)</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Erneuerbare
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellung einer fundierten Machbarkeitsstudie für die zentrale Wärmeversorgung</li> <li>– Vorbereitung der konkreten Netzplanung inklusive HOAI-Leistungsphasen 5 - 8</li> <li>– Sofortmaßnahme</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Die kommunale Wärmeplanung hat im Gebiet „Theresienstraße“ ein potenzielles Wärmenetzgebiet in der Gemeinde Hallbergmoos identifiziert. Für dieses soll prioritär ein BEW-Antrag für eine detaillierte Machbarkeitsstudie erstellt werden.</p> <p>Mit den bereits bestehenden Daten der kommunalen Wärmeplanung kann der Förderantrag zügig und mit geringem Aufwand erstellt werden. Sobald ein Bewilligungsbescheid vorliegt, kann für das potenzielle Wärmenetzgebiet „Theresienstraße“ eine Machbarkeitsstudie erstellt werden. Diese Machbarkeitsstudie basiert auf der kommunalen Wärmeplanung und untersucht detailliert, welche Energieträger in welcher Dimensionierung eingesetzt werden können. Des Weiteren erfolgt eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der (favorisierten) Varianten, welche zeigen, ob und mit welchen Wärmepreisen das Wärmenetz voraussichtlich finanziell tragbar ist. Die Machbarkeitsstudie zeigt am Ende einen detaillierten Pfad zur Treibhausgasneutralität für das Projektgebiet auf.</p> <p>Nachdem die Machbarkeitsstudie abgeschlossen ist, können im Modul 1 der BEW-Förderung nachgelagert Planungsleistungen der HOAI-Phasen 2 - 4 gefördert werden. Nach dem Abschluss der Modul 1 Förderung können in Modul 2 Planungskosten der HOAI-Phasen 5 - 8 sowie Investitionskosten gefördert werden. Nicht zuletzt können in Modul 4 Betriebskosten gefördert werden. Die BEW-Förderung stellt aktuell eine vielversprechende Möglichkeit zur Errichtung von zukunftsfähigen Wärmenetzen und somit einer klimaneutralen Zukunft dar.</p>		
<b>Akteure:</b>		
Gemeinderat, Verwaltung, Fachplaner:innen		
<b>Kosten:</b>		
Kosten: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Je nach Größe, Komplexität und Datenlage des Projektes</li> </ul> Förderungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)</li> <li>– Modul 1: 50 %</li> <li>– Modul 2: 40 %</li> <li>– Modul 4: Je nach COP der Wärmepumpen, 0,01€/kWh solarthermische Wärme</li> </ul>		

<p><b>Ablauf:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Förderantragstellung</li> <li>2) Ausschreibung und Beauftragung eines Fachplanungsbüros</li> <li>3) Erstellung der Machbarkeitsstudie mit Variantenvergleich und Netzhydraulik</li> <li>4) Vorstellung der Ergebnisse im Gemeinderat / mit Stakeholdern</li> <li>5) Vorbereitung des BEW-Antrags Modul 2</li> <li>6) Weiterführung der Planung durch HOAI-Leistungsphasen 5-8</li> <li>7) Förderkonforme Umsetzungsvorbereitung (z. B. Genehmigungen, Ausschreibungen)</li> </ol>
<p><b>Wirksamkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherung von Fördermitteln für Planung und Umsetzung durch das BEW-Modul 1 und 2</li> <li>– Grundlage schaffen für investitionssichere Entscheidungen und Förderanträge</li> </ul>
<p><b>Herausforderungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Personeller Aufwand</li> <li>– Kosten</li> <li>– Bürgerbeteiligung</li> <li>– Baubedingte Herausforderungen</li> </ul>

### 6.2.3 Maßnahme 7 (Ankerkunden / Kommunikation)

<p style="text-align: center;"><b>Begleitende Kommunikation: Machbarkeitsstudie Theresienstraße (Schulen)</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorbereitung konkreter Umsetzungsprojekte</li> <li>– Identifikation und Einbindung von Ankerkunden mit strategischer Bedeutung</li> <li>– Frühzeitige Sensibilisierung und Aktivierung relevanter Akteure</li> <li>– Sofortmaßnahme im Zuge der Machbarkeitsstudie</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Für die Machbarkeitsstudie für das potenzielle Wärmenetzgebiet Theresienstraße (Schulen) ist eine frühzeitige und kontinuierliche begleitende Kommunikation von zentraler Bedeutung. Alle relevanten Akteure – insbesondere Anwohner:innen, Grundstückseigentümer:innen sowie die Gemeinde und deren kommunalen Liegenschaften – sollten von Beginn an aktiv eingebunden werden. Ein wichtiger Baustein ist dabei die Identifikation potenzieller Ankerkunden und die frühzeitige Abstimmung über deren Bedürfnisse, Anforderungen und mögliche Anschlussbereitschaft. Ebenso wichtig ist eine klare Kommunikation gegenüber angrenzenden Gebieten, in denen vorerst keine Maßnahmen erfolgen. Transparenz über die Gründe, warum gerade in der Theresienstraße ein Wärmenetz besonders sinnvoll ist, schafft Verständnis und Akzeptanz. Durch nachvollziehbare Argumente, eine offene Informationspolitik und frühzeitigen Austausch lässt sich sicherstellen, dass der Prozess von den Betroffenen mitgetragen wird und die Machbarkeitsstudie die Grundlage für eine tragfähige Umsetzung bildet.</p>		
<p><b>Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinde Hallbergmoos, Eigentümer:innen und Anwohner:innen, Firmen, Energieberater:innen, Planungsbüros, Fördermittelgeber (BAFA), potenzielle Netzbetreiber</p>		
<p><b>Kosten:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Geringe Kosten für Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Flyer)</li> <li>– Personalaufwand für Beteiligung in Form von z. B. Informationsveranstaltungen</li> </ul>		
<p><b>Ablauf:</b></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identifikation zentraler Akteure</li> <li>2) Einbindung relevanter Eigentümer:innen und Entscheidungsträger:innen</li> <li>3) Strategische Kommunikation mit Ankerkunden und wirtschaftlichen Schlüsselakteuren</li> <li>4) Gemeindeweite Kommunikation</li> </ol>		
<p><b>Wirksamkeit:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identifikation und Sicherung tragender Abnehmergruppen</li> <li>– Beitrag zur Umsetzung erster konkreter Wärmenetze in der Gemeinde</li> </ul>		

**Herausforderungen:**

- Abhängigkeit von externen Akteursentscheidungen (z. B. Firmen im Gewerbegebiet)
- Unsicherheiten in der Projektkoordination bei parallelen Entwicklungsprozessen
- Notwendigkeit enger zeitlicher und kommunikativer Abstimmung mit Förderverfahren

### 6.2.4 Maßnahme 8 (Betreiber-gesellschaft)

<b>Finanzielle Bürgerbeteiligung und Gesellschaftsformen</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Öffentlichkeit
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bereitstellung innovativer Finanzierungs-lösungen</li> <li>– Ausbau erneuerbarer Energien durch lokale Beteiligung</li> <li>– Stärkung der regionalen Wertschöpfung</li> <li>– Förderung von Identifikation und Akzeptanz bei baulichen Maßnahmen</li> <li>– Attraktive Möglichkeit zur lokalen Kapitalanlage</li> <li>– Nach ersten Ergebnissen aus der Machbarkeitsstudie</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Für den Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen kann die Finanzierung über verschiedene Modelle erfolgen. Neben klassischen Investitionen durch Kommunen, Firmen oder Einzelpersonen stellen Bürgergesellschaften und Genossenschaften eine wichtige Ergänzung dar. Durch die finanzielle Beteiligung der Bevölkerung vor Ort können nicht nur zusätzliche Investitionsmittel erschlossen, sondern auch Risiken, Kosten und Gewinne gemeinschaftlich getragen werden. Dies fördert die lokale Akzeptanz und beschleunigt die Umsetzung.</p> <p>Wesentlich ist eine strukturierte Projektentwicklung, bei der geeignete Rechtsformen wie Genossenschaften, GmbH &amp; Co. KGs oder kommunale Beteiligungsmodelle rechtzeitig geprüft und eingesetzt werden. Vorhandene, etablierte Akteursstrukturen in der Region bieten wertvolles Know-how und können direkt eingebunden werden.</p> <p>Die Beteiligung der Bürger über bestehende oder neue Genossenschaften wirkt identitätsstiftend, erhöht die Umsetzungsgeschwindigkeit und fördert den Wissenstransfer innerhalb der Region. Neben der finanziellen Einlage profitieren Bürger:innen auch ideell durch Mitsprache, Transparenz und lokale Verankerung des Projekts.</p>		
<b>Akteure:</b>		
Bürger:innen, Genossenschaften, Vereine, Bürgerinitiativen, Banken, Planungsbüros, Kommunalverwaltung		
<b>Kosten:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abhängig von der gewählten Rechtsform, der Projektgröße und dem Beteiligungsmodell</li> </ul>		
<b>Ablauf:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Prüfung geeigneter Gesellschaftsformen und Beteiligungsmodelle</li> <li>2) Einbindung bestehender regionaler Genossenschaften und Akteure</li> <li>3) Erarbeitung eines Beteiligungskonzepts inkl. Transparenz- und Mitwirkungsstruktur</li> <li>4) Kommunikation des Beteiligungsmodells an Bürger:innen (Informationsveranstaltungen, Flyer, Online-Plattform)</li> </ol>		

5) Beteiligungsstart und Aufbau der Gesellschaftsstruktur
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mobilisierung zusätzlicher Investitionsmittel durch lokale Beteiligung</li> <li>– Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz und Identifikation</li> <li>– Stärkung der wirtschaftlichen Unabhängigkeit und lokalen Wertschöpfung</li> <li>– Sicherstellung einer langfristigen, transparenten Trägerschaft</li> </ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoher Anspruch an Fachwissen (wirtschaftlich, rechtlich, technisch, ...)</li> <li>– Vorschriften der Finanzaufsicht</li> <li>– Regelungen der Haftung / Prospekthaftung</li> <li>– Abgrenzung und Kooperation zwischen öffentlichem und bürgerlichem Engagement</li> </ul>


### 6.2.5 Maßnahme 9 (Quartierskonzepte)

<p><b>Initiieren / Informieren / Unterstützen: Quartierskonzepte</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 <p>Öffentlichkeit</p>
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung technischer, wirtschaftlicher und städtebaulicher Synergien auf Quartiersebene</li> <li>– Ermöglichung von kostengünstiger und platzsparender Wärmeversorgung</li> <li>– Integration innovativer Technologien wie Niedertemperaturnetze</li> <li>– Reduktion individueller Planungs- und Umsetzungsaufwände</li> <li>– Förderung von Vorbildprojekten zur Nachahmung</li> <li>– Unterstützung durch standardisierte Prozesse und Verwaltungsschnittstellen</li> <li>– Kontinuierlich bis 2045</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Quartierskonzepte sind ein zentrales Element zur Umsetzung der kommunalen Wärmewende – insbesondere in dicht bebauten oder technisch anspruchsvollen Siedlungsstrukturen. Im Gegensatz zu individuellen Einzelmaßnahmen bieten sie die Möglichkeit, verschiedene Gebäudearten, Nutzungen und Eigentümer unter einem gemeinsamen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Dach zu vereinen.</p> <p>Insbesondere der Einsatz von Niedertemperaturnetzen bietet Chancen: Sie ermöglichen eine effiziente und ressourcenschonende Wärmeversorgung mit geringeren Vorlauftemperaturen, was zu geringeren Wärmeverlusten und oft kostengünstigerer Infrastruktur führt. Für Bewohner:innen bedeutet dies häufig weniger baulichen Aufwand am Gebäude, etwa im Vergleich zur Einzelinstallation von Luftwärmepumpen in eng bebauten Vorgärten.</p> <p>Auch die Erschließung lokaler Quellen (z. B. Umweltwärme, oberflächennahe Geothermie) ist im Quartiersansatz einfacher koordinierbar und wirtschaftlich tragfähiger. Durch gebündelte Umsetzungen können technische Herausforderungen innerhalb einzelner Gebäude (z. B. fehlende Technikräume, Platzprobleme) gemeinschaftlich gelöst werden. Contracting-Modelle und standardisierte Gestattungs- und Durchleitungsverträge schaffen Planungs- und Investitionssicherheit.</p> <p>Eine wichtige Rolle spielt auch der Aufbau eines praxisnahen Netzwerks zur Unterstützung von Akteuren vor Ort. Dieses soll den Austausch zwischen Verwaltung, Planungsbüros, Energieversorgern, Eigentümergemeinschaften und Dienstleistern fördern. Standardisierte Rahmenbedingungen (z. B. Gestattungsverträge) und optimierte Verwaltungsschnittstellen helfen, Prozesse effizient und übertragbar zu gestalten.</p> <p>Dabei ist eine enge Abstimmung mit großräumigeren Wärmeversorgungsprojekten erforderlich. Quartierslösungen müssen mit bestehenden oder geplanten Großprojekten koordiniert werden, um Synergien zu nutzen, Zielkonflikte zu vermeiden und nicht kompatible Infrastruktur zu verhindern. Eine begleitende Projektsteuerung auf kommunaler Ebene ist sinnvoll, um diese Abstimmungen strukturiert zu begleiten und strategisch einzuordnen.</p>		

<b>Akteure:</b>
Gemeinde Hallbergmoos, Wohnungsbaugesellschaften, Eigentümer:innen, Planungsbüros, Wärmerversorger, Contractoren, Energieberater, Verwaltungsstellen
<b>Kosten:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Förderfähig über Programme wie KfW 432, BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudien), ggf. Landesprogramme</li> <li>– Wirtschaftlichkeit steigt mit Anzahl der beteiligten Gebäude und Nutzungsdichte</li> </ul>
<b>Ablauf:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identifikation geeigneter Quartiere (z. B. durch Wärmekataster, Sanierungsbedarf, Eigentümerstruktur)</li> <li>2) Prüfung technischer Optionen inkl. Niedertemperaturkonzepten und Wärmequellen</li> <li>3) Ansprache relevanter Akteure im Quartier und gemeinsame Zieldefinition</li> <li>4) Entwicklung eines Umsetzungskonzepts inkl. Standardverträgen, Betreibermodellen und Wirtschaftlichkeitsanalyse</li> <li>5) Einbindung der Verwaltung zur Koordination von Genehmigungen, Infrastrukturzugängen und Förderanträgen</li> <li>6) Umsetzung eines Pilotprojekts mit Vorbildcharakter und Dokumentation der Erfahrungen</li> <li>7) Aufbau eines lokalen Austausch- und Lernnetzwerks zur Übertragbarkeit</li> </ol>
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaffung quartiersbezogener Gesamtlösungen mit hoher Akzeptanz</li> <li>– Vereinfachung technischer Umsetzungen im Bestand</li> <li>– Effiziente Einbindung regenerativer Energiequellen</li> <li>– Verstetigung durch Nachahmungsprojekte und übertragbare Prozesse</li> </ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterschiedliche Interessenlagen im Quartier (Eigentümer:innen, Mieter:innen)</li> <li>– Koordinationsaufwand bei mehreren Beteiligten</li> <li>– Bedarf an zentraler Steuerung und kommunaler Unterstützung</li> <li>– Notwendigkeit der Abstimmung mit Großprojekten zur Vermeidung von Parallelstrukturen</li> </ul>


## 6.3 Potenzialsicherung

### 6.3.1 Maßnahme 10 (PV-Freifläche)

<b>PV-Freifläche</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Erneuerbare
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung lokaler erneuerbarer Stromerzeugung für Wärmebereitstellung</li> <li>– Förderung der sektorübergreifenden Nutzung (Strom-Wärme)</li> <li>– Reduzierung von Netzverlusten und Netzdurchleitungskosten</li> <li>– Sicherung von Standorten und Betreiberinteresse</li> <li>– Aktuell in Umsetzung</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Photovoltaik-Freiflächenanlagen leisten einen wichtigen Beitrag zur kommunalen Energiewende – auch im Wärmesektor. Über Power-to-Heat-Anwendungen wie Wärmepumpen (z. B. in Kombination mit oberflächennaher Geothermie) kann lokal erzeugter Solarstrom direkt für die Wärmeversorgung eingesetzt werden. Dies reduziert Netzdurchleitungskosten und ermöglicht eine wirtschaftlichere Nutzung, insbesondere wenn die Einspeisung dezentral erfolgt.</p> <p>Diese Potenziale sollten strategisch gesichert und gezielt in kommunale Wärmeversorgungsstrategien eingebunden werden. Wichtig ist dabei die frühzeitige Festschreibung von Betreiberinteressen – z. B. über Kooperationsvereinbarungen oder kommunale Eigenrealisierung.</p> <p>Die Einbindung solcher Anlagen erfordert auch eine sorgfältige Betrachtung der örtlichen Gegebenheiten, insbesondere zur Frage der Einspeisung, Netzanbindung und Nutzung vor Ort. Durch geeignete Standortplanung, technische Kopplung an Wärmenetze oder dezentrale Speicherlösungen können Synergien mit Wärmequellen effizient gehoben werden.</p> <p>Zukünftige gesetzliche Entwicklungen auf EU-Ebene – insbesondere im Bereich Energy Sharing – können zusätzliche Handlungsspielräume schaffen. Diese Regelungen zielen darauf ab, die gemeinschaftliche Nutzung erneuerbarer Energie zu erleichtern, insbesondere durch reduzierte Hürden bei der Nutzung von Strom innerhalb von Energiegemeinschaften. Die Gemeinde sollte diese Entwicklungen im Blick behalten, um von möglichen regulatorischen Vereinfachungen frühzeitig zu profitieren.</p> <p>In Hallbergmoos wurden die ersten Schritte zur Nutzung von PV-Freiflächen Potenzialen bereits gemacht (siehe auch Kapitel 2.2.8).</p>		

<b>Akteure:</b>
Gemeinde Hallbergmoos, Betreiber:innen von PV-Freiflächenanlagen, Netzbetreiber, Planungsbüro, Eigentümer:innen von Flächen, Wärmeversorger
<b>Kosten:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektabhängig je nach Eigentum, Betriebsmodell und technischer Kopplung</li> <li>– Fördermöglichkeiten bestehen im Rahmen des EEG sowie für Wärmenetzintegration (BEW)</li> </ul>
<b>Ablauf:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identifikation geeigneter Flächen (z. B. Bahnbegleitstreifen, Konversionsflächen) - erledigt</li> <li>2) Abstimmung mit potenziellen Betreiber:innen und Flächeneigentümer:innen - in Umsetzung</li> <li>3) Prüfung technischer Optionen zur direkten Nutzung des Stroms vor Ort (z. B. Power-to-Heat)</li> <li>4) Strategische Einbindung in kommunale Wärmenetz- und Quellenplanung</li> <li>5) Festlegung eines standardisierten Kooperationsmodells (z. B. kommunale Beteiligung, Pachtmodell)</li> <li>6) Beobachtung der regulatorischen Entwicklungen zum Energy Sharing und Ableitung kommunaler Chancen</li> </ol>
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmesektors</li> <li>– Reduzierung von Netzlast und Stromtransportkosten</li> <li>– Nutzung lokaler Synergien aus Strom- und Wärmesektor</li> </ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frühzeitige Sicherung geeigneter Flächen und Interessenlagen</li> <li>– Technische Integration in Wärmeinfrastruktur</li> <li>– Rechtliche Abstimmung bei dezentraler Direktvermarktung</li> <li>– Schutzflächen</li> </ul>

### 6.3.2 Maßnahme 11 (Grundwasserwärme)

<b>Prüfung des Grundwasserwärme-Potenzials</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Erneuerbare
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherung des identifizierten Potenzials aus der kommunalen Wärmeplanung</li> <li>– Nutzung lokaler Standortvorteile für eine effiziente Wärmebereitstellung</li> <li>– Frühzeitige Klärung rechtlicher, technischer und eigentumsbezogener Voraussetzungen</li> <li>– Sofortmaßnahme im Zuge einer Machbarkeitsstudie</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde im Gemeindegebiet Hallbergmoos ein gutes Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärme identifiziert.</p> <p>Entscheidend für eine mögliche Nutzung ist eine frühzeitige und faire Abstimmung mit privaten Eigentümer:innen, um langfristige Nutzungsvereinbarungen zu ermöglichen. Ebenso ist das Wasserwirtschaftsamt sowie der Landkreis Freising frühzeitig einzubeziehen, um wasserrechtliche Voraussetzungen zu klären und entsprechende Nutzungsrechte abzusichern.</p> <p>Parallel dazu sollten geeignete Grundstücke identifiziert werden, die eine technische Erschließung der Quelle ermöglichen könnten. Der Kontakt mit bestehenden Referenzprojekten kann helfen, Genehmigungshürden und technische Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und gezielt zu adressieren.</p> <p>Im Rahmen der Machbarkeitsstudie im Fokusgebiet Theresienstraße (Schulen) werden die Grundwasserpotenziale zwar betrachtet, aber nur für das definierte Projektgebiet im Detail untersucht. Eine gemeindeweite Machbarkeitsstudie für die Nutzung von Grundwasserwärme könnte für weitere Projekte sinnvoll sein und das Prozessmanagement beschleunigen.</p>		
<b>Akteure:</b>		
Gemeinde Hallbergmoos, private Grundstückseigentümer:innen, Wasserwirtschaftsamt, Landkreis Freising, Energieversorger, Projektentwickler		
<b>Kosten:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektabhängig (Machbarkeitsstudie, Erschließung, Technik)</li> <li>– Förderfähig über BEW-Modul 1 (Quellerschließung, Machbarkeit) und ggf. BEW-Modul 2 (Investition)</li> </ul>		


<p><b>Ablauf:</b></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Prüfung geeigneter Flächen für Brunnen und bestehender Infrastruktur</li> <li>2) Kontaktaufnahme mit privaten Eigentümer:innen zur Potenzialklärung und Kooperationsbereitschaft</li> <li>3) Abstimmung mit Wasserwirtschaftsamt und Landkreis zur Sicherung wasserrechtlicher Grundlagen</li> <li>4) Einbindung von Planungsbüros zur technischen Konzeption und Berechnung</li> <li>5) Kontakt zu Referenzprojekten zur Best-Practice-Übernahme</li> <li>6) Vorbereitung eines BEW-Antrags (Modul 1) zur detaillierten Erschließungsstudie</li> </ol>
<p><b>Wirksamkeit:</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung eines nahezu emissionsfreien Wärmepotenzials</li> <li>– Geringer Platzbedarf und hohe Versorgungssicherheit</li> <li>– Regionale Strom-Wärme-Kopplung möglich</li> </ul>
<p><b>Herausforderungen:</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigentums- und Wasserrechte</li> <li>– Genehmigungsprozesse in Abstimmung mit wasserrechtlichen Anforderungen</li> <li>– Technische Integration in ein bestehendes oder geplantes Wärmenetz</li> </ul>

### 6.3.3 Maßnahme 12 (Langfristige Potenziale)

<p><b>Langfristige Potenziale wie die tiefe Geothermie und Wasserstoff als Energieoptionen im Fokus behalten</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 Erneuerbare
<p><b>Zielsetzung:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung des identifizierten Potenzials aus der kommunalen Wärmeplanung</li> <li>- Nutzung lokaler Standortvorteile für eine effiziente Wärmebereitstellung</li> <li>- Frühzeitige Klärung rechtlicher, technischer und eigentumsbezogener Voraussetzungen</li> <li>- Langfristige Maßnahme</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde der Energieträger Wasserstoff aufgrund der vorteilhaften Lage der Gemeinde zur Erdgas-Hauptleitung als potenzieller Energieträger der Zukunft identifiziert. Außerdem besteht grundsätzlich ein gutes Potenzial zur Nutzung von tiefer Geothermie. Beide Energieträger sollten als langfristige Optionen im Fokus behalten werden. Zentral ist insbesondere die frühzeitige Klärung rechtlicher, technischer und eigentumsbezogener Voraussetzungen. Auch hier müssen zentrale Akteure wie die Landkreise Freising und Erding sowie die Landeshauptstadt München frühzeitig einbezogen werden. Potenziell geeignete Grundstücke für die Nutzung tiefer Geothermie sollten frühzeitig identifiziert und gesichert werden. Hingegen sollte der Stand der Transformation des bestehenden Gasnetzes auf Wasserstoff regelmäßig mit dem Netzbetreiber abgestimmt und aktualisiert werden. Vor allem sind neue Informationen für die (Wärme-)Planung von höchster Relevanz, wie der Wasserstoff in Zukunft klimaneutral, idealerweise regional, produziert und transportiert werden kann. Der Kontakt mit bestehenden Referenzprojekten kann helfen, Genehmigungshürden und technische Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und gezielt zu adressieren.</p>		
<p><b>Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinde Hallbergmoos, Gasnetzbetreiber, private Grundstückseigentümer:innen, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, Landkreis Freising und Erding, Landeshauptstadt München, Energieversorger, Projektentwickler</p>		
<p><b>Kosten:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektabhängig (Machbarkeitsstudie, Bohrungen, Technik)</li> <li>- Förderfähig über BEW-Modul 1 (Machbarkeit, Transformationsplan) und ggf. BEW-Modul 2 (Erzeugungsanlagen, Investition, Netz, Speicher)</li> </ul>		

<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Nutzung nahezu emissionsfreier Wärmepotenziale</li><li>- Hohe Versorgungssicherheit</li><li>- Regionale Strom-Wärme-Kopplung möglich</li></ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Eigentums-, Wasser- und Bergrechte</li><li>- Genehmigungsprozesse in Abstimmung mit wasserrechtlichen Anforderungen</li><li>- Technische Integration ins bestehende oder geplante Wärmenetz</li></ul>

### 6.3.4 Maßnahme 13 (Speicher)

<p style="text-align: center;"><b>Integration von Energiespeichern ermöglichen</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 Effizienz
		<p><b>Zielsetzung:</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bereitstellung von Flexibilität zur Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch</li> <li>– Nutzung sinkender Speicherpreise und technologischer Vielfalt</li> <li>– Förderung der Sektorkopplung durch Strom-, Wärme- und ggf. Wasserstoffspeicher</li> <li>– Erhöhung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität</li> <li>– Gekoppelt an den Ausbau der erneuerbaren Energien</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>Energiespeicher sind ein zentrales Bindeglied für eine erfolgreiche kommunale Wärmewende. Sie ermöglichen es, erneuerbar erzeugte Energie zeitversetzt zu nutzen, Lastspitzen zu glätten und lokale Energieflüsse besser zu steuern. Der zunehmende Ausbau von PV, Wärmepumpen und Power-to-Heat-Technologien macht Speicherlösungen nicht nur sinnvoll, sondern zunehmend notwendig.</p> <p>Aktuell entwickelt sich der Speicherbereich rasant: sinkende Kosten, technologische Innovationen (z. B. Hochtemperatur- oder Eisspeicher) und neue regulatorische Rahmenbedingungen bieten Chancen für vielfältige Anwendungen. Neben klassischen Wärmespeichern spielen auch Batteriespeicher eine Rolle – insbesondere bei lokaler Stromverwertung.</p> <p>Durch die gezielte Nutzung und Kombination bestehender oder geplanter Einspeisepunkte im Gemeindegebiet können Speicher intelligent positioniert werden, um lokale Lasten, Netzkapazitäten und Wärmenetze optimal zu entlasten. Dabei ist es wichtig, sowohl gewerbliche als auch kommunale oder gemeinschaftliche Speicherprojekte zu ermöglichen.</p> <p>Die Gemeinde sollte aktiv dafür sorgen, dass Speicherprojekte nicht nur möglich sind, sondern durch geeignete Rahmenbedingungen und Projektunterstützung tatsächlich umgesetzt werden – z. B. durch Flächensicherung, Förderberatung oder Beteiligungsmodelle. Durch geschickte Planung kann dabei auch ein Beitrag zur Verknüpfung lokaler Interessen – z. B. Netzinfrastruktur, Klimaziele, Wirtschaftlichkeit – geleistet werden.</p>		
<p><b>Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinde Hallbergmoos, Netzbetreiber, Speichertechnologieanbieter, Wärmeversorger, Bürgerenergiegesellschaften, Projektentwickler</p>		
<p><b>Kosten:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektabhängig je nach Speicherart und Betriebsmodell</li> <li>– Fördermöglichkeiten bestehen z. B. über BEW (Wärmenetze), KfW-Förderkredite oder Landesprogramme</li> </ul>		
<p><b>Ablauf:</b></p>		
<p>1) Potenzialanalyse für Strom- und Wärmespeicher im Gemeindegebiet</p>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Identifikation strategisch sinnvoller Einspeisepunkte</li> <li>3) Prüfung möglicher Speichertechnologien je nach Anwendungsfall</li> <li>4) Entwicklung kommunaler Speicherprojekte oder Unterstützung privater Initiativen</li> <li>5) Integration in bestehende bzw. geplante Wärme- und Stromprojekte</li> <li>6) Förderberatung und Koordination mit Netzbetreibern</li> </ul>
<p><b>Wirksamkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ermöglichung sektorübergreifender Optimierung von Strom und Wärme</li> <li>– Verbesserung der Wirtschaftlichkeit lokaler Energieprojekte</li> <li>– Entlastung von Strom- und Wärmenetzen durch Lastverschiebung</li> </ul>
<p><b>Herausforderungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Technologische Auswahl je nach Einsatzfall</li> <li>– Sicherung geeigneter Standorte und Investoren</li> <li>– Einbindung in Förder- und Genehmigungslandschaften</li> </ul>

### 6.3.5 Maßnahme 14 (Bauleitplanung)

<b>Bauleitplanung erneuerbare Energien</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Öffentlichkeit
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einbindung von Wärmeversorgung und Klimaschutz in Planungs- und Entwicklungskonzepten</li> <li>– Frühzeitige Flächensicherung für erneuerbare Energie/Wärme</li> <li>– Sofortmaßnahme</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Der Wärmebedarf von Wohngebäuden hat sich durch Verbesserung der Dämmungen und der Gebäudetechnik sowie vor allem durch die staatlichen Vorgaben in den letzten Jahren deutlich verringert. Um diesen Trend fortzusetzen und zu unterstützen, hat die Gemeinde die Möglichkeit, über energieeffiziente Bauleitplanung den Energieverbrauch der Neubausiedlungen und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zu verringern. Die Orientierung der Gebäude und die Lage zueinander beeinflussen die aktive sowie die passive Nutzung der Sonnenenergie.</p> <p>Die Gebäudegeometrie und festgelegte Baumpflanzungen sind weitere Einflussgrößen auf den Energieverbrauch. Der Heizwärmebedarf kann sich dadurch ohne Erhöhung der Baukosten um bis zu 10 % reduzieren. Zusätzlich bietet sich für die Gemeinde die Möglichkeit, bei der Ausweisung von Baugebieten die Nutzung erneuerbarer Energien oder effizienter Nahwärmeversorgung zu fördern und anzuregen, wobei bei Neubauten häufig die Kombination von Wärmepumpe und Solarthermie sinnvoll erscheint. Selbstverständlich sollten diese energetischen Vorgaben mit den architektonischen Elementen der Bauleitplanung abgestimmt werden, damit neue Siedlungen dem erwünschten Ortsbild entsprechen.</p> <p>Auch bei Gewerbeflächen sollte bei der Planung bedacht werden, ob beispielsweise eine zentrale Wärmeversorgung der Objekte sinnvoll und machbar ist. Damit können die Kosten für ein (kaltes) Nahwärmenetz gesenkt werden, wenn die Verlegung der Rohre direkt mit der Grundstückerschließung erfolgt.</p> <p>Mögliche Instrumente für die Gemeinde Hallbergmoos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauleitplanung, Flächennutzungsplan, neue Bebauungspläne</li> <li>– Städtebauliche Verträge</li> <li>– Festlegung energierelevanter Maßnahmen in Kaufverträgen</li> <li>– spezielle Informationsmöglichkeiten zum Thema erneuerbare Energien, Wärmepumpen, Effizienz usw. für Bürgerinnen und Bürger, die einen Neubau oder Sanierungen im Bestand planen</li> </ul> <p>Zusätzlich soll sich die Gemeinde bereits bei der Ausweisung von Neubaugebieten oder bei der Planung von (Nah)Wärmenetze mit der Flächensicherung für die Erzeugung von erneuerbaren Energien auseinandersetzen. Hierbei kann es sich z. B. um Flächen für Solarthermieanlagen, saisonale Wärmespeicher, Flächenkollektoren etc. handeln.</p>		

<b>Akteure:</b>
Verwaltung, Gemeinderäte, Landkreis
<b>Kosten:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Keine direkten Kosten außer ggf. Rechtsberatung</li> <li>– Zeitlicher Aufwand für Beratungen</li> </ul>
<b>Ablauf:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bauliche Optimierung durch Verschattungssimulation des Baugebietes, Firstausrichtung, Dachneigung, ... bei Ausweisung von Neubaugebieten</li> <li>2) Optimierung der Baukörper</li> <li>3) Vergleich unterschiedlicher Gebäudestandards bis zum Passivhaus</li> <li>4) Untersuchung bzw. Vorgabe von effizienten Wärmeversorgungssystemen ((solare) Nahwärme, Wärmepumpen)</li> <li>5) Berücksichtigung der klimatischen Situation bei der Auswahl von Baugebieten</li> <li>6) Verbindliche Festlegung der Richtlinien in Bebauungsplan, städtebauliche Verträge usw.</li> </ol>
<b>Wirksamkeit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energetische Verbesserung von Neubausiedlungen</li> <li>– Solare Wärmegewinne durch optimierte Gebäudestandorte</li> <li>– Verringerung der Wärmeverluste durch energetisch günstige Bauweisen</li> <li>– Einsatz effizienter Energieversorgungssysteme</li> </ul>
<b>Herausforderungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– kommunale Vorgaben müssen rechtlich abgesichert sein</li> <li>– Bereitschaft zur energetischen Bauweise, da diese auch ins Ortsbild passen sollte</li> </ul>

## 6.4 Öffentliche Liegenschaften

### 6.4.1 Maßnahme 15 (Energiemanagement)

<b>Energiemanagementsystem für kommunale Liegenschaften</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Effizienz
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Monitoring der Erfolge durch umgesetzte Maßnahmen, Erkennen von Fehlentwicklungen zur frühzeitigen Optimierung</li> <li>– Bis 2030</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>Um die Wirkung von energetischen Maßnahmen (z. B. Sanierungen, geändertes Nutzerverhalten, ...) und die Entwicklung des Energieverbrauchs überprüfen zu können, ist ein Energiecontrolling zwingend erforderlich. Unter Energiecontrolling werden das Messbarmachen und das Messen von Energieverbräuchen sowie das Bewerten der Ergebnisse und die nötigen Optimierungen verstanden.</p> <p>Oberste Priorität beim Energiecontrolling hat die Datensicherheit und Datenqualität. Aufgrund der gestellten Anforderungen an Datensicherheit und Aktualität sowie nicht zuletzt der großen Datenmengen, die über viele Jahre erfasst werden, stoßen die bisher meist verwendete Excel-Listen teilweise an ihre Grenzen. Die gestellten Anforderungen an die Datenerfassung lassen sich bestmöglich durch eine Energiecontrolling-Software in Verbindung mit einer webbasierten Datenbank realisieren. Auf eine webbasierte Datenbank kann mit den entsprechenden Zugangsdaten von jedem beliebigen Ort aus zugegriffen werden. So ist z. B. auch der Einsatz von Tablets und Smartphones ohne weiteres möglich und eine Installation und Wartung auf speziellen Rechnern nicht notwendig. Ein weiterer Vorteil ist, dass gleichzeitig mehrere Benutzer auf eine Datenbank zugreifen können und die Verwaltung von großen Datenmengen problemlos möglich ist.</p> <p>Grundlage eines Energiecontrollings stellt die Datenerhebung dar. Diese erfolgt durch das regelmäßige Ablesen bereits vorhandener Verbrauchszähler. Bei kommunalen Liegenschaften erfolgt die Datenerhebung gebäudescharf, bei privaten Haushalten ist dies aufgrund des hohen Aufwandes nicht zu realisieren, hier erfolgt die Datenerhebung über Hochrechnungen. Die Datenerhebung der kommunalen Gebäude erfolgt über die Gebäudeverantwortlichen durch monatliches oder jährliches Ablesen der Zähler für Strom und Wärme (evtl. Wasser). Anschließend werden die Zählerstände direkt in die Datenbank eingetragen (Tablets, Smartphones) oder dem Verantwortlichen in der Verwaltung übermittelt.</p> <p>Die Ernennung von zuständigen Personen ist entscheidend für eine erfolgreiche und qualitativ hochwertige Durchführung des Energiecontrollings. Die Gesamtverantwortung sollte bei einem Mitarbeiter in der Gemeindeverwaltung liegen sowie bei Gebäudeverantwortlichen für die kommunalen Liegenschaften. Zusätzlich stellt sich ggf. die Einbindung eines externen Experten zur Einführung und Umsetzung des Energiecontrollings als sinnvoll dar.</p>		

Um eine spätere Bewertung der erhobenen Daten zu ermöglichen, ist erforderlich, Bezugsgrößen festzulegen. Die so ermittelten Kennwerte, z. B. Heizenergieverbrauch pro Quadratmeter und Jahr oder Stromverbrauch pro Einwohner und Jahr, müssen nach den jeweiligen Anforderungen ausgewählt werden. Das Bewerten der Ergebnisse erfolgt anhand der Entwicklung der gebildeten Kennwerte und wird durch den Gesamtverantwortlichen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren durchgeführt. Um diese Arbeit zu erleichtern, ist eine Software zu bevorzugen, die direkt Statistiken und Grafiken erzeugen kann. Außerdem lassen sich über eine derartige Software jedes Jahr automatisiert Berichte erzeugen, die über die umgesetzten Maßnahmen, die Entwicklung des Energieverbrauchs sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen Aufschluss geben. Diese Berichte können zur Entwicklung von weiteren Maßnahmen dienen und sollten zur allgemeinen Information und zur Steigerung des Bewusstseins der Bürgerinnen und Bürger öffentlichkeitswirksam präsentiert werden. In der Bestandsanalyse des kommunalen Wärmeplans wurden bereits verschiedene relevante Verbrauchsdaten erfasst, welche in die Energiecontrolling-Software eingetragen werden könnten und somit als Basisdaten dienen. Zudem sind genaue Daten über Verbrauch, Anlagen und Sanierungszustand der kommunalen Gebäude notwendig. Über die ersten drei Jahre des Messzeitraums wird dann ein Mittelwert gebildet, welcher die Startbilanz und Referenzwert abbildet, mit dem die zukünftigen Entwicklungen verglichen werden.

Es ist empfehlenswert, diesen Prozess kontinuierlich fortzusetzen und im Rahmen eines kommunalen Energiemanagementsystems zu verstetigen. Die gesammelten Daten können vom bereits etablierten Energiebeauftragten genutzt werden, um gezielt Maßnahmen zur Effizienzsteigerung abzuleiten und umzusetzen. Darüber hinaus dienen sie dazu, Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen und unnötigen Mehrverbrauch zu vermeiden.

**Akteure:**

Gemeindeverwaltung, Gebäudeverantwortliche

**Kosten:**

- Kosten für die Energiemanagementsoftware inklusive Datenbank und deren Wartung
- Zeitaufwand für die Gemeindeverwaltungen und die Anlagenverantwortlichen
- Ggf. müssen noch Verbrauchszähler für eine detaillierte Erfassung nachgerüstet werden

**Ablauf:**

- 1) Beschluss zu Energiecontrolling durch die Gemeinde
- 2) Ggf. Festlegen einer Energiecontrolling-Software
- 3) Festlegen der Zuständigkeiten
- 4) Schaffen einer Datenbasis: Eintragung aller kommunalen Verbrauchsposten
- 5) Eintragen der Verbrauchsdaten entsprechend dem Ableseintervall
- 6) Bewertung und Optimierung der umgesetzten Maßnahmen
- 7) Jährliche Berichterstattung über die aktuelle Entwicklung
- 8) Entwicklung und Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen


**Wirksamkeit:**

- Ständig aktueller Stand über die Umsetzung der Energiewende in der Gemeinde
- Konsequente Erhebung und Prüfung der kommunalen Energieverbräuche an einer zentralen Stelle
- Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit
- Frühzeitige Erkennung von Fehlerfällen und direkte mögliche Behebung dieser


**Herausforderungen:**

- Ablesung durch die Anlagenverantwortlichen
- Investitionskosten, da durch das Energiecontrolling keine direkten Einsparungen erzielt werden
- Zusätzlicher Zeitaufwand für die Verantwortlichen in der Gemeindeverwaltung

### 6.4.2 Maßnahme 16 (Fortschreibung)

<p style="text-align: center;"><b>Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung</b></p>	<p>Gemeinde Hallbergmoos</p>	 Öffentlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortschreibung der kommunale Wärmeplanung alle 5 Jahre als Monitoring-Maßnahme</li> <li>- Nächste Fortschreibung: 2030</li> </ul>		
<p><b>Beschreibung:</b></p>		
<p>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.</p>		
<p><b>Akteure:</b></p>		
<p>Gemeinderat, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanager, ggf. Ingenieurbüros</p>		
<p><b>Kosten:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personalkosten</li> <li>- Ggf. Kosten für Ingenieurbüros</li> </ul>		
<p><b>Wirksamkeit:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolle umgesetzter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit</li> <li>- Möglichkeit zur Anpassung der Wärmewendestrategie für mehr Effizienz und Geschwindigkeit in der Wärmewende</li> </ul>		
<p><b>Herausforderungen:</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personeller Aufwand</li> <li>- Ggf. Kosten</li> </ul>		

### 6.4.3 Maßnahme 17 (Synchronisierung)

<b>Synchronisierung der KWP mit dem Ausbau der Stromverteilnetze</b>	Gemeinde Hallbergmoos	 Öffentlichkeit
<b>Zielsetzung:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherstellung ausreichender Kapazitäten im Stromverteilnetz der Kommune für die in der KWP definierten Ziele zur Wärmewende</li> <li>– Abgleich Planung des Netzbetreibers</li> <li>– Mittelfristige Maßnahme: Netzausbau ab 2030</li> </ul>		
<b>Beschreibung:</b>		
<p>In Gebieten ohne realistische Chance auf den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes sowie in sonstigen Haushalten, welche sich nicht an ein Wärmenetz anschließen wollen, wird in Zukunft in hohem Maß eine strombasierte Wärmeengewinnung stattfinden. Auch wenn ein Teil davon durch lokale PV-Anlagen erzeugt werden wird, ergeben sich aus der Summe der Anlagen Herausforderungen für das örtliche Strom-Verteilnetz. Der Ausbau und die vielerorts notwendige Ertüchtigung des Stromnetzes muss umfassend und langfristig geplant werden. Die sich aus der KWP ergebende langfristige Prognose für den Ausbau von strombasierter Wärmeengewinnung (hauptsächlich Wärmepumpen) muss in die Ausbau- und Sanierungspläne des örtlichen Stromverteilnetz integriert werden. Dies sollte frühzeitig und mit einem lange Planungshorizont erfolgen, um den Ausbau des Stromnetzes möglichst effizient und damit auch kostengünstig vorantreiben zu können.</p>		
<b>Akteure:</b>		
Örtliche Strom-Verteilnetzbetreiber (VNB), Kommunalunternehmen, Gemeindeverwaltung, ggf. Ingenieurbüros		
<b>Kosten:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Keine direkten zusätzlichen Kosten, Personalaufwand für die Abstimmung mit dem VNB</li> </ul>		
<b>Ablauf:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Klärung inwiefern die Situation bereits in bestehenden Ausbaupfaden des VNB abgebildet ist</li> <li>2) Abschätzung der Größenordnung und geographische Verteilung zusätzlicher elektrischer Lasten im Verteilnetz durch die Wärmewende-Strategie der KWP</li> <li>3) Sicherstellung der Einarbeitung entsprechender Erkenntnisse in die Ausbaupläne des VNB</li> </ol>		
<b>Wirksamkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ermöglichung privater Investitionen in Wärmepumpen, PV-Anlagen und Elektromobilität</li> <li>– Verringerung des Primärenergieeinsatz in der Wärmeerzeugung</li> </ul>		
<b>Herausforderungen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Personeller Aufwand und Fachexpertise</li> </ul>		

## 7. Akteursbeteiligung

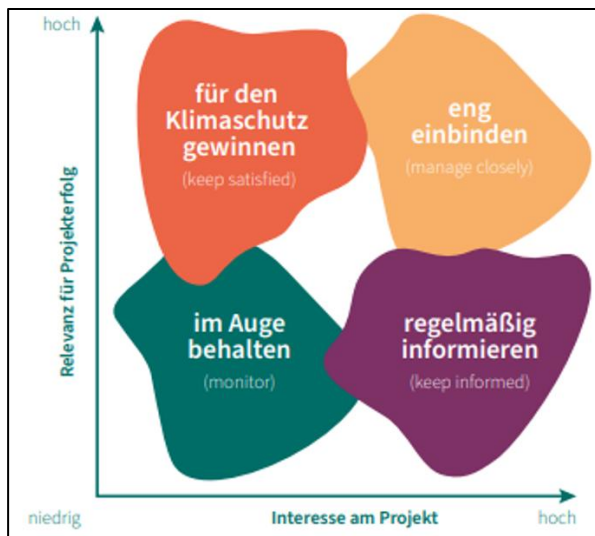


Abbildung 45: Bewertungsmatrix zur Priorisierung von Akteuren (Nach Hansel et. al 2017, 8/9 & Mind Tools)

In einem Konzept im Ausmaß eines kommunalen Wärmeplans ist die Zahl der beteiligten Akteure enorm. Um diese in ein Schema aufzugliedern, kann die Einfluss-Interessen-Matrix nach Hansel et. al (Abbildung 45) herangezogen werden. Für das Projekt gibt es zum einen Akteure, die für den Erfolg des Projektes essenziell sind, zum anderen Akteure, die ein hohes informelles Interesse am Projekt haben. Die Gemeinde Hallbergmoos beispielsweise verfügt über beide Eigenschaften und sollte, wie die Matrix schon beschreibt, eng in die Entscheidungen in der Konzeptionierung eingebunden werden. So können Akteure über dieses Bewertungsschema priorisiert werden.

Alle Akteure, die in irgendeiner Form an der Erstellung dieses Konzepts beteiligt waren, sind in Tabelle 24 aufgelistet. Dabei verfügt jeder Akteur über drei grundlegende Charakteristika. Alle Beteiligten haben eine Kernkompetenz, für die sie im KWP zuständig sind. Im Gegenzug besteht bei den Akteuren ein Motiv, warum sie auf das Konzept Einfluss nehmen wollen. Oftmals sind dies rein finanzielle Interessen sowie die Erweiterung des Geschäftsfeldes und Kundenstammes. Andere haben das Ziel, die Energiewende im Ort voranzubringen, um in Zukunft davon profitieren zu können. Die Gründe sind vielfältig und individuell, weswegen jedem Akteur eine spezifische Rolle zugewiesen werden kann. Außerdem können die Mitwirkenden in zwei Gruppen des Beteiligungsformates untergliedert werden. Zum einen die partizipative Beteiligung, bei der die Akteure mit dem Konzeptersteller regelmäßigen Austausch haben, wie z. B. Einzelabstimmungen oder festgesetzte Online-Meetings. Ziel dabei ist die Findung von beidseitig akzeptierten Ergebnissen und die Aufstellung von Maßnahmen für die spätere Umsetzung. Zum anderen gibt es die informative Beteiligung, bei der die Akteure in Form von öffentlichen Runden oder Präsentationen der Zwischenstände informiert und zur Diskussion angeregt werden.

Tabelle 24: Liste der beteiligten Akteure

Akteur	Kompetenz	Motiv/Einfluss/ Interesse	Rolle	Beteiligungsart
Gemeinde Hallbergmoos	Beauftragung von Studien und Vergabeverfahren, Datenbereitstellung	Einbindung des KWP in die Stadtplanung, attraktiveres Stadtleben, Klimaschutz, Finanzen, Dienstleister für die Bürger, Energiesicherheit im Stadtgebiet	Planungsverantwortliche Stelle, Auftraggeber	Partizipativ

energie. concept. bayern. (ecb)	Erstellung und Ausarbeitung des KWP mit all seinen Leistungsbausteinen	Kundenerweiterung, Kontaktaufnahme, Beitrag zu einer innovativen Wärmeversorgung	Auftragnehmer/ Dienstleister	Partizipativ
Bayernwerk	Datenbereitstellung Stromnetzdaten	Beitrag zur Wärmewende, Kundenerweiterung	Betreiber von Verteilnetzen für Strom	Partizipativ
Energienetze Bayern GmbH	Datenbereitstellung Gasnetzdaten	Beitrag zur Wärmewende, Kundenerweiterung	Betreiber von Verteilnetzen für Gas	Partizipativ
Bayernwerk Natur GmbH	Datenbereitstellung zum Wärmenetz, Ausbaupläne	Beitrag zur kommunalen Wärmewende, Netzerweiterung	Wärmenetzbetreiber	Partizipativ
Landesinnungsverband für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk (LIV)	Sammlung der Kaminkehrerdaten in digitaler Form, Datenbereitstellung	Beitrag zur Wärmewende	Statistische Erfassung der Kehrdaten in privaten Wohngebäuden	Partizipativ
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	Partizipativ
Wirtschaftsförderung Hallbergmoos	Durchführung einer Realdatenabfrage großer Verbraucher	Wirtschaftsstandort weiterentwickeln, nachhaltige Unternehmensentwicklung ermöglichen	Beratungsstelle, Unterstützung bei Neugründungen	Partizipativ
Baufirmen	Schnelle Umsetzung der Wärmenetze aufgrund Homogenität und steigender Erfahrung	Großauftrag, Begleitung des Projekts, Folgeaufträge	Baudienstleistungen	Informativ/ partizipativ
BürgerInnen	Akzeptanz der Wärmewende, Geldgeber, Bildung von Genossenschaften	Unabhängigkeit vom Gasnetz, stabile Wärmeversorgung in naher Zukunft, nachhaltige Investition	Anschlussnehmer, Energieverbraucher	Informativ/ partizipativ
Land- und Forstwirte	Bereitstellung von Biomasse und Fläche	Finanzielle Gründe, Einfluss, Beitrag zur Wärmewende	Gründung oder Erweiterung des Energienetzes	Informativ

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	Partizipativ
Banken	Geldgeber	Realisierung des Projektes, Bindung von Kunden	Finanzierung, Beratung	Informativ
Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) GmbH	Fördermittelgeber	Beschleunigung der Wärmewende, Vollzug guter Planung und Ausführung der Projekte	Beratung in allen Fragen des KWP und Fördermittelangelegenheiten	Informativ/partizipativ
Bundesnetzagentur	Datenbereitstellung per Marktstammdatenregister	Öffentliche Daten kostenlos zugänglich machen	Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundeswirtschaftsministeriums	Informativ
Genossenschaften	Finanzstarke Partner für den Bau von u.a. Wärmenetzen	Erfahrung, Kundenakquise, Folgeaufträge, Kundenbindung	Potenzielle (Wärme-) Netzbetreiber	Informativ

## 8. Kommunikationsstrategie

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein Gemeinschaftsprojekt, das nicht nur von den Verantwortlichen der Gemeinde Hallbergmoos, sondern auch von den Bürgerinnen und Bürgern sowie verschiedenen Akteuren vor Ort (siehe Kapitel 7: Akteursbeteiligung) getragen wird. Eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung setzt eine transparente und kontinuierliche Kommunikation voraus.

Bislang erfolgte die Kommunikation über grundlegende Informationen auf der städtischen Website sowie über eine Bürgerinformationsveranstaltung. Diese Maßnahmen bilden eine wichtige Basis, reichen jedoch allein nicht aus, um alle Bevölkerungsgruppen dauerhaft zu erreichen. Aufbauend darauf soll die Kommunikation systematisch erweitert und verstetigt werden. Dabei ist es wichtig zu betonen, dass die Kommunale Wärmeplanung keine Betrachtung einzelner Gebäude oder individueller Einzelschicksale darstellt, sondern allgemeine, gebietsbezogene Möglichkeiten und Entwicklungspfade für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung aufzeigt.

### **Ziele der Kommunikationsstrategie:**

Das zentrale Ziel ist es, Verständnis, Orientierung und Vertrauen zu schaffen. Die Bürgerinnen und Bürger sollen nachvollziehen können, warum die Wärmeplanung notwendig ist, welche lokalen Potenziale in den Ortsteilen bestehen und welche Maßnahmen realistischerweise möglich sind.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die frühzeitige Aufklärung darüber, dass energetische Sanierungen ein wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Wärmeversorgung sind. Fördermöglichkeiten, sinnvolle Sanierungsschritte und praktische Handlungsempfehlungen sollen einfach erklärt und regelmäßig sichtbar gemacht werden.

Wichtig ist zudem, die Wärmeplanung als laufenden Prozess zu vermitteln. Keine einmalige Planung, sondern ein langfristiger Weg, der stetig weiterentwickelt wird. Die Kommunikation soll daher eine „konstante Klimakommunikation“ etablieren, die Bürgerinnen und Bürger dauerhaft begleitet.

Durch eine kontinuierliche, sachliche Informationspolitik kann die Gemeinde Schritt für Schritt eine gemeinsame Wissensbasis aufbauen. So entsteht ein Verständnis dafür, dass die Kommunale Wärmeplanung ein dynamischer, lernender Prozess ist, der alle Beteiligten mitnimmt.

### **Zielgruppen:**

Die Kommunikation zur Kommunalen Wärmeplanung richtet sich an eine Vielzahl von Akteuren, die unterschiedliche Informationsbedarfe haben. Um die Inhalte bedarfsgerecht aufzubereiten, werden die Zielgruppen wie folgt definiert:

- **Bürgerinnen und Bürger:** Hauptzielgruppe, die informiert und zum Mitdenken eingeladen werden soll.
- **Politik und Verwaltung:** Mitglieder des Gemeinderats, die Entscheidungen begleiten und strategisch einordnen.
- **Regionale Energieversorger, Stadtwerke und Netzbetreiber:** Fachakteure, die bei der Umsetzung eine Schlüsselrolle spielen.

- **Immobilien Eigentümer:innen, Vermieter:innen und Gewerbetreibende:** Gruppen mit direkter Betroffenheit durch mögliche Veränderungen in der Wärmeversorgung.
- **Verbände, Aktionsgruppen und Arbeitskreise:** Multiplikatoren, die das Thema in ihren Netzwerken weitertragen.
- **Meinungsführer:innen und Vereine:** Lokale Presse, Umweltgruppen, Bildungsinstitutionen oder Wirtschaftsvereinigungen.
- **Kooperationspartner:** Regionale Kompetenzträger, die durch Information und Beratung die Brücke zur praktischen Umsetzung schlagen.

Durch die Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Gruppen kann sichergestellt werden, dass Informationen zielgerichtet verbreitet und mögliche Synergien genutzt werden.

### **Kommunikationskanäle und Maßnahmen:**

Die Website der Gemeinde Hallbergmoos bildet weiterhin die zentrale Informationsplattform zur Kommunalen Wärmeplanung. Dort sollten die Inhalte regelmäßig aktualisiert, verständlich aufbereitet und um häufige Fragen ergänzt werden. Präsentationen aus Bürgerveranstaltungen, kurze Erläuterungstexte, Karten sowie ein FAQ-Bereich bieten Orientierung und Transparenz.

Neben der digitalen Kommunikation sind persönliche Formate besonders wichtig. Aufbauend auf der bisherigen Bürgerinformationsveranstaltung sollten weitere Informationsangebote geschaffen werden, beispielsweise thematische Infoabende, Ortsteilveranstaltungen oder offene Sprechstunden. Diese Formate ermöglichen direkten Austausch, senken Hemmschwellen und fördern das Verständnis für komplexe Zusammenhänge.

Auch Printmaterialien wie Flyer oder Plakate können eingesetzt werden, um auf Veranstaltungen hinzuweisen oder grundlegende Informationen zur Wärmeplanung zu vermitteln. Insbesondere für Bürgerinnen und Bürger, die digitale Angebote kaum nutzen, stellen sie einen wichtigen Zugang dar.

Langfristig empfiehlt es sich zudem, die Kommunale Wärmeplanung regelmäßig in bestehende Veranstaltungsformate oder öffentliche Termine zu integrieren, um kontinuierlich präsent zu bleiben und unterschiedliche Zielgruppen zu erreichen.

Im weiteren Verlauf sollte die Kommunikation kontinuierlich gepflegt und erweitert werden, um Akzeptanz, Verständnis und Beteiligung in der Bevölkerung dauerhaft zu sichern.

## 9. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie beschreibt, wie die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in Hallbergmoos dauerhaft verankert und weiterentwickelt werden können. Ziel ist es, die Wärmeplanung nicht als einmaliges Projekt zu verstehen, sondern als fortlaufenden Prozess, der in Verwaltung und Politik fest verankert bleibt.

Zukünftig liegt der Fokus darauf, Verantwortlichkeiten klar zu definieren, Zuständigkeiten zu sichern und die Zusammenarbeit mit relevanten Partnern dauerhaft fortzuführen.

Ein wichtiger Bestandteil der Verstetigung ist die regelmäßige Öffentlichkeitsarbeit. Inhalte der Wärmeplanung, insbesondere Zielszenarien, Maßnahmen und Sanierungspotenziale, sollten schrittweise und verständlich erklärt werden. Dabei kann der Fokus zunehmend auf praxisnahe Themen gelegt werden, etwa auf energetische Sanierung, Fördermöglichkeiten oder unterschiedliche Heiztechnologien.

Veranstaltungen spielen auch in der Verstetigungsstrategie eine zentrale Rolle. Wiederkehrende Informationsangebote, beispielsweise jährliche oder zweijährliche Bürgerveranstaltungen, können den Fortschritt der Wärmeplanung aufzeigen und Raum für Fragen bieten. Ergänzend sind Kooperationen mit externen Akteuren wie der Verbraucherzentrale oder regionalen Handwerksorganisationen sinnvoll, um fachliche Inhalte bürgernah zu vermitteln.

Darüber hinaus kann die Einbindung lokaler Multiplikatoren zur Verstetigung beitragen. Engagierte Bürgerinnen und Bürger, Vereine oder Initiativen können Informationen weitertragen und als Bindeglied zwischen Verwaltung und Öffentlichkeit wirken.

### **Die wichtigsten Ziele der Verstetigung:**

- **Dauerhafte Integration der KWP** in die kommunalen Entscheidungs- und Planungsprozesse
- **Verankerung von Zuständigkeiten** (z. B. bei Verwaltung, Klimaschutzmanagement oder Energiebeauftragten)
- **Fortlaufende Fortschreibung der Daten und Maßnahmen** im Rahmen der gesetzlich empfohlenen Evaluationszyklen
- **Regelmäßige Öffentlichkeitsarbeit** über Website, Amtsblatt oder Informationsveranstaltungen
- **Kooperation mit regionalen Partnern** zur Energieberatung und Umsetzung von Maßnahmen

### **Langfristige Perspektive:**

Die Verstetigung der Wärmeplanung in Hallbergmoos ist ein lernender Prozess. Sie erfordert organisatorische Stabilität, regelmäßige Evaluation und die Bereitschaft, neue Entwicklungen aufzunehmen.

Die Verstetigung ist der Schlüssel, um die Wärmeplanung langfristig wirksam zu halten.

In Hallbergmoos kann sie durch klare Verantwortlichkeiten, regelmäßige Kommunikation und die Zusammenarbeit innerhalb der Gemeinde gewährleistet werden.

So bleibt die Wärmeplanung lebendig, anpassungsfähig und praxisnah.

## 10. Controlling-Konzept

Das Controlling ist ein zentrales Element, um den Erfolg der Wärmeplanung messbar zu machen. Es dient nicht nur der Kontrolle, sondern auch der Weiterentwicklung:

Welche Maßnahmen funktionieren? Welche Ziele wurden erreicht? Und wo besteht Anpassungsbedarf? Für die Gemeinde Hallbergmoos bedeutet dies, die Wärmeplanung als dynamisches Steuerungsinstrument zu verstehen, das regelmäßig überprüft und angepasst werden sollte.

Das Controlling bildet also das Rückgrat der Kommunalen Wärmeplanung. Es sorgt dafür, dass die gesetzten Ziele überprüft, Fortschritte gemessen und neue Erkenntnisse in die Planung integriert werden können.

In Hallbergmoos ermöglicht es, die Ergebnisse der KWP nachvollziehbar zu dokumentieren und ihre Wirksamkeit langfristig zu sichern. Das schafft Transparenz gegenüber Politik und Öffentlichkeit und unterstützt eine gezielte Weiterentwicklung der Maßnahmen.

### Ziele und Aufgaben des Controllings:

- **Messbare Ergebnisse:** Bewertung, welche Maßnahmen umgesetzt wurden und welche Wirkung sie entfalten.
- **Transparente Erfolgskontrolle:** Offenlegung der Entwicklung von Energieverbrauch, Emissionen und erneuerbaren Anteilen.
- **Frühzeitiges Erkennen von Anpassungsbedarf:** Integration neuer Technologien, rechtlicher Vorgaben und Förderprogramme.
- **Kommunikation der Ergebnisse:** Berichterstattung an Gemeinderat und Bürgerschaft in verständlicher Form.
- **Lernprozess und Wissenstransfer:** Nutzung der Ergebnisse zur Verbesserung künftiger Planungen.

–

### Vorgehen und Organisation:

Das Controlling orientiert sich an einem klassischen Managementprozess – einem fortlaufenden **PDCA-Zyklus** (Plan - Do - Check - Act):

- **Plan:** Festlegung von Zielen, Kennzahlen und Indikatoren.
- **Do:** Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen kommunaler Zuständigkeiten.
- **Check:** Überprüfung der Ergebnisse und Auswertung der Daten.
- **Act:** Ableitung von Verbesserungen, Aktualisierung der Planung.

Diese Systematik gewährleistet, dass der Wärmeplan in regelmäßigen Abständen überprüft und gegebenenfalls fortgeschrieben wird.

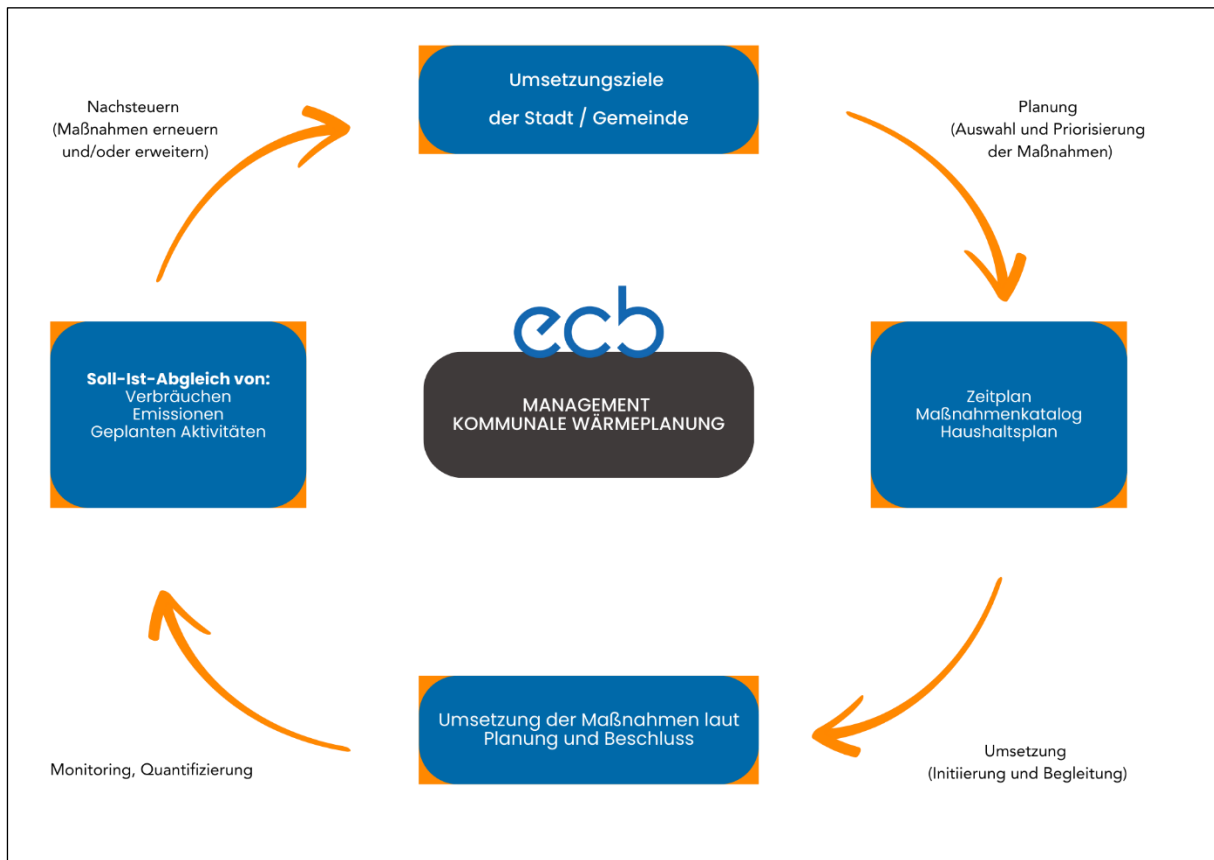


Abbildung 46: PDCA Prozess Kommunale Wärmeplanung in Hallbergmoos.  
Quelle: ecb in Anlehnung an den Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen

### **Organisation und Verantwortung:**

Für das Controlling sollte in Hallbergmoos eine klare organisatorische Zuständigkeit definiert werden.

Empfohlen wird die Verankerung im Klimaschutzmanagement, Bauamt oder einer vergleichbaren Stelle. Alternativ kann auch eine externe Begleitung sinnvoll sein.

### **Wesentliche Aufgaben der verantwortlichen Stelle sind:**

- Koordination der Datenerhebung und Fortschreibung,
- Erstellung von Monitoring-Berichten,
- Abstimmung mit relevanten Ämtern und Partnern,
- Aufbereitung der Ergebnisse für Gemeinderat und Öffentlichkeit.

### **Monitoring Ebenen:**

Das Monitoring folgt zwei Ansätzen:

- 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 des Marktes wird hier betrachtet. Beispiel dafür ist die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Bereichen und Energieträgern.

Beide Ansätze ergänzen sich und ermöglichen ein ausgewogenes Bild der Entwicklung.

### **Fazit:**

Ein wirkungsvolles Controlling ist der Schlüssel, um die Wärmeplanung lebendig zu halten. Es stellt sicher, dass die Wärmeplanung nicht stillsteht, sondern sich dynamisch weiterentwickelt.

Durch regelmäßige Überprüfung, transparente Kommunikation und die Einbindung aller relevanten Akteure kann die Gemeinde sicherstellen, dass die gesetzten Ziele erreicht und zukünftige Herausforderungen rechtzeitig erkannt werden.

So bleibt die Wärmeplanung ein wirksames Instrument zur Gestaltung einer nachhaltigen, klimafreundlichen Zukunft.

## **11. Anlagen**

Anlage 1: Energieträger der Heizungen

Anlage 2: Verteilung der Heizungsart

Anlage 3: Verteilung Baualtersklassen (Wohnbau)

Anlage 4: Sanierungspotenzial (Wohnbau)

Anlage 5: Sektorverteilung der Gebäude

Anlage 6: Wärmedichtenkarte

Anlage 7: Wärmelinienrichte bei 70 % Anschlussquote mit Fokusgebieten