

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

GEMEINDE
BERNRIED



Auftraggeber

Gemeinde Bernried

Auftragnehmer

EWO-Kompetenzzentrum Energie EKO e.V., Penzberg

Dank

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Gemeinde Bernried, sowie Handwerkern, Planern, engagierten Bürgerinnen und Bürgern und den lokalen Akteuren. Durch die Bereitstellung des umfangreichen Datenmaterials und Hintergrundwissens konnte das vorliegende Konzept und die darin enthaltenen Maßnahmen entwickelt werden.

Titelbild

Felix Schneider

Impressum

EWO-Kompetenzzentrum Energie EKO e. V.
Am Alten Kraftwerk 4
82377 Penzberg

Tel.: 08856 80536-0

Fax: 08856 80536-29

E-Mail: info@kompetenzzentrum-energie.info

Web: www.kompetenzzentrum-energie.info

Vertretungsberechtigter Vorstand: Stefan Drexelmeier

Registergericht: Amtsgericht München

Registernummer: VR 204261

Autoren:

Andreas Scharli, Christiane Regauer, Ludwig Hagelstein, Benedikt Beinhofer, Felix Schneider, Felix Gross

Jahr: 2026

Gefördert durch

Bundesministerium für
Wirtschaft und Klimaschutz

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungen	X
1 Zusammenfassung	11
2 Ausgangslage	14
2.1 Übersicht Bernried	15
2.2 Demographie.....	16
2.3 Wirtschaft und Flächennutzung	17
2.4 Klima	19
3 Akteursbeteiligung	21
3.1 Identifizierte Fachakteure	21
3.2 Formate und Ablauf der Akteursbeteiligung.....	22
4 Vorgehensweise und Methodik.....	23
5 Eignungsprüfung	27
5.1 Methodik der Eignungsprüfung.....	27
5.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung.....	28
6 Bestandsanalyse Wärme	29
6.1 Energie- und Treibhausgasbilanz des beplanten Gebietes	29
6.2 Gebäudebestand und Wärmekataster.....	35
6.3 Räumliche Verteilung der Energieträger	38
6.4 Energieinfrastruktur.....	38
7 Potenzialanalyse	41
7.1 Flächenanalyse	42
7.2 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden	44
7.3 Tiefe und mittlere Geothermie	49
7.4 Oberflächennahe Geothermie	51

7.4.1	Lokale Gegebenheiten für oberflächennahe Geothermie	54
7.4.2	Potenziale für Erdwärmesonden (EWS)	55
7.4.3	Potenziale für Erdwärmekollektoren	58
7.4.4	Potenziale für Grundwasserwärmepumpen (GWWP)	59
7.5	Umweltwärme	60
7.5.1	Oberflächengewässer	60
7.5.2	Luft	62
7.6	Abwasser	64
7.7	Biomasse	65
7.7.1	Energieholz	65
7.7.2	Biogas	66
7.8	Unvermeidbare Abwärme	67
7.9	Grüner Wasserstoff	68
7.10	Solarenergie auf Dachflächen	74
7.10.1	Solarthermie	75
7.10.2	Photovoltaik	76
7.11	Erzeugungspotenziale für Solarenergie auf Freiflächen	78
7.11.1	Photovoltaik-Freiflächen	78
7.11.2	Solarthermie-Freiflächen	79
7.12	Großwärmespeicher	79
7.13	Darstellung der Ergebnisse	83
8	Zielszenario	85
8.1	Entwicklung des Wärmeverbrauchs	85
8.2	Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO ₂ -Bilanz	89
9	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	92
9.1	Perspektiven und Unsicherheiten der Wasserstoffnutzung in der Wärmeversorgung	92
9.2	Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungen	93

9.3	Vorgehen bei der Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ...	94
9.4	Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	94
10	Strategie für die lokale Wärmewende	97
10.1	Kategorisierung der Maßnahmen.....	97
10.2	Erarbeitete Maßnahmen.....	98
10.3	Aufbau eines kommunalen Wärmenetzes in Bernried.....	98
10.4	Thermische Nutzung des Starnberger Sees (Seethermie)	100
10.5	Anliegerversammlung zum Planungsstand der Dorfheizung	103
10.6	„Wärmewende er-fahren“ – Die Vor-Ort-Fahrradtour	105
10.7	Vergleichsrechnung zum Austausch einer bestehenden Gasheizung	106
10.8	Optimierung der Heizungsregelung	109
10.9	Beratung des AK-Energie Bernried zum Heizungstausch und PV-Potenzial	110
10.10	Bündelung von Sondenbohrungen - Koordinierte Erschließung oberflächennaher Geothermie bei Bestandsgebäuden.....	111
10.11	Zusammenfassung der Maßnahmen.....	114
10.12	Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept	115
10.12.1	Verstetigungsstrategie	115
10.12.2	Controlling-Konzept.....	116
11	Fördermittel und Finanzierung für Energieprojekte	117
11.1	Verbraucherzentrale Bayern.....	117
11.2	Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)	118
11.3	KfW-Programm 261 (Wohngebäude-Kredit).....	121
11.4	KfW-Programm 270 (Erneuerbare Energien – Standard)	123
11.5	Programme für Unternehmen	124
11.6	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)	125
12	Fazit	126
13	Literaturverzeichnis	128

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Entwicklung des Wärmemix der Nutzenergie in Bernried bis 2045 für das konservative T45RedEff und ambitionierte T45Strom Szenario.....	11
Abbildung 2-1: Übersicht über das Gemeindegebiet von Bernried.....	15
Abbildung 2-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Bernried von 1960-2024 und Vorausberechnung für den 31.12.2035 (LfStat, 2025b).	16
Abbildung 2-3: Bevölkerungsentwicklung nach Altersgruppen in Bernried (LfStat, 2025a).	16
Abbildung 2-4: Übersicht der Flächennutzung gemäß amtlichem Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) in Bernried (LfStat, 2025c).	18
Abbildung 2-5: Entwicklung der Wohnfläche in Bernried (LfStat, 2025d).	19
Abbildung 2-6: Monatsmitteltemperaturen (links) und mittlerer Monatsniederschlags (rechts) 1961-1990 und 1991-2020. Datengrundlage: Monatsmittelwerte Observatorium Hohenpeißenberg, (Emeis, 2022).	20
Abbildung 4-1: Methodik eines Kommunalen Wärmeplans.	23
Abbildung 5-1: Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung und Unterteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete in der Gemeinde Bernried.	28
Abbildung 6-1: Verteilung des Endenergieverbrauch in Bernried nach Energieträgern, Sektoren und Gebäudeart.....	29
Abbildung 6-2: Anteilmäßige Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern (rechts) in Bernried.	30
Abbildung 6-3: CO ₂ -Ausstoß in Tonnen CO ₂ -Äquivalenten in Bernried.....	31
Abbildung 6-4: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) in den kommunalen Gebäuden 2022-2024.....	32
Abbildung 6-5: Anteil der Energieträger am gesamten Heizwärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften 2022/23.	33
Abbildung 6-6: Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2018-2024 inkl. der Ziel- und Grenzwerte.	33
Abbildung 6-7 Exemplarischer Ausschnitt aus einem gebäudescharfen Wärmekataster.....	35
Abbildung 6-8: Darstellung der Wärmebedarfsdichten in der Gemeinde Bernried.	36
Abbildung 6-9: Darstellung der Wärmeliniendichte in der Gemeinde Bernried.	37
Abbildung 6-10: Anzahl und Anteil der Feuerstätten in der Gemeinde Bernried.	37
Abbildung 6-11: Räumliche Verteilung der Energieträger im Ortsbereich Bernried.....	38
Abbildung 6-12 Energieinfrastruktur in der Gemeinde Bernried.....	39
Abbildung 7-1: Übersicht der Betrachtungsebenen von Energiepotenziale (StMUG et al. 2011).	41
Abbildung 7-2: Flächenscreening: Flächen, die mögliche Technologien einschränken oder ausschließen.....	44

Abbildung 7-3: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung Nutzwärme bei Sanierungsszenario T45 RedEff bzw. T45 Strom im Jahr 2040 in Bernried.	47
Abbildung 7-4: Wärmeeinsparpotenzial durch Sanierung in der Gemeinde Bernried 2045 gegenüber 2023 nach konservativem Szenario in Prozent.	48
Abbildung 7-5: Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für tiefengeothermische Energiegewinnung (Karte nach Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022).	49
Abbildung 7-6: Skizze eines Eavor-Loops (https://www.eavor.com/).	51
Abbildung 7-7: Bohrdaten im Gemeindekern von Bernried.	55
Abbildung 7-8: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden in Bernried (Stand 01/2024, Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 2024).	56
Abbildung 7-9: Methodik der Potenzialerhebung für EWS. Pro Grundstück wird mit maximal vier Sonden gerechnet.	57
Abbildung 7-10: möglicher Deckungsgrad durch EWS in Bernried zum Zieljahr 2045 bei Wärmebedarfsreduktion nach Landesziel.	58
Abbildung 7-11: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmekollektoren im Gemeindegebiet Bernried.	59
Abbildung 7-12: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen in Bernried.	60
Abbildung 7-13: Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2019-2025 nach Wärmepumpentypen (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2026).	63
Abbildung 7-14: Abwassernetz in Bernried (nach Abwasserverband Starnberger See, 2025)	64
Abbildung 7-15: Geplantes Wasserstoffkernnetz Deutschland (Bundesnetzagentur, 2024).	70
Abbildung 7-16: Heizen mit grünem Wasserstoff - Energieverluste bei einzelnen Prozessschritten.	72
Abbildung 7-17: ST-Potenzial auf Dachflächen in Bernried unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen von PV/ST mit 95/5%.	76
Abbildung 7-18: PV-Potenzial auf Dachflächen in Bernried unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen PV/ST mit 95/5%.	77
Abbildung 7-19: Mittels Weißflächenkartierung ermittelte Potenzialflächen für Solarenergie Freiflächen-Anlagen.	78
Abbildung 7-20: Übersicht über die verschiedenen Geothermischen Speichertypen (HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, o. J.)	81
Abbildung 7-21: Technische und wirtschaftliche Wärmepotenziale für die Gemeinde Bernried.	83
Abbildung 8-1: Potenzielle Wärmenetzgebiete und Heizzentralenstandort der Zielszenarien für Bernried.	86
Abbildung 8-2: Entwicklung des Wärmemix der Nutzenergie in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.	88
Abbildung 8-3: Entwicklung des Wärmemix der Endenergie in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.	90

Abbildung 8-4: Entwicklung der CO ₂ eq-Emissionen des Wärmemix in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.....	91
Abbildung 9-1 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Bernried bis 2045.....	96
Abbildung 10-1: Beispielrechnung Energieverbrauchswert.	110
Abbildung 10-2: Energieträgerverteilung in den einzelnen Baublöcken im Bereich westlich der Bahnlinie. Bisher ist vor allem Erdgas im Einsatz. Zukünftig können Erdwärmesonden (EWS) einen wichtigen Beitrag leisten.	112

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7-1: Reduzierung des Netto-Heizwärmebedarfs pro Jahr je Baualtersklasse für Einfamilienhäuser nach unterschiedlichen Modernisierungszielen (Loga et al., 2015, S. 153 ff)	45
Tabelle 7-2: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Bernried.	75
Tabelle 7-3: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Bernried	76
Tabelle 10-1: Kategorisierung der Maßnahmen nach Kosten, Dauer und Wirkung	98
Tabelle 10-2: Gegenüberstellung von Investitionskosten, Förderung, jährl. Betriebskosten und CO2-Emissionen verschiedener Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus (Datenquelle: Verbraucherzentrale)	108
Tabelle 10-3: Zusammenfassung der erarbeiteten Maßnahmen für Bernried	114
Tabelle 11-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern.	117
Tabelle 11-2: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Quelle: BAFA	120
Tabelle 11-3: Förderübersicht BEG WG.	121

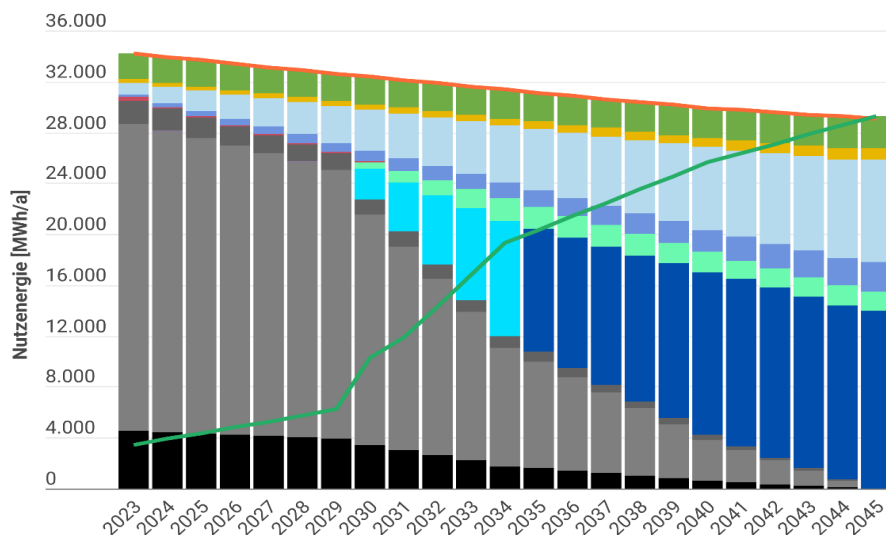
Abkürzungen

ALKIS	A mtliches L iegenschafts k ataster i nformation s ystem
LWF	B ayerische Landesanstalt für W ald und F orstwirtschaft
BAFA	B undes a mt für Wirtschaft und A usfuhrkontrolle
BImSchG	B undesimmissionss sch utz g esetz
BISKO	B ilanzierungs- S ystematik K ommunal
BMWK	B undes m inisterium für W irtschaft und K limaschutz
BSW	B undesverband S olarwirtschaft e.V.
BWE	B undesverband W ind E nergie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
Dena	D eutsche E nergie A gentur
DGS	D eutsche G esellschaft für S onnenenergie e.V.
DWD	D eutscher W etter d ienst
Efm	E rntefest m eter
EFZH	E in- und Z weifamilien h aus
EKO	Energiewende Oberland – Kompetenzzentrum Energie EKO e.V.
EW	E in w ohner
EWO	Energiewende O berland
EWS	E rd w ärme s onde
Fm	F est m eter
GEG	G ebäude e nergie g esetz
GW	G igawatt
GWh	G igawatt s tunde
GWWP	G rund w asser W ärme p umpe
INOLA	Innovationen für ein nachhaltiges Land- und Energiemanagement
KBA	K raftfahrt- B undes a mt
KfW	K reditanstalt für W iederaufbau
KU	K ommunal u nternehmen
kW	K ilowatt
kWh	K ilowatt s tunde
KWK	K raft- W ärme- K opplung
LfL	Bayerische L andesanstalt für L andwirtschaft
LfU	L andesamt für U mweltschutz
LfStat	Bayerisches L andesamt für S tatistik
LMU	L udwigs- M aximilians- U niversität München
MFH	M ehrfamilien h aus
m ²	Quadratmeter
MW	M egawatt
MWh	M egawatt s tunde
PV	P hoto v oltaik
Srm	S chütt r aum m eter
ST	S olar t hermie
TUM	T echnische U niversität M ünchen
VDI	V erein D eutscher I ngenieure
WPG	W ärme p lanungs g esetz

1 Zusammenfassung

Entwicklungsszenarien Energieträgerverteilung der Nutzwärme

Konservatives Szenario



Ambitioniertes Szenario

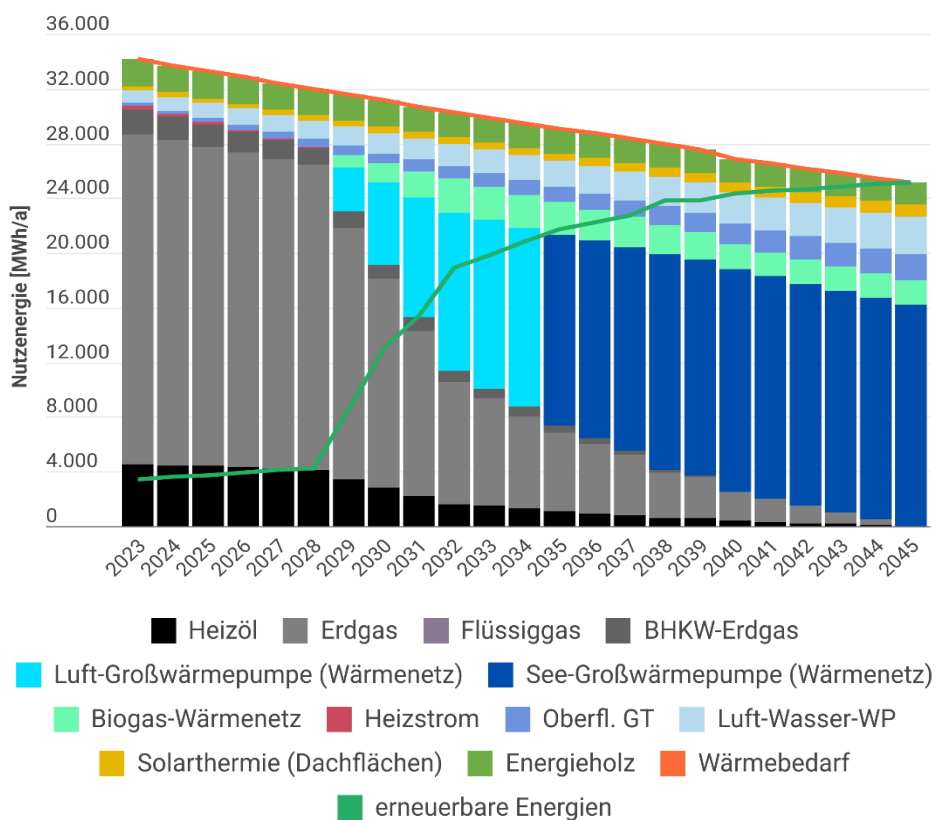


Abbildung 1-1: Entwicklung des Wärmemix der Nutzwärme in Bernried bis 2045 für das konservative T45RedEff und ambitionierte T45Strom Szenario.

Bestandsanalyse Endenergie (Bilanzjahr 2023)

Einwohner	Einwohnerdichte	Gemeindefläche
2420	175 EW/km ²	13,8 km ²

Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	16.585	42,00%
Gewerbe	20.972	53,11%
Kommunale Liegenschaften	1.931	4,89%
Gesamt	39.488	

Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Energieholz	2.692	6,8%
Solarthermie	297	0,8%
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	312	0,8%
Wärmepumpe (Oberflächennahe Geothermie)	66	0,2%
Biogas (Wärmenetz)	0	0,0%
Großwärmepumpe (Wärmenetz)	0	0,0%
Erneuerbarer Wärmeverbrauch gesamt	3.368	8,5%
Heizöl	5.313	13,5%
Erdgas	28.393	71,9%
Flüssiggas	35	0,1%
BHKW (Erdgas)	2.134	5,4%
Heizstrom	244	0,6%
Fossiler Wärmeverbrauch gesamt	36.119	91,5%

CO ₂ -Emissionen	t/a	Anteil
Erneuerbarer Wärmeverbrauch	243	2,6%
Fossiler Wärmeverbrauch	8.976	97,4%
Gesamt	9.219	
Pro Einwohner	3,81	

Zielszenario Energieträgerverteilung Endenergie 2045

Wärmebedarf 2045	MWh/a	Veränderung zu 2023
Konservatives Szenario	13.493	-57%
Ambitioniertes Szenario	11.417	-64%
Wärmeverbrauch nach Energieträger 2045 (konservatives Szenario)	MWh/a	Veränderung zu 2023
Energieholz	3.309	23%
Solarthermie	934	214%
Wärmepumpe (Oberflächennahe Geothermie)	759	1042%
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	2.688	760%
Biogas (Wärmenetz)	1.821	∞%
Großwärmepumpe (Wärmenetz)	3.981	∞%
CO ₂ -Emissionen 2045	t/a	Veränderung zu 2023
Konservatives Szenario	2.358	-74%
Ambitioniertes Szenario	2.668	-71%

Eine Kurzfassung des vorliegenden Wärmeplans ist auch unter folgender Webadresse mit dynamischen Karten abrufbar: <https://arcg.is/1bnSiT2>

2 Ausgangslage

Der Klimawandel stellt eine der größten Herausforderungen unserer Zeit dar. Ein wesentlicher Treiber sind die durch den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen, insbesondere CO₂. In Deutschland entfallen rund 50 % der gesamten Endenergieverbrauchs auf den Wärmesektor (AEE, 2023). Um die Klimaziele zu erreichen, hat die EU eine Reihe von Richtlinien verabschiedet, die in Deutschland im Wärmeplanungsgesetz (WPG) umgesetzt wurden.

Das WPG verpflichtet Kommunen wie Bernried, eine nachhaltige und klimaneutrale Wärmeversorgung zu planen. Ziel ist es, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren und den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung deutlich zu erhöhen. Bis 2040 soll eine Netto-Treibhausgasneutralität nach dem bayrischen Klimaschutzgesetz erreicht werden (BayKlimaG, 2020). Die Gemeinde Bernried hat im April 2025 mit der Erstellung eines Wärmeplans begonnen.

Die vorliegende Wärmeplanung stellt eine umfassende Analyse des Ist-Standes der Energieversorgung der Gemeinde Bernried dar und erfasst zudem alle auf dem Gemeindegebiet vorhandenen und nach derzeitigem Stand der Technik nutzbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger für eine nachhaltige Energieversorgung.

Um die mit der Energiewende einhergehenden Veränderungen abzustimmen, wurden die Maßnahmenvorschläge im Gemeindegebiet in Zusammenarbeit mit zahlreichen lokalen Akteuren erstellt. Daraus entstehen besonders wichtige Bausteine bei der Konzeptentwicklung.

Klimaschutz und Energiewende auf kommunaler Ebene sind eng verzahnt mit den naturräumlichen sowie den sozioökonomischen Gegebenheiten der Region. Eine wichtige Arbeitsgrundlage für den Wärmeplan von Bernried ist deshalb die Erfassung folgender Rahmendaten:

- Demographie
- Siedlungs- und Gebäudestruktur
- Natur- und Landschaftsschutz
- Klimatische Rahmenbedingungen

Diesen Kapiteln vorangestellt ist eine kurze Übersicht über die Gemeinde Bernried.

2.1 Übersicht Bernried



Abbildung 2-1: Übersicht über das Gemeindegebiet von Bernried.

Die Gemeinde Bernried am Starnberger See liegt im oberbayerischen Landkreis Weilheim-Schongau, rund 35 Kilometer südlich von München, am Westufer des Starnberger Sees. Das Gemeindegebiet umfasst eine Fläche von etwa 13,8 km² und erstreckt sich auf einer Höhe von rund 600 Metern über dem Meeresspiegel. Bernried gliedert sich in sieben Gemeindeteile: Adelsried, Bernried, Gallafilz, Hapberg, Höhenried, Karra und Unterholz.

Bernried ist Teil des bayerischen Voralpenlands, eine durch eiszeitliche Prozesse geformten Moränenlandschaft. Die heutige Topografie wurde maßgeblich während der Würm-Kaltzeit durch den Isar-Loisach-Gletscher geformt, der das Becken des Starnberger Sees aushob. Die Region weist daher eine vielfältige Bodenstruktur mit Hanglagen, Grundmoränenflächen und vermoorten Senken auf – allesamt relevant für die energetische Nutzung und Infrastrukturentwicklung. Verkehrstechnisch ist die Gemeinde durch die Staatsstraße 2063 (Starnberg–Tutzing–Seeshaupt) sowie durch den Bahnhof Bernried an der Kochelseebahn

(RB 66) gut angebunden. Nachbargemeinden sind Tutzing im Norden, Wielenbach im Westen sowie Seeshaupt im Süden.

2.2 Demographie

In Bernried leben aktuell 2.420 Einwohner (EW) (Stand: 31.12.2024). Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von 175 EW/km². Wie Abbildung 2-2 verdeutlicht, ist die Bevölkerungszahl zwischen 1960 und 1980 stark gewachsen. In den 80er-Jahren kam es in Bernried zu einem Rückgang der Bevölkerung, welcher allerdings nur kurz anhielt. Ab den 1990ern bis zu den aktuellen Zahlen ist ein recht kon-

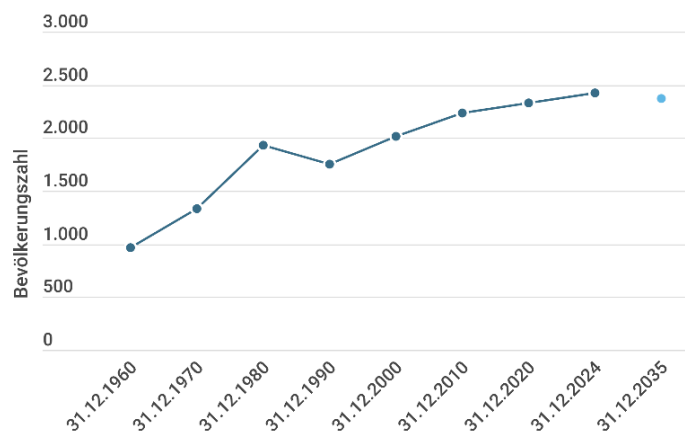


Abbildung 2-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Bernried von 1960-2024 und Vorausberechnung für den 31.12.2035 (LfStat, 2025b).

tinuierlicher Anstieg zu verzeichnen, wobei das Wachstum tendenziell eher weniger wird. Insgesamt hat sich die Anzahl der EinwohnerInnen in Bernried in den letzten sechs Jahrzehnten um 145 % vermehrt. Unter Annahme der Bevölkerungsvorausberechnung des Landesamtes für Statistik (LfStat, 2025b) ist mit einem leichten Rückgang der Einwohnerzahlen bis zum Jahr 2035 auf etwa 2.370 EW zu rechnen. Demnach wird sich die Bevölkerungszahl stabilisieren und eventuell leicht zurückgehen. Diese Vorausberechnungen sind jedoch vor allem für den ländlichen Bereich mit Unsicherheiten verbunden.

Auch in der Altersstruktur der Bevölkerung kann beim Vergleich der Jahre 1987 und 2024 ein Wandel festgestellt werden. Aus Abbildung 2-3 geht hervor, dass die einzige Altersgruppe, welche im Vergleich zum Jahr 1987 nicht gewachsen ist, die zwischen 30 und 40 Jahren sind. Während die meisten Klassen unter 50 Jahren geringen Zuwachs generieren, fallen in der Altersstufe von 30 bis 40 die Ein-

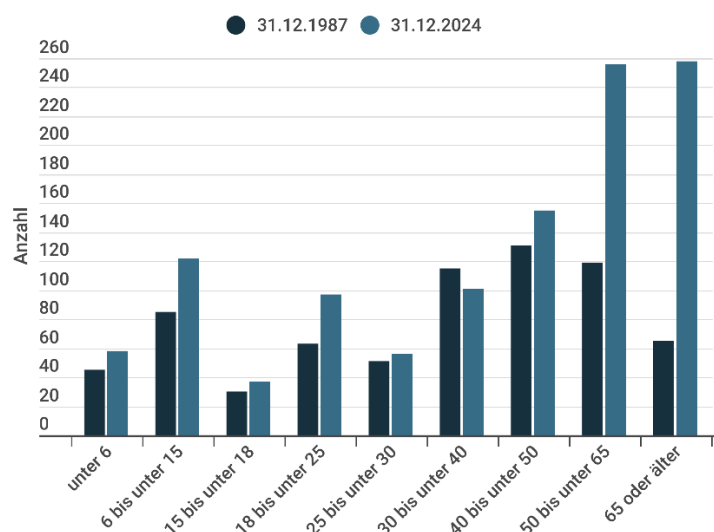


Abbildung 2-3: Bevölkerungsentwicklung nach Altersgruppen in Bernried (LfStat, 2025a).

wohnerzahlen. Die Klassen „50 bis unter 65“ und „65 oder älter“ hingegen stellen nicht nur die mit Abstand stärksten Bevölkerungsgruppen im Jahr 2024, sondern verzeichnen zusätzlich den prozentual größten Anstieg zum Vergleichsjahr 1987 (LfStat, 2025a).

Sowohl das zu erwartende Bevölkerungswachstum als auch der demographische Wandel sind in Bezug auf die Entwicklung von zukünftigen Szenarien oder Kampagnen zu berücksichtigen. Nicht nur wird sich dadurch der Energiebedarf verändern, auch die Zielaltersgruppen und das Entscheidungsverhalten von Akteuren, beispielsweise bei der Gebäudesanierung oder beim Einsatz neuer Technologien, können sich verschieben.

2.3 Wirtschaft und Flächennutzung

Mit Stand vom 30.06.2024 sind in der Gemeinde Bernried 1208 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gemeldet. Etwa die Hälfte der Arbeitsnehmenden arbeiten im öffentlichen und privaten Dienstleistungssektor. Gut ein Viertel der Beschäftigten stellt das produzierende Gewerbe, weitere 18 % kommen durch Handel, Verkehr und Gastgewerbe hinzu. 2024 arbeiten zudem 3 % der Beschäftigten als Unternehmensdienstleister und 2 % der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei.

Betrachtet man die **Flächennutzung** (Abbildung 2-4) der Gemeinde Bernried, so entfallen 14 % der Gesamtfläche auf Siedlungs- und Verkehrsflächen. Mit einem Anteil von 47 % ist nahezu die Hälfte des Gemeindegebiets von Wald bedeckt, was den hohen Stellenwert des Forstes in der Region unterstreicht. Landwirtschaftlich genutzte Flächen machen 33 % aus und bilden damit nach den Waldflächen den zweitgrößten Nutzungsbereich. Die zahlreichen Weiher im Westen der Gemeinde spiegeln sich in einem Gewässeranteil von 3 % wider. Komplementiert wird das Gemeindegebiet mit Flächen anderer Nutzung (ca. 3 %) (LfStat, 2025e). Angesichts des strukturellen Wandels in der Landwirtschaft ist auch in Bernried langfristig mit Veränderungen in der Kulturlandschaft zu rechnen. Dadurch könnten potenziell neue Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien erschlossen werden.

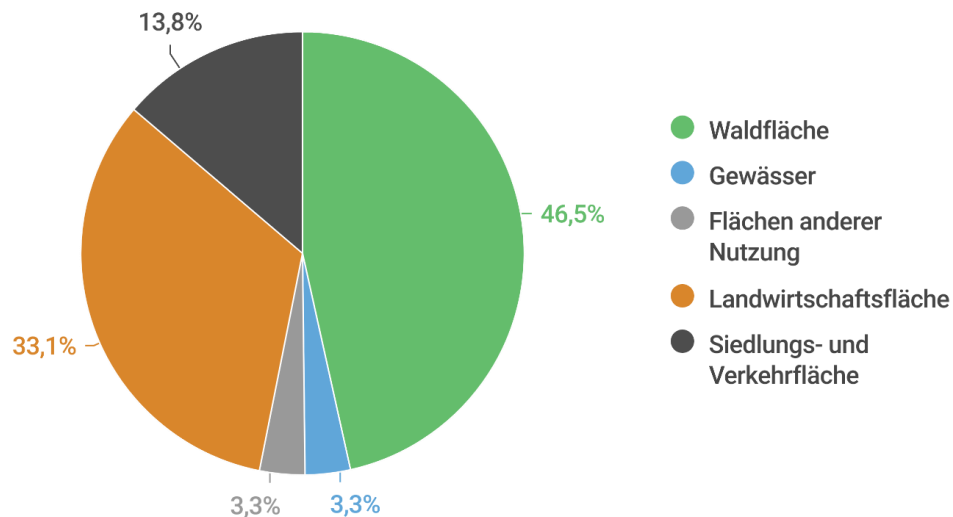


Abbildung 2-4: Übersicht der Flächennutzung gemäß amtlichem Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) in Bernried (LfStat, 2025c).

Auch die **Wohnbebauung** hat in Bernried in den letzten Jahrzehnten zugenommen (Abbildung 2-5). Wohnfläche und Anzahl der Wohngebäude haben sich kontinuierlich erhöht. Gleichzeitig steigt die Wohnfläche pro Einwohner in den letzten Jahrzehnten nahezu durchgehend an, was auch auf die Tendenz, Eigenheime bei schrumpfender Haushaltsgröße beizubehalten, zurückzuführen ist. Heute existieren in Bernried insgesamt 596 Wohngebäude mit einer Gesamtwohnfläche von über 121.938 m² (LfStat, 2025f). Das Verhältnis von Wohnfläche zur Einwohnerzahl muss weiter beobachtet werden. Prinzipiell ist mit der Zunahme dieses Verhältnisses auch eine Erhöhung des Heizwärmebedarfes pro Einwohner (EW) verbunden. Diese Größen sind für die vorliegende Wärmeplanung insbesondere bei der Ermittlung von Einsparmöglichkeiten im Wärmebereich relevant.

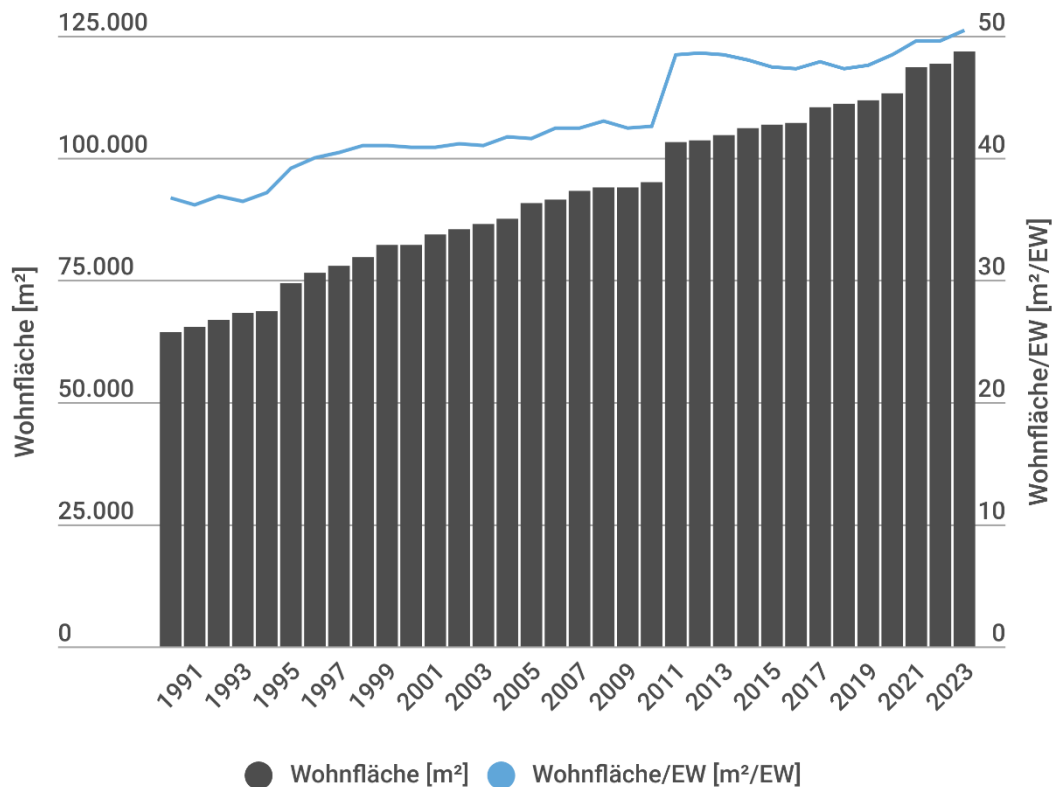


Abbildung 2-5: Entwicklung der Wohnfläche in Bernried (LfStat, 2025d).

2.4 Klima

Die klimatischen Rahmenbedingungen haben entscheidenden Einfluss auf den Heizenergiebedarf jeder Kommune sowie auf die meisten Potenziale für erneuerbare Energien, wie z.B. Sonne, Wind und Bioenergie. Im Folgenden werden deshalb die für die vorliegende Wärmeplanung wichtigsten Klimadaten und projizierten Klimaveränderungen dargestellt. Dafür wurden zunächst die Daten der Klimastation Hohenpeißenberg ausgewertet, welche die nächstgelegene Klimastation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ist und seit 1950 Messdaten liefert. Wie aus Abbildung 2-6 hervorgeht, sind bereits deutliche Anstiege der Monatsmitteltemperaturen zu beobachten. Die Werte der Messdatenreihe 1991-2020 liegen (mit Ausnahme in den Herbstmonaten) um 1-2°C über denen des Zeitraums 1961-1990. Während das langjährige Mittel der Lufttemperatur 1961-1990 bei 6,5 °C lag, stieg die Jahresmitteltemperatur in den vergangenen Jahren bereits über 8,0 °C. Die Sonnenscheindauer in Bernried beträgt im Mittel circa 1.770 h/a , bei einer Globalstrahlung von 1.200 kWh/m² im Jahresmittel (LfU & StMWi, 2025).

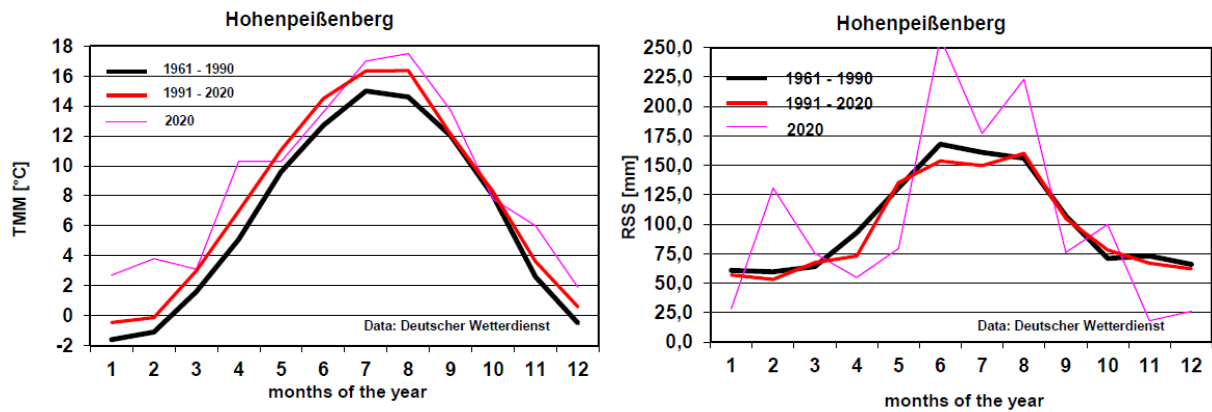


Abbildung 2-6: Monatsmitteltemperaturen (links) und mittlerer Monatsniederschlags (rechts) 1961-1990 und 1991-2020. Datengrundlage: Monatsmittelwerte Observatorium Hohenpeißenberg, (Emeis, 2022).

Die Jahresniederschlagsmengen liegen bei der nächstgelegenen Messstation in Attenkam im langjährigen Mittel seit 1938 bei etwa 1.020 mm pro Jahr (Deutscher Wetterdienst, 2024). Aus regionalen Messdaten können derzeit noch keine signifikanten Veränderungen bei den Niederschlagsmengen festgestellt werden, aus dem Vergleich der Zeiträume 1961-1990 und 1991-2000 ist eine geringe Abnahme der mittleren Monatsniederschläge im April, Juni und Juli zu erkennen (Abbildung 2-6). Im Allgemeinen ist in Folge des Klimawandels in Zukunft mit länger anhaltenden Wetterlagen, welche sich in Dürre oder Überschwemmungen auswirken können und einer Zunahme von Extremereignissen beispielsweise in Form von Starkniederschlägen zu rechnen. Die Monatsmittelwerte des Jahres 2020 in Abbildung 2-6 zeigen eindrücklich starke Abweichungen von den langjährigen Durchschnittswerten.

3 Akteursbeteiligung

Die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Bernried wurde als gemeinsamer Prozess mit den vor Ort relevanten Akteuren angelegt. Gerade in einer kleineren, strukturell überschaubaren Gemeinde ist die enge Abstimmung zwischen Verwaltung, lokalen Fachbetrieben und politischen Entscheidungsträgern entscheidend für eine realistische und umsetzbare Planung.

Ziel der Akteursbeteiligung war es, die spezifischen Rahmenbedingungen in Bernried frühzeitig zu berücksichtigen und die Wärmeplanung praxisnah auszurichten. Durch die Einbindung der regional tätigen Gewerke und Planungsakteure konnten technische Möglichkeiten, vorhandene Kapazitäten und örtliche Besonderheiten direkt in den Planungsprozess einfließen. Gleichzeitig wurde durch die kontinuierliche Information des Gemeinderates eine transparente politische Begleitung sichergestellt.

3.1 Identifizierte Fachakteure

Im Rahmen einer systematischen Akteursanalyse wurden sämtliche nach § 7 Abs. 2 Wärmeplanungsgesetz (WPG) relevanten Fachakteure identifiziert. Für die Gemeinde Bernried wurde die Akteursanalyse gezielt auf die örtlichen Strukturen und die bestehende Wärmeversorgungssituation ausgerichtet. Im Fokus standen insbesondere die im Gemeindegebiet und in der direkten Umgebung tätigen Fachbetriebe und Planungsakteure, die für die praktische Umsetzung der Wärmewende maßgeblich sind.

Identifiziert und angesprochen wurden Heizungsbauer, Elektrotechnikbetriebe, Zimmerer sowie weitere haustechnische Gewerke aus Bernried und dem näheren Umfeld. Ergänzend wurden lokale Architekten, Bauplaner und Bauunternehmen einbezogen, da sie bei Neubauten und Sanierungsvorhaben eine zentrale Rolle bei der zukünftigen Wärmeversorgung spielen. Auch das Kaminkehrerhandwerk wurde berücksichtigt, da es über detaillierte Kenntnisse des Gebäudebestands und der bestehenden Heizsysteme verfügt.

Darüber hinaus war eine lokale Interessensgemeinschaft eingebunden, in der unter anderem Hotelbetreiber, Hofgutbesitzer, gemeindeeigene Kommunalunternehmen zum Betrieb des Klosters sowie Verantwortliche der Klinik Höhenried vertreten waren. Diese Akteure wurden aufgrund ihrer spezifischen Nutzungsstrukturen und teils erhöhten Wärmebedarfe in die Betrachtungen einbezogen.

Seitens der Gemeinde waren die zuständigen Verwaltungsmitarbeiter eingebunden, um eine enge Verzahnung zwischen fachlicher Planung und kommunalen Entscheidungsprozessen sicherzustellen.

Potenzielle industrielle oder gewerbliche Abwärmelieferanten konnten im Gemeindegebiet nicht identifiziert und einbezogen werden.

3.2 Formate und Ablauf der Akteursbeteiligung

Die Akteursbeteiligung in Bernried erfolgte in einem strukturierten und thematisch ausgerichteten Austauschformat. Im Laufe der Projektlaufzeit fanden mehrere Treffen und Workshops mit unterschiedlichen Akteursgruppen statt, um die Planung schrittweise zu begleiten und fachliche Rückmeldungen in die jeweiligen Bearbeitungsphasen einzubeziehen.

Den Auftakt bildete ein Akteursworkshop zu Projektbeginn im Rathaus Bernried, in dem die Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung, das geplante Vorgehen sowie erste Einschätzungen zur örtlichen Versorgungssituation vorgestellt und diskutiert wurden. Im weiteren Verlauf folgten mehrere Abstimmungsgespräche mit potenziellen Wärmenetzbetreibern, sowohl in Präsenz als auch in digitalen Formaten. Diese dienten insbesondere der fachlichen Einordnung möglicher Infrastrukturoptionen und der realistischen Bewertung von Entwicklungsperspektiven.

Parallel dazu wurden die jeweiligen Projektfortschritte im Gemeinderat Bernried vorgestellt und beraten. Dadurch wurde eine kontinuierliche politische Begleitung des Planungsprozesses sichergestellt und die strategische Ausrichtung der Wärmeplanung eng mit den kommunalen Entscheidungsstrukturen abgestimmt.

Den Abschluss des Beteiligungsprozesses bildet die Vorstellung der Ergebnisse im Gemeinderat, sowie eine 30-tägige Veröffentlichung des Entwurfs der Wärmeplanung zur allgemeinen Stellungnahme.

4 Vorgehensweise und Methodik

Die kommunale Wärmeplanung gliedert sich in vier wesentliche Arbeitsphasen: **Bestandsanalyse**, **Potenzialanalyse**, **Zielszenarien** und eine abschließende **Handlungsstrategie** mit ausgewähltem Maßnahmenkatalog. In der Bestandsanalyse werden umfassende Daten zur Gebäude-, Siedlungs- und Energieinfrastruktur erhoben und ausgewertet. Die Bestandsanalyse nutzt u.a. gebäudescharfe Daten, darunter Verbrauchsinformationen von Schornsteinfegern, Energieunternehmen und lokale Plandaten wie Bebauungspläne oder kommunale Klimaschutzkonzepte. Die Potenzialanalyse untersucht im Anschluss daran die Möglichkeiten, den Wärmebedarf durch gezielte Maßnahmen zu senken und erhebt das naturräumliche Energiepotenzial in der Gemeinde. Aufbauend auf den Potenzialen, definieren Zielszenarien die langfristigen Perspektiven für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Gemeinde. Um diese Szenarien für die Kommunalverwaltung greifbar und umsetzbar zu machen, wird eine Handlungsstrategie mit ausgewählten Maßnahmen zur Umsetzung der lokalen Wärmewende entwickelt. Dieser letzte Schritt des Wärmeplans stellt sicher, dass die vorgeschlagenen Strategien praktikabel und auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt sind. Die kontinuierliche Überprüfung und Anpassung der Maßnahmen sichern deren langfristige Wirksamkeit.

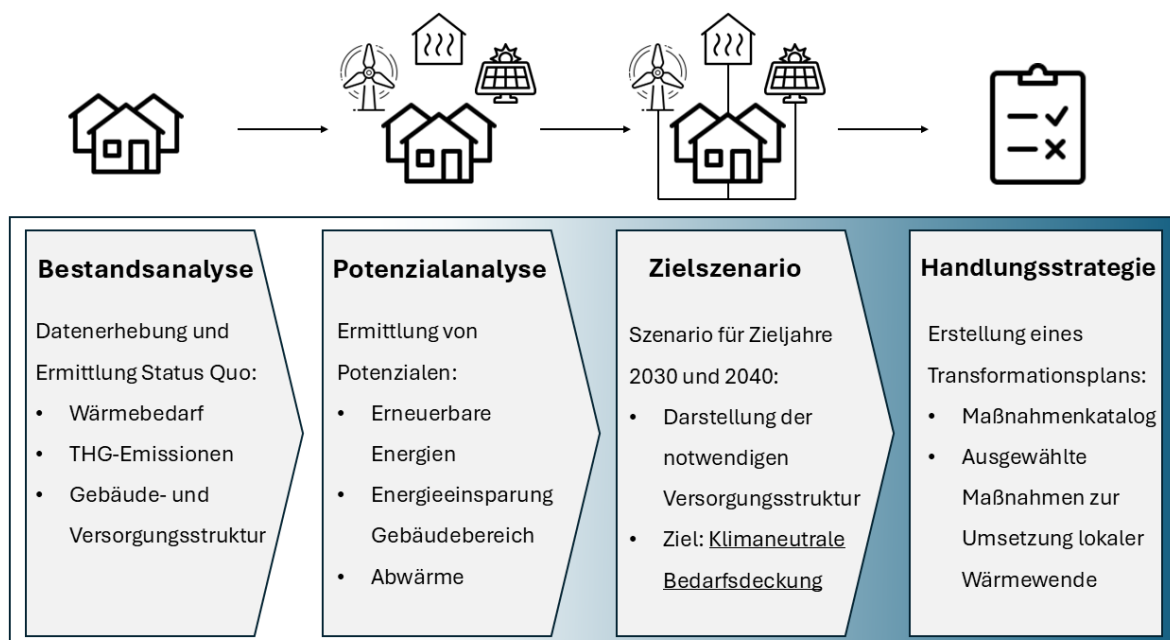


Abbildung 4-1: Methodik eines Kommunalen Wärmeplans.

Datengrundlagen

Zur folgenden Analyse der energetischen Situation der Gemeinde Bernried werden verschiedene Daten herangezogen, um eine möglichst vollumfängliche Darstellung der einzelnen Teilbereiche zu ermöglichen. Die Analyse fokussiert sich auf das gesamte Gemeindegebiet und folgt der bundesweit einheitliche Methode zur Erstellung kommunaler Energie- und Treibhausgasbilanzen, dem BSKO-Standard (Bilanzierungssystematik Kommunal). Dabei werden nach dem Territorialprinzip alle Energieverbräuche und daraus entstehenden CO₂-Emissionen erfasst, die innerhalb der Gemeindegrenzen entstehen, sodass Energie- und Emissionsdaten zwischen Kommunen vergleichbar ausgewertet werden können. Gleiches gilt für die Erhebung der naturräumlichen Potenziale.

Die Verbrauchergruppen werden in diesem Wärmeplan nach Art und Größenordnung in verschiedene Gruppen aufgeteilt. Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ umfasst alle zu Wohnzwecken genutzten Objekte und deren Verbrauch. Diese schließen sowohl Wohnungen in Wohngebäuden als auch in Nicht-Wohngebäuden (z. B. hauptsächlich gewerblich genutzte Gebäude mit integrierten Wohnungen) ein. In der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ werden die in Kapitel 6.1 genannten Liegenschaften der Kommune zusammengefasst. Hierfür konnte auf gebäudescharfe Energieverbrauchsdaten zurückgegriffen werden. Zum „Gewerbe“ werden Betriebe aus Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft gezählt.

Generelles Bezugsjahr der in diesem Wärmeplan durchgeführten Analysen ist das Jahr 2023. Für dieses Jahr lag bei Arbeitsaufnahme im Jahr 2025 eine weitgehend vollständige Datenbasis vor. Aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen variieren die Bezugszeiträume einzelner Datensätze leicht, sofern keine genauere zeitliche Zuordnung möglich ist und die Abweichungen zum Bezugsjahr als gering eingeschätzt werden.

Die Erstellung eines kommunalen Wärmeplanes setzt zum Teil die Berechnung von Daten voraus, die zumindest mittelbar einen Personenbezug aufweisen können. Auch wenn es sich bei den Daten ausschließlich um energierelevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, werden bei der Erstellung des Wärmeplans gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetz keine personenbezogenen Daten dargestellt.

Die Analyse von Energieverbrauch und -erzeugung stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen.

Statistische Daten

- Statistische Daten zu Bevölkerung, Arbeitsbeschäftigungen, Flächennutzung, Tierbestand, etc. aus der GENESIS-Online Datenbank des bayerischen Landesamtes für Statistik (LfStat, 2025c).

Wärmebedarf und -potenziale

- Energieträgerverteilung und installierte Kesselleistung aus den Kkehrbuchdaten des bayerischen Landesamts für Statistik auf Baublockebene (LfStat, 2025d).
- Installierte Solarthermieflächen in Bernried aus dem Solaratlas (BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V. et al., 2024).
- Die Wärmerzeugung aus Wärmepumpen wird über die Verbraucherdiffenzierten Daten des Stromnetzbetreibers (Bayernwerk, 2025) und das Wärmekataster erhoben.
- Die Wärmerzeugung aus oberflächennaher Geothermie wird über die Bohrungsdaten des Landesamt für Umwelt (LfU, 2025) und den Wärmekataster erhoben.
- Informationen zu verschiedenen Energieträgerverteilungen und lokalen Potenzialen aus dem Energieatlas Bayern (LfU & StMWi, 2025).
- Von der Gemeinde zur Verfügung gestellte Verbrauchs- und Erzeugerdaten der kommunalen Liegenschaften.
- Informationen zur Erzeugerstruktur und Energieinfrastruktur aus dem Energieatlas und z.T. aus direkten Befragungen (LfU & StMWi, 2025).
- Energieabsatzdaten, Informationen zur Netzinfrastuktur, sowie Potenzialen der lokal tätigen Betreiber von Wärme- und Gasnetzen (ENB, 2025).
- Das Wärmekataster wird anhand verschiedener Datenquellen (3D-Gebäudemodell der bayerischen Vermessungsanstalten, Datenpaket Wärmeplanung, Kaminkehrer Daten, OpenStreetMap) und Richtwerten zu spezifischen Wärmebedarfen u.a. aus dem Technikkatalog und Leitfaden Wärmeplanung (BMWK & BMWSB, 2024; dena, 2025; Hamann, 2014) im Rahmen dieses Wärmeplans in einem teilautomatisierten GIS-Verfahren berechnet.
- Globalstrahlungs- und Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Abschätzung des Solarpotenzials

- Geodaten zu Schutzgebieten und Flächennutzung (z. B. Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete, Wasserschutzgebiete) zur Identifikation geeigneter bzw. ausgeschlossener Flächen für Energieanlagen.
- Abschätzung von Biomasse- und Energieholzpotenzialen durch regionale Energieholzstudie & Energieatlas (LfU & StMWi, 2025).
- Berechnung Potenziale oberflächennahe Geothermie aus Potenzialstudie des LfU (2024).

5 Eignungsprüfung

Vor einer detaillierten Bestands- und Potenzialanalyse wird in der Gemeinde eine Eignungsprüfung durchgeführt, um den Untersuchungsfokus effizient zu bündeln.

5.1 Methodik der Eignungsprüfung

Anhand verschiedener Kriterien wird in der Eignungsprüfung analysiert, ob in einem Teilgebiet die Versorgung durch ein Wärmenetz oder Wasserstoff- bzw. Biomethanetz sehr unwahrscheinlich ist. In einem solchen Gebiet kann sich im Vorherein auf dezentrale Lösungen konzentriert werden. Ein Teilgebiet ist ein Bereich des Siedlungsbereiches, der aus mehreren Grundstücken oder Gebäudeblöcken besteht und von der zuständigen Stelle untersucht wird, um die passende Wärmeversorgung zu planen. Dabei wird auch geprüft, ob Gebäude durch Hindernisse wie Straßen, Bahnstrecken, Gewässer oder Tunnel getrennt sind. Auf dieser Grundlage wird das Planungsgebiet in kleinere Bereiche unterteilt.

Für jedes Teilgebiet werden die folgenden Kriterien untersucht:

- Art und Baualter der Siedlungsstruktur
- Bestehende Wärmenetze
- Wärmedichte [MWh/(ha*a)]
- Potenzielle Ankerkunden & Großabnehmer
- Konkrete lokale Erzeugungsquellen für erneuerbare Energien
- Konkrete Abwärmepotenziale
- Konkrete vorhandene Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Biomethan/Wasserstoff

Besteht in Gebieten bereits eine vollständig erneuerbare Versorgung, so kann dort die Wärmeplanung entfallen. Gebiete in denen die Gebäude überwiegend vor 1975 gebaut wurden, werden aufgrund des potenziell höheren Einsparpotenzials farblich abgehoben. Da jedoch neben dem Baualter auch weitere wichtige Faktoren zum Tragen kommen, werden in Kapitel 7.2 alle Teilgebiete auf ihre Einsparpotenziale untersucht.

5.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung

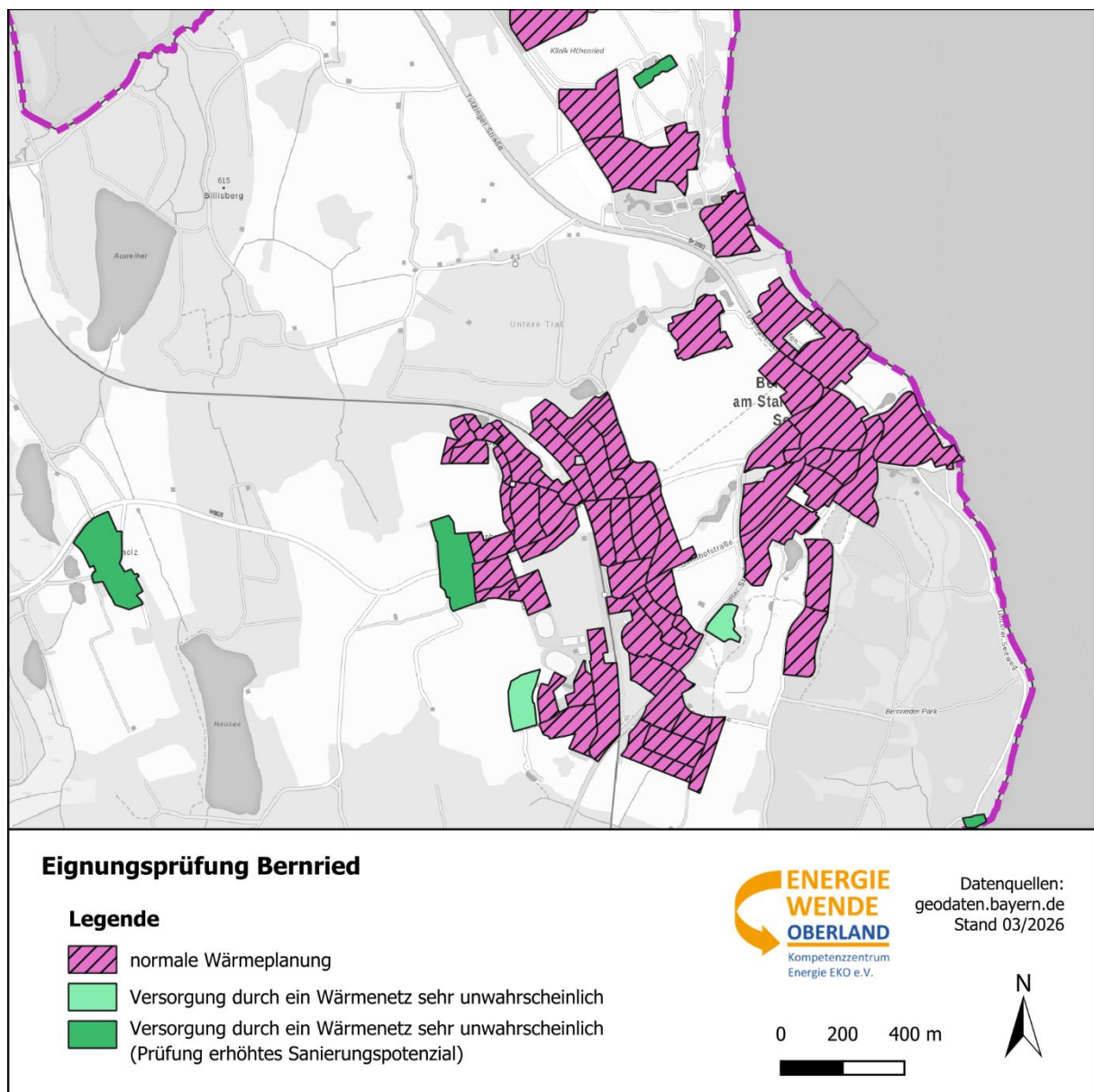


Abbildung 5-1: Eignungsprüfung für die verkürzte Wärmeplanung und Unterteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete in der Gemeinde Bernried.

Für die Eignungsprüfung werden die Siedlungsgebiete von Bernried in Teilgebiete zur genaueren Analyse unterteilt. In Gebieten mit besonders lockerer Bebauung, geringen Wärmedichten, keinem Gasnetz und keinen größeren lokalen erneuerbaren Erzeugungsanlagen kann die Wärmenetz- und Wasserstoffnetz Untersuchung abgekürzt werden (grüne Gebiete). Dort gilt es, die besten Lösungen für dezentrale Wärmeversorgung herauszuarbeiten. Für alle weiteren Gebiete (violett eingefärbt Gebiete in Abbildung 5-1) werden alle Schritte der Bestands- und Potenzialanalyse zur Identifikation von Wärmeversorgungsgebieten durchgeführt. Die gesamte Übersicht befindet sich in Anhang „Eignungsprüfung“.

6 Bestandsanalyse Wärme

In der Bestandsanalyse werden die aktuelle Energieversorgung und -infrastruktur sowie bestehende Energieerzeugungsanlagen dargestellt. Zudem wird eine Treibhausgasbilanz erstellt.

Den folgenden Auswertungen liegen Daten aus dem Bilanzjahr 2023 zugrunde.

6.1 Energie- und Treibhausgasbilanz des beplanten Gebietes

Endenergieverbrauch im Basisjahr nach Anwendung, Gebäudetyp und Sektor

Am Anfang einer Bestandsanalyse ist es entscheidend, den Wärmeenergieverbrauch in den verschiedenen Sektoren zu ermitteln. Zusätzlich wird untersucht, welche Gebäudetypen vorliegen, da diese Informationen eine zentrale Bedeutung für die weitere Wärmeplanung haben. Wie zu erwarten, ergibt sich in Bernried eine Dominanz der Wärmenutzung aus Erdgas (Abbildung 6-1).

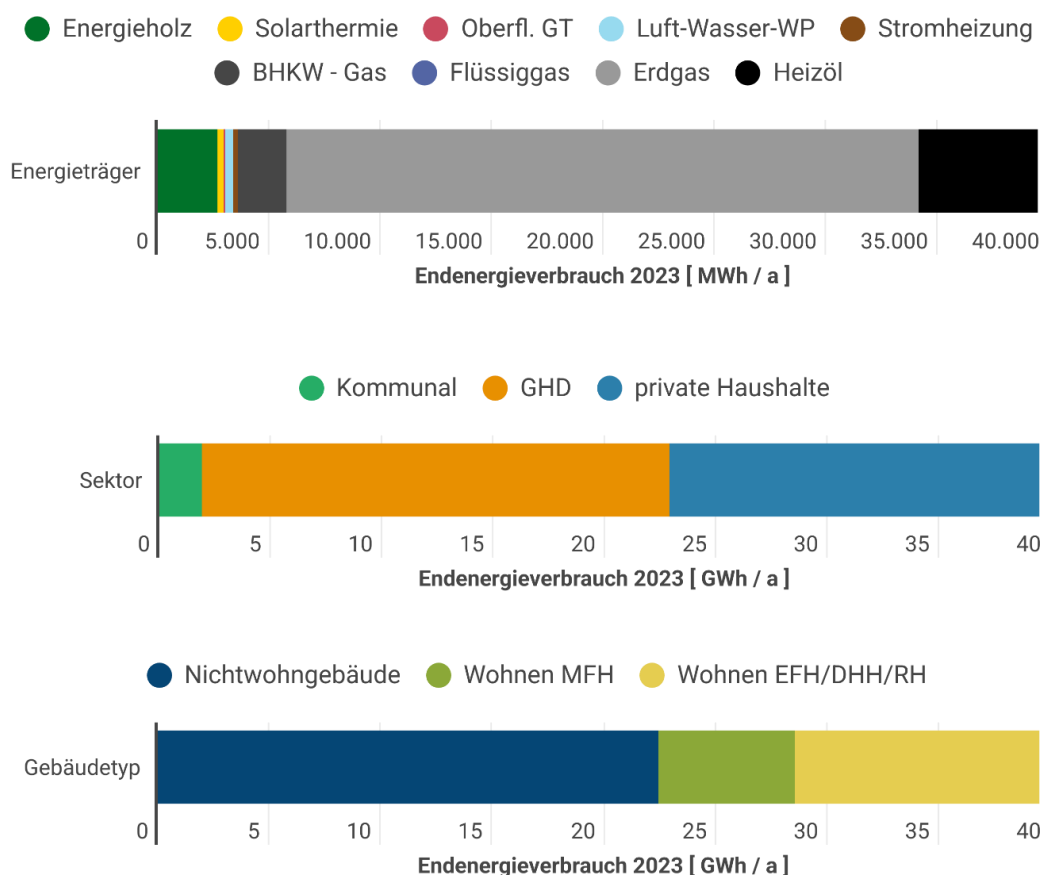


Abbildung 6-1: Verteilung des Endenergieverbrauch in Bernried nach Energieträgern, Sektoren und Gebäudeart.

Wärmebedarf

Für das Gemeindegebiet Bernried wurde ein gebäudescharfer Wärmekataster erstellt. Zur Deckung des gesamten Wärmebedarfs in Bernried werden pro Jahr rund **39.500 MWh** Endenergie benötigt. Den benötigten Wärmebedarf zu reduzieren und den verbleibenden Anteil durch erneuerbare Energien zu decken ist folglich entscheidend, um sich weiter in Richtung Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern zu entwickeln. **Endenergie** ist die Energie, die man einkauft und ins Haus geliefert bekommt (z. B. Strom, Gas oder Heizöl), während **Nutzwärme** die tatsächlich nutzbare Wärme ist, die nach Verlusten durch Heizung oder Umwandlung übrigbleibt und den Raum wirklich erwärmt.

Endenergie- und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern

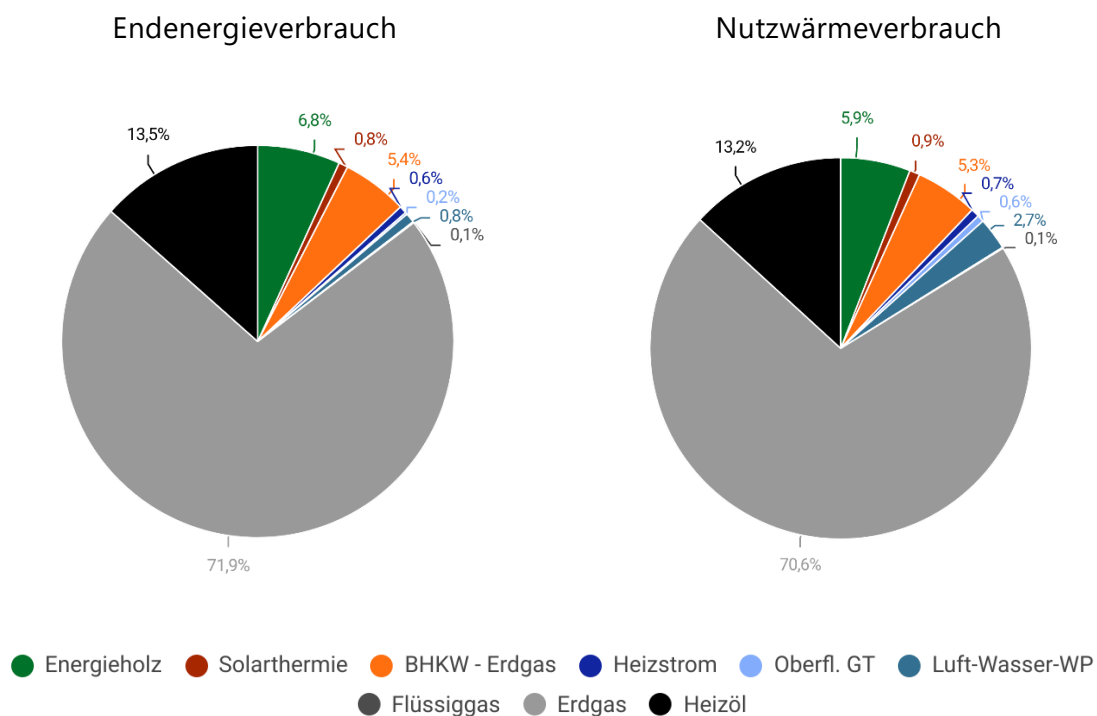


Abbildung 6-2: Anteilsmäßige Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern (rechts) in Bernried.

Im Jahr 2023 konnten knapp 8,5 % des Endenergiebedarfs durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Den größten Anteil davon mit 2.692 MWh (6,8 %) trug dabei der Energieträger Holz in Form von Hackschnitzeln, Pellets und Scheitholz bei. Wärmepumpen (Oberflächennahe Geothermie und Luft-Wasser-WP in Abbildung 6-2) tragen mit gut einem Prozent zur regenerativen Wärmeversorgung bei. 0,8 % des Wärmebedarfs werden durch Solarthermie gedeckt. Heizstrom macht ebenso einen kleinen Anteil von 0,6 % aus. Der

weitaus größte Anteil der Wärmeversorgung stammt auch in Bernried aus fossilen Energieträgern mit 71,9 % Erdgas, 13,5 % Heizöl, 5,4 % mit Erdgas befeuerte BHKWs und 0,1 % Flüssiggas.

Der Anteil von Wärmepumpen am Nutzwärmeverbrauch (vgl. Abbildung 6-2, rechts) ist mit 2,0 % doppelt so groß, da sie deutlich effizienter arbeiten als konventionelle Heizsysteme (siehe Kapitel 7.4 und 7.5). Dadurch wird weniger Energie benötigt, um die gleiche Wärmemenge zu erzeugen. Die einzige leitungsgebundene Energie im öffentlichen Raum Bernrieds ist aktuell Erdgas.

Endenergieverbrauch und CO₂ -Ausstoß nach Energieträgern

Betrachtet man die CO₂-Äquivalente der Energieträger so zeigt sich, dass die fossilen Energieträger für 97,4 % der Emissionen im Sektor Wärme verantwortlich sind. Eine Transformation hin zu erneuerbarer Wärmeinfrastruktur sollte daher ein zentrales Ziel der Gemeinde sein.

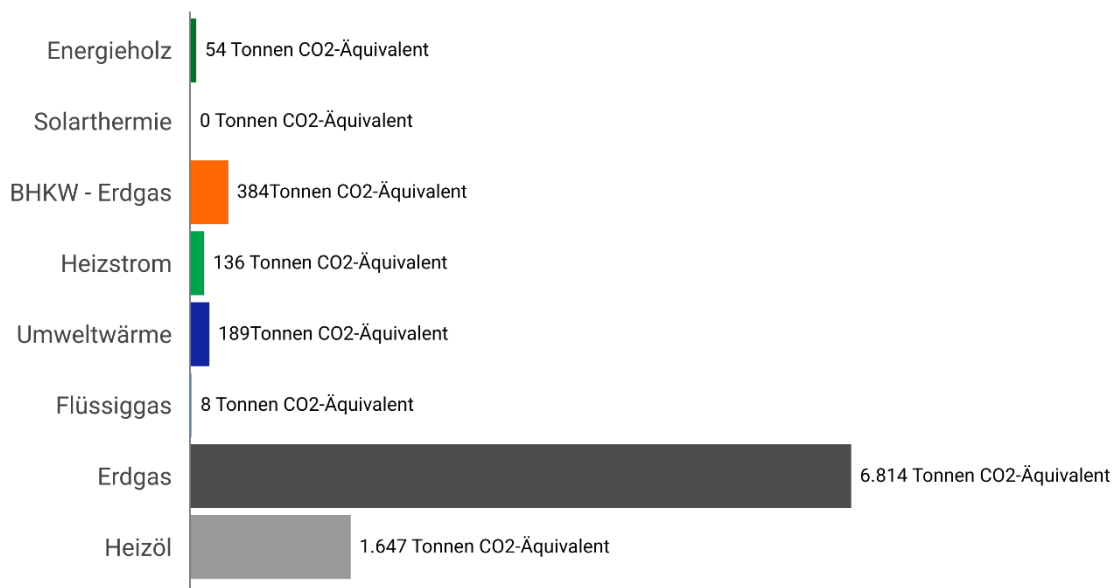


Abbildung 6-3: CO₂-Ausstoß in Tonnen CO₂-Äquivalenten in Bernried.

Kommunale Liegenschaften

Großes Handlungspotenzial hat die Gemeinde bei ihren eigenen Liegenschaften, weshalb ein genauer Kenntnisstand der verbraucherseitigen Struktur besonders wichtig ist. Dies ist wiederum auch die Grundlage zur Ermittlung konkreter Maßnahmenvorschläge für die kommunalen Liegenschaften.

Energie-Benchmarking ist dabei ein wirkungsvolles Instrument, um Schwachstellen und Optimierungspotenziale bei Energieversorgung und –verbrauch von Gebäuden zu identifizieren. In der Betriebswirtschaft ist das Benchmarking als Instrument der Wettbewerbsanalyse bekannt. Mehrere Unternehmen werden im Hinblick auf bestimmte Aspekte miteinander verglichen. Beim Energie-Benchmarking werden die Energieverbräuche von Gebäuden mit gleicher Nutzungsart, wie beispielsweise Schulen, Turnhallen, Rathäuser, Kindertagesstätten, miteinander verglichen, um ggf. Abweichungen feststellen zu können. Dabei werden die spezifischen Energieverbrauchswerte der Gebäudekategorie entsprechenden bundesweit gültigen Vergleichswerten gegenübergestellt. Diese Vergleichswerte wurden der Richtlinie VDI 3807 Blatt 2 (Verein Deutscher Ingenieure, 2014) entnommen und werden in den Abbildungen als Ziel- und Grenzwerte angegeben.

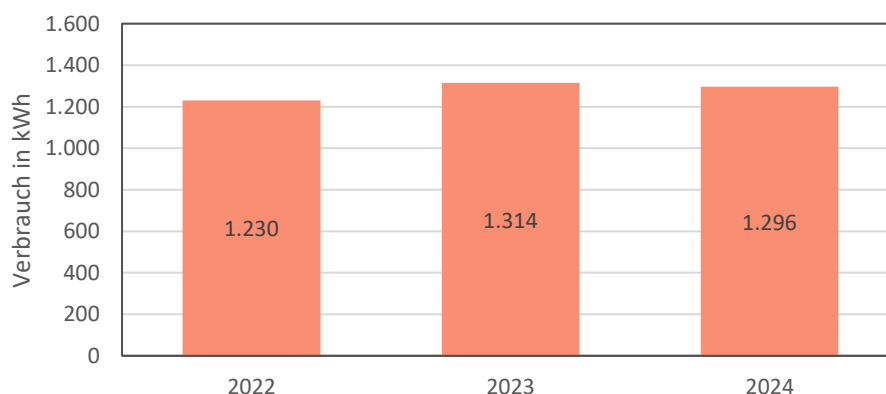


Abbildung 6-4: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) in den kommunalen Gebäuden 2022-2024.

Der Heizenergieverbrauch zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser der kommunalen Liegenschaften in Bernried schwankte in den letzten Jahren zwischen 1.200 und leicht über 1.300 MWh (Abbildung 6-4). Zu den Jahren 2018 bis 2021 konnten nicht die vollständigen Verbräuche gesammelt werden, weshalb sie in der Gesamtübersicht nicht dargestellt sind.

Der gesamte Wärmebedarf der betrachteten Bernrieder kommunalen Liegenschaften wurde in den letzten Jahren mittels Erdgases gedeckt (Abbildung 6-5). Ziel soll es sein, einen möglichst hohen Anteil durch regenerative Energieträger abzudecken. Besonders bei den Gebäuden in kommunalem Besitz kann die Gemeinde hierfür auf ihre Entscheidungsfreiheit zurückgreifen und durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger eine Vorbildfunktion für die Bürger einnehmen.

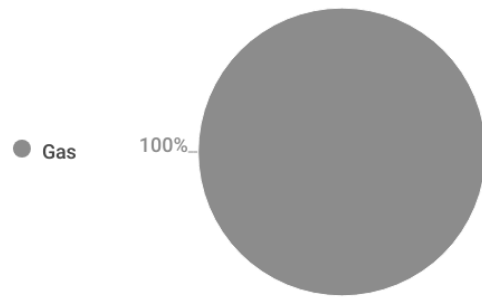


Abbildung 6-5: Anteil der Energieträger am gesamten Heizwärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften 2022/23.

Die Auswertung in Abbildung 6-6 zeigt die Wärmeverbräuche der einzelnen Gebäude im Vergleich zu den Verbrauchskennwerten und den Vorjahresverbräuchen.

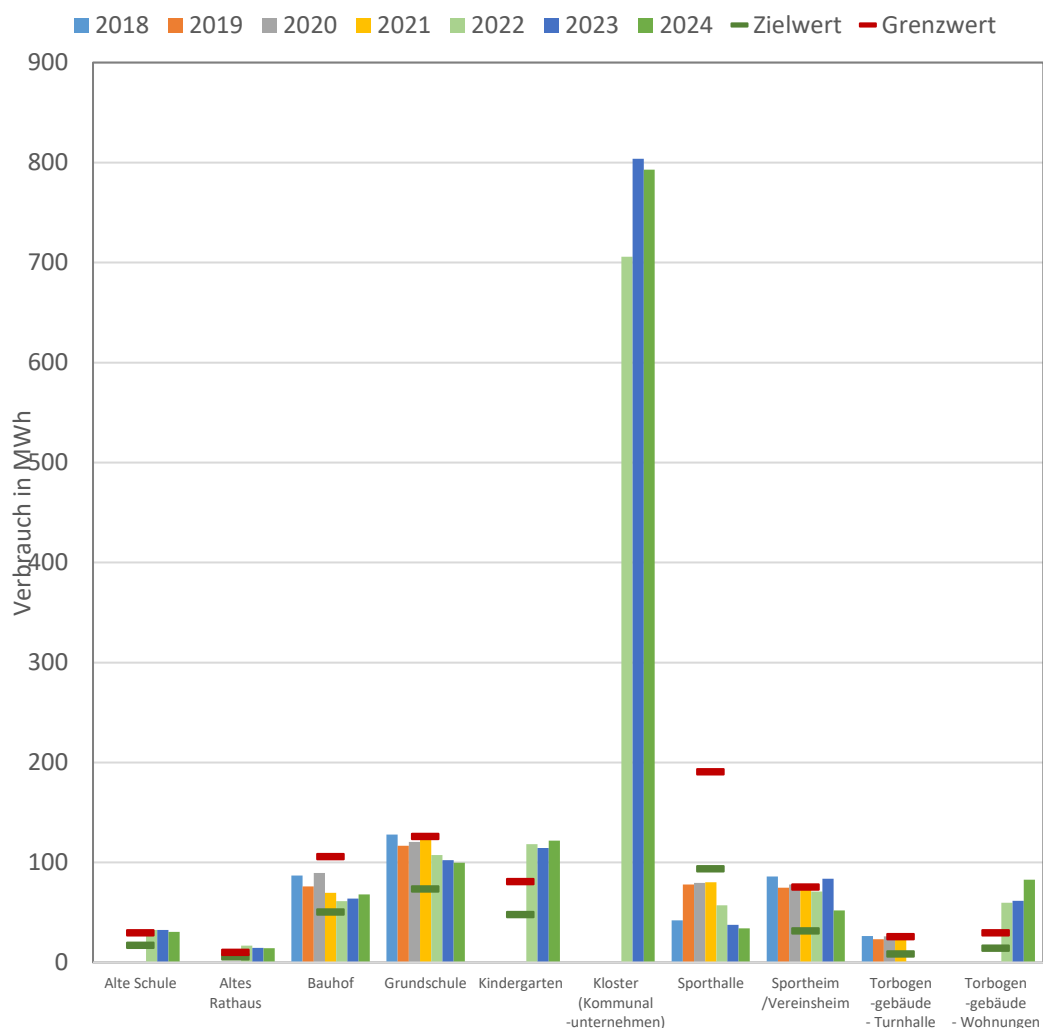


Abbildung 6-6: Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2018-2024 inkl. der Ziel- und Grenzwerte.

Die meisten hier betrachteten kommunalen Liegenschaften liegen im Benchmark-Vergleich zwischen den Ziel- und Grenzwerten für ähnliche Gebäudekategorien, wobei die Grenzverbrauchsmengen teilweise überschritten werden. Der Kindergarten liegt weit über den Vergleichswerten, jedoch wird das Gebäude zusammen mit der Feuerwehr über eine gemeinsame Gasheizung gewärmt, weshalb die Verbrauchsmenge nicht nur vom Kindergarten stammt. Auch das Torbogengebäude mit Wohnungen liegt oberhalb der Vergleichswerte, wobei die genaue Aufteilung und Nutzung nicht genau bestimmt wurde, weshalb auch hier die Vergleichswerte, trotz des wahrscheinlich heizineffizienten Altbaus, nicht ganz zutreffend sein können. Die Sporthalle wiederum liegt weit unterhalb des Zielwertes. Bei dem Gebäude handelt es sich um einen Neubau, wodurch eine energieeffiziente Beheizung gewährleistet werden kann. Das Kloster, welches als Bildungshaus genutzt wird, konnte ebenso nicht genau nach Nutzung und Aufteilung der Flächen bestimmt werden, weshalb hier auf die Zuordnung von Vergleichswerten verzichtet wurde.

In den meisten Liegenschaften werden die Zielwerte noch nicht erreicht, weshalb eine energetische Optimierung bzw. Heizanlagenerneuerung basierend auf nachhaltigen Energieträgern durchgeführt werden sollte.

6.2 Gebäudebestand und Wärmekataster

Kenntnisse über den Gebäudebestand und ein gebäudescharfes Wärmekataster sind eine wesentliche Grundlage des vorliegenden Wärmeplans. Ein exemplarischer Ausschnitt ist in Abbildung 6-7 dargestellt. Auf dieser Auswertung basieren die Energiebilanzen und die Ermittlung der Potenziale, sowohl zur Erzeugung erneuerbarer Energien als auch zur Energieeinsparung durch energetische Gebäudesanierung. Zudem dient das Wärmekataster als Basis für die Entwicklung möglicher Umsetzungsprojekte, wie Nah- oder Fernwärmenetze.

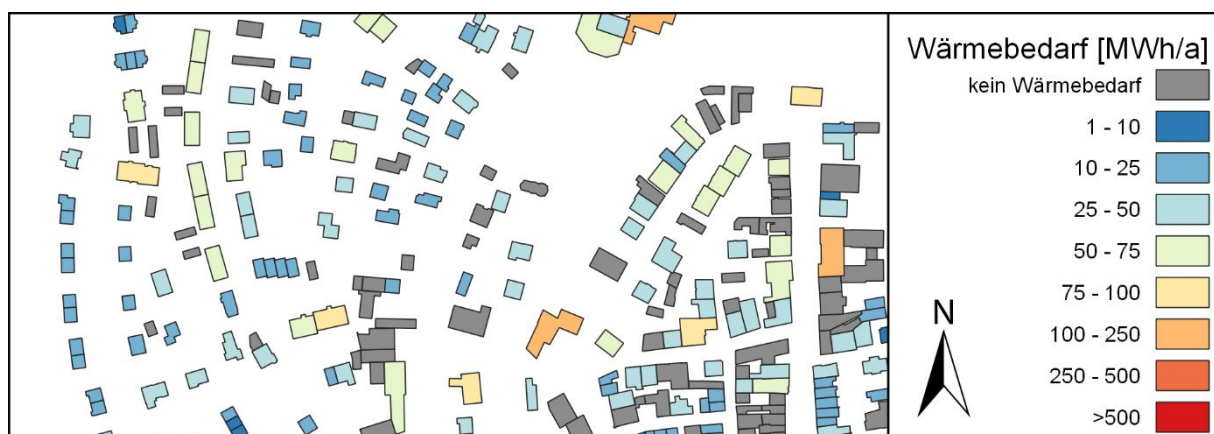


Abbildung 6-7 Exemplarischer Ausschnitt aus einem gebäudescharfen Wärmekataster.

Mit Hilfe des 3D-Gebäudemodells der bayerischen Vermessungsverwaltung (LoD2), Informationen zur Gebäudenutzung, der räumlichen Lage und der Baualtersstruktur wurde für jedes Bestandsgebäude der spezifische Jahreswärmebedarf ermittelt (Nutzenergie). Als Datengrundlage dient der Technikkatalog Wärmeplanung (dena, 2025). Dieser setzt sich zusammen aus dem jeweiligen Heiz- und Warmwasserbedarf. In Bernried bestehen rund **677 beheizte Gebäude** mit einem **Nutzwärmebedarf von 34.191 MWh pro Jahr**. In den folgenden Karten finden sich nähere Informationen zur Verteilung des Wärmebedarfs im Gemeindegebiet.

Ausgehend vom gebäudescharfen Wärmeverbrauch wurde anschließend unter Einbezug des Flächennutzungsplans und der Flurkarte eine Wärmedichtekarte erstellt, welche den Jahreswärmebedarf mehrerer Gebäude zusammenfasst. Durch die Darstellung des Wärmebedarfs in Megawattstunden pro Hektar und Jahr wird deutlich, in welchen Gebieten ein hoher Wärmebedarf besteht und daher eine Überprüfung der Möglichkeiten von Wärmenetzen sinnvoll sein kann. Als grober Richtwert macht je nach Betreibermodell und verfügbaren Wärmequellen ab einer Wärmedichte von 250 MWh/(ha*a) eine nähere Untersuchung zu einem Wärmeverbund Sinn. Detailliertere Empfehlungen gibt der Leitfaden Wär-

meplanung (BMWK & BMWSB, 2024), diese sind farblich abgestuft als räumliche Verteilung des Wärmebedarfs in Abbildung 6-8 für einen Ausschnitt des Gemeindegebiet visualisiert. Die gesamte Übersicht befindet sich in Anhang „Wärmedichte“.

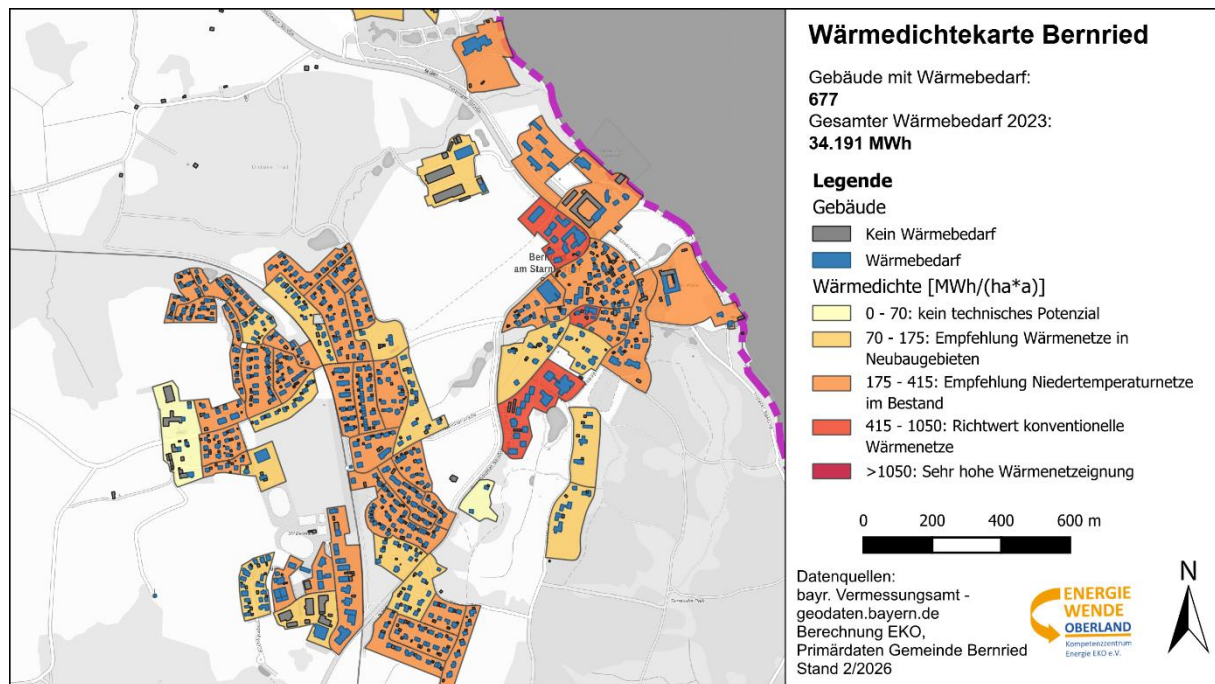


Abbildung 6-8: Darstellung der Wärmebedarfsdichten in der Gemeinde Bernried.

Die Wärmelinien-dichte beschreibt die Verteilung des Wärmebedarfs entlang von theoretischen Leitungen in einem Wärmenetz. Sie wird in Megawattstunden pro Meter und Jahr angegeben und ist ein zentraler Faktor für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Eine höhere Wärmelinien-dichte bedeutet, dass mehr Wärme pro Meter Leitung transportiert wird, was zu geringeren spezifischen Verteilverlusten und Kosten führt. Als Richtwert gilt, dass eine Wärmelinien-dichte von mindestens 1–2 MWh/(m*a) erforderlich ist, damit der Betrieb eines Wärmenetzes wirtschaftlich sinnvoll sein kann. Die Wärmelinien-dichte wird in Abbildung 6-9 für das Gemeindegebiet visualisiert. Dabei wurde für jeden Straßenabschnitt die Wärmelinien-dichte berechnet, die sich ergibt, wenn jedes Gebäude in dem jeweiligen Abschnitt angeschlossen wird. Berücksichtigt ist dabei auch die potenzielle Anschlussleitung vom Gebäude bis zur Straße. Die Wärmelinien wurden teilweise an die Auslegung potenzieller Wärmenetztrassen angelehnt. Die gesamte Gemeindeübersicht befindet sich im Anhang „Wärmelinien-dichte“.

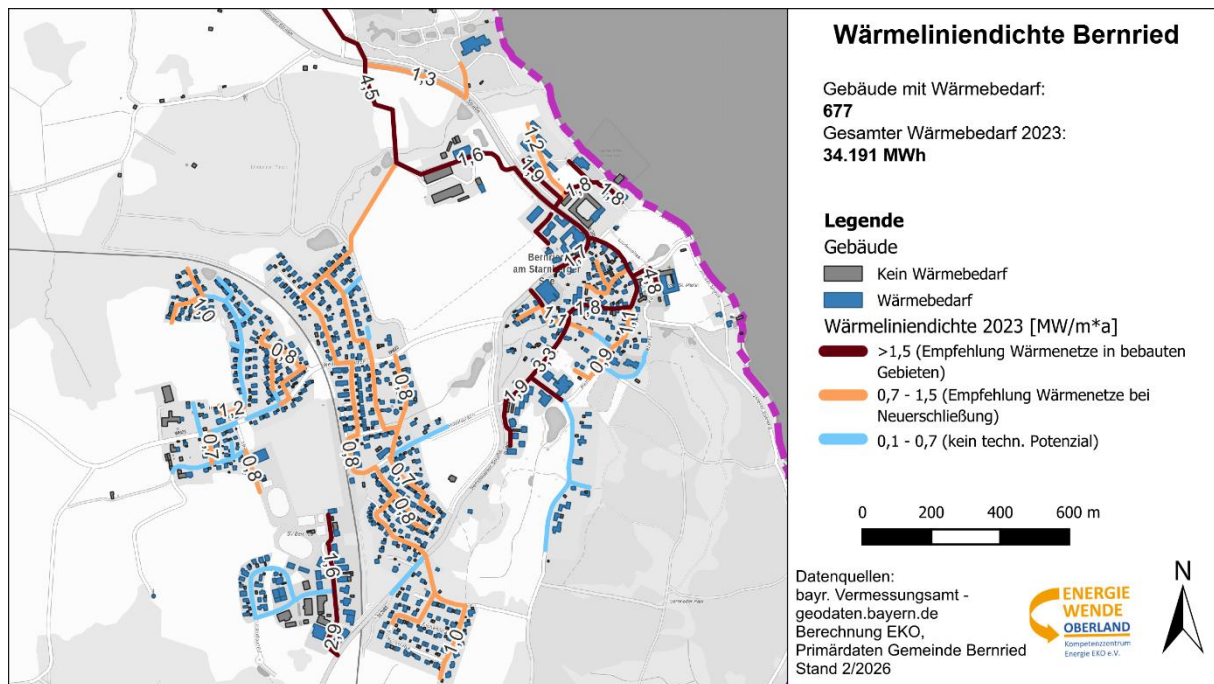


Abbildung 6-9: Darstellung der Wärmelinienichte in der Gemeinde Bernried.

Anzahl und Anteil der Feuerstätten

Um ein weiteres Verständnis der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet zu bekommen, wurde weiterhin die Anzahl und die Energieträgerverteilung aller Feuerstätten in Bernried ausgewertet. Bei den Zentralheizungen, welche Hauptversorger eines Gebäudes sind, dominieren Erdgas- und Öl-Kessel. Auffällig ist, dass zudem eine sehr hohe Zahl an Einzelraumfeuerstätten in Bernried registriert ist, welche fast zur Gänze mit Scheitholz befeuert werden. Hierbei handelt es sich in der Regel um klassische Kachel- und Kaminöfen.

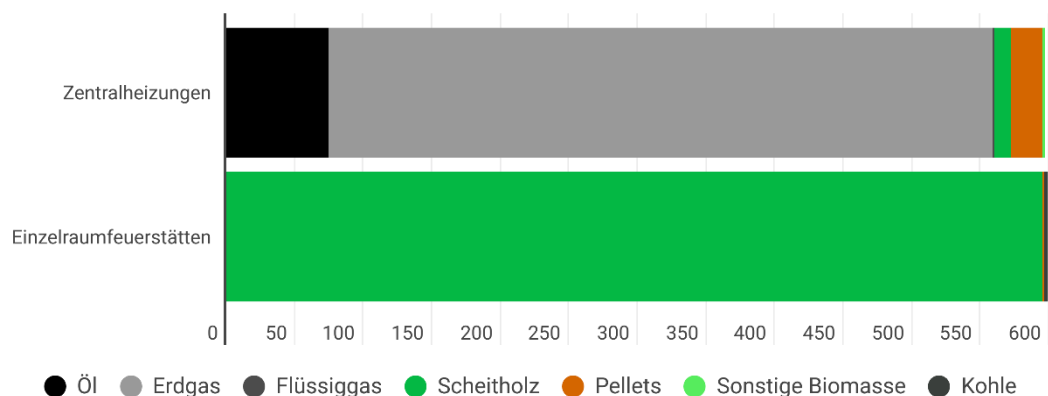


Abbildung 6-10: Anzahl und Anteil der Feuerstätten in der Gemeinde Bernried.

6.3 Räumliche Verteilung der Energieträger

Interessant für die Entwicklung von zukünftigen Wärmeinfrastrukturszenarien ist auch die räumliche Verteilung der Energieträger zur Wärmeerzeugung. Auf der Karte in Abbildung 6-11 ist die Verteilung der Wärmeerzeuger von Zentral- und Einzelraumheizungen aggregiert auf Baublocks dargestellt. Aus Datenschutzgründen können gewisse Baublöcke nicht angezeigt werden. Die Analyse der einzelnen Ortsteile zeigt eine heterogene Verteilung der eingesetzten Energieträger. Im gesamten Ortskern wird Großteiles mit Erdgas geheizt. Die Nutzung von Erdöl sowie Biomasse zur Gebäudeheizung zeigt sich ebenso verteilt über die gesamte Gemeinde, mit verstärktem Einsatz in nördlichen und nordwestlichen Gebieten. Im Bereich des Rathauses und besonders in Gebieten an den Siedlungsrändern kommen anteilig schon mehr Erdwärmesonden und andere erneuerbare Energieträger zum Einsatz. Die gesamte Übersicht befindet sich im Anhang „Energieträgerverteilung“.

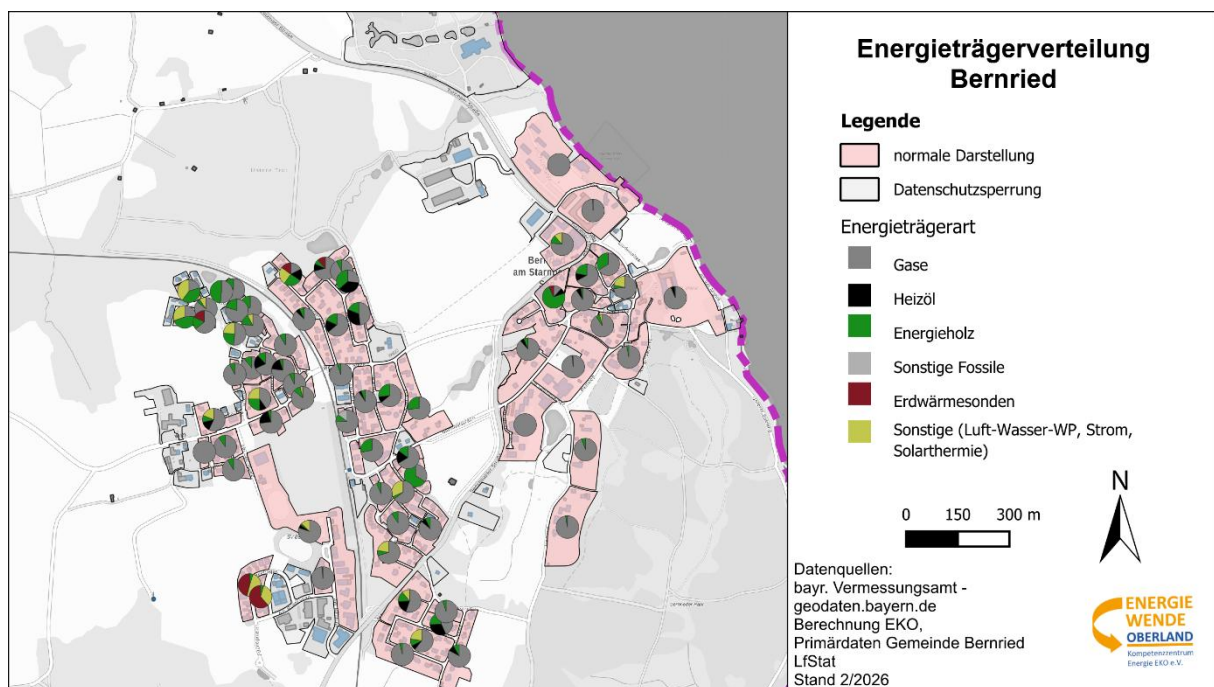


Abbildung 6-11: Räumliche Verteilung der Energieträger im Ortsbereich Bernried.

6.4 Energieinfrastruktur

Für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ist es essenziell, die Energieinfrastruktur der Gemeinde genau zu kennen, da sie die Grundlage für eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung bildet. Die vorhandene Infrastruktur – wie Fernwärmenetze, Gasleitungen, Stromnetze sowie mögliche erneuerbare Energiequellen – beeinflusst maßgeblich die Potenziale für die Nutzung und Umstellung auf klimafreundliche Technologien. Für die Ge-

meinde Bernried wird eine solche Analyse durchgeführt und in Abbildung 6-12 zusammengefasst. Die Einhaltung des Datenschutzes spielt dabei neben der detaillierten Visualisierung eine große Rolle.

Das Gasnetz von Bernried stammt größtenteils aus den 1980er Jahren, weitere kleinere Randbereiche wurden noch bis 2021 erschlossen, sodass heute der Großteil des Gemeindegebiets angeschlossen ist. Insgesamt bestehen in der Gemeinde 474 Anschlüsse bei einer gesamten Trassenlänge von 17,52 km (Energienetze Bayern, 2025). In der Gemeinde befinden sich zudem unter anderem gasbetriebene KWK-Anlagen in der Klinik Höhenried mit 140 kW_{el} und eine im Kloster mit 50 kW_{el} und 95 kW_{th} (LfU & StMWi, 2025).

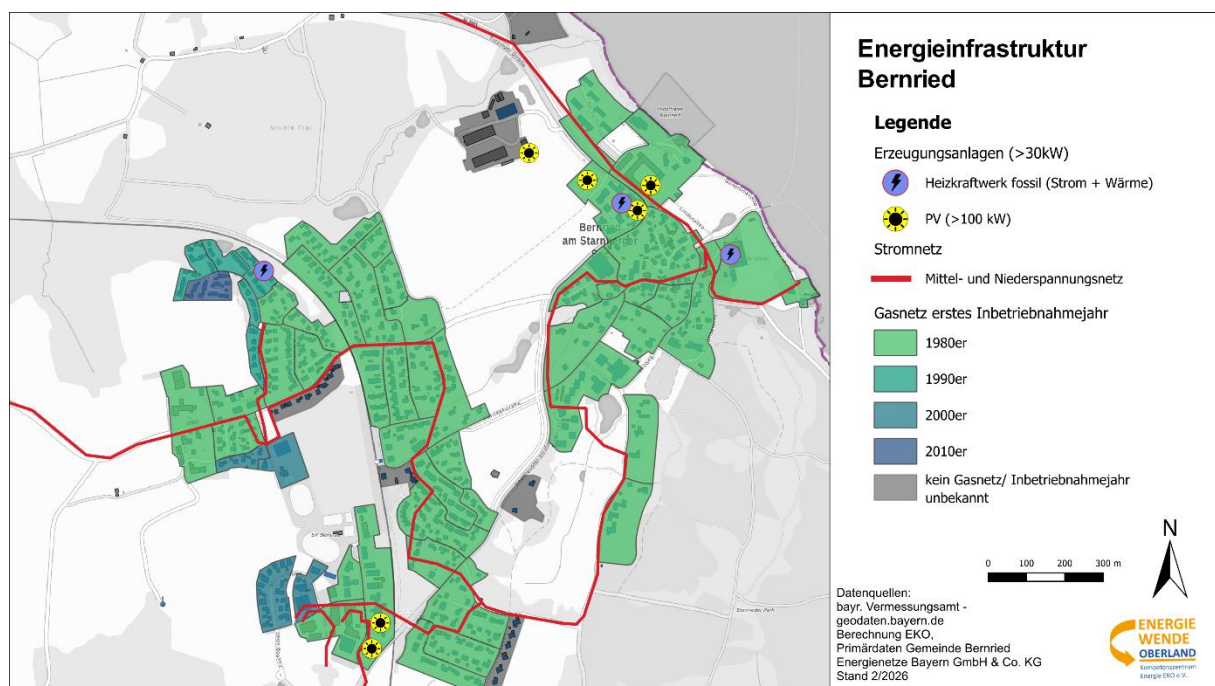


Abbildung 6-12 Energieinfrastruktur in der Gemeinde Bernried.

Im Rahmen des geplanten Stromnetzausbaus sind Veränderungen in der umliegenden Energieinfrastruktur von Bernried zu erwarten. Laut Netzausbauplan 2024 der Bayernwerk Netz GmbH wird das Mittelspannungsnetz im Umspannbereich in den kommenden fünf Jahren verstärkt, um prognostizierte Engpässe zu bewältigen. Zusätzlich ist der Ersatzneubau des Umspannwerks Weilheim vorgesehen, um die Übertragungskapazität zu erhöhen. Dieses Projekt befindet sich in konkreter Planung mit einer voraussichtlichen Inbetriebnahme bis Ende 2027. Darüber hinaus ist im näheren Umfeld der Neubau des Umspannwerks Machtfing geplant, das an den 110-kV-Leitungszug Murnau–Oberbrunn angeschlossen wird und mit einer zusätzlichen Kapazität zur langfristigen Versorgungssicherheit der Region beitragen soll (Bayernwerk Netz GmbH, 2024).

Das Abwassersystem führt das Schmutz- und Regenwasser aus den verschiedenen Ecken Bernrieds in Richtung Seeufer, wo es über einen Ringkanal und eine Pumpstation in Höhenried zur zentralen Kläranlage des Abwasserverbands Starnberger See nach Starnberg transportiert wird (Abwasserverband Starnberger See, 2025).

Diese Infrastruktur bildet eine solide Basis für die weitere Planung einer nachhaltigen und effizienten Wärmeversorgung in Bernried und ist entscheidend für die Identifizierung und Umsetzung von Maßnahmen zur Energiewende.

7 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zeigt auf, welche Möglichkeiten im Gemeindegebiet existieren, um mittels Energieeinsparung, regenerativer Energieerzeugung sowie der Nutzung vorhandener Abwärme-Quellen das Klimaschutzziel „Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern bis 2035“ zu erreichen. Zusammen mit der in Kapitel 6 erfassten Bestandsanalyse bildet die Potenzialanalyse damit eine wichtige Grundlage zur Erarbeitung einer intelligenten Energiestrategie für Bernried. Da die beste Energie diejenige ist, die gar nicht erst verbraucht wird, werden zu Beginn des Kapitels die Energieeinsparpotenziale für Bernried aufgezeigt. Im zweiten Teil werden die Potenziale der regenerativen Energieerzeugung im Gemeindegebiet von Bernried erhoben. Wichtig für die Umsetzbarkeit von Energieprojekten ist der Teil des theoretischen Potenzials, welcher technisch realisierbar ist und unter Berücksichtigung von natur- und wasserschutzrechtlichen Vorgaben wirtschaftlich erschlossen werden kann (Abbildung 7-1). Um eine langfristige Aktualität dieses Berichts zu gewährleisten, werden in den folgenden Kapiteln die technischen Potenziale dargestellt, da sich langfristig immer technologische Entwicklungen sowie Änderungen der wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben können.

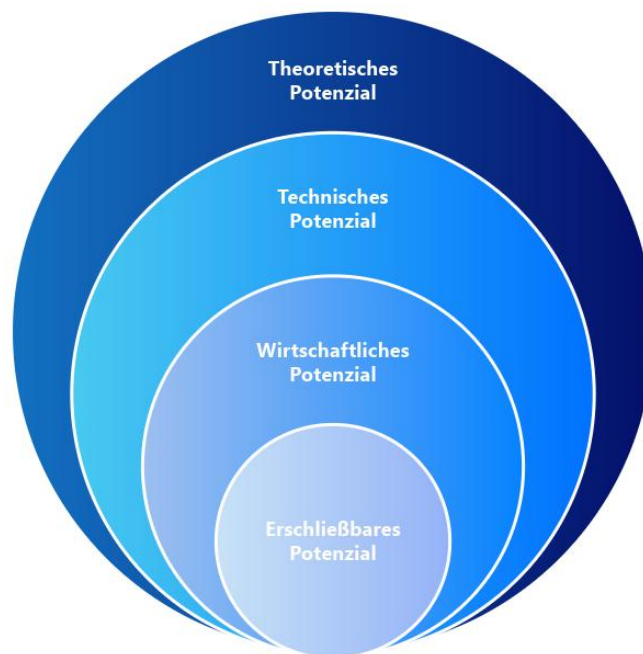


Abbildung 7-1: Übersicht der Betrachtungsebenen von Energiepotenziale (StMUG et al. 2011).



Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 betont die besondere Bedeutung erneuerbarer Energien. Errichtung und Betrieb entsprechender Anlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Ihr Ausbau hat daher in Genehmigungs- und Planungsverfahren grundsätzlich Vorrang und darf nur ausnahmsweise zurückgestellt werden.

7.1 Flächenanalyse

Der Ausbau von Wärmeinfrastruktur und erneuerbaren Energien erfordert in der Regel die Berücksichtigung von Flächennutzung und potenziellen Restriktionen. Dabei ist es entscheidend, landschaftliche und ökologische Aspekte zu wahren und rechtliche Rahmenbedingungen einzuhalten. Im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans für die Gemeinde Bernried wurden daher alle relevanten Schutzgebiete sorgfältig analysiert, um sowohl die Erschließung nachhaltiger Energiepotenziale als auch den Schutz von Natur und Landschaft sicherzustellen.

Die Flächenverfügbarkeit spielt in der Praxis eine zentrale Rolle für die erfolgreiche Nutzung von Wärmequellen. Technologien wie Erdwärmekollektoren oder Freiflächen-Solarthermie benötigen Flächen, während andere Technologien wie Flusswärmepumpen Standorte in unmittelbarer Nähe zur Wärmequelle erfordern. Standorte für Heizzentralen und Wärmespeicher für Wärmenetze müssen ebenfalls sorgfältig geprüft werden. Ein umfassendes Flächenscreening, das potenzielle Einschränkungen und Ausschlussflächen erfasst, ist daher unverzichtbar.

Das Gemeindegebiet Bernried weist mehrere schützenswerte Bereiche auf, die sowohl naturschutzrechtlich als auch ökologisch von Bedeutung sind (Abbildung 7-2). Im Norden von Bernried nahe der Klinik Höhenried angrenzend an Tutzing befindet sich im Karpfenwinkel ein Naturschutzgebiet mit Streuwiesen. Dasselbe Gebiet plus die komplette Uferseite zum Starnberger See und eine weitere Fläche im Süd-Westen der Gemeinde werden zusätzlich als FFH-Gebiet (Natura2000) gelistet, welche als wertvoller Lebensraum für zahlreiche Arten unter europäischem Schutz stehen. Zudem befinden sich in Ufernähe und im Westen um die Weiher wertvolle und zahlreiche Biotopflächen, die sich durch eine hohe ökologische Vielfalt auszeichnen und einen bedeutenden Lebensraum für geschützte Arten, darstellen. In diesen Bereichen sind Eingriffe in das Landschaftsbild sowie bauliche Maßnahmen für Energieinfrastruktur nur sehr eingeschränkt möglich. Ausgedehnte Moorflächen sind in der gesamten westlichen Gemeindehälfte zu finden, welche sich über die durch Weiher geprägte Landschaft erstrecken.

Diese haben sowohl für den Klimaschutz durch ihre CO₂-Speicherfähigkeit als auch aus ökologischer Sicht eine hohe Relevanz. Südlich des Klosters, im nördlichen Teil des Bernrieder Parks befindet sich ein Trinkwasserschutzgebiet der Zone I und II. Diese Gebiete dienen der Sicherung der Trinkwasserversorgung und unterliegen daher besonders strengen Regelungen, die bauliche Maßnahmen erheblich einschränken. Das Kloster selbst ist zudem als Bodendenkmal registriert, welche von kultureller und historischer Bedeutung sind und bei Planungen entsprechend berücksichtigt werden müssen. Einzigartig in Bernried stellt sich die Ausprägung der Baudenkmäler dar. Sowohl der komplette Bernrieder Landschaftspark als auch der rot eingefärbte Bereich bei Höhenried (Villengarten) wird als baudenkmalgeschützt geführt. Weitere Gebäude sind ebenfalls über das Gemeindegebiet verteilt, welche ebenfalls bei detaillierter Gebäudebezogener Planung besonders betrachtet werden müssen. Zusätzlich gibt es zwei im Ökoflächenkataster hinterlegte Ausgleichs- und Ersatzflächen, in grün gefärbt (Abbildung 7-2). Diese dienen der Kompensation von Eingriffen in die Natur und sind für Baumaßnahmen nicht verfügbar. Bis auf das zentrale Gebiete der Gemeinde sind nahezu alle Bereiche im Westen und Osten von Bernried Landschaftsschutzgebiete, die ebenfalls für die Wärmeplanung von Bedeutung sind. Zu guter Letzt gibt es im Gemeindegebiet zahlreiche verstreute Arten- und Lebensräume der Kategorien 4 und 5, die ebenfalls von besonderer ökologischer Bedeutung sind.

Die sorgfältige Berücksichtigung der genannten Flächenrestriktionen ist essenziell, um den Wärmeplan nachhaltig und im Einklang mit dem Umweltschutz umzusetzen.

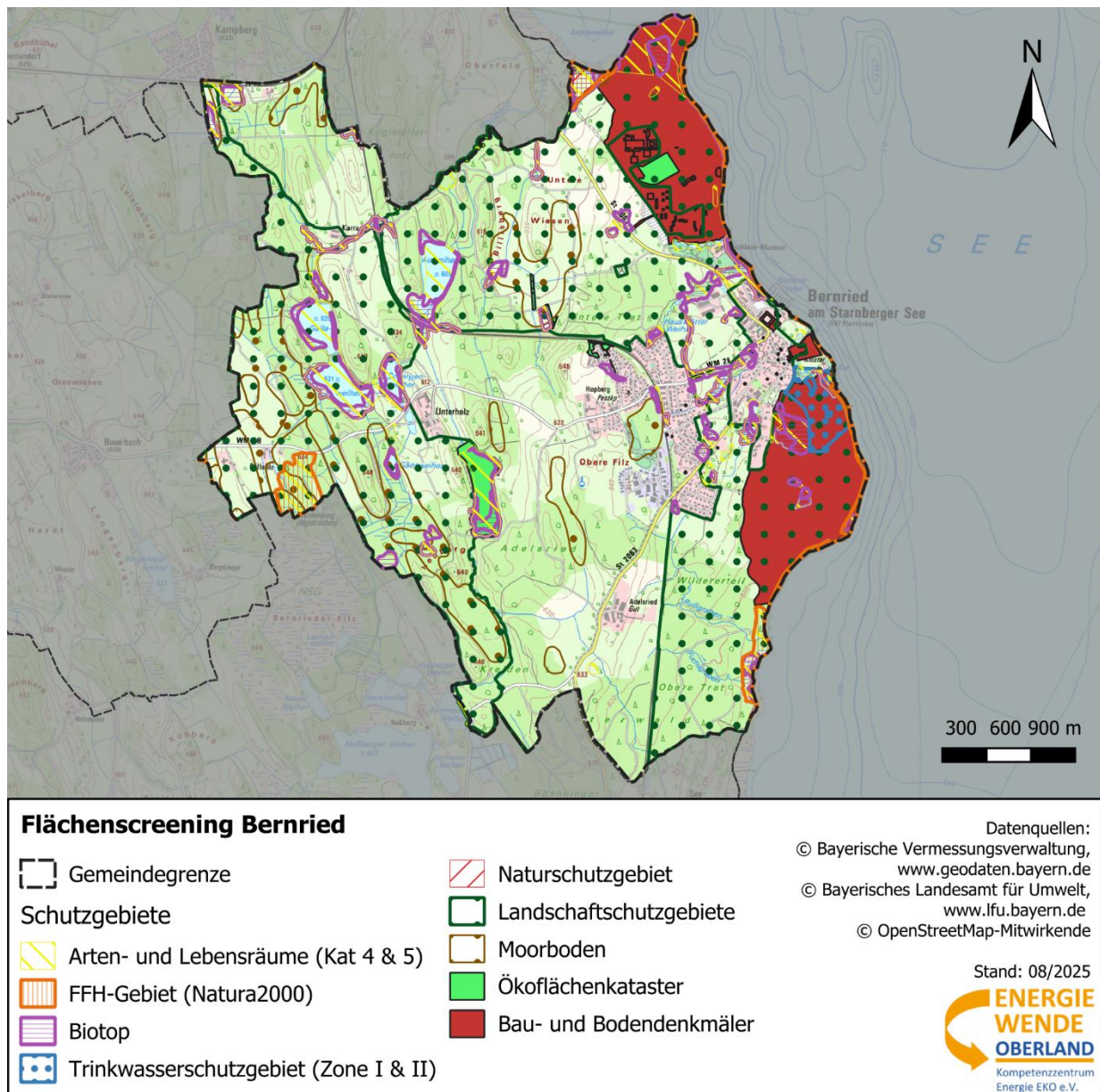


Abbildung 7-2: Flächenscreening: Flächen, die mögliche Technologien einschränken oder ausschließen.

7.2 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Die Berücksichtigung des Potenzials zur Einsparung von Energie durch ein verantwortungsvolles Verbrauchsverhalten sollte stets an erster Stelle stehen. Von der technischen Sichtweise her erscheint „Energie sparen“ einfach, vergleicht man Energieeinsparmaßnahmen z.B. mit der Errichtung eines hochtechnisierten Biomasseheizkraftwerks. Die vergangenen Jahrzehnte haben jedoch gezeigt, dass es eine große Herausforderung ist, bestehende Verhaltensmuster nachhaltig zu verändern. Im Gegensatz zur Energieerzeugung ist beim Energieeinsparen die gesamte Bandbreite gesellschaftlicher Akteure gefragt. Unternehmen, Politik, Verwaltungen sowie alle Bürgerinnen und Bürger sind dazu aufgefordert entsprechend

Ihrer Möglichkeiten einen sparsamen Energieumgang umzusetzen. Die EU-Energieeffizienzrichtlinie (EU) 2023/1791 sieht vor, dass die Mitgliedstaaten im Zeitraum von 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparungen erzielen, wobei die jährliche Einsparrate ab 2024 auf 1,3 %, ab 2026 auf 1,5 % und ab 2028 auf 1,9 % des gemittelten Endenergieverbrauchs ansteigt (EED, 2023).

Lag die energetische Sanierungsquote in Bayern früher bei etwa 0,8 bis 1,0 % (Nemeth et al., 2012) so ist die bundesweite Quote für Wohngebäude im Jahr 2025 auf einen neuen Tiefpunkt von 0,67 % gesunken (BuVEG, 2026). Für das bayerische Ziel, den Primärenergieverbrauch bis 2040 um 60 % zu senken, müsste die Sanierungsquote allerdings auf 2 bis 2,5 % gesteigert werden. Bei diesen Quoten wird der Gebäudebestand im Durchschnitt einmal komplett in 50 bzw. 40 Jahren saniert.

Als Referenz für ein saniertes Gebäude kann das Niveau eines KfW-Effizienzhauses 100 (d.h. ca. 70 kWh/(m²*a)) herangezogen werden. Zu berücksichtigen ist, dass es weder wirtschaftlich noch bauphysikalisch bei allen Gebäuden möglich ist, eine vollständige Sanierung durchzuführen. Das größte Potenzial liegt insbesondere bei Bestandsgebäuden aus den 60er bis 80er Jahren. Wohngebäude dieser Baualtersklassen sind aus energetischen Gesichtspunkten meist ungünstig. Allerdings sind diese in der Regel bauphysikalisch einfach zu sanieren und erzielen aufgrund der älteren Bausubstanz sehr hohe Einsparungen. Einzelmaßnahmen wie z.B. Fenstertausch oder Dachsanierungen sind zudem Investitionen, die ohnehin zum Erhalt der Wohnqualität erforderlich sind.

Da ein großer Teil der Gebäude in Bernried vor Mitte der 80er Jahre errichtet wurde, können durch gezielte Sanierungsmaßnahmen gute Einsparergebnisse erzielt werden. Vor allem die Dämmung des Daches sowie der Austausch der Fenster erzielen eine hohe Einsparung und eine Steigerung der Wohnqualität. Ein Überblick über die mögliche Reduzierung des Energiebedarfs durch Sanierung ergibt sich aus Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1: Reduzierung des Netto-Heizwärmebedarfs pro Jahr je Baualtersklasse für Einfamilienhäuser nach unterschiedlichen Modernisierungszielen (Loga et al., 2015, S. 153 ff)

Baualtersklasse	EnEV 2014	Passivhausstandard
C (1919-1948)	- 44 %	- 79 %
D (1949-1957)	- 33 %	- 74 %
E (1958-1968)	- 28 %	- 69 %
F (1969-1978)	- 35 %	- 72 %

Eine derart vereinfachte Darstellung der Einsparungswerte nach aktuellem Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ist derzeit nicht möglich, da sich die Bewertungsmetrik weiterentwickelt hat. Dennoch wird ersichtlich, dass die Gebäudesanierung ein erhebliches Einsparpotenzial bietet.

Einordnung der Szenarien T45-Strom und T45-RedEff

Die Szenarien T45-Strom und T45-RedEff stammen aus den „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ und zeigen alternative Pfade zur Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045 auf.

- **T45-Strom** verfolgt einen ambitionierten Pfad mit einem starken Fokus auf **elektrische Wärmepumpen** und eine **hohe Gebäudeeffizienz**. Der Sanierungsgrad ist deutlich erhöht, und Maßnahmen wie der vorgezogene Austausch von Bauteilen sowie der verstärkte Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung steigern die Energieeffizienz erheblich.
- **T45-RedEff** ist ein **Sensitivitätsszenario** zu T45-Strom. Es geht vom gleichen Energiesystem aus, reduziert jedoch die Annahmen zur Gebäudeeffizienz auf ein moderateres Niveau (ähnlich wie in den Szenarien T45-PtG/PtL und T45-H2) und adressiert stärker Hemmnisse wie Fachkräftemangel und Baukosten. Der Fokus liegt weiterhin auf elektrischen Wärmepumpen, allerdings ohne die tiefgreifenden Sanierungsmaßnahmen wie in T45-Strom.

Die unterschiedliche Ambition bei der Gebäudeeffizienz führt zu deutlich verschiedenen Ergebnissen in der deutschen Gesamtbetrachtung:

- In T45-Strom sinkt der Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser bis 2045 um 48 % im Vergleich zu 2008.
- In T45-RedEff beträgt die Reduktion nur 35 %.

Dies liegt daran, dass in T45-Strom durch bessere Dämmung, Luftdichtheit und optimierte Heiztechnik (z. B. Fußbodenheizungen) sowohl der Wärmebedarf als auch die Effizienz der Wärmepumpen gesteigert werden. In T45-RedEff hingegen ist der Energiebedarf höher, was zu

mehr Wärmepumpen mit schlechterer Effizienz führt. Der Stromverbrauch im Gebäudesektor ist deshalb in T45-RedEff im Jahr 2045 um 37 % höher als in T45-Strom. Mithilfe dieser Datenbasis kann der Wärmeverbrauch des Gebäudebestands differenziert nach Gebäudesektor, Gebäudeart und Baualtersklasse modelliert werden und bildet die Grundlage für eine zukunftsorientierte Wärmeplanung. (BMWK, 2022)

Um die Zielwerte der Szenarien bis 2045 in Bernried zu erreichen, müssten jedes Jahr 2,4 % (T45-Strom) bzw. 1,38 % (T45-RedEff) der Gebäude saniert werden. Die entsprechende Nutzwärmereduktion ist in Abbildung 7-3 dargestellt. Dabei wird angenommen, dass mit jeder Komplettsanierung der jeweilige Wärmebedarf durchschnittlich um die Hälfte reduziert wird. Bezogen auf den Gesamtwärmebedarf aller Bestandsgebäude würde sich bis 2045 mit einer ambitionierten Sanierungsquote ein Einsparpotenzial von 9.042 MWh (26,4 %) und mit einer konservativen Effizienzsteigerung ein Einsparpotenzial von 5.149 MWh (15,1 %) gegenüber dem Jahr 2023 ergeben.

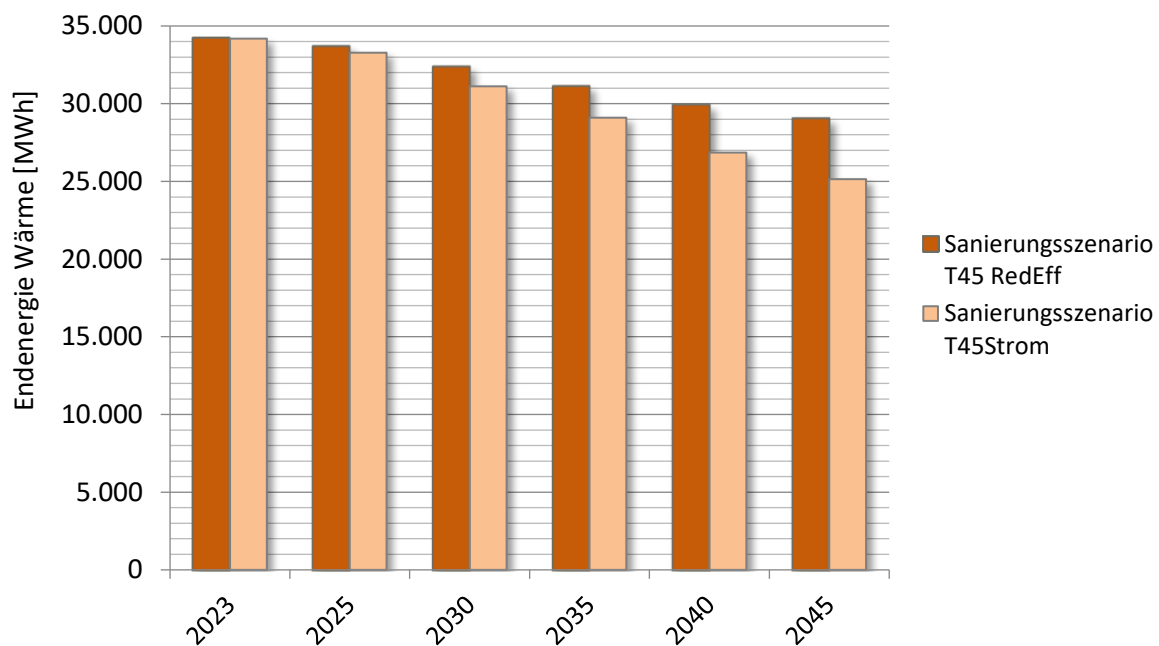


Abbildung 7-3: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung Nutzwärme bei Sanierungsszenario T45 RedEff bzw. T45 Strom im Jahr 2045 in Bernried.

Räumliche Verteilung und Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Mit Ausnahme der Gebiete mit einer Bebauung ab 2001 ist in vielen Bereichen des Orts eine stärkere Sanierung anzustreben. In Abbildung 7-4 ist dargestellt, in welchen Teilgebieten sich rechnerisch bei Erreichung der Bundesziele im Gebäudesektor eine besonders hohe Energieeinsparung durch Sanierung zu erreichen ist. Dies sind insbesondere Bereiche, in denen sich die Baualtersklassen bis 1980 häufen und daher Sanierungsmaßnahmen besonders große Einsparungen bringen. Daten zu bereits getätigten Sanierungsmaßnahmen können dabei nur pauschal auf den gesamten Gebäudebestand umgelegt berücksichtigt werden.

Durch die Sanierung eines Beispiel-Einfamilienhauses der 60er Jahre mit einem Netto-Heizwärmebedarf von etwa 180 kWh/(m²*a) kann durch eine Dämmung der obersten Geschossdecke, der Kellerdecke und der Außenwand, sowie Erneuerung und Dämmung der Fenster und modernem Heizsystem mit Lüftungsanlage ein Heizwärmebedarf von etwa 60 kWh/(m²*a) erreicht werden (Loga et al., 2015). Ein niedriger Heizwärmebedarf eröffnet neue Möglichkeiten bei der Wahl des Wärmeerzeugers und bringt finanzielle Entlastung und geringere Abhängigkeit von steigenden Energiepreisen.

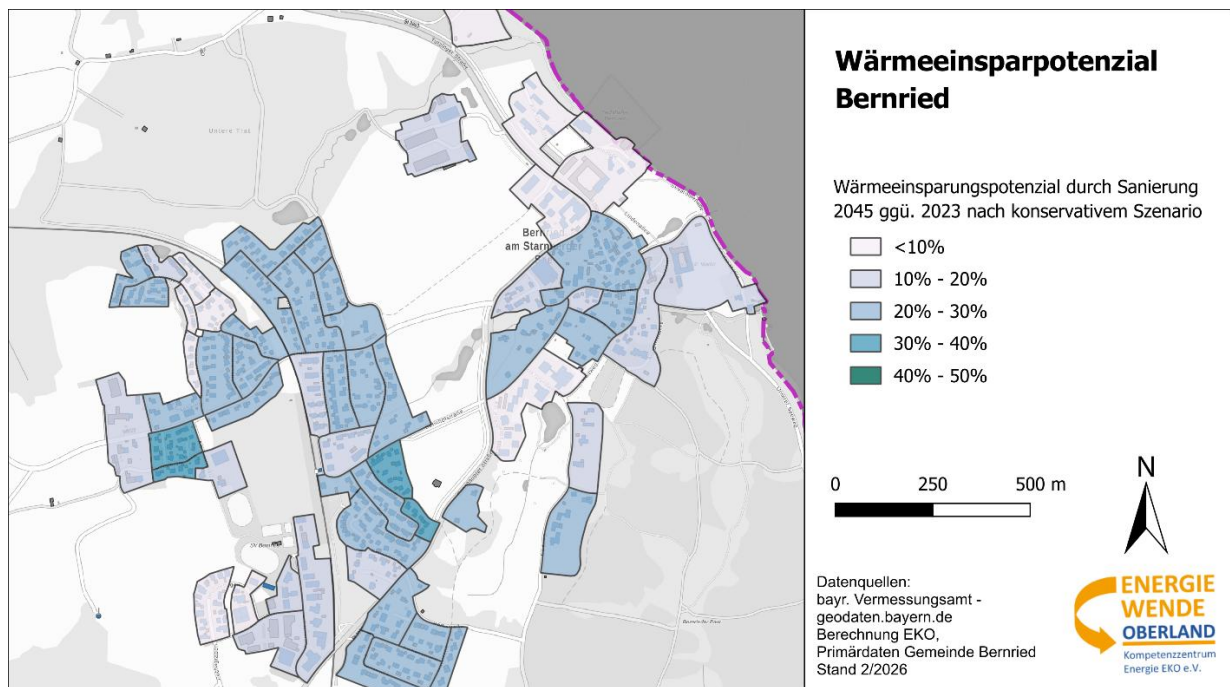


Abbildung 7-4: Wärmeeinsparpotenzial durch Sanierung in der Gemeinde Bernried 2045 gegenüber 2023 nach konservativem Szenario in Prozent.

7.3 Tiefe und mittlere Geothermie

Die Erschließung und Nutzung von Geothermie-Vorkommen in Tiefen zwischen 400 und 5.000 Metern in Oberbayern ist in zentralen und östlichen Regionen schon seit einigen Jahren im Aufbruch begriffen, wie Aktivitäten rund um München, Holzkirchen, Traunreut oder Waldkraiburg zeigen. All diese Projekte liegen in einer hydrogeologischen Zone des Malm Aquifers, wo ausreichende Entnahmemengen für eine hydrothermale Wärme- oder Stromerzeugung realisiert werden können.

Im Gemeindegebiet von Bernried herrschen dagegen keine günstigen geologischen Verhältnisse zur Erschließung von hydrologisch basierter Tiefenerdwärme, wie Abbildung 7-5 zeigt. Bernried liegt zwar nördlich der Faltenmolasse und damit in einem Gebiet, in dem tendenziell bessere Potenziale vorherrschen, nichtsdestotrotz befindet sich das Gemeindegebiet im südlichen Teil des Starnberger Sees in einer eher ungeeigneten Region.

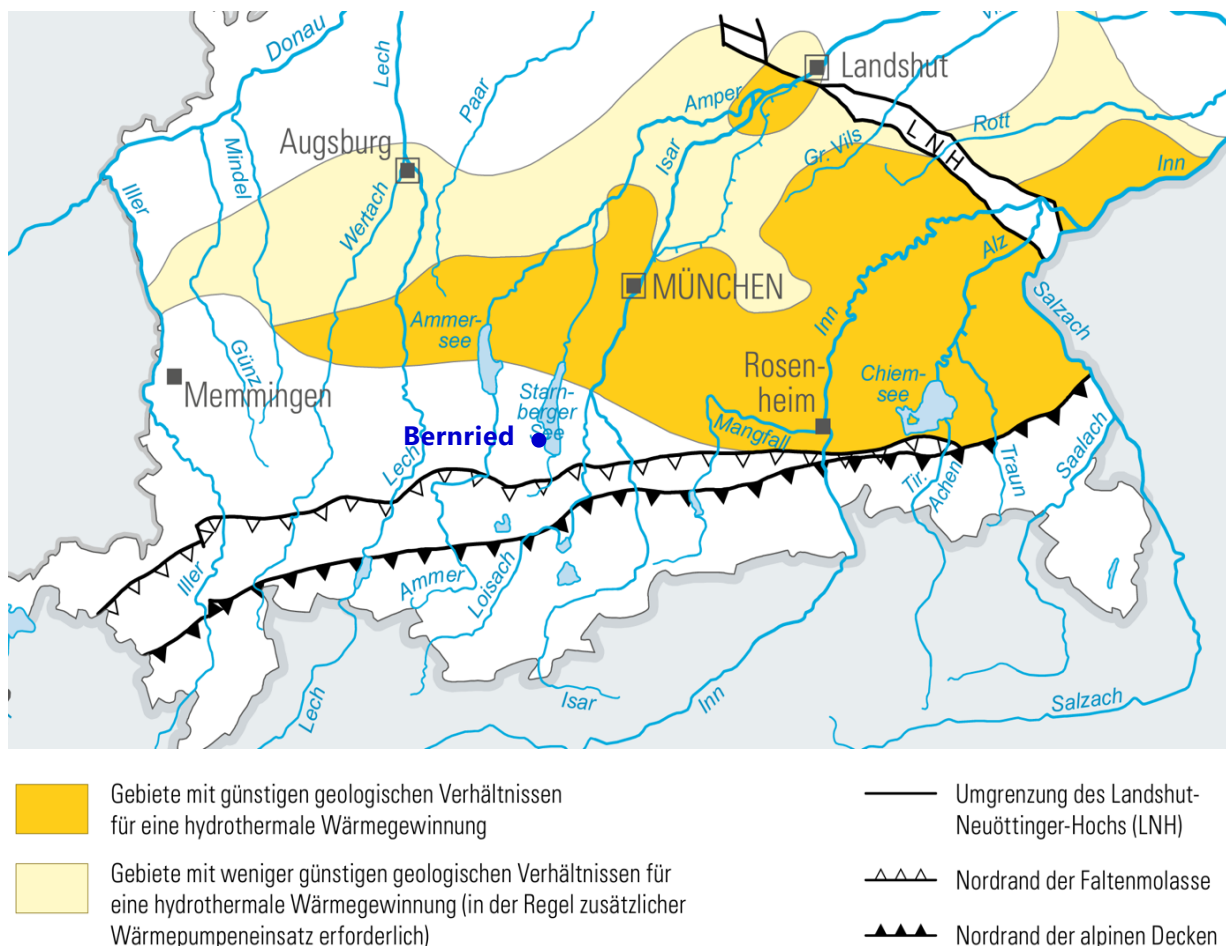


Abbildung 7-5: Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für tiefengeothermische Energiegewinnung (Karte nach Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022).

Gleichwohl ist hervorzuheben, dass es in Bernried bereits vor rund zehn Jahren konkrete Planungen zur Errichtung eines Geothermie-Kraftwerks auf der sogenannten „Hartwiese“ gab. Dieses sollte sowohl Strom als auch Erdwärme liefern und wurde in der Bürgerschaft intensiv, teils kontrovers, diskutiert. Die damaligen Planungen kamen jedoch nach einer Fehlbohrung im benachbarten Geretsried im Jahr 2014 zum Stillstand. In der Folge wurden lediglich noch Beschlüsse zur Verlängerung der Aufsuchungserlaubnis sowie zur Baugenehmigung gefasst, bis das Vorhaben im Jahr 2020 endgültig eingestellt wurde.

Trotz der bisherigen Einschätzung, dass bestimmte Regionen für die Tiefengeothermie ungeeignet sind, wird im Oberland aktuell ein innovatives Projekt durchgeführt, das neue technische Möglichkeiten erprobt und damit neue Energiepotenziale erschließen soll. Nach zwei gescheiterten Versuchen in Geretsried, Energie aus Tiefengeothermie zu erschließen, finden dort aktuell weitere Bohrungen statt. Bei dieser Technologie zirkuliert das Arbeitsmedium in einem geschlossenen Kreislauf (sog. Loop) ohne Austausch mit dem Tiefenwasser. Nach den erfolgreichen senkrechten Bohrungen bis in ca. 4.500 m wird der erste Loop in der Waagrechten erstellt. Insgesamt sind in Geretsried vier Loops geplant. Das zugehörige Kraftwerk speist seit Dezember 2025 erstmals Strom ins Netz ein, die zweite Bohrung hat begonnen. Die Anlage ist ausgelegt für eine elektrische Leistung von 8,2 MW oder eine thermische Leistung von 64 MW und ist je nach Anforderungen regelbar: Die Fließgeschwindigkeit des Wärmediums kann ggf. reduziert werden, ebenso ist es möglich, die Stromproduktion im Zusammenspiel mit anderen regenerativen Energien auszugleichen. Besonders diese netzdienliche und grundlastfähige Funktion stellt für die Energiewende einen wesentlichen Vorteil der Technik dar. Anders als die herkömmliche Tiefengeothermie setzt die Eavor-Loop -Technologie kein hydrothermisches Reservoir voraus und hat außerdem einen weit geringeren Flächenbedarf als andere erneuerbare Energien (Abbildung 7-6). So kann diese Form der Erschließung von Erdwärme fast überall am Bedarfsort nutzbar gemacht werden.

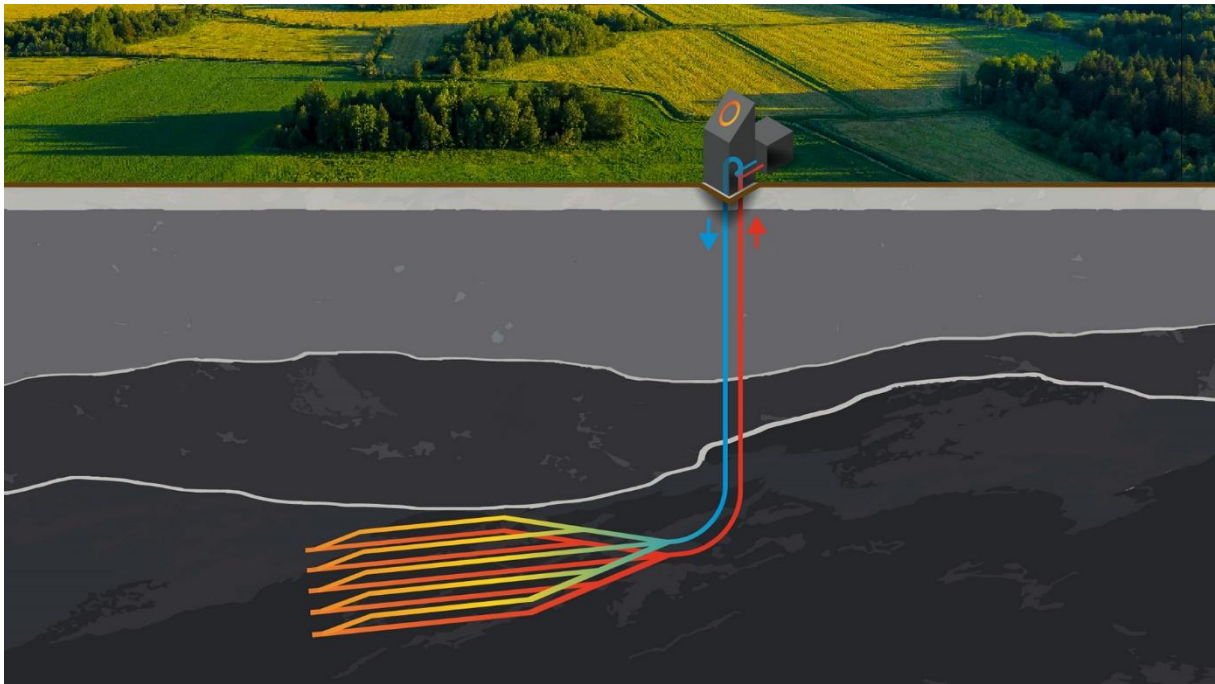


Abbildung 7-6: Skizze eines Eavor-Loops (<https://www.eavor.com/>).

Am Standort Geretsried werden durch den Bau der Anlage je nach Bohrgeschwindigkeit ca. 200 bis 350 Millionen Euro investiert. Der Europäische Investitionsfond fördert das Projekt mit 91,6 Millionen Euro. Aufgrund der geographischen Nähe zu Wolfratshausen und den ähnlichen geologischen Gegebenheiten, können Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt sehr wertvoll für die gesamte Region werden. Die Ergebnisse aus den Forschungen werden daher weiterhin eng beobachtet. Das Potenzial hängt in der Tiefengeothermie weiterhin stark vom zukünftigen Forschungsfortschritt ab.

7.4 Oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie als umweltfreundliche Alternative hat in den letzten Jahren durch technologische Fortschritte und eine grundlegende rechtliche Neuausrichtung massiv an Bedeutung gewonnen. Als grundlastfähige Energiequelle ist Erdwärme krisensicher und konstant verfügbar; im Gegensatz zu Solar- und Windenergie ist sie unabhängig von tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Zudem ist die Technologie flächeneffizient und erfolgt ohne sichtbare Eingriffe in das Landschaftsbild.

Der Entzug der Wärme erfolgt mittels Wärmepumpen, die dem Erdreich oder dem Grundwasser Energie entziehen und über einen Wärmetauscher für die Gebäudeheizung nutzbar machen. Gemäß der aktuellen gesetzlichen Definition (GeoBG, 2025) umfasst die oberflächennahe Geothermie Erschließungen bis zu einer Tiefe von 400 m. Während Bohrungen

historisch oft auf 100 m begrenzt wurden, um bergrechtliche Anzeige- und Erlaubnispflichten zu vermeiden, hat das im Jahr 2026 vollumfänglich wirksame Geothermie-Beschleunigungsgesetz die Hürden deutlich gesenkt: Bohrungen bis 400 m Tiefe sind nun unter vereinfachten Bedingungen möglich, sofern sie primär der Wärmeversorgung dienen (§ 127 BBergG n.F.). Zudem ist der Ausbau der Geothermie gesetzlich als „überragendes öffentliches Interesse“ verankert, was Genehmigungsverfahren auf maximal drei Monate verkürzt.

Neben der Beheizung erlaubt die Technologie durch eine Umkehrung des Prozesses auch die effiziente Kühlung von Gebäuden im Sommer („Geocooling“). Im Vergleich zu Luft-Wärmepumpen, die aufgrund der schwankenden Außenlufttemperaturen einen höheren Stromeinsatz erfordern, weisen erdgekoppelte Systeme durch das stabile Temperaturniveau im Untergrund eine deutlich höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) und somit eine bessere Primärenergieeffizienz auf.

Prinzipiell ist die Nutzung von Erdwärme nur dann ökologisch sinnvoll, wenn niedrige Vorlauftemperaturen zur Beheizung von Gebäuden erforderlich sind. Denn die Wärmepumpe arbeitet umso besser, je niedriger das Temperaturniveau ist, auf das diese das Heizwasser aufheizen muss. Je kleiner der Temperaturunterschied zwischen dem Medium und der Vorlauftemperatur, desto höher ist der Wirkungsgrad. Eine Aussage über die Energieeffizienz der eingesetzten Wärmepumpe gibt die sogenannte Jahresarbeitszahl (JAZ). Gut geeignet ist der Einsatz von Wärmepumpen bei Neubauten mit Flächenheizungen, aber auch bei älteren Gebäuden, deren Wärmebedarf durch Sanierungsmaßnahmen reduziert wurde. Mit Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen können Vorlauftemperaturen von bis zu 55°C mit akzeptablen Jahresarbeitszahlen (>3) bereitgestellt werden. Der zum Betrieb von Wärmepumpen notwendige Strom sollte möglichst gering sein und durch regenerative Energien, wie z.B. durch eine PV-Anlage bereitgestellt werden. Beim Kauf wichtig zu beachten ist, dass der vom Hersteller angegebene Coefficient of Performance (COP) die Leistungszahl der Wärmepumpe unter festgelegten Normbedingungen angibt, wohingegen die JAZ die tatsächlichen Betriebsbedingungen über das ganze Jahr berücksichtigt und somit die realistische Angabe zur Effizienz ist. Auf der Website des Bundesverband Wärmepumpe können die JAZ verschiedener Wärmepumpen berechnet werden: www.waerme-pumpe.de/jazrechner/



Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt das Verhältnis zwischen der jährlich erzeugten Nutzwärme und der dafür eingesetzten elektrischen Energie.

Effiziente oberflächennahe geothermische Anlagen erreichen eine JAZ von über 4. Das bedeutet: Mit einem Teil Strom (ca. 25 %) und drei Teilen Umweltwärme aus dem Erdreich (ca. 75 %) erzeugt die Wärmepumpe insgesamt vier Teile Nutzwärme (100 %) für Heizung und Warmwasser.

Prinzipiell gibt es verschiedene Systeme, wie dem Erdreich oberflächennah Wärme entzogen werden kann. Dazu zählen:

Erdwärmekollektoren (Sole-Wasser Wärmepumpe):



Erdwärmekollektoren sind flache, oberflächennahe Erdwärmenutzungssysteme, die in Tiefen bis 5 m die Erdwärme nutzen. Jahresarbeitszahlen von bis zu 4, welche einen effizienten Betrieb darstellen, sind möglich, die Witterung kann sich im Winter minimal auf die Leistung auswirken. Für diese Technologie ergibt sich ein hoher Flächenbedarf und erhöhte Anschaffungskosten.

Erdwärmesonden (EWS, Sole-Wasser Wärmepumpe):



Eine Erdwärmesonde wird im Gegensatz zu den Erdwärmekollektoren in tiefere Erdschichten eingebracht. Diese kommen mit einem deutlich geringeren Platzbedarf aus. Für die Verlegung von Erdwärmesonden werden Erdbohrungen bis zu 100 Meter Tiefe durchgeführt. Bei solch tiefen Bohrungen kann neben der Wärmeenergie auch Energie zur Stromproduktion gewonnen werden. Erdwärmesonden sind weitaus effektiver als Erdwärmekollektoren. Dies hängt damit zusammen, dass die Temperatur mit zunehmender Bohrtiefe wärmer und konstanter wird. Ab 15 Meter liegt die Temperatur bei konstanten 10 °C. Danach steigt die Temperatur pro 30 Meter um 1 °C. Die Bohrtiefe und Anzahl der Erdwärmesonden hängt vom erforderlichen Wärmebedarf ab. Jahresarbeitszahlen von über 4 sind möglich und garantieren einen sehr effizienten Betrieb bei geringem Platzbedarf. Aufgrund der erforderlichen Bohrungen ist jedoch mit höheren Anschaffungskosten zu rechnen.

Grundwasser-Wärmepumpen (GWWP, Wasser-Wasser Wärmepumpe):



Eine Grundwasser-Wärmepumpe benutzt die im Grundwasser enthaltene Wärme, um damit zu heizen. Da Grundwasser im Jahresverlauf eine konstant hohe Temperatur aufweist, ist es als Wärmequelle hervorragend geeignet. Die Tiefe der Bohrung richtet sich nach der Höhe des Grundwasserspiegels. Aus dem Förderbrunnen wird das Grundwasser nach oben gepumpt und durch Rohre zur Wärmepumpe geleitet. Das abgekühlte Wasser wird dann in einem zweiten Brunnen (Schluckbrunnen) wieder abgeleitet. Bei dieser Variante müssen Gewässerschutzrichtlinien eingehalten und eine Genehmigung beantragt werden. Auch hier ist die Möglichkeit gegeben im Sommer das Grundwasser zur Kühlung zu nutzen (LfU, 2020). Bei der GWWP sind die höchsten Jahresarbeitszahlen von bis zu 5 möglich, der Platzbedarf beschränkt sich auf zwei Brunnen, welche mindestens 10 m voneinander entfernt sein sollten. Die Investitionskosten sind hier i.d.R. geringer als bei einer EWS. Ein hoher und konstanter Grundwasserspiegel erleichtert die Erschließung.

Wo der Einsatz der dargestellten Erdwärmesysteme in Bernried möglich ist und in welchen Gebieten Einschränkungen existieren, wird in den folgenden Abschnitten im Detail dargestellt. Nutzungseinschränkungen ergeben sich vorwiegend aus wasserschutzrechtlichen Gründen. Beispielsweise ist in der Zone I bis III/IIIA von Wasserschutzgebieten der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden i.d.R. verboten. Vor Auftragsvergabe sind von Planern, Handwerksbetrieben oder Wärmepumpenherstellern die Gegebenheiten am Standort unbedingt zu prüfen. Für weiterführende Informationen sei insbesondere auf die Publikation „Oberflächennahe Geothermie“ (LfU, 2020) verwiesen.

7.4.1 Lokale Gegebenheiten für oberflächennahe Geothermie

Für die Bohrungen einer Wärmepumpe mit Erdwärmesonden oder Grundwasser ist eine Bohranzeige beim bayrischen Landesamt für Umwelt nötig. Die Daten zu den Bestandsbohrungen sind öffentlich einsehbar und werden in Abbildung 7-7 dargestellt. Auf dem Gemeindegebiet Bernried sind 98 Bohrungen dokumentiert. Davon sind 12 für Erdwärmesonden, jeweils ein Förder- und Schluckbrunnen sowie 84 sonstige Bohrungen dokumentiert. Von den Sonstigen Bohrungen erreichen 14 das Grundwasser. In Abbildung 7-7 sind alle Bohrungen im Gemeindekern mit ihrer Endteufe dargestellt. Bohrungen bei denen Grund-

wasser erreicht wurde sind blau umrandet, wenn bekannt, steht zusätzlich die Tiefe des Ruhewasserspiegels in Klammern.

In Gewässernähe sind Bohrungen mit sehr geringen Grundwassertiefen dokumentiert. Hier wurde Grundwasser teils bereits in Tiefen zwischen etwa 2 m und 10 m angetroffen. Die dokumentierten Ruhewasserspiegel liegen auch an anderen Stellen häufig im einstelligen bis niedrigen zweistelligen Meterbereich. Bei zahlreichen Bohrungen mit Endteufen bis über 100 m sind dagegen keine Grundwasserzutritte dokumentiert.

Insgesamt verdeutlichen die Bestandsbohrungen, dass sich die hydrogeologischen Rahmenbedingungen innerhalb von Bernried prinzipiell gut für die Erschließung durch oberflächennahe Geothermie eignen, wobei zu erkennen ist, dass aufgrund der natur- und trinkwasserschutzrechtlichen Gegebenheiten kaum Bohrungen zur thermischen Nutzung des Grundwassers durchgeführt wurden.

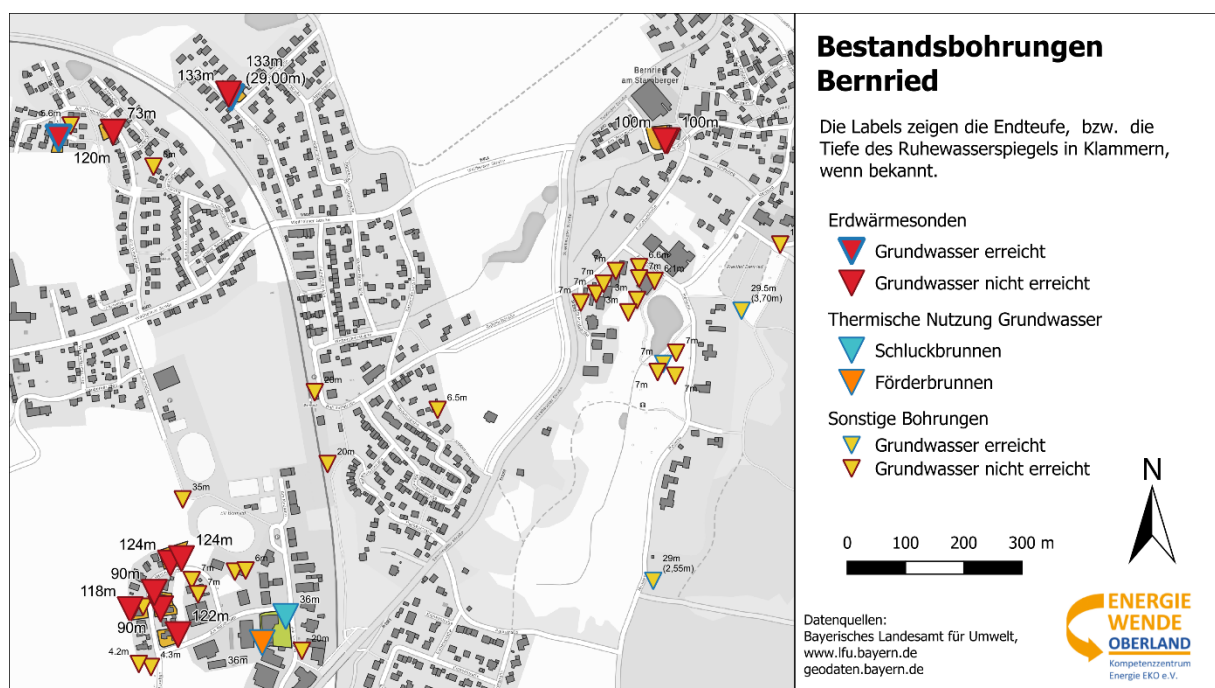


Abbildung 7-7: Bohrdaten im Gemeindekern von Bernried.

7.4.2 Potenziale für Erdwärmesonden (EWS)

Gegenüber Erdwärmekollektoren haben Erdwärmesonden den entscheidenden Vorteil, dass diese mehr oder weniger unabhängig von Witterungseinflüssen sind, die an der Erdoberfläche herrschen. Besonders im Neubaubereich mit geringem Wärmebedarf kann diese Technologie eine interessante Option zur Wärmebereitstellung darstellen.

Wie in Abbildung 7-8 dargestellt, ist die Nutzung von Erdwärmesonden nicht in allen Ortsbereichen uneingeschränkt möglich (Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 2024). Das zentral liegende großflächige Wasserschutzgebiet von Bernried umfasst einige größere Abschnitte des südlichen Siedlungsgebiets. Orange eingefärbt wird die Zone III B des Schutzgebietes, welches Einzelfallprüfungen für den möglichen Einsatz von Erdwärmesonden erfordert. Der östliche Teil des Wasserschutzgebietes zählt als Zone I bis III B, in welchen aus wasserwirtschaftlicher Sicht die Standortbeurteilung für die Nutzung von EWS als unzulässig eingestuft wird (rot). Vermutlich günstige Verhältnisse befinden sich in Bohrtiefen bis zu 100 m Tiefe. In den Gebieten mit potenziell möglicher Nutzung sind Einzelfallprüfungen durch die Untere Wasserbehörde in der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde durchzuführen.

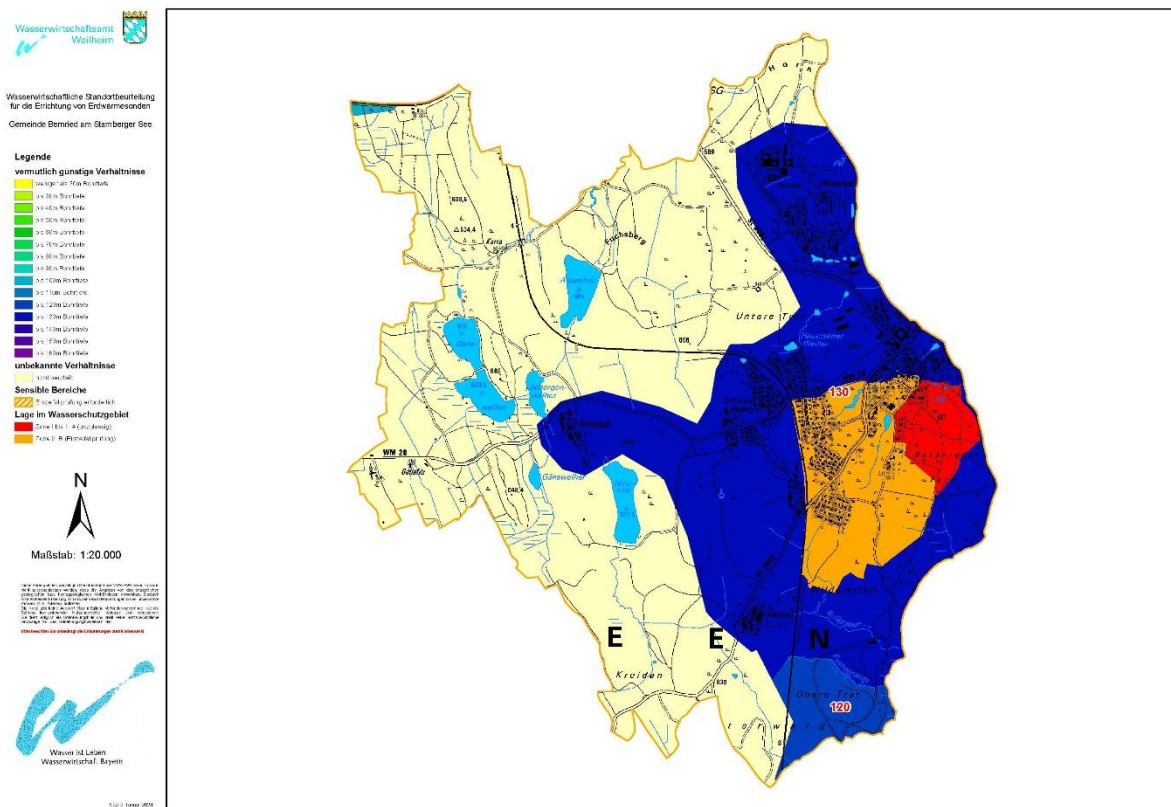


Abbildung 7-8: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden in Bernried (Stand 01/2024, Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 2024).

In einem aufwändigen Verfahren wurden vom LfU (2024) unter Berücksichtigung der lokalen Wärmeleitfähigkeit im Boden, der örtlichen Bohrtiefenbegrenzung, sowie den rechtlichen Ausschlussgebieten (Wasserschutzgebiete, etc.) die minimal möglichen Entzugsleistungen von Erdwärmesonden in Bernried ermittelt. Mit einem Abstand vom 1 m zu den Gebäuden und 3 m zur Flurstücksgrenze, sowie 6 m Abstand zwischen den Sonden, zur

Vermeidung einer gegenseitigen Beeinträchtigung der Entzugsleistung wurden auf den relevanten Flurstücken Sonden platziert und so eine maximal mögliche Entzugsleistung pro Flurstück ermittelt. Von der maximal möglichen Anzahl an Sonden wurden bis zu vier Erdwärmesonden pro Grundstück platziert, da die Wirtschaftlichkeit der Anlage sonst i.d.R. nicht mehr gegeben ist. Im Folgeschritt wurde geprüft, ob der Wärmebedarf eines Flurstücks durch die Entzugsleistung der EWS darstellbar wäre.

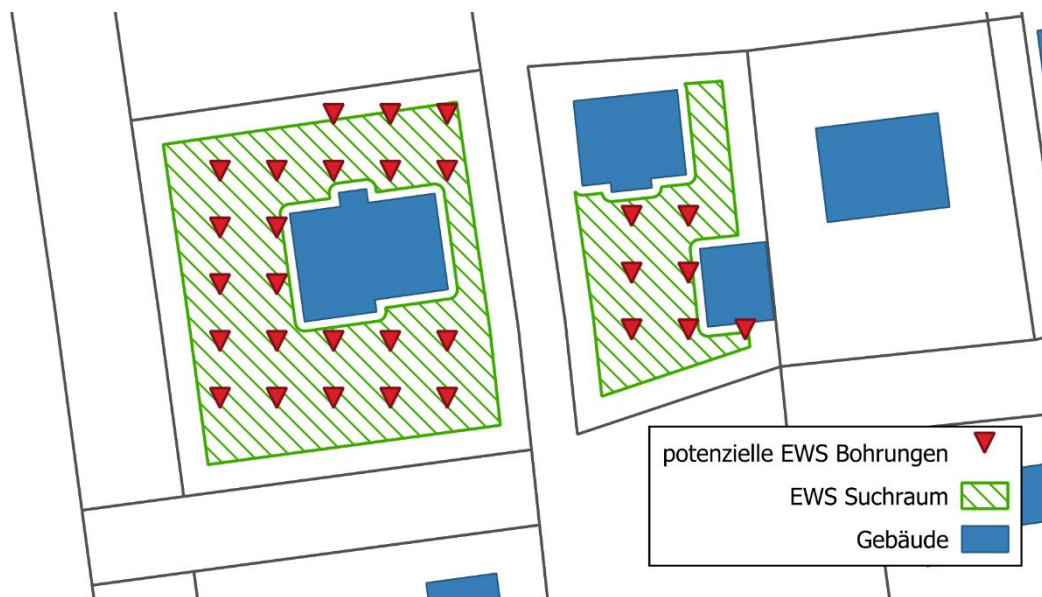


Abbildung 7-9: Methodik der Potenzialerhebung für EWS. Pro Grundstück wird mit maximal vier Sonden gerechnet.

Auf insgesamt 229 Flurstücken in der Gemeinde könnte der Wärmebedarf von insgesamt rund **3.794 MWh** durch Erdwärmesonden gedeckt werden. In Abbildung 7-10 sind entsprechend die möglichen Deckungsgrade des Wärmebedarfs 2045 durch Erdwärmesonden in den Teilgebieten dargestellt. Für einen effizienten Betrieb bedarf es im versorgten Gebäude einen gewissen energetischen Standard. Betrachtet man das Stand heute darstellbare Potenzial für Gebäude, die nach 1995 und somit nach Inkrafttreten der letzten Novelle der Wärmeschutzverordnung (WSchVO, 1994) errichtet wurden, so ergibt sich ein Potenzial von **583 MWh** auf 49 Flurstücken. Etwa ein Sechstel des Potenzials ist also bereits mit dem aktuellen Sanierungsstand umsetzbar, über ein Drittel davon ist zum Bilanzjahr bereits umgesetzt.

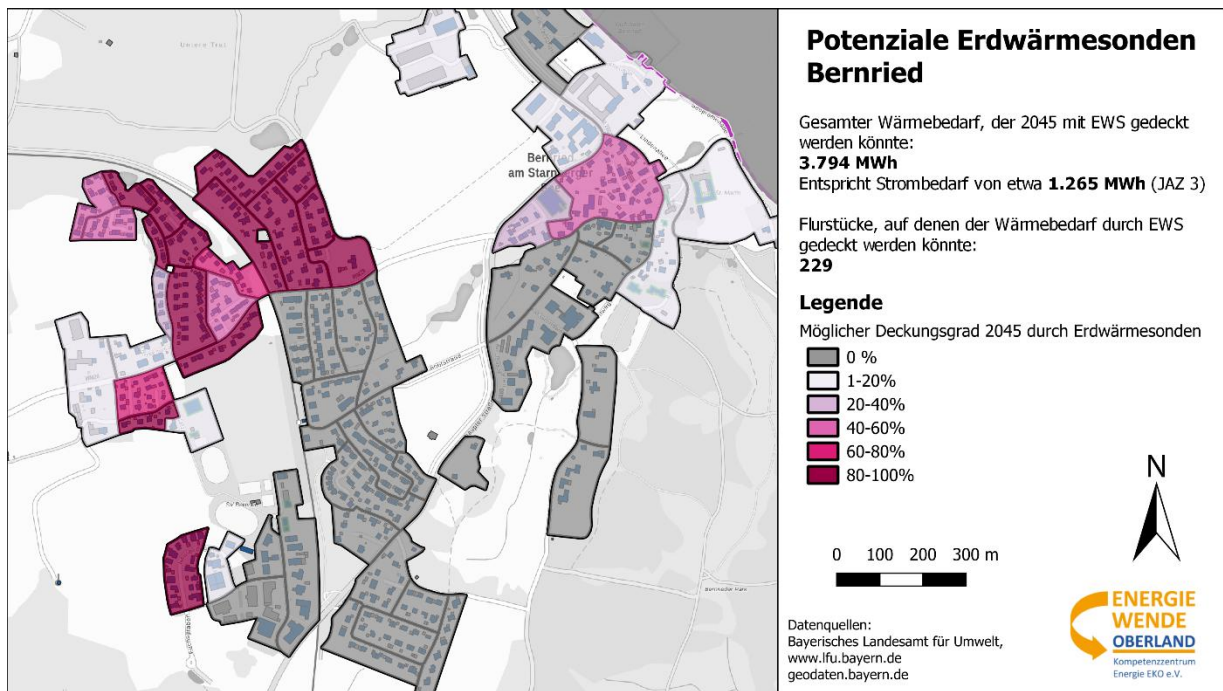


Abbildung 7-10: möglicher Deckungsgrad durch EWS in Bernried zum Zieljahr 2045 bei Wärmebedarfsreduktion nach Landesziel.

FAZIT: Insbesondere bei Neubauten oder gut sanierten Bestandsgebäuden kann diese Technologie in Bernried effizient eingesetzt werden.

7.4.3 Potenziale für Erdwärmekollektoren

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist im besiedelten Gemeindegebiet von Bernried fast überall möglich und durch keine gesetzlichen Einschränkungen betroffen (Abbildung 7-11). Nicht möglich ist die Nutzung in Trinkwasserschutzgebieten, wo Bohrungen grundsätzlich nicht zulässig sind. Im gesamten Gemeindegebiet ist bei konservativer Betrachtung mit gut **52 W/m² Entzugsleistung** zu rechnen.

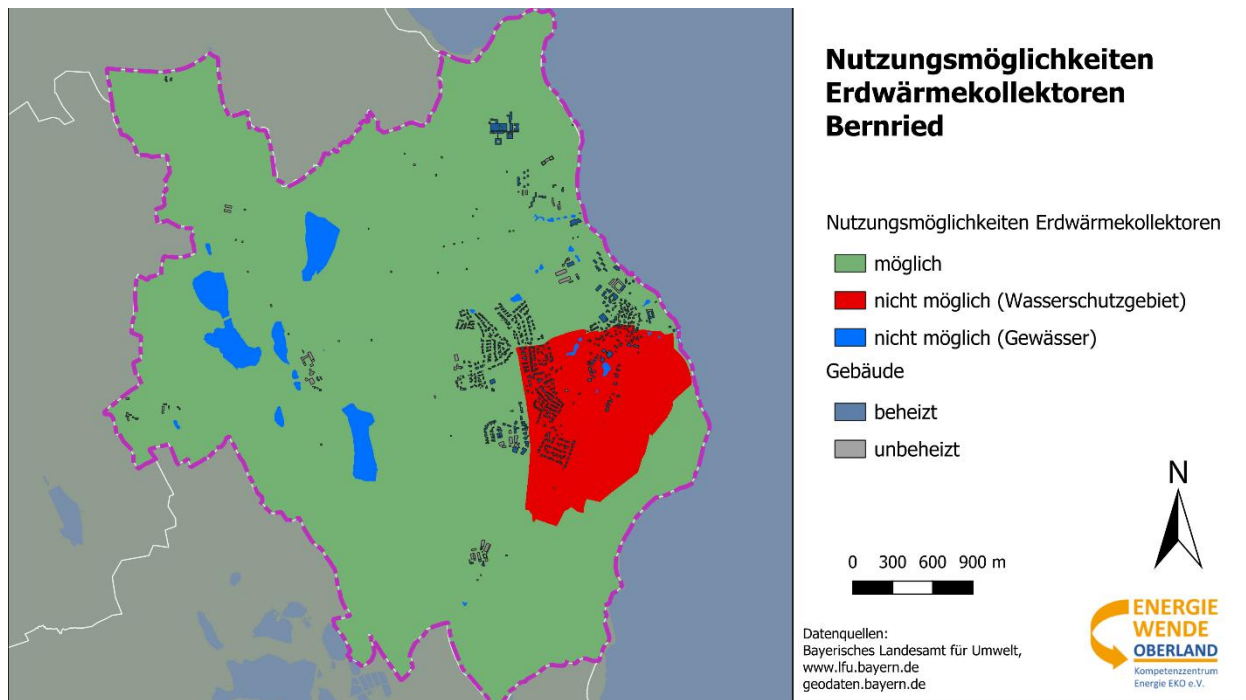


Abbildung 7-11: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmekollektoren im Gemeindegebiet Bernried.

FAZIT: Erdwärmekollektoren oder –körbe können bei Neubauten effizient eingesetzt werden, im Bestand ist der Aufwand für den Tiefbau in der Regel sehr hoch.

7.4.4 Potenziale für Grundwasserwärmepumpen (GWWP)

Die grundsätzlichen Rahmenbedingungen zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen auf dem Gemeindegebiet von Bernried sind in Abbildung 7-12 kartographisch abgebildet. Grundsätzlich ist zu erkennen, dass sich der größte Teil des Siedlungsgebiets im oder in unmittelbarer Nähe zum Wasserschutzgebiet befindet. Fast im gesamten restlichen Bereich sind Einzelfallprüfungen durch die Fachbehörde nötig. Teilweise liegen Siedlungsflächen zudem in Moorgebieten.

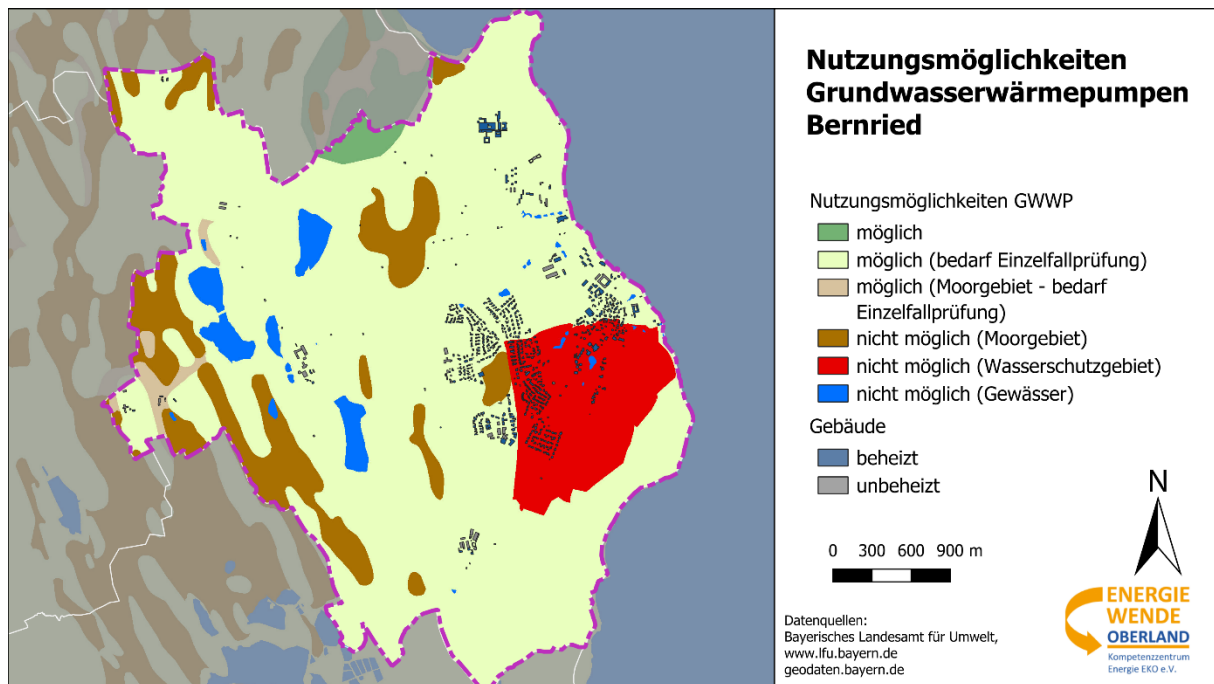


Abbildung 7-12: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen in Bernried.

Bestehen rechtlich keine Einschränkungen, ist das Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen primär von den hydrogeologischen Gegebenheiten abhängig, was sich ebenfalls direkt auf die Entzugsleistung auswirkt. Im Rahmen der Potenzialerhebung des LfU (2024) wurden im gesamten Gemeindegebiet keine flächendeckenden Potenziale ausgewiesen. Aufgrund der Nähe zum Wasserschutzgebiet bestehen wasserschutzrechtlich große Hindernisse bei der Realisierung von GWWP-Systemen. In der Gemeinde wurden daher auch aktuell noch keine Projekte dieser Art umgesetzt. Das vorherrschende Potenzial wird daher im Rahmen dieser Analyse vernachlässigbar gering eingeschätzt.

FAZIT: Aufgrund der hydrogeologischen und rechtlichen Gegebenheiten besteht in Bernried kein nennenswertes Potenzial für die Wärmeerzeugung aus dem Grundwasser.

7.5 Umweltwärme

Unter dem Begriff Umweltwärme werden die Nutzungspotenziale von Oberflächengewässern und der Luft zusammengefasst. In Verbindung mit Wärmepumpen können beide Wärmequellen einen bedeutenden Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende leisten.

7.5.1 Oberflächengewässer

Für die Nutzung von Wärme aus Gewässern wie Flüssen und Seen müssen Aspekte wie Wassermenge, Temperatur sowie genehmigungsrechtliche Einschränkungen berücksichtigt werden. Der Starnberger See hat eine Tiefe von 128 m und ein Volumen von 2.998 Mio. m³ und stellt damit ein enormes, natürliches Wärmereservoir dar. Durch das Schichtungsverhalten in Seen herrschen ab gewissen Tiefen über das ganze Jahr relativ konstante Plusgrade. Somit kann dem See auch im Winter mithilfe von Wärmepumpen effizient Energie entzogen werden, um sie beispielsweise in Wärmenetze zu leiten. Die übliche Herangehensweise in der Literatur zur ersten Abschätzung des ökologisch vertretbaren Wärmeentzugs aus Seen gründet auf der Annahme, dass das gesamte Seevolumen über das Jahr hinweg um einen halben Grad herabgesetzt werden könnte, ohne dass sich dadurch eine dauerhafte Veränderung der Seetemperatur und -ökologie einstellen würde. Unter dieser Annahme kann dem Starnberger See jährlich etwa 1.749 GWh Wärme entnommen werden. Das wäre mehr als genug Wärme, um ganz Bernried und sämtliche an den See grenzenden Gemeinden zusammen zu versorgen.

Aktuell werden im Rahmen von Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in Bernried unter anderem die Potenziale der thermischen Nutzung des Starnberger Sees geprüft. Während die Genehmigung eines solchen Vorhabens einige Hindernisse mit sich bringen kann, planen aktuell bereits mehrere Gemeinden am Starnberger See diese Technologie eventuell in Zukunft umzusetzen. Auch ein bereits genehmigtes Seethermie-Projekt am Tegernsee (Klaus Wiendl & Münchener Zeitungs-Verlag GmbH & Co. KG, 2025) zeigt, dass derartige Potenziale in Zukunft tatsächlich einen großen Beitrag zur erneuerbaren Wärmeversorgung der Region leisten können.

Da die Erschließung des Starnberger Sees aufgrund der aufwendigen Wasserentnahmebauten nur im großen Maßstab wirtschaftlich Sinn ergibt, wird für die Potenzialabschätzung die nutzbare Wärmemenge auf ein durch ein Wärmenetz erschließbares System abgestimmt. Unter Berücksichtigung der aktuellen Wärmenetzplanungen sowie der im Rahmen dieser Analyse bestimmten Versorgungsgebiete kann ein Potenzial von **16.300 MWh** durch die thermische Nutzung des Starnberger Sees im Gemeindegebiet Bernried ausgewiesen werden.

FAZIT: Aufgrund der direkten Lage am Starnberger See besteht für die Gemeinde Bernried ein erhebliches Potenzial zur Nutzung von Seethermie mithilfe eines Wärmenetzes.

7.5.2 Luft

Die Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle ist grundsätzlich überall verfügbar und wird durch Luft-Wärmepumpen (Luft-Wasser-Wärmepumpe) nutzbar gemacht. Diese Aggregate können der Umgebungsluft Wärme entziehen und Wärme für Heizung und Warmwasser zur Verfügung stellen. Im Vergleich zu in Kapitel 0 angeführten Wärmequellen ist eine Luftwärmepumpe mit weniger Aufwand zu installieren. Der Nachteil ist eine geringere Arbeitszahl gerade bei kalter Witterung. Die Jahresarbeitszahlen liegen in der Praxis meist unter 3, was zu hohen Stromkosten führen kann. Ein fortgeschrittener Sanierungsstand sowie große Heizkörper (Verringerung der nötigen Vorlauftemperatur) sind von Vorteil. Allerdings ist nach aktuellem technischem Stand eine Installation auch in weniger sanierten Bestandsgebäuden mit kleinen Anpassungen möglich. Dadurch kann eine Minderung der Effizienz der Wärmepumpe eintreten, was trotzdem noch eine sinnvolle dezentrale Lösung darstellen kann. Einzelanwendungen sind durch Energieberater oder Heizungsbaufirma zu analysieren. Größere Gebäude vor allem mit Warmwasserbereitung sollten zusätzlich eine Heizquelle für höhere Vorlauftemperaturen oder zur hygienischen Warmwasserbereitung vorhalten. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die erhöhte Geräuschentwicklung, wobei bei durchdachter Installation kaum Geräuschprobleme auftreten. Zudem sind moderne Modelle sehr geräuscharm, sofern sie auch stabil über eine Bodenplatte im Grund montiert sind. In Bayern ist kein Mindestabstand zum Nachbargrundstück vorgegeben.

Nach einem deutlichen Rückgang der Zubaurate im Jahr 2024, der maßgeblich durch die Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem GEG verursacht wurde, ist 2025 wieder ein klarer Anstieg der Absatzzahlen zu verzeichnen. Vor diesem Hintergrund ist von einer erneuten Zunahme des Zubaus sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand auszugehen. Abbildung 7-13 stellt die Entwicklung der Absatzzahlen an Wärmepumpen pro Jahr ab 2019 dar (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2026). Unter der Annahme, dass jedes Gebäude, das nach 1995 gebaut wurde, soweit hydraulisch optimiert werden kann, dass die Vorlauftemperaturen einen effizienten betrieb einer Luftwärmepumpe gewährleisten, ergibt sich für die Gemeinde Bernried ein Potenzial von rund **1.912 MWh**. Auch ältere Gebäude können durch Sanierungen effizient Luft-Wärmepumpen nutzen, wie eine Studie des Fraunhofer Instituts 2025 verdeutlicht (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2025). In Mehrfamilienhäusern muss meist eine zentrale Warmwasserbereitung zur Verfügung gestellt werden. Über den monovalenten Betrieb von Luft-Wasser-Wärmepumpen kann dies zu hohen Stromkosten führen. Für derartige Gebäude kann eine Hybridlösung mit Gas-

Spitzenlastkessel eine geeignete Technologie sein. Inklusive dieser Varianten besteht in Bernried immer noch ein Potenzial für Luft-Wärmepumpen von 20.219 MWh pro Jahr. Etwa 937 MWh Wärme werden zum Bilanzjahr bereits durch Luft-Wasser-Wärmepumpen bereitgestellt.

Zur thermischen Nutzung von Umgebungsluft für Großwärmepumpen, die in ein Wärmenetz einspeisen, bestehen dieselben Limitierungen des Versorgungsbereichs wie für die Seethermie, weshalb hierfür ebenso ein Potenzial von **16.300 MWh** ausgewiesen wird.

Absatzzahlen für Heizungswärmepumpen in Deutschland 2019 bis 2025

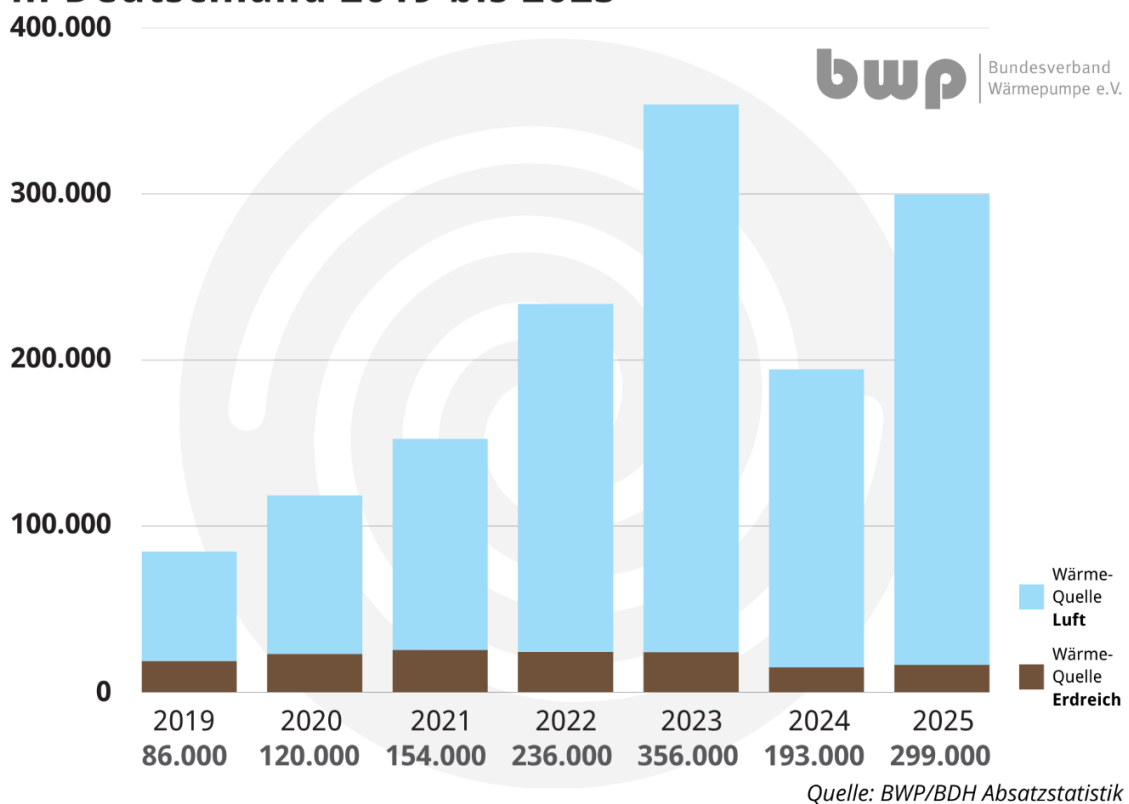


Abbildung 7-13: Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2019-2025 nach Wärmepumpentypen (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2026).

FAZIT: Luft-Wasser-Wärmepumpen bieten ein sehr hohes Potenzial zum Ersatz von Gasheizungen in Ein- und Zweifamilienhäusern. Der Einsatz von Großwärmepumpen zur Beschickung eines Wärmenetzes erfordert hohe Investitionen. Langfristig bietet diese Technologie ein wirtschaftlich erschließbares Potenzial, sofern eine Förderzusage aus der Bundesförderung effiziente Wärmenetze erfolgt.

7.6 Abwasser

Die Nutzung von Abwasserwärme bietet eine effiziente Möglichkeit, Energie aus kommunalen Abwässern zu gewinnen, die auch während der Heizperiode Temperaturen von 10 bis 15 °C aufweisen. Dieses relativ hohe Temperaturniveau ist ideal für den Einsatz von Wärmepumpen und kann auf verschiedene Arten genutzt werden, etwa durch die Entnahme aus der Kanalisation, in Kläranlagen oder aus gereinigtem Abwasser. Besonders in dichter besiedelten Gebieten mit ausreichend hohem Abwasseraufkommen kann

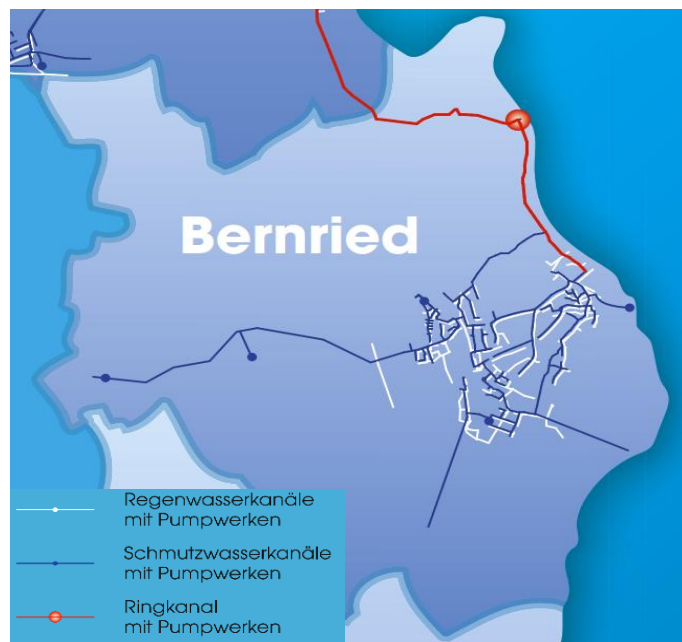


Abbildung 7-14: Abwassernetz in Bernried (nach Abwasserverband Starnberger See, 2025)

diese Form der Energienutzung sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll sein. In der Gemeinde Bernried fließen die Abwässer aus den verschiedenen Siedlungsgebieten entlang des Seeufers zusammen und werden von einem Pumpwerk in der Nähe der Klinik Höhenried zur Kläranlage nach Starnberg weitergeleitet (siehe Abbildung 7-14).

Das Landesamt für Umwelt schlägt im Leitfaden zur Abwassernutzung Rahmenbedingungen vor, ab denen eine Nutzung dieses Potenzials sinnvoll ist: Danach sollte die Abwassermenge von mindestens 5.000 Einwohnern zusammenlaufen. Zudem sollte die Entfernung zwischen Entnahmestelle und potenziellem Wärmenutzer maximal 300 Meter und die Heizlast des Abnehmers mindestens 150 kW betragen (LfU, 2022). Die Abwassermenge in Bernried entspricht jedoch nur etwa der Hälfte dieser Einwohnerzahl. Zudem lässt der zuständige Abwasserverband derartige Vorhaben aktuell aufgrund von Komplikationen bei Einbau und Betrieb grundsätzlich nicht zu (Angabe Abwasserverband Starnberger See).

Aus diesen Gründen wird für die Gemeinde Bernried derzeit kein Abwasserwärmepotenzial ausgewertet. Sollten sich die Vorgaben des Abwasserverbandes zukünftig ändern, könnte bei Neu- oder Umbauten bestehender Kanalanlagen dennoch über die Implementierung einer thermischen Wärmerückgewinnung aus kommunalem Abwasser nachgedacht werden.

FAZIT: Die Nutzung von Abwasserwärme bietet in Bernried nach derzeitiger Einschätzung nur ein geringes Potenzial und wird vom zuständigen Abwasserverband aktuell nicht genehmigt.

7.7 Biomasse

Biomasse umfasst organische Stoffe wie Abfälle aus Land- und Forstwirtschaft, Siedlungsabfälle und Landschaftspflege, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Aufgrund begrenzter Flächen und Nutzungskonkurrenzen sollte der Fokus auf Rest- und Abfallstoffen liegen, die keine höherwertige Nutzung haben.

7.7.1 Energieholz

Aufgrund des Walddreichtums in der Region kommt dem Energieträger Holz eine besondere Rolle zu. Dabei stehen mit Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholzheizungen verschiedene Möglichkeiten zur thermischen Energiegewinnung zu Verfügung. Alle drei Formen haben eines gemeinsam: Als erneuerbarer und nachwachsender Energieträger ist die CO₂-Bilanz um ein Vielfaches besser als im Vergleich zu den fossilen Energieträgern wie Öl und Gas. Kurze Transportwege sind für den Klimaschutz Voraussetzung und sorgen für die regionale Wertschöpfung. Mit 649 ha Fläche ist fast die Hälfte des Gemeindegebietes in Bernried von Wald bedeckt.

Entscheidend zur Ermittlung des noch ungenutzten Potenzials für Energieholz ist die Kenntnis über die Waldeigentumsverhältnisse sowie über die regionale Sortierungspraxis (stoffliche Nutzung, Energieholz, Industrieholz). Die Waldflächen in Bernried setzen sich aus Privatwald (92,3 %), Staatswald (6,8 %) und Körperschaftswald (0,9 %) zusammen, in denen meist noch größere Potenziale für die nachhaltige Nutzung von Energieholz vorhanden sind.

Die aktuelle Sortierungspraxis der Privat- und Körperschaftswälder in der Region Oberland liegt in etwa bei rund 58 % Energieholz. Dabei ist das Energieholz stets als „Nebenprodukt“ der stofflichen Nutzung zu sehen. Zudem ist im Sinne einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung zu beachten, dass ein gewisser Teil des verfügbaren Holzes als Totholzlebensraum und zur Aufrechterhaltung der Nährstoffverfügbarkeit und langfristigen Gesundheit des Ökosystem im Wald verbleiben soll.

Im bayerischen Oberland besteht ein jährlicher Zuwachs von etwa 10,5 fm/ha. Unter Berücksichtigung sozioökonomischer Faktoren und einem Energieholzanteil von etwa 47 % kann von einem nachhaltigen Energieholzpotenzial von circa 2,6 fm/ha ausgegangen werden. Bezogen auf die Privatwaldflächen von Bernried entspricht das jährlich rund 3.894 srm, wodurch wiederum bei einer Verteilung von 58 % Nadel- und 42 % Laubholz etwa **4.194 MWh** zur Wärmebereitstellung genutzt werden könnte. Durch diese Menge ließen sich **420.000 Liter Heizöl** pro Jahr ersetzen.

Aufgrund des Klimawandels und u.a. daraus zu erwartenden zunehmenden Schadereignissen wird zudem in den nächsten Jahrzehnten mehr Schadholz in den Wäldern anfallen und somit energetisch nutzbar sein.

Zu den Energieholzpotenzialen aus den Privatwäldern kommen zusätzlich das nutzbare Material aus Flur- und Siedlungsholz, wie z.B. Straßenbegleitgrün. Im Energieatlas Bayern wird für das Flur- und Siedlungsholz eine Menge von **1.361 MWh** angegeben (BayFoV, 2023). Für Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) ergibt sich ein Energiepotenzial von **333 MWh**, was einer bepflanzten Fläche von 3,9 ha entspricht (LWF Bayern, 2023). In Bernried wird aktuell etwa ein Drittel dieser Wärmemenge bereits durch Energieholz zur Wärmebereitstellung genutzt. Dementsprechend ergibt sich ein theoretisch noch nutzbares Potenzial von 3.870 MWh. Im Folgenden wird als technisches Potenzial die Hälfte der bereits genutzten und potenziellen Energieholzressourcen von **2.945 MWh** als realistisch umsetzbares Potenzial angenommen.

FAZIT: Das Kapitel verdeutlicht, dass Energieholz in Bernried als ökologisch sinnvolles Nebenprodukt der stofflichen Nutzung zur Verfügung steht und durch die Erschließung des restlichen Drittels des nachhaltigen Potenzials einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-neutralen Wärmeversorgung leisten kann, ohne die ökologische Integrität des Waldes zu gefährden.

7.7.2 Biogas

Die Energiegewinnung durch Biogas gilt als innovativ, ist aber auch mit großen Herausforderungen verbunden. Durch Verbrennung von Biogas in BHKWs kann neben Strom auch die anfallende Wärme genutzt werden. Somit kann eine besonders energetisch effiziente Nutzung des regenerativen Energieträgers stattfinden. Die Verwertung zur Biogasherstellung aus organischen Abfallstoffen in Haushalt, Gewerbe, etc. ist lokal relativ schwer abzuschätzen, da Sammlung und Verarbeitung meist überregional geschehen. Daher wurde der

Fokus für das voraussichtlich umsetzbare Potenzial im Folgenden auf die Nutzung von in der Landwirtschaft anfallende Gülle- und Festmistmengen gesetzt. Nach der Vergärung kann die Biogasgülle sogar mit teils verbesserten Düngeeigenschaften wie vor der Vergärung auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden (Biogas Forum Bayern, 2017). Auf die Ausweisung eines Biogaspotenzials durch Maisvergärung wurde verzichtet, da Maismonokulturen zahlreiche ökologische Nachteile mit sich bringen.

Welche Biogaspotenziale innerhalb von Bernried bestehen, um das in der Nutztierhaltung anfallende Düngematerial zum Vergären in Biogasanlagen und zur anschließenden Wärmeversorgung zu nutzen, kann aus dem Nutztierbestand des kommunalen Raumes abgeleitet werden. Gemäß einer Studie der Fraunhofer IEE werden für bayerische Gemeinden im Energieatlas Bayern Potenziale zur Stromerzeugung aus Gülle und Festmist ausgewiesen (Fraunhofer IEE et al., 2024; LfU & StMWi, 2025). Die thermischen Wirkungsgrade gewöhnlicher BHKWs können etwa doppelt so hoch wie deren elektrischer Umwandlungsgrad ausfallen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2025). Die ausgewiesenen Biogaspotenziale zur Stromerzeugung wurden daher für die Berechnung verdoppelt, wobei daraus ein thermisches Potenzial von gut **1.579 MWh/a** ausgewiesen werden kann.

Bei angenommenen 5.740 Vollbenutzungsstunden pro Jahr (Hauptstadtbüro Bioenergie, 2024) könnten hiermit Anlagen mit einer Gesamtleistung von etwa **275 kW_{th}** Leistung betrieben werden (137,5 kW_{el}).

FAZIT: Die lokal vorhandenen Biogaspotenziale aus der Nutztierhaltung sind in Bernried in sehr geringem Umfang verfügbar, aber bisher ungenutzt. Wird ein Großteil des anfallenden Gülle- und Festmists zur Speisung einer 75kW Anlage verwendet, könnte theoretisch eine Biogasanlage betrieben werden, welche neben der Stromerzeugung zusätzlich zur Versorgung eines Wärmenetzes in Bernried genutzt könnte.

7.8 Unvermeidbare Abwärme

Abwärme bezeichnet Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen anfällt, bislang jedoch ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird. Sie kann – sofern räumlich, zeitlich und technisch nutzbar – einen ergänzenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung leisten.

Zur Erfassung solcher Potenziale betreibt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle eine bundesweite Abwärmeplattform (BAFA, 2026), in der relevante Abwärmequellen von Unternehmen gemeldet werden.

Für Bernried sind derzeit keine industriellen Abwärmepotenziale in der Plattform verzeichnet. Entsprechend ergibt sich aktuell **kein identifizierbares Abwärmepotenzial** für die kommunale Wärmeplanung.

Eine Aktualisierung der Potenzialbewertung ist jedoch bei zukünftigen Unternehmensansiedlungen, bei Änderungen bestehender Produktionsprozesse oder bei neuen KWK-Anlagen im Gemeindegebiet sinnvoll, da sich hieraus zusätzliche Wärmequellen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung ergeben können.

Unabhängig von industrieller Prozessabwärme können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auch Wärmequellen aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) eine Rolle spielen. Bei KWK-Anlagen – beispielsweise in Form von Blockheizkraftwerken (BHKW) – wird gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme erzeugt. Wird eine solche Anlage stromgeführt betrieben, kann zeitweise Wärme anfallen, die nicht vollständig vor Ort genutzt wird. Diese überschüssige Wärme kann – sofern räumlich verfügbar und wirtschaftlich erschließbar – in ein Wärmenetz eingespeist werden und so zur Deckung der lokalen Wärmenachfrage beitragen.

Für eine wirtschaftliche Integration in Wärmenetze sind in der Regel folgende Voraussetzungen maßgeblich:

- ausreichende thermische Leistung der KWK-Anlage (typischerweise $\geq 100 \text{ kW}_{\text{th}}$),
- räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen,
- eine kontinuierliche Betriebsweise der Anlage sowie
- eine wirtschaftlich darstellbare Netzanbindung.

7.9 Grüner Wasserstoff

Grüner Wasserstoff im Gebäudesektor

Nach der nationalen Wasserstoffstrategie wird der Einsatz von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeerzeugung nach derzeitigem Erkenntnisstand eine eher nachgeordnete Rolle spielen. Mit Blick auf die Nutzungskonkurrenz zwischen den Sektoren Industrie, Verkehr und Gebäude ist davon auszugehen, dass in den schwer zu elektrifizierenden Sektoren In-

dustrie und Verkehr die Nachfrage nach Wasserstoff vermutlich auch bei relativ hohen oder steigenden Preisen konstant bleibt, während bei vielen Gebäuden und Quartieren Alternativen bestehen und diese dann vorrangig zur Anwendung kommen.

Ein direkter Wasserstoffeinsatz in der Raumwärme wird außer in Pilotprojekten nur nach 2030 gesehen. Ob die Umrüstung von Erdgasverteilnetzen auf Wasserstoff und deren Betrieb für die Nachfragemengen im Gebäudesektor wirtschaftlich sinnvoll ist, ist nach der nationalen Wasserstoffstrategie noch zu prüfen (BMWK, 2023).

Überörtliche Bereitstellung von grünem Wasserstoff für die lokale Nutzung für Wärme in Bernried

Die zuverlässige Versorgung mit grünem Wasserstoff wird derzeit sowohl national als auch international entwickelt. Der Markthochlauf ist mit der nationalen Wasserstoffstrategie, der Planung des Wasserstoff Kernnetzes, sowie dem Beschluss des Wasserstoffbeschleunigungsgesetz auf den Weg gebracht. In der Verteilung werden in der Wasserstoffstrategie die Sektoren Industrie und Verkehr (insbesondere Luft- und Seeverkehr, sowie Schwerlastverkehr) priorisiert. Im Wärmemarkt soll der Bedarf nach Ausschöpfung der Effizienz- und Elektrifizierungspotenziale bei der Prozesswärmeherstellung oder im Gebäudesektor gedeckt werden und ist demnach im privaten Gebäudesektor als nachrangig zu bewerten (BMWK, 2023). Das Wasserstoff Kernnetz (European Hydrogen Backbone – Europäische Wasserstoff-Infrastruktur) soll schrittweise bis 2032 umgesetzt werden.

Genehmigtes Wasserstoffkernnetz

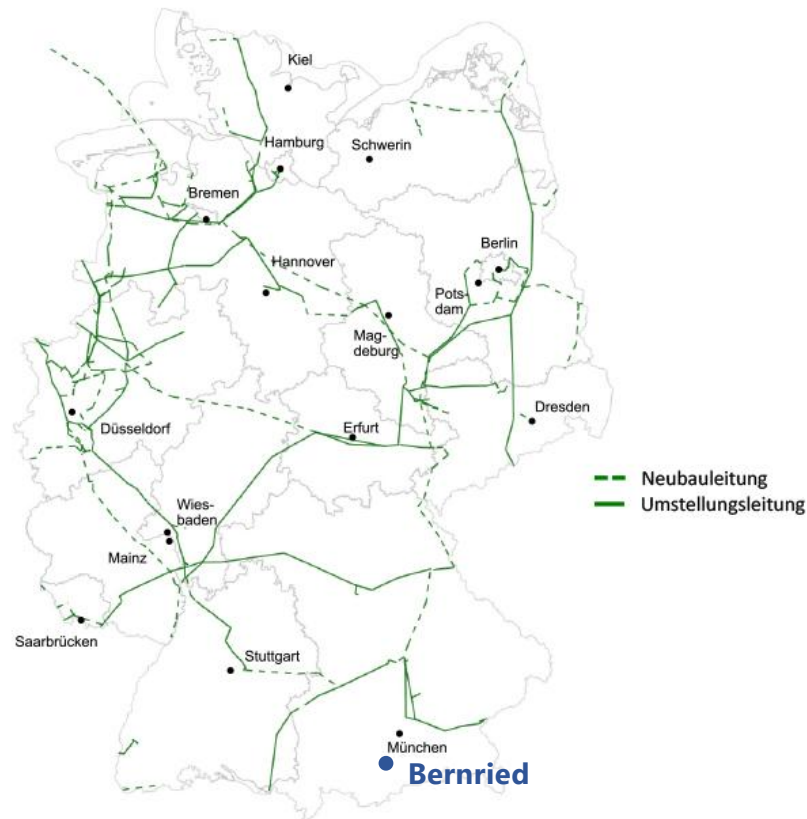


Abbildung 7-15: Geplantes Wasserstoffkernnetz Deutschland (Bundesnetzagentur, 2024).

Das geplante Kernnetz wird zunächst nicht in der Nähe des Gemeindegebiets von Bernried verlaufen (siehe Abbildung 7-15). Laut Aussage des Netzbetreibers sind je nach Bedarfslage Stränge in die Region Oberland und bis nach Garmisch-Partenkirchen geplant, diese jedoch eher mit Zeithorizont 2040. Dieser Zeithorizont macht es nicht wahrscheinlich, dass eine Transformation hin zu einer wasserstoffbasierten Wärmeerzeugung in Bernried zur Erreichung der gesetzlichen Ziele bis 2045 gelingen kann.

Die Umrüstkosten für die Umstellung auf Wasserstoffversorgung im Vergleich zu Sondenbohrungen o.ä. würden für die Kunden zwar überschaubar bleiben. Deutlich größer jedoch ist die Unsicherheit der Wasserstoffverfügbarkeit und der zukünftigen Preise, welche die Verbraucher letztlich tragen müssen. Das Heizen mit Wasserstoff ist nur dann sinnvoll, wenn es sich um grünen Wasserstoff aus erneuerbaren Energien handelt – allerdings ist dieser im Vergleich zu anderen elektrisch betriebenen Wärmeerzeugern deutlich ineffizienter, was zu einem deutlich höheren Stromverbrauch und damit grundlegend zu höheren Heizkosten führen würde. Über die Bereitstellung der Netzinfrastruktur hinaus müsste auch die entsprechende bedarfsdeckende Menge an Wasserstoff bereitstehen. Der Markthoch-

lauf auf Basis der Nationalen Wasserstoffstrategie sieht die Bedarfsdeckung durch einen Mix an Import und heimischer Elektrolyse vorrangig für die Bereiche Industrie, Schwerlastmobilität und der Entlastung des Stromsystems vor. Anders als im Gebäudesektor gibt es hier oft keine vergleichbaren wirtschaftlichen Alternativen zur Dekarbonisierung. In Deutschland wird hierfür eine Elektrolysekapazität von mindestens 10 Gigawatt bis 2030 angestrebt, bis zum Jahr 2025 sind 0,154 Gigawatt davon realisiert (Artz, 2025). Dies entspricht 1,54 Prozent der bis 2030 angestrebten Menge. Auch bezüglich der Bedarfsdeckung mit Wasserstoff muss deshalb damit gerechnet werden, dass eine wasserstoffbasierte Wärmeerzeugung über überörtlich bereitgestellten Wasserstoff bis 2045 unwahrscheinlich ist.

Erzeugung von lokalem grünem Wasserstoff

Ein Wasserstoffnetzwerk, was nur auf Importe basiert, bringt die gleichen Abhängigkeiten wie das aktuelle Öl- und Gas-System mit sich. Eine funktionierende Wasserstoff-Infrastruktur ist auf viele dezentrale Erzeuger angewiesen. Der Energieträger bringt einen grundlegend wertvollen Aspekt mit sich, er eignet sich dazu, regional erzeugten erneuerbaren Strom zu speichern und später bei Bedarf zu verwenden. Die Effizienz ist durch verschiedene Prozessschritte mit Energieverlusten nicht ideal, allerdings könnte somit ein in Zukunft wichtiges Thema, das Problem des Überschussstroms aus Wind- und Solarenergie angegangen werden. Überschussstrom kann durch das Elektrolyseverfahren in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Bei Bedarf kann dieses Gas theoretisch auch zum Heizen verwendet werden. Speziell für die Deckung von Spitzenlasten birgt das Gas eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Gasheizungen.

Dieser Prozess enthält die in Abbildung 7-16 dargestellten drei wesentliche Schritte:

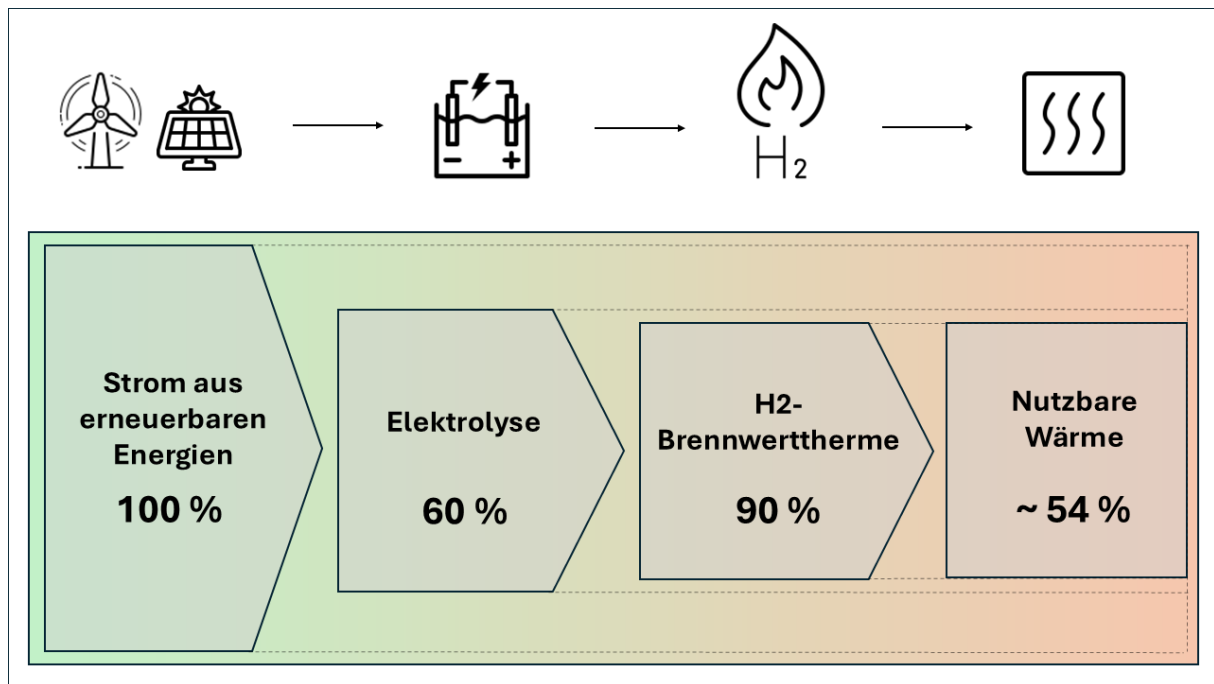


Abbildung 7-16: Heizen mit grünem Wasserstoff - Energieverluste bei einzelnen Prozessschritten.

So lässt sich erkennen, dass bei den Umwandlungsprozessen einiges an Energie verloren geht. Bei der Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff, kann nur etwa 60 % der eingesetzten elektrischen Energie in Form von Wasserstoff gespeichert werden. Bei der Verbrennung gehen weitere 10 % in der Therme verloren, wodurch lediglich gut die Hälfte des erneuerbar gewonnenen Stroms in Nutzbare Wärme umgewandelt werden kann. Moderne Wärmepumpen zum Vergleich erzeugen aus einer Kilowattstunde elektrischer Energie sogar 3–5-mal so viel Wärmenergie.

Beispiel Bernried – Erzeugung von lokalem Wasserstoff für Wärmenutzung

Um das Potenzial für die lokale Produktion von grünem Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in Bernried einordnen zu können, wird folgend eine vereinfachte Beispielrechnung durchgeführt.

Im Gemeindegebiet von Bernried gibt es keine größere Anlage zur Erzeugung von erneuerbarem Strom, weder PV-Freiflächenanlagen sowie Windkraftanlagen. Daher dient eine Beispielanlage auf der Weilheimer Flur, im nördlichen Teil angrenzend an das Wielenbacher Gemeindegebiet, als Referenz. Es handelt sich dabei um eine PV-Freiflächenanlage mit einer Leistung von 1.872 kWp, die im Jahr 2023 insgesamt etwa 1.850.000 kWh ins Netz eingespeist hat (LfU & StMWi, 2025). Für diese Rechnung wird angenommen, dass die kom-

plette Energie aus einer solchen Anlage für die Umwandlung in Wasserstoff über einen Elektrolyseprozess genutzt wird (In der Realität nur Überschussstrom sinnvoll).

Schritt 1: Elektrolyse und Wasserstofferzeugung

Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff erfolgt mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von **70 %**. Damit kann aus der jährlichen Stromproduktion von 1.850 MWh ein Energieäquivalent in Form von Wasserstoff von etwa **1.295 MWh** erzeugt werden.

Schritt 2: Wärmeerzeugung durch Wasserstoffverbrennung

Der erzeugte Wasserstoff könnte in einer Therme verbrannt werden, um Wärme bereitzustellen. Unter der Annahme eines Nutzungsgrades von **90 %** bei der Verbrennung ergibt sich eine nutzbare Wärmeleistung von **1.165 MWh pro Jahr**.

Ergebnis:

Die PV-Freiflächenanlage könnte somit jährlich **1.165 MWh** Wärmeenergie für kommunale Gebäude, ein Nahwärmenetz oder andere Wärmebedarfe bereitstellen. Diese Menge entspricht in etwa **4,8 % der aktuellen Nutzenergie des Wärmebedarfs in Bernried durch Erdgas**. Am gesamten Wärmeenergiebedarf würde diese Menge Wasserstoff etwa 3,4 % ausmachen.

Diese Rechnung soll kein theoretisches Potenzial aufzeigen, vielmehr soll dadurch einzuordnen sein, wie es um die Sinnhaftigkeit der Erzeugung von lokalem Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in der Gemeinde steht. Sollten die Kapazitäten der erneuerbaren Erzeugungsmöglichkeiten in Bernried in Zukunft weiter ausgebaut werden, könnte überschüssiger Strom für die Umwandlung in Wasserstoff verwendet werden, ob dieser schließlich für Heizzwecke verwendet wird, ist fraglich.

Fazit – Heizen mit Wasserstoff in Bernried

Die Analyse zeigt, dass der Einsatz von grünem Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in Bernried aktuell nur begrenzte Möglichkeiten bietet.

Die nationale Wasserstoffstrategie und geplante Infrastrukturen machen derzeit keine zuverlässigen Aussagen darüber möglich, wann, in welchem Umfang und zu welchen Preisen Wasserstoff als Energieträger in der Gemeinde Bernried zur Verfügung steht. Die bedarfsdeckende überörtliche Versorgung als Mittel zur Erreichung des Transformationsziels bis 2045 erscheint unwahrscheinlich. Obwohl Wasserstoff ein potenziell wertvoller Energieträ-

ger für die Speicherung von erneuerbarem Überschussstrom ist, zeigen sich große Nachteile bei den Effizienzen der Prozessschritte.

FAZIT: Für die Gemeinde Bernried ist Wasserstoff nach aktuellem Kenntnisstand in der Wärmeversorgung vor allem als langfristige Ergänzung zu sehen. Aufgrund der derzeit geringen Effizienz, unsicheren Kostenstrukturen und eingeschränkten Verfügbarkeit stellt er aktuell keinen priorisierten Energieträger für die Wärmeerzeugung dar. Perspektivisch könnte Wasserstoff jedoch dann eine Rolle spielen, wenn die regionalen und überregionalen Kapazitäten erneuerbarer Energien weiter ausgebaut werden und Überschussstrom effizient nutzbar gemacht werden kann. Eine mögliche zukünftige Nutzung im Wärmesektor sollte daher für Bernried bei veränderten Rahmenbedingungen in die kommunale Wärmeplanung einbezogen werden – etwa im Rahmen der regelmäßigen Fortschreibung des Wärmeplans.

7.10 Solarenergie auf Dachflächen

Mit den Dachflächen stehen theoretisch große Flächen zur Energieerzeugung zur Verfügung. Hier kann noch erhebliches Potenzial ausgeschöpft werden. Bei der vorliegenden Analyse wurde berücksichtigt, dass auf den Dachflächen sowohl Solarthermieanlagen (ST) zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung als auch Photovoltaik (PV)-Anlagen zur Stromerzeugung installiert werden könnten. Unter Berücksichtigung des aktuellen Trends, dass überwiegend PV-Anlagen zugebaut werden, wurden die Gewichtung der Flächen so vorgenommen, dass 95 % der Flächen für PV- und 5 % für ST-Anlagen zur Verfügung stehen.

Die Ermittlung der solarenergetischen Potenziale erfolgt auf Basis eines 3-D-Gebäudemodells der bayerischen Vermessungsverwaltung (LoD2) und den Globalstrahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Diese Methode erlaubt eine gebäudescharfe Ableitung des Potenzials für Photovoltaik und Solarthermie unter genauer Berücksichtigung der Dachlandschaft von Bernried. Da sich Globalstrahlungsdaten auf horizontale Flächen beziehen, sind die Daten zusätzlich nach Dachneigung und -ausrichtung korrigiert, um damit die auf den einzelnen Dachflächen tatsächlich verfügbare Energiemenge zu ermitteln. Von der Potenzialermittlung ausgeschlossen sind N-, NO-, und NW- ausgerichtete Dachflächen. Bereits bestehende PV- und ST-Anlagen werden bei der Analyse ebenso berücksichtigt und werden als nicht mehr verfügbare Dachflächen von den Potenzialflächen abgezogen.

Dabei sind alle bestehenden solarthermischen Anlagen berücksichtigt, die im Rahmen des MAP in Deutschland gefördert wurden (LfU, 2018). Die Daten über die bestehenden PV-Anlagen wurden dem Energieatlas Bayern entnommen.

7.10.1 Solarthermie

Für die Ermittlung des ST-Potenzials wurden bereits geeignete Dachflächen ab einem Potenzial für 9 m² Kollektorfläche berücksichtigt. Die neuen Richtlinien zur BAFA-Förderung enthalten zwar keine Mindest-Kollektorfläche, in der Praxis werden jedoch kaum mehr Anlage zur reinen Brauchwasserspeicherung gebaut, sondern Anlagen mit Frischwasserstationen und Pufferspeicher. Diese können auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, sind jedoch meist erst ab dieser Größe und unter Einbeziehung der Fördermittel wirtschaftlich. Es wurden nur die Dachflächen von Wohn- und Hauptgebäuden sowie die der Kindergärten berücksichtigt. Flachdächer sowie die Dächer der übrigen Gebäudekategorien wurden von der ST-Potenzialanalyse ausgeschlossen, da bei diesen Gebäuden die erzeugte Wärme erfahrungsgemäß oft nicht genutzt werden kann. Die im Einzelfall durchaus vorhandene wirtschaftliche Rentabilität von ST-Anlagen muss individuell vor Ort geprüft werden und ist nicht Gegenstand der vorliegenden Potenzialermittlung.

Tabelle 7-2: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Bernried.

Ertragspotenzial ST [MWh/a]	Kollektorflächenpotenzial ST [m ²]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m ² a]
1.245	4.454	280

Wie in Tabelle 7-2 dargestellt, konnte insgesamt für die Gemeinde ein Potenzial von knapp 4.454 m² geeigneter und verfügbarer ST-Kollektorfläche ermittelt werden. Damit ergibt sich für die Gemeinde ein solarthermisches Potenzial in der Größenordnung von **1.245 MWh** pro Jahr bei einem angenommenen Jahresnutzungsgrad von 25 %, wovon noch ein Großteil ungenutzt ist (Valentin Energiesoftware GmbH, 2024).

Solarthermie Potenzial Bernried

Flächenverteilung PV/ST: 95/5 %; Stand 2023

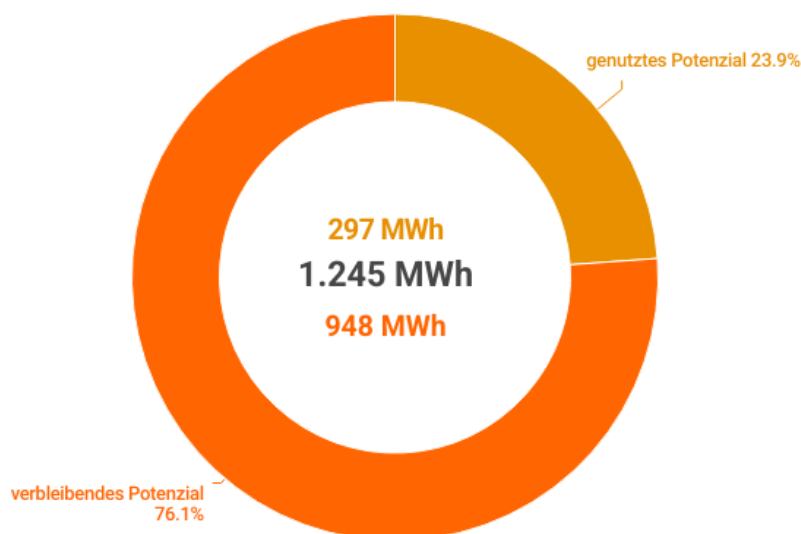


Abbildung 7-17: ST-Potenzial auf Dachflächen in Bernried unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen von PV/ST mit 95/5%.

7.10.2 Photovoltaik

Für die Ermittlung des PV-Dachflächenpotenzials sind lediglich Dächer berücksichtigt, die mindestens ein Modulflächenpotenzial von 20 m² aufweisen. Eine Wirtschaftlichkeit ist i.d.R. erst ab dieser Größenordnung gegeben. Wie in Tabelle 7-3 zusammenfassend dargestellt, ist auf den geeigneten und Dachflächen der Gemeinde maximal Platz für knapp 151.234 m² PV-Modulfläche. Bei vollständiger Nutzung dieser Fläche ergäbe sich ein PV-Gesamtpotenzial in der Größenordnung von insgesamt **15.198 MWh** pro Jahr. Knapp 90 %, also **13.700 MWh** sind davon noch nicht genutzt und damit für die weitere Erschließung verfügbar.

Tabelle 7-3: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Bernried

Ertragspotenzial PV [MWh/a]	Modulflächenpotenzial PV [m ²]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m ² a]
15.198	151.234	101

Etwa 57 % des Potenzials entfällt auf Dachflächen von Gewerbebetrieben (inkl. landwirtschaftlich genutzter Gebäude) und gut 39 % auf Wohngebäude. Die Dächer der öffentlichen Gebäude machen knapp 4 % aus.

Solarthermie Potenzial Bernried

Flächenverteilung PV/ST: 95/5 %; Stand 2023

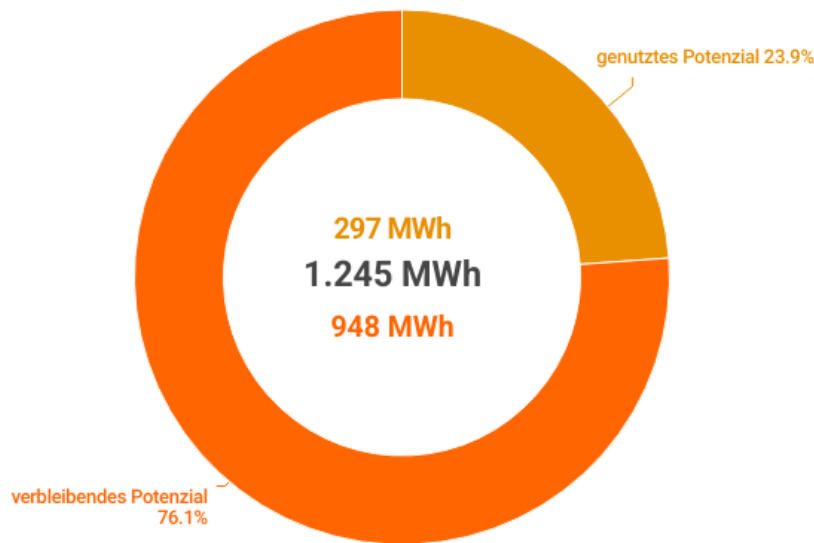


Abbildung 7-18: PV-Potenzial auf Dachflächen in Bernried unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen PV/ST mit 95/5%.

Besonders geeignet für PV-Anlagen sind die Expositionen Südsüdost, Süd und Südsüdwest. Allerdings sind auch PV-Anlagen, die Richtung Ost und West ausgerichtet sind, vor allem für Privathaushalte attraktiv. Beim typischen Verbraucherverhalten können mit der Sonneneinstrahlung in den Morgen und Abendstunden gute Eigenverbrauchsanteile erreicht werden.

Mit steigender Anzahl an installierten Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung, wird auch der Strombedarf steigen. Die Kombination von Wärmepumpe und PV-Anlage ist somit sehr zu empfehlen. Ein Teil des erzeugten Solarstroms kann direkt für den Betrieb der Wärmepumpe verwendet werden, was gleichzeitig zu einer Erhöhung des Eigenverbrauchs, weniger Strombezug aus dem Netz und damit einer besseren Wirtschaftlichkeit der Anlage führt.



Einzeldach- betrachtung

Um die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage einer konkreten Dachfläche zu ermitteln ist es nicht ausreichend, alleine das entsprechende Energieerzeugungspotenzial zu betrachten. Es sind zusätzlich Lastanganalysen erforderlich, auf deren Basis unter Berücksichtigung der PV-Anlagendimensionierung und des Einsatzes von Speichern die Eigenverbrauchs- und Eigendeckungsanteile berechnet werden.

7.11 Erzeugungspotenziale für Solarenergie auf Freiflächen

Für die Ermittlung des Potenzials für Solarthermie- oder Photovoltaik-Freiflächen Anlagen kann das Flächenscreening (Abbildung 7-2) herangezogen werden. Zunächst gelten alle Flächen, bei denen es sich nicht um Gewässer, bewaldete oder bebaute (Siedlungs-, Gewerbe-, Infrastruktur-) Flächen handelt und die nicht aufgrund einer bestimmten Schutzgebietskategorie für die Entwicklung von Freiflächenanlagen ausgeschlossen werden, als theoretisch geeignet. Auf Basis dessen ergibt sich in Bernried eine theoretisch verfügbare Potenzialfläche von rund 430 ha für Freiflächenanlagen. Zum Vergleich beträgt die landwirtschaftliche Nutzfläche in der Gemeinde insgesamt knapp 455 ha. In der für die Realisierung von Projekten folgenden Detailplanung sind zusätzliche Kriterien zu berücksichtigen, sodass das tatsächlich erschließbare Potenzial deutlich geringer ausfallen wird. In Abbildung 7-19 sind die theoretisch geeigneten Flächen sowie weitere planungsrelevante Aspekte wie EEG-Kriterien, Bodendenkmäler oder Moorflächen dargestellt.

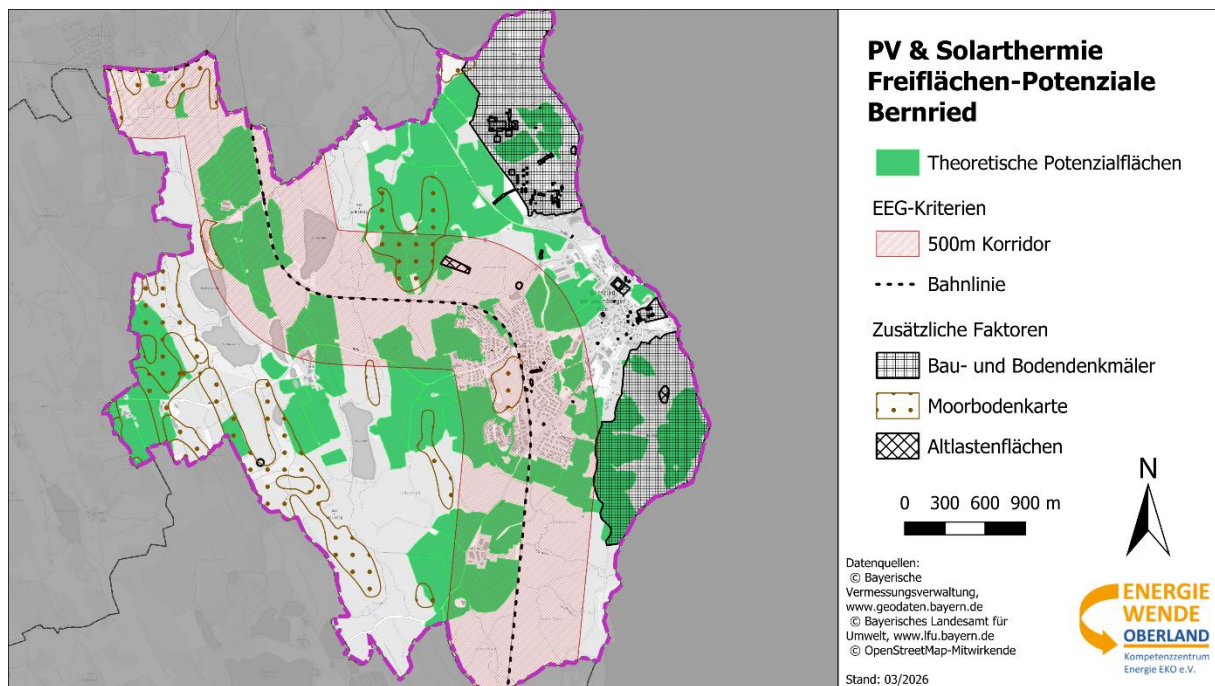


Abbildung 7-19: Mittels Weißflächenkartierung ermittelte Potenzialflächen für Solarenergie Freiflächen-Anlagen.

7.11.1 Photovoltaik-Freiflächen

Aus den identifizierten Potenzialflächen ergibt sich rechnerisch ein theoretisches Stromerzeugungspotenzial von etwa 430.171 MWh pro Jahr. Derzeit liegt der Anteil lokal erzeug-

ten, erneuerbaren Stroms am Netzabsatz der Gemeinde bei 17 %. Zur Deckung des Strombedarfs aus erneuerbaren Energien könnte theoretisch ein PV-Freiflächenanlage von 7 ha ausreichen. Dies entspricht lediglich knapp 2 % der theoretisch verfügbaren Potenzialflächen und erfordert einen kontinuierlichen Ausbau von durchschnittlich 0,8 ha pro Jahr bis 2035. Die große Differenz zwischen theoretischem Potenzial und erforderlicher Ausbaufläche würde der Gemeinde große Steuerungsmöglichkeiten bei der Auswahl geeigneter Standorte bieten. Gleichzeitig besteht in der Region ein hoher Nutzungsdruck auf landwirtschaftliche Flächen. Die Nachfrage nach Flächen für Milch- und Fleischproduktion sowie für den Ackerbau ist hoch und wird zusätzlich durch Flächenbedarfe benachbarter Gemeinden verstärkt. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen gezielt mit den Interessen der Landwirtschaft abzustimmen. Sofern möglich, sollten Agri-PV-Konzepte angestrebt und für die Umsetzung eine möglichst hohe regionale Beteiligungsmöglichkeit geschaffen werden.

7.11.2 Solarthermie-Freiflächen

Potenzial für solarthermische Freiflächenanlagen liegt vorwiegend dann vor, wenn diese in die Erzeugungsstruktur eines Wärmenetzes eingebettet ist. Dementsprechend könnte diese Technik für ein geplantes Wärmenetz in Bernried genutzt werden. Dabei ist wichtig, dass die Solarthermiefläche in unmittelbarer Nähe der Heizzentrale liegt, um lange Transportwege und somit erhöhte Wärmeverluste zu vermeiden. In dem hierfür möglichen Bereich der unteren Trät befinden sich etwa 24 ha theoretisch nutzbarer Potenzialflächen. In einer früheren Studie zur Planung eines Wärmenetzes in Bernried wird bei einer Nutzfläche von 10 ha ein möglicher Ertrag von 6.300 MWh pro Jahr berechnet. Damit könnte ein bedeutender Teil der Wärmeversorgung in Bernried über ein Wärmenetz erneuerbar versorgt werden.

FAZIT: Aktuell bestehen keine Planungen zum Einbezug von Solarthermie in ein künftiges Wärmenetz. Nichtsdestotrotz stellt die Solarthermie eine mögliche Alternative zur Wärmeerzeugung dar, auf die in der Planung zurückgegriffen werden kann.

7.12 Großwärmespeicher

Eine tragende Säule der klimaneutralen Wärmeversorgung werden Wärmenetze spielen. Um diese effizient und ganzjährig mit erneuerbaren Energien versorgen zu können gewinnen großvolumige Wärmespeicher an Bedeutung. Diese sind unverzichtbar, um Wärmeer-

zeugung und -verbrauch zeitlich zu entkoppeln. Sie nehmen Wärme auf, wenn sie günstig anfällt (z. B. bei hohem Strompreis oder viel erneuerbarer Erzeugung) und geben sie später wieder ab. Dadurch werden Spitzenlasten geglättet und erneuerbare Quellen besser integriert, was insgesamt zu einer höheren Effizienz des Gesamtsystems führt. Das gilt besonders für den Betrieb von Großwärmepumpen und KWK-Anlagen. Grundsätzlich kann zwischen Kurzzeitspeichern (Speicherung für Tage bis Wochen) und Saisonalspeichern (Speicherung über mehrere Monate) unterschieden werden:

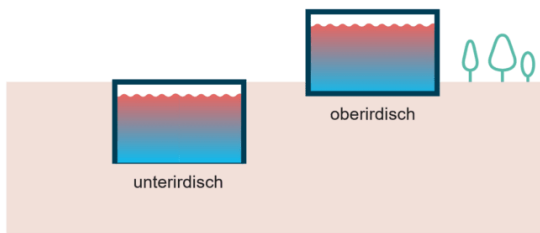
Kurzzeitspeicher: Thermische Heißwasserspeicher

Dabei handelt es sich um große, gut gedämmte Stahltanks mit Wasser als Medium. Die Technologie ist bewährt, unkompliziert und flexibel in Leistung und Temperatur (80–130 °C). Sie eignen sich für Tages- bis Wochenpufferung zur Abdeckung von Lastspitzen. Der Flächenbedarf ist relativ gering, da die Tanks hoch gebaut werden können. Diese Speicher dienen z.B. dazu, überschüssige Abwärme, die bei der Stromproduktion durch KWK-Anlagen entsteht, zu speichern oder um Energie, die aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird, zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen. Eingesetzt wird diese Art des Speichers bereits im Fernwärmenetz der Stadtwerke Rosenheim (Kremsmüller Anlagenbau GmbH, o. J.; Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG, o. J.).

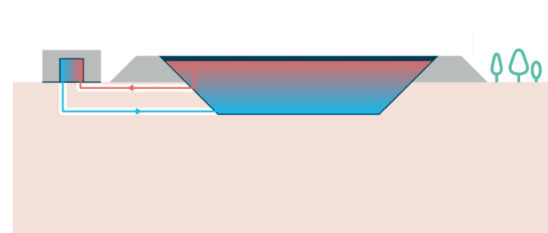
Saisonalspeicher:

Geothermische Speicher - Es werden vier verschiedene Speichertypen unterschieden:

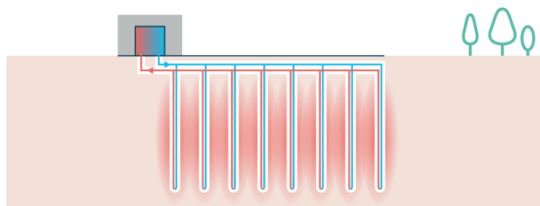
Behälter-Wärmespeicher (TTES)



Erdbecken-Wärmespeicher (PTES)



Erdsonden-Wärmespeicher (BTES)



Aquifer-Wärmespeicher (ATES)

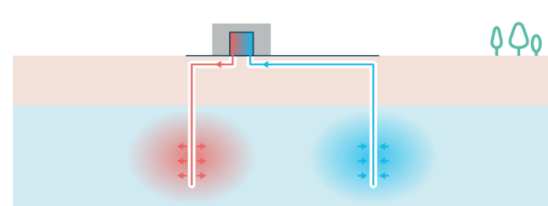


Abbildung 7-20: Übersicht über die verschiedenen Geothermischen Speichertypen (HIC Hamburg Institut Consulting GmbH, o. J.)

- **Behälter-Wärmespeicher (TTES)**

In natürlichen oder künstlich geschaffenen Kavernen (meist Stahlbetonbehälter) wird heißes Wasser gespeichert. Oft werden auch ehemalige Bergbauinfrastrukturen einer Nachnutzung zugeführt. Für Fernwärmenetze eignen sich diese Speicher mit einem Temperaturniveau im Bereich von 80-90 °C, wobei mindestens 1.000 m³ Wasservolumen für eine energetisch effiziente Speicherung notwendig ist.

- **Erdbecken-Wärmespeicher (PTES)**

Dabei handelt es sich um große, mit Wasser oder einem Wasser-Kies-Gemisch gefüllte Erdbecken. Sie sind flacher als TTES und weisen eine größere Oberfläche auf. Sie werden durch einen festen begehbaren oder schwimmenden Deckel verschlossen. Sie zeichnen sich durch relativ niedrige Kosten pro m³ aus, allerdings ist der Flächenbedarf hoch.

- **Erdsonden/Bohrloch-Wärmespeicher (BTES)**

Hierbei wird ein dichtes Feld von vertikalen Bohrlochsonden in den Boden eingebracht. Ein Wärmeträgermedium zirkuliert durch die Sonden und lädt bzw. entlädt den umliegenden Untergrund mit Wärme. Sie können auch mit Großwärmepumpen kombiniert werden, um die Effizienz des Systems zu steigern. Der Flächenbedarf ist mittel – es wird ein Bohrfeld benötigt, oberirdisch ist es jedoch kaum sichtbar. Voraussetzung ist, dass der Untergrund

geologisch geeignet ist. Die Sonden können bis zu 80 °C beladen werden, mindestens 20.000 m³ Speichervolumen sind für einen energetisch effizienten Betrieb nötig.

- ***Aquifer-Wärmespeicher (ATES)***

Diese Technologie nutzt natürliche, wasserführende Schichten (Aquifere) tief im Untergrund als Speichermedium. Dabei wird über ein Brunnenpaar im Sommer warmes Wasser oder Sole in den Aquifer gepresst und im Winter über den anderen Brunnen wieder entnommen. Anforderungen an den Untergrund ist ein geringer Wasserfluss und geeignete geologische Bedingungen. Die Untergrundbedingungen und die Bohrtiefe bestimmen Größe und Wirtschaftlichkeit des Speichers. Der Flächenbedarf ist gering – oberirdisch sind nur Brunnen und Technikgebäude erforderlich (Bauverlag BV GmbH, o. J.; Mennel & Fischer, 2024).

- ***Innovative Hochtemperatur- und Sonderkonzepte: Sand-Batterie***

Bei dieser neuen Technologie dient Sand als Speichermedium. Dabei wird der Sand mit Überschussstrom auf 500–600 °C erhitzt, der die Wärme über Monate speichert. Wärme kann ebenfalls über einen Wärmetauscher eingebracht werden. Ein solcher Speicher kann kompakt in Silo- oder Containerbauweise errichtet werden. Ein Container mit einer Größe von 4 m x 7 m kann 100 Tonnen Sand fassen, womit eine Energiekapazität von 800 MWh und eine Heizleistung von 100 kW erreicht werden können. Der Vorteil von Sand ist, dass er sich sehr schnell mit Wärmeenergie be- und entladen lässt und ein sehr hohes Temperaturniveau annehmen kann. Dadurch könnte er auch für die Anwendung in Industriebetrieben interessant werden (Bürgi, 2023).

7.13 Darstellung der Ergebnisse

Für Bernried gibt sich ein breites Spektrum an Möglichkeiten den Wärmebedarf der Gebäude zu decken. Abbildung 7-21 zeigt aufgeteilt nach Energieträgern die jeweiligen technischen Potenziale in einem matten grün, sowie die derzeit realistisch realisierbaren wirtschaftlichen Potenziale in grün. Bereits genutzte Potenziale sind blau dargestellt.

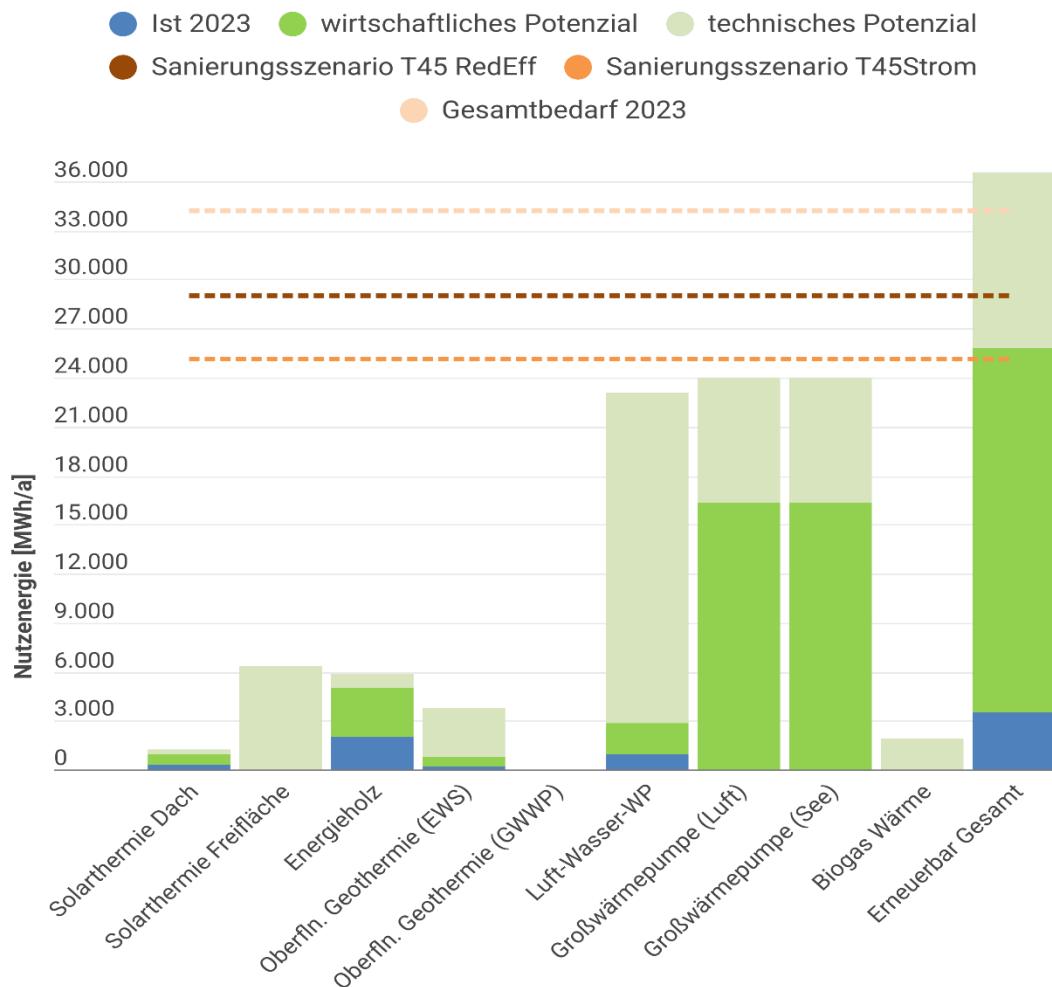


Abbildung 7-21: Technische und wirtschaftliche Wärmepotenziale für die Gemeinde Bernried.

Es ist klar ersichtlich, dass eine Reduzierung des Wärmebedarfs essenziell ist, um eine vollständige Deckung durch erneuerbare Energien zu erreichen. Mit dem Gesamtwärmebedarf von 2023 wäre bereits heute eine Deckung von 75 % mit den wirtschaftlichen Potenzialen im Gemeindegebiet zu erreichen. Eine vollständige Deckung bis 2045 wäre entsprechend dem Szenario T45Strom mit einer Sanierungsquote von 1,33 % oder mehr möglich. Dabei ist der Sanierungszustand der Gebäude jeweils der Schlüssel dazu das gesamt notwendige Potenzial der oberflächennahen Geothermie und Luftwärme nutzbar zu machen. **In Summe**

sind in der Gemeinde Bernried genug Potenzial vorhanden, um die Gemeinde bis 2045 vollständig mit erneuerbarer Wärme zu versorgen.

Berücksichtigt werden muss bei der Ausschöpfung der Potenziale jedoch, dass auch soziale und gesellschaftliche Faktoren, wie z.B. die Akzeptanz einer Technologie, oder die wirtschaftliche Lage der Eigentümer:innen eine große Rolle spielen. Im nachfolgenden Kapitel werden zwei Pfade aufgezeigt, wie sich die Zusammensetzung der Energieträger bis 2045 unter Ausschöpfung der Beschriebenen Potenziale entwickeln kann.

8 Zielszenario

Die Wärmeplanung zielt darauf ab, die Vorgaben des Bundes-Klimaschutzgesetz zu erfüllen und somit eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 sicherzustellen. Sollten die Ankündigungen bezüglich der Änderung des Zieljahres im bayrischen Klimaschutzgesetz von 2040 auf 2045 nicht umgesetzt werden, so müssen die Zielszenarien rechtzeitig angepasst werden. Die Emissionen werden schrittweise reduziert, mit ambitionierten Zwischenzielen bis 2030 und 2035. Grundlage der Szenarienentwicklung ist der Grundsatz, fossile Energieträger konsequent zu ersetzen, Energie möglichst effizient zu nutzen und unnötigen Verbrauch zu vermeiden. Darüber hinaus fließen aktuelle Strategien auf Bundesebene, wie die nationale Wasserstoffstrategie oder die Systementwicklungsstrategie mit ein, um sicherzustellen, dass die Wärmeplanung im Einklang mit der übergeordneten Transformation des Energiesystems steht. Die folgenden Kapitel beschreiben die Entwicklung von Ziel- und Szenarienpfaden, die den Weg zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufzeigen.

8.1 Entwicklung des Wärmeverbrauchs

Die Entwicklung des zukünftigen Wärmeverbrauchs wurde auf Grundlage zweier Langfristszenarien und der entsprechenden Sanierungsreduktion modelliert wie in Kapitel 7.2 beschrieben.

Der gesamte Nutzwärmebedarf beträgt im Ausgangsjahr 2023 insgesamt 34.191 MWh/a. Im konservativen Szenario sinkt der Bedarf bis zum Jahr 2035 auf 31 GWh/a und reduziert sich bis 2045 auf 29 GWh/a. Dies entspricht einer Gesamtminderung von rund 15 % gegenüber dem Ausgangsjahr. Die modellierte Entwicklung entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Reduktion des Wärmebedarfs von etwa $-0,79$ % pro Jahr.

Im ambitionierteren Szenario T45Strom fällt die Reduktion deutlich stärker aus und erreicht eine durchschnittliche jährliche Abnahme des Wärmebedarfs von rund $-1,33$ % pro Jahr. Parallel zur Bedarfsreduktion erfolgt eine grundlegende Veränderung der Energieträgerstruktur. Während im Jahr 2023 noch 90 % der Wärmeversorgung (Nutzenergie) fossil erfolgt, sinkt dieser Anteil bis zum Zwischenzieljahr 2035 auf rund 25 %. Bis zum Jahr 2045 wird der verbleibende fossile Anteil vollständig ersetzt.

Der größte Teil der Transformation erfolgt durch den Ersatz der derzeit dominierenden Energieträger Erdgas (24.134 MWh/a im Jahr 2023) und Heizöl (4.516 MWh/a). Beide Energieträger werden im Szenario schrittweise durch erneuerbare Wärmetechnologien und Wärmenetze substituiert.

Eine zentrale Rolle spielt dabei der Bau eines Wärmenetzes. Die bereitgestellte Nutzwärme könnte bei Erbauung 2029 bereits 2035 auf über 16 GWh/a steigen. Bei voller Ausbaustufe bis 2045 kann die Fernwärme je nach Szenario rund 71 % des gesamten Wärmebedarfs abdecken. Grundlage hierfür sind die in der Machbarkeitsstudie identifizierten Trassen- und Erzeugungspotenziale im Gemeindegebiet. Das mit einbezogene Gebiet zieht sich hierbei von der Klinik über den Gemeindekern bis an die östlich der Zuggleise gelegenen Siedlungsräume. Das Wärmenetz wird in den Szenarien schrittweise entsprechend der Nummerierung in Abbildung 8-1 erweitert, wobei im konservativen Szenario der vierte Bauabschnitt nicht erschlossen wird.

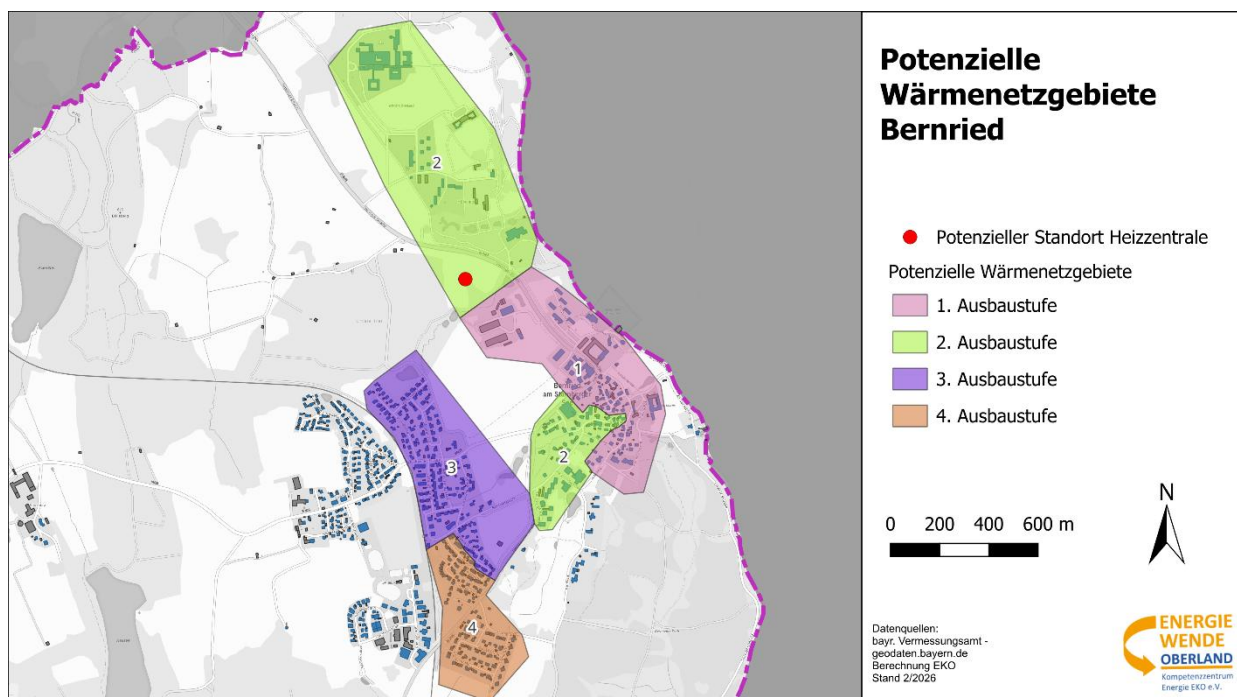


Abbildung 8-1: Potenzielle Wärmenetzgebiete und Heizzentralenstandort der Zielszenarien für Bernried.

Dabei wird das Wärmenetz nach aktuellem Planungsstand zunächst durch eine Erzeugermischung aus Großwärmepumpensystem und Spitzenlastdeckung mittels Gasbrennkesseln versorgt. Zur Gewährleistung einer erneuerbaren Versorgung wird in den Szenarien Biogas eingesetzt, das nicht zwingend lokal erzeugt werden muss, sondern auch bilanziell aus dem Gasnetz bezogen werden kann. Zudem nutzt das Großwärmepumpensystem zunächst die

Umgebungsluft und wird im Zuge der Netzerweiterung auf die thermische Nutzung des Starnberger Seewassers umgestellt, um ganzjährig höhere Arbeitszahlen zu erreichen. Es wird außerdem angenommen, dass sich mit der Zeit zunehmend mehr Kunden anschließen: Im konservativen Szenario steigt die Anschlussrate von anfänglich 50 % auf 70 % im Zieljahr.

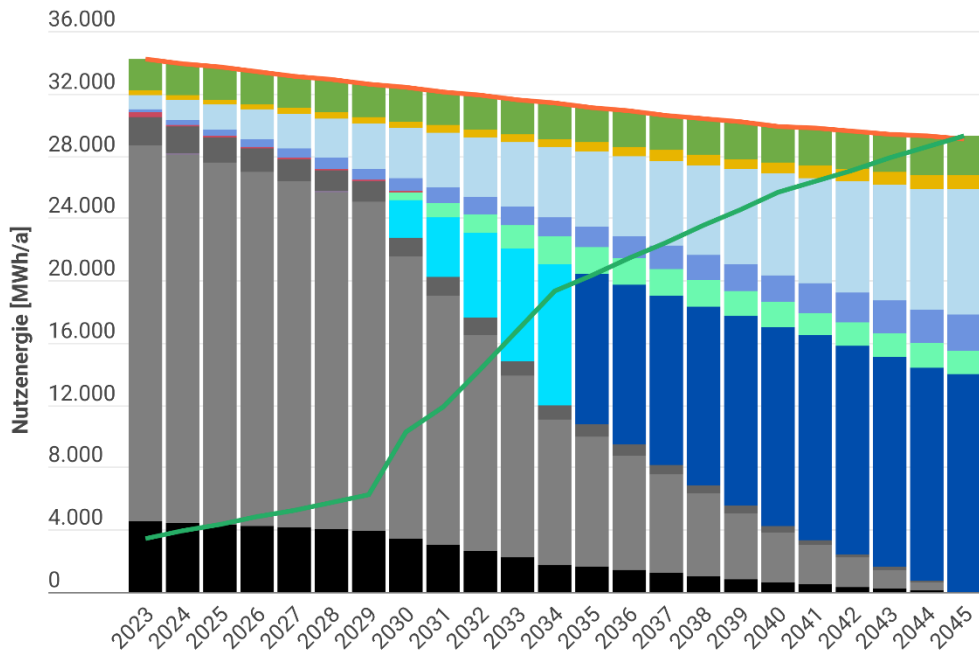
Parallel erfolgt ein umfassender Ausbau dezentraler Wärmepumpensysteme. Die durch Luft-Wasser-Wärmepumpen bereitgestellte Nutzwärme wächst von knapp 1 GWh im Jahr 2023 auf über 2 GWh/a im ambitionierten bzw. 8 GWh/a im konservativen Szenario. Ergänzend steigt die Nutzung oberflächennaher Geothermie auf etwa 2 GWh. Aufgrund höherer Erschließungskosten und der aktuellen Marktentwicklung wurden geringere Zubauraten angenommen. Damit stellen Wärmepumpen im Zieljahr mit 18 % bis 35 % den größten dezentralen Energieträger der Wärmeversorgung dar. Insbesondere bei Wärmepumpensystemen ist der Sanierungszustand entscheidend für die Effizienz.

Zusätzlich werden weitere lokale erneuerbare Wärmequellen erschlossen. Das Energieholzpotenzial steigt im konservativen Szenario um 20 %. Die Solarthermie wird auf geeigneten Dachflächen ausgebaut; dabei werden 75 % des identifizierten Potenzials genutzt, was im Zieljahr 934 MWh/a entspricht.

Die Transformation der Wärmeerzeugung führt zugleich zu einem steigenden Strombedarf für Wärmepumpen. Je nach Effizienz kann insbesondere durch Großwärmepumpen ein Mehrbedarf von mehreren GWh entstehen. Dieser stellt eine wichtige Schnittstelle zur regionalen Stromversorgung dar und erfordert den Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung sowie gegebenenfalls der Netzinfrastuktur.

Insgesamt zeigt das Szenario, dass die vollständige Umstellung der Wärmeversorgung bis 2045 im Wesentlichen durch drei Entwicklungen getragen wird: die kontinuierliche Reduktion des Wärmebedarfs, den Bau eines regenerativ gespeisten Wärmenetzes sowie die breite Einführung von Wärmepumpensystemen unter Nutzung der lokalen erneuerbaren Energiepotenziale. Durch die Kombination dieser Maßnahmen können **bis 2035 rund 75 % der Nutzwärme mit erneuerbaren Energien** erzeugt werden, 2045 ist dann die Wärmeversorgung vollständig dekarbonisiert.

T45RedEff – Konservatives Szenario



T45Strom – Ambitioniertes Szenario

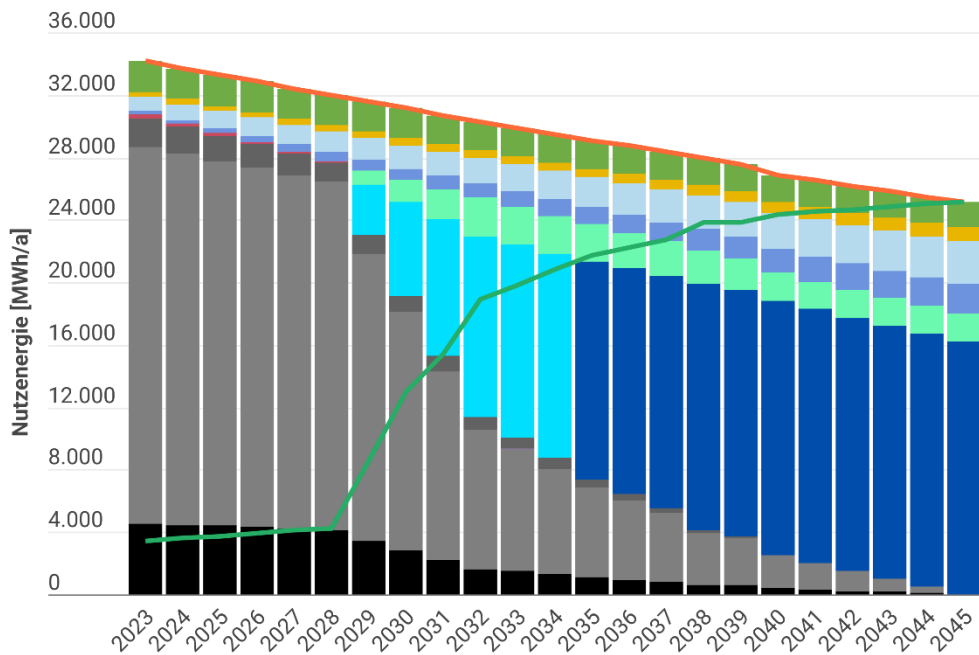


Abbildung 8-2: Entwicklung des Wärmemix der Nutzenergie in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.

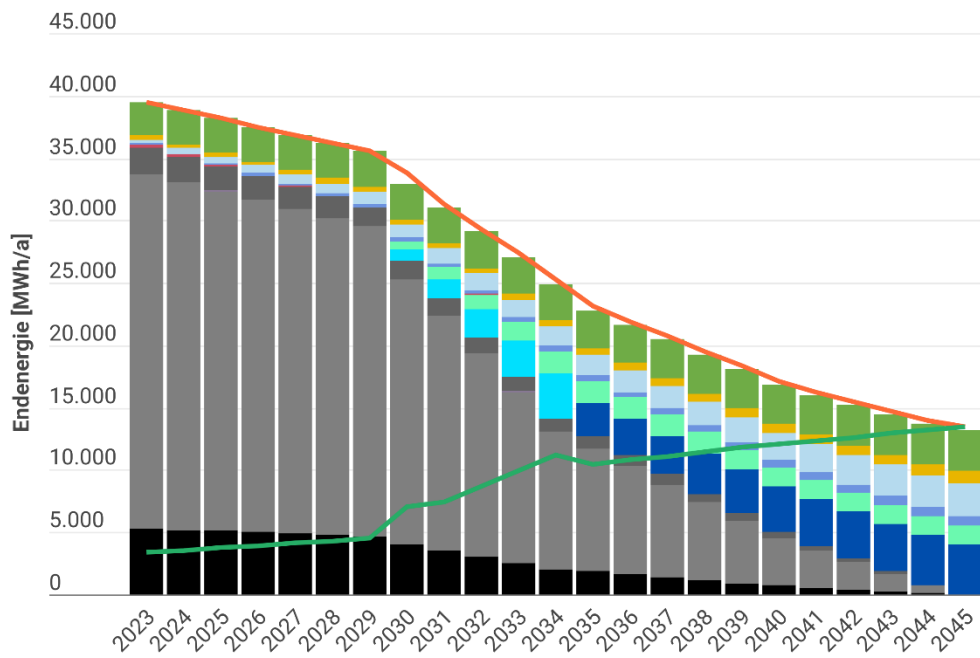
8.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO₂-Bilanz

Auf der Erzeugerseite spielt der zukünftige Endenergiebedarf eine wichtige Rolle. Vergleicht man die Abbildung 8-2 mit Abbildung 8-3 so zeigt sich, dass der Endenergiebedarf in den Szenarien für 2045 deutlich geringer ist als im Bilanzjahr 2023. Dem liegt zu Grunde, dass der Nutzenergieertrag bei den Wärmepumpentechnologien um ein Vielfaches höher ist als bei den fossilen Energieträgern. Im Bilanzjahr werden etwa 39,5 GWh Endenergie benötigt, um 34,2 GWh Nutzwärme zu erzeugen, während im Zieljahr bei konservativer Sanierungsquote mit 13,5 GWh Endenergie 29 GWh Nutzwärme erzeugt werden könnten. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung um fast 150 %.

Die positiven Auswirkungen in der Energieträgertransformation schlagen sich auch sehr deutlich in der CO₂-Bilanz nieder (Abbildung 8-4). Während im Bilanzjahr 2023 9.219 t CO₂-Äquivalente ausgestoßen wurden, verringert sich dieser Ausstoß in 2035 auf unter 5.000 t CO₂-Äquivalente und bis 2045 auf jährlich weniger als ein Drittel der aktuellen CO₂-Äquivalente was einer Reduktion von über 70 % entspricht. Hierbei ist zu beachten, dass der CO₂-Wert zur Erzeugung von Wärme aus den Großwärmepumpen auf aktuelle Werte bezogen ist, das heißt, mit voraussichtlich stark sinkendem CO₂-Equivalent-Wert für den Bezug des deutschen Strommix sinkt auch die Gesamt-CO₂ Bilanz noch einmal bedeutend stärker.

Die Szenarien machen deutlich, dass das Erreichen von 100 % erneuerbaren Energien bis 2045 durchaus realistisch ist. Bis zum erklärten Ziel als Stifter der Energiewende Oberland können die Emissionen um mindestens 70 % reduziert werden und die Wärmeversorgung zu 100 % aus erneuerbarer Endenergie bestehen. Entscheidend für die Zielerreichung ist die Erschließung eines Großteils der lokalen naturräumlichen Potenziale ebenso wie eine zukunftsweisende Sanierung des Gebäudebestands und damit einhergehend eine Reduktion des Nutzwärmebedarfs. Unter diesen Prämissen steht der Umsetzung der Energiewende in Bernried nichts im Wege.

T45RedEff – Konservatives Szenario



T45Strom – Ambitioniertes Szenario

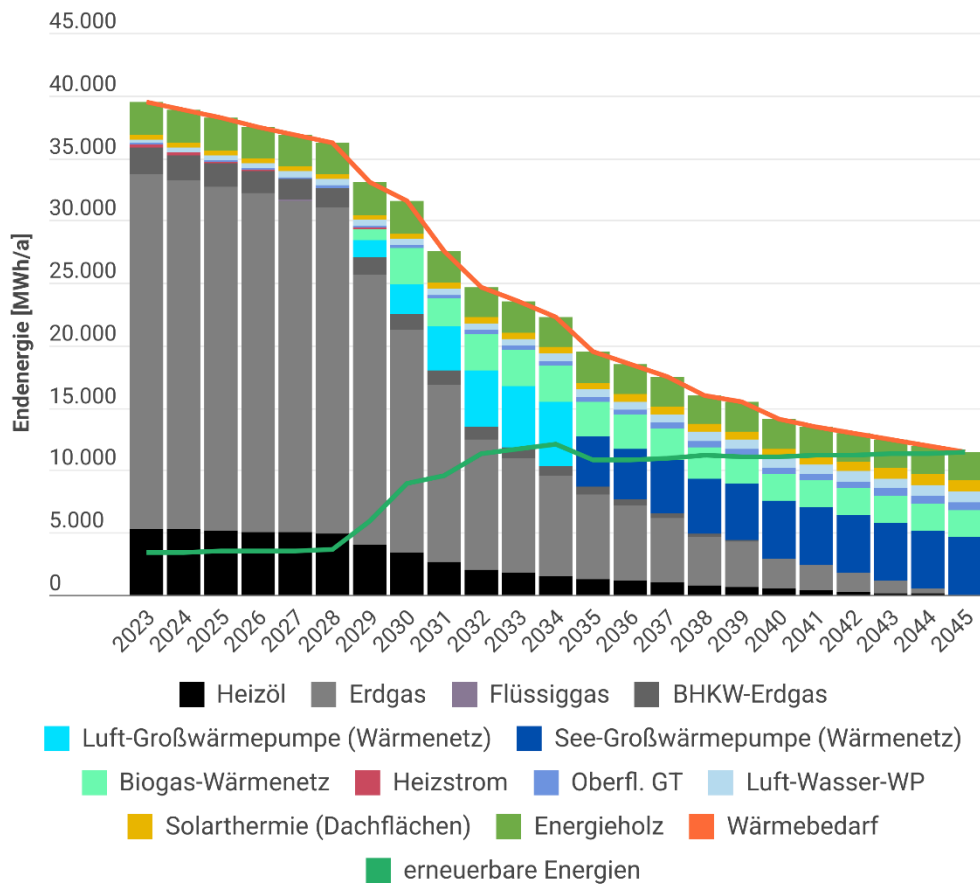
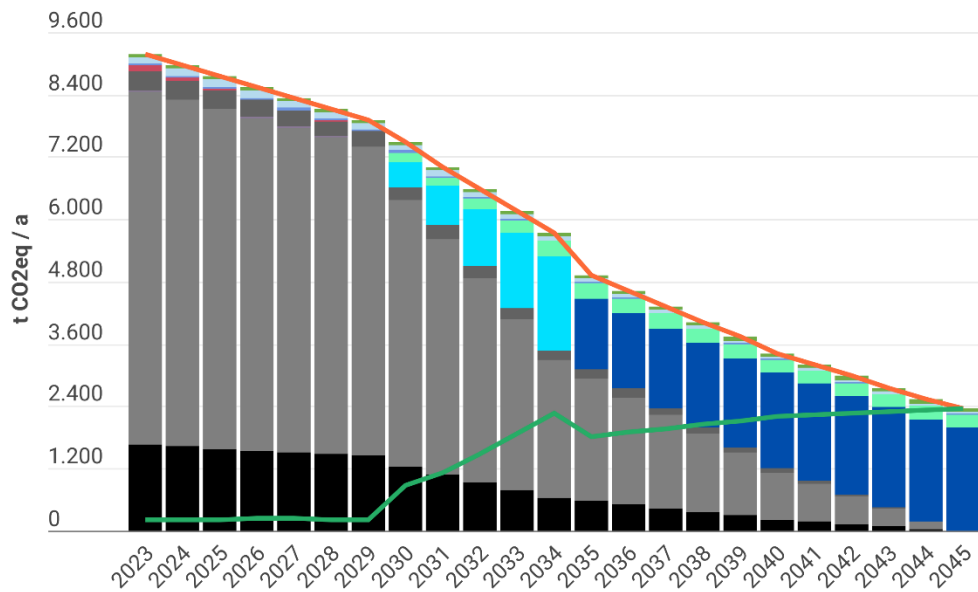


Abbildung 8-3: Entwicklung des Wärmemix der Endenergie in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.

T45RedEff – Konservatives Szenario



T45Strom – Ambitioniertes Szenario

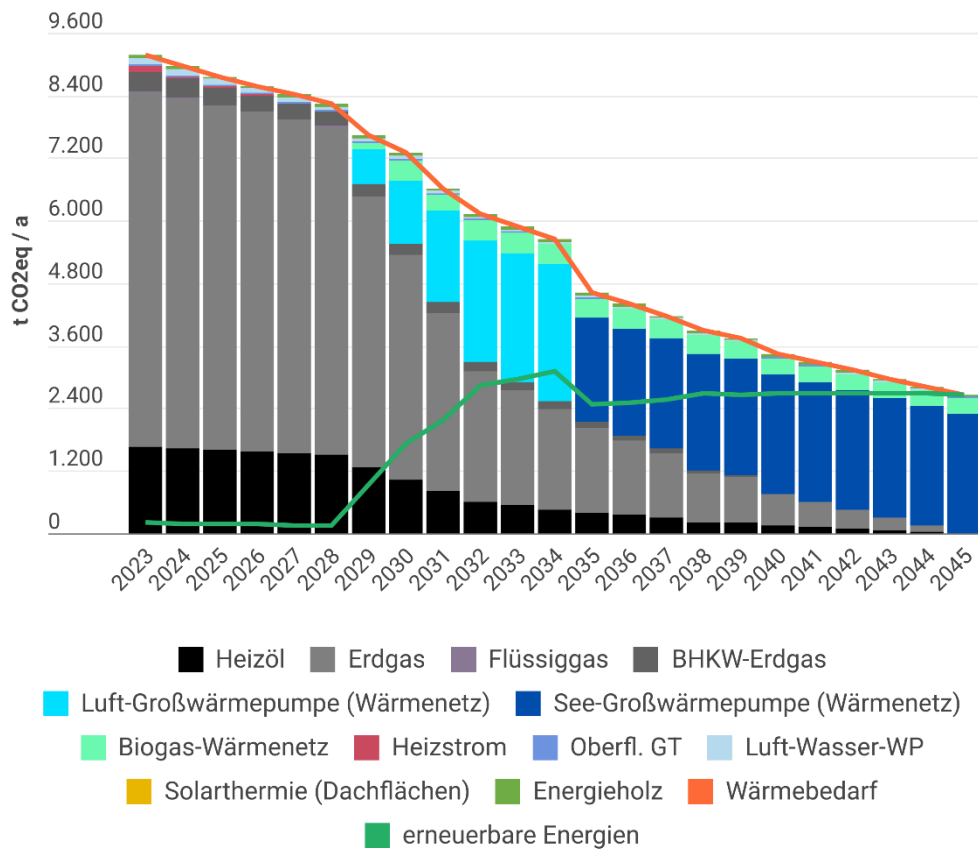


Abbildung 8-4: Entwicklung der CO₂eq-Emissionen des Wärmemix in Bernried bis 2045 für die Szenarien T45RedEff und T45Strom.

9 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung des Planungsgebiets in Wärmeversorgungsgebiete ist ein zentrales Element der Wärmeplanung. Ziel ist es, die jeweils geeignetste Wärmeversorgungsart für bestimmte Teilgebiete zu identifizieren und umfasst:

- Wärmenetzgebiete
- Wasserstoffnetzgebiete
- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung.

Zusätzlich können Teilgebiete als Prüfgebiete ausgewiesen werden, falls die Voraussetzungen für eine Einteilung unklar sind oder alternative Wärmeversorgungsarten, wie z. B. leitungsgebundenes grünes Methan, in Betracht kommen. Die Zuordnung eines Gebiets zeigt, welche Infrastrukturen (z. B. Wärmenetze) dort zu den festgelegten Zeitpunkten umgesetzt werden sollen.

9.1 Perspektiven und Unsicherheiten der Wasserstoffnutzung in der Wärmeversorgung

Wie bereits in Kapitel 7.9 beschrieben, ist die Versorgung mit Wasserstoff derzeit noch mit großer Unsicherheit behaftet. Laut Netzbetreiber Energienetze Bayern ist das bestehende Erdgasnetz in Bernried mit 474 Hausanschlüssen grundsätzlich für eine Umstellung auf 100 % Wasserstoff geeignet, und eine Beimischung von bis zu 20 % sei ohne größere Anpassungen möglich. Gleichzeitig bestehen derzeit keine konkreten Pläne zur Stilllegung des Netzes, da weder ein deutlicher Rückgang der Kundenzahlen noch der Verbrauchsmengen erkennbar sei. Dies spricht für die Ausweisung von Prüfgebieten, um den Netznutzern Freiheitsgrade bei der Wahl der Energieversorgung zu erhalten. Zudem wird die ausstehende Umsetzung der EU-Gasbinnenmarkt-Richtlinie (EU) 2024/1788, deren konkrete Ausgestaltung — insbesondere hinsichtlich der Transformationspläne — für das 3. Quartal 2026 erwartet.

Trotz dieser grundsätzlichen Wasserstofftauglichkeit des Netzes können auf Grundlage der vorliegenden Bewertungsmetrik aktuell keine Teilgebiete identifiziert werden, die für eine verlässliche und wirtschaftlich tragfähige Versorgung mit Wasserstoff — insbesondere in

der durch Ein- und Zweifamilienhäuser geprägten Gebäudestruktur Bernrieds — aus heutiger Perspektive wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet sind. Dies würde einen klaren und verbindlichen Fahrplan für die Transformation der Gasnetze voraussetzen, der durch die Bundesnetzagentur genehmigt werden muss und nicht mit den aktuell bestehenden Gasnetztransformationsplänen gleichzusetzen ist. Es werden daher keine Wasserstoffnetzgebiete im Sinne des § 26 WPG ausgewiesen.

Unabhängig davon wird das bestehende Gasnetz voraussichtlich auch langfristig eine wichtige Rolle in der Wärmeversorgung Bernrieds spielen. In den geplanten Energiezentralen der Wärmenetze werden in der Regel BHKW eingesetzt, die H₂-ready ausgelegt sind und zur Abdeckung von Spitzenlasten sowie zur Redundanzsicherung auf gasförmige Energieträger angewiesen sind. Hierfür wird perspektivisch Biomethan oder Wasserstoff über das bestehende Gasnetz bezogen. Ein vollständiger Rückbau der Gasinfrastruktur ist aktuell nicht vorgesehen. Der Fortschritt der Planungen in diesem Bereich sollte bei einer künftigen Überarbeitung des Wärmeplans erneut geprüft werden, um mögliche Entwicklungen im Bereich Wasserstoff und grüne Gase nach aktuellem Erkenntnisstand in die Planungen einzubeziehen.

9.2 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungen

Der vorliegende Wärmeplan für die Gemeinde Bernried hat keine unmittelbare rechtliche Bindung und begründet weder Rechte noch Pflichten für private Akteure. Er dient vielmehr als strategisches Planungsinstrument für die zukünftige Entwicklung der Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde. Grundlage hierfür sind die bundespolitischen Zielvorgaben zur Treibhausgasneutralität sowie gesetzliche Regelungen wie das Wärmeplanungsgesetz und das Gebäudeenergiegesetz (GEG, oft als „Heizungsgesetz“ bezeichnet). Das GEG sieht vor, dass jede neu eingebaute Heizung zukünftig zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden soll. Bestehende Heizungen und Reparaturen sind davon nicht betroffen. Diese Regelung gilt in der Gemeinde Bernried ab dem 30.06.2028. Auch der Beschluss des Wärmeplans setzt diese 65-Prozent-Regel des GEG nicht vorzeitig in Kraft.

Die Gemeindevertretung kann Beschlüsse fassen, etwa zur Ausweisung von Neu- und Ausbaugebieten für Wärmenetze, die rechtliche Auswirkungen haben. Solche Entscheidungen können durch Satzungen, Rechtsverordnungen oder Verwaltungsakte (z.B. Allgemeinverfügungen gemäß § 35 Satz 2 VwVfG) umgesetzt werden. Für den Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG: Wenn der Gemeinderat vor 2028 beschließt, Neu- oder Ausbaugebiete für Wär-

menetze oder Wasserstoff auszuweisen, dürfen in diesen Gebieten nur neue Heizanlagen installiert werden, die einen Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erfüllen. Eine erneuerbare Heizung ist allein schon aus wirtschaftlicher Sicht für die Verbraucher empfehlenswert.

9.3 Vorgehen bei der Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

Zunächst werden alle Teilgebiete auf Basis von zahlreichen Indikatoren wie Wärmelinien-dichte, bereits bestehende Netze, das Vorhandensein potenzieller Ankerkunden, Baualters- klassen, Gebäudekategorien, Heizungsanlagenalter sowie lokale Strom- und Wärmeerzeu- gungspotenziale aus Bestands- und Potenzialanalyse im digitalen Zwilling bewertet. Im zweiten Schritt wurden die Teilgebiete hinsichtlich voraussichtlicher Wärmegestehungskos- ten, Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit sowie im Betrachtungszeitraum kumu- lierten Treibhausgasemissionen analysiert. Anhand dessen wurden die Gebiete in Eignungs- stufen je Wärmeversorgungsart unter Berücksichtigung des Inputs von Gasnetzbetreiber und Gemeinde für das Zieljahr 2045 eingeteilt. Das Ergebnis ist im Anhang „Eignungsstufen der Teilgebiete für die jeweiligen Versorgungsarten“ abgebildet.

In weiterer Folge wurden die Eignungsstufen zu einer Karte zusammengefasst, in der die deklarierte Versorgungsart und die voraussichtliche Dauer bis zum Einsatz derselben dar- gestellt ist. Hierbei wurde anhand verschiedener Annahmen, wie der bereits angefangenen Planung oder zu erwartenden Akzeptanz- und Anschlussrate von Wärmeverbundgebieten sowie der absehbaren Verfügbarkeit der Technologie am Standort, abgeschätzt, wann die Versorgungsumstellung zu erwarten ist. Für die Gebiete mit dezentraler Versorgung ist auf- grund der Vielzahl an Akteuren eine zeitlich abgestufte Einteilung nicht möglich.

9.4 Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Das Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist in Abbildung 9-1 dargestellt. Die gesamte Karte befindet sich im Anhang „voraussichtliche Wärmever- sorgungsgebiete“.

Für die Gemeinde Bernried bestehen konkrete Planungen zur Erschließung eines Wärme- netzes östlich der durch den Ort verlaufenden Bahntrasse. Die Einteilung der Wärmever-

sorgungsgebiete wird hierdurch beeinflusst, da sich folglich ein bereits im Planungsstadium befindliches Wärmenetz durch eine höhere Realisierungswahrscheinlichkeit auszeichnet. Gleichwohl müssen zur sachgerechten Ausweisung der Versorgungsgebiete wesentliche Parameter wie Wärmedichte, Abnehmerstruktur, lokale Gegebenheiten und wirtschaftliche Tragfähigkeit berücksichtigt werden.

Im Gemeindezentrum bestehen abschnittsweise hohe Wärme- und Wärmelinienichten entlang potenzieller Trassenkorridore. Zudem sind dort mehrere größere Wärmeabnehmer vorhanden, darunter kommunale Liegenschaften, bei denen die Gemeinde unmittelbaren Einfluss auf die Anschlussquote nehmen kann. Größere Einzelabnehmer stellen einen wesentlichen Faktor für die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Wärmenetzen dar.

Im nördlichen Gemeindegebiet bilden die dort ansässigen Großabnehmer, einschließlich der Klinik Höhenried, eine günstige Voraussetzung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Besonders eine Trassenführung aus nördlicher Richtung könnte die östlich der Bahntrasse gelegenen Siedlungsgebiete wirtschaftlich sinnvoll erschließen. Diese Bereiche zeichnen sich durch eine erhöhte Wärmelinien- und Wärme-flächendichte sowie eine vergleichsweise dichte Bebauung bestehend aus Ein- und Mehrfamilienhäusern aus und werden daher als voraussichtliche Wärmenetzgebiete eingestuft.

Das südlich anschließende Siedlungsgebiet weist zwar ähnliche Strukturmerkmale auf, besteht jedoch teilweise aus jüngeren Baujahren mit entsprechend geringerem Wärmebedarf, sodass auch dezentrale Versorgungslösungen in Betracht kommen. Die Zuordnung dieses Bereichs ist von der konkreten Trassenführung abhängig; er wird daher als Wärmenetzuntersuchungsgebiet eingestuft. Gleiches gilt für den Bereich entlang des Reitweges, der aufgrund der lockeren Bebauungsstruktur sowohl für eine Netzanbindung als auch für dezentrale Einzellösungen geeignet erscheint.

Das Teilgebiet rund um das Rathaus ist ebenfalls nicht eindeutig zuzuordnen. Das Rathaus verfügt bereits über eine Hackschnitzelanlage, die erneuerbare Wärme bereitstellt und somit den Großteil des Wärmebedarfs im Gebiet maßgeblich deckt. Eine Einbindung in ein Wärmenetz ist daher mittelfristig nicht zwingend erforderlich; das Gebiet wird ebenfalls den Untersuchungsgebieten zugeordnet.

Westlich der Bahntrasse stehen einer Wärmenetzerschließung erhöhte technische und wirtschaftliche Hürden entgegen, da die Querung der Bahnlinie mit erheblichem Aufwand verbunden ist. In Verbindung mit den dort vorherrschenden teils geringen Wärmelinienichten

ist eine wirtschaftlich tragfähige leitungsgebundene Versorgung in diesen Bereichen derzeit nicht absehbar. Sie werden daher als dezentrale Versorgungsgebiete ausgewiesen. Weiter abseits der Siedlungsschwerpunkte gelegene, vereinzelte Gebäudegruppen eignen sich aufgrund ihrer Abgelegenheit und des zu geringen Wärmebedarfs nicht für eine Anbindung an ein zentrales Wärmenetz. Hier sind dezentrale Einzellösungen am geeignetsten, wobei nichtsdestotrotz der Zusammenschluss mehrerer Gebäude über einen gemeinsamen Heizsystem, bspw. über eine Hackschnitzelzentrale sinnvoll sein kann. In diesen Bereichen bestehen zudem vielfach günstigere Voraussetzungen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie, etwa über Erdwärmesondenanlagen, als im Gemeindezentrum, wo entsprechende Technologien aufgrund wasserrechtlicher Schutzgebietsregelungen nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar sind.

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete stellt eine strategische Orientierung für die zukünftige Entwicklung der Wärmeversorgung dar. Sie basiert auf dem aktuellen Kenntnisstand zu Wärmenachfrage, Siedlungsstruktur und verfügbaren Wärmequellen und wird im weiteren Verlauf der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung regelmäßig überprüft und bei Bedarf fortgeschrieben.

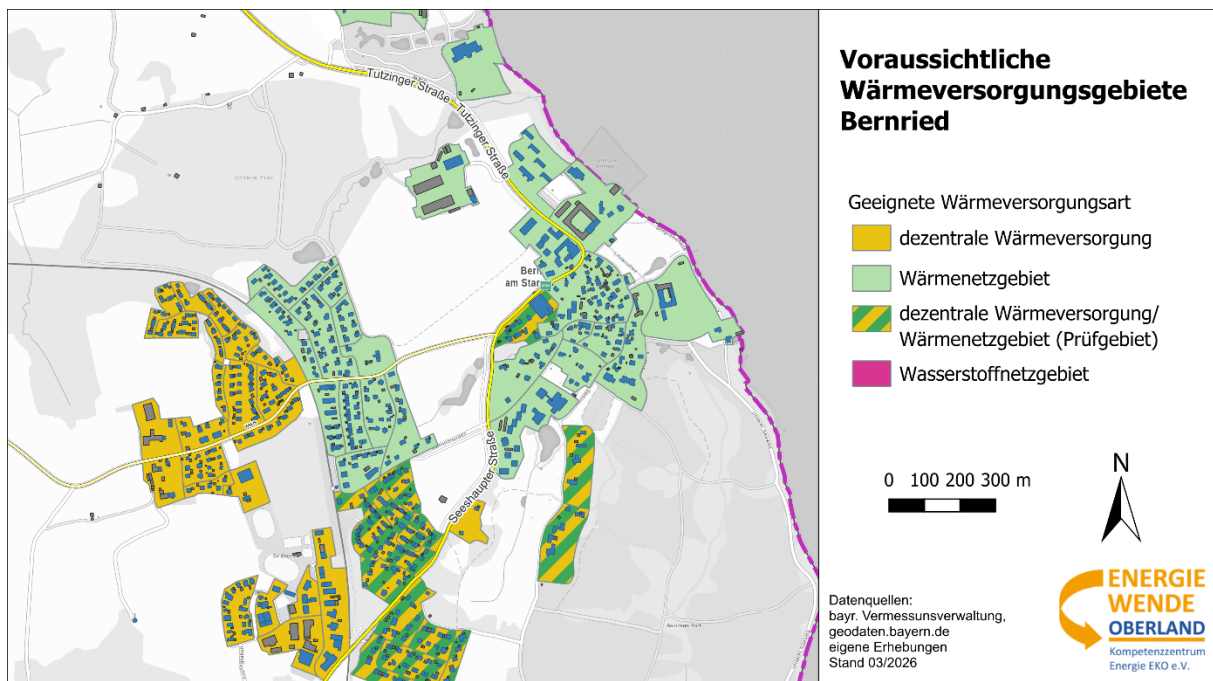


Abbildung 9-1 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Bernried bis 2045.

10 Strategie für die lokale Wärmewende

Um die angestrebten Zielsetzungen effizient und kostengünstig zu erreichen, ist es notwendig, in verschiedenen Bereichen gezielte Maßnahmen umzusetzen. Die Umsetzungsstrategie basiert auf den folgenden Schwerpunkten:

Ausbau und Neubau von Wärmenetzen

Erschließung neuer Potenziale
Anschluss weiterer Verbraucher

Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeuger

Austausch von Heizungsanlagen, insbesondere in dezentralen Versorgungsgebieten

Sanierung und Effizienzsteigerung

Maßnahmen zur energetischen Optimierung bestehender Gebäude und Infrastruktur

Begleitmaßnahmen zur Transformation bestehender Strukturen

Unterstützung und Anpassung bei der Umstellung auf nachhaltige Lösungen

Stärkung von Information und Beratung

Intensivierung der Bürgeraufklärung zu relevanten Energiethemen

Im nächsten Schritt werden zu diesen Bereichen konkrete Maßnahmen entwickelt, die zeitnah von der Kommune und den beteiligten Akteuren umgesetzt werden können.

10.1 Kategorisierung der Maßnahmen

Die erarbeiteten Maßnahmen werden zusätzlich anhand von Kriterien eingeordnet: Kosten, Umsetzungsdauer und Wirkung.

- **Kosten:** Die Maßnahmen werden in drei Kategorien unterteilt: niedrig (< 50.000 €), mittel (50.000 - 200.000 €) und hoch (> 200.000 €).
- **Dauer:** Die Umsetzung wird in kurz (< 1 Jahr), mittel (1-3 Jahre) und lang (> 3 Jahre) eingestuft.
- **Wirkung:** Das erwartete CO₂-Einsparungspotenzial wird in gering (< 100 t CO₂/a), mittel (100 t CO₂/a bis 500 t CO₂/a) und hoch (> 500 t CO₂/a) klassifiziert.

Zur besseren Übersicht wird die Kategorisierung der Maßnahmen in Tabelle zusammengefasst und dargestellt.

Tabelle 10-1: Kategorisierung der Maßnahmen nach Kosten, Dauer und Wirkung

Kriterium	Einstufung	Quantifizierung
<i>Kosten</i>	Niedrig	< 50.000 €
	Mittel	50.000 – 200.000 €
	Hoch	> 200.000 €
<i>Dauer</i>	Kurz	< 1 Jahr
	Mittel	1 – 3 Jahre
	Lang	> 3 Jahre
<i>Wirkung</i>	Hoch	> 500 t CO ₂ /a
	Mittel	100-500 t CO ₂ /a
	Gering	< 100 t CO ₂ /a

10.2 Erarbeitete Maßnahmen

Im Folgenden werden Maßnahmen vorgestellt, die im Austausch mit den lokalen Akteuren als relevant und umsetzbar eingestuft wurden. Diese Maßnahmen lassen sich bei Bedarf auch auf andere Bereiche oder Gebäude innerhalb des Gemeindegebiets von Bernried übertragen, wodurch ein Multiplikatoreffekt erzielt werden kann.

10.3 Aufbau eines kommunalen Wärmenetzes in Bernried

Projektaufbau und Zielsetzung

Ziel ist der Aufbau eines Nahwärmenetzes im Gemeindegebiet Bernried, das sich von der Klinik über den Gemeindekern bis an die östlich der Bahngleise gelegenen Siedlungsräume erstreckt. Die bereitgestellte Nutzwärme könnte bei Erbauung im

Jahr 2029 bereits bis 2035 auf über 16 GWh/a ansteigen. Bei voller Ausbaustufe bis 2045 kann die Fernwärme je nach Szenario rund 71 % des gesamten Wärmebedarfs abdecken.

Das Wärmenetz wird schrittweise in mehreren Bauabschnitten erweitert, wobei im konservativen Szenario der letzte Bauabschnitt nicht erschlossen wird. Erfahrungen vergleichbarer Projekte im ländlichen Raum zeigen, dass Anschlussquoten von 70 bis 80 % langfristig erreichbar sind.

Technisches Anlagenkonzept

Entsprechend dem aktuellen Stand der Planungen wird das Netz mithilfe einer Erzeugermischung aus einem Großwärmepumpensystem und einer Spitzenlastdeckung durch Gasbrennkessel versorgt. Das Großwärmepumpensystem soll vorerst die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen und im Laufe der Erweiterung des Verbrauchernetzes auf die thermische Nutzung des Starnberger Seewassers umgebaut werden, um ganzjährig höhere Arbeitszahlen erzielen zu können. Um eine erneuerbare Versorgung zu gewährleisten, sollte spätestens im Verlauf des Projekts auf die Verwendung von Biogas zurückgegriffen werden. Dieses muss nicht zwingend lokal erzeugt werden, sondern kann auch bilanziell aus dem Gasnetz bezogen werden.

Ein Wärmespeicher dient der Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch und ermöglicht eine optimierte Fahrweise der Wärmepumpen bei niedrigen Außentemperaturen. Redundanz kann durch eine Kombination aus Gaskessel und Power-to-Heat-Anlage sichergestellt werden, sodass auch bei Ausfall der Wärmepumpe die Versorgungssicherheit gewährleistet ist.

Ökologische und ökonomische Vorteile

- **CO₂-Einsparung:** Durch den Ersatz der derzeit dominierenden Energieträger Erdgas und Heizöl können jährlich mehrere tausend Tonnen CO₂ eingespart werden. Im Jahr 2023 werden rund 24.134 MWh/a durch Erdgas und 4.516 MWh/a durch Heizöl gedeckt.
- **Regionale Wertschöpfung:** Nutzung lokaler erneuerbarer Energiequellen statt Import fossiler Brennstoffe.

- **Wirtschaftlichkeit:** Durch die Skaleneffekte eines zentralen Erzeugersystems sinken die spezifischen Wärmegestehungskosten im Vergleich zur dezentralen Einzelbeheizung. Die Wirtschaftlichkeit wird durch BEW-Förderung (Modul 2 und 4) erheblich verbessert.
- **Preisstabilität:** Im Gegensatz zu fossil gespeisten Heizungen ist die Wärmeversorgung aus Umweltwärme weniger abhängig von globalen Brennstoffmärkten.

Nächste Schritte (Umsetzungsfahrplan)

1. Investorensuche und Finanzierungssicherung für den Bau des Wärmenetzes und der Heizzentrale.
2. Realisierung der Erzeugungsanlage einschließlich der erforderlichen Genehmigungen.
3. Aufbau des Wärmenetzes in den ersten Bauabschnitten und Akquise der Wärmeabnehmer zur Sicherung der Anschlussquote.
4. Erweiterung des Netzes um weitere Bauabschnitte in Abhängigkeit von der Nachfrageentwicklung.
5. Umrüstung der Wärmequelle von Umgebungsluft auf Seethermie im Zuge des Vollausbaus.

10.4 Thermische Nutzung des Starnberger Sees (Seethermie)

Charakteristik der Maßnahme

- **Titel:** Seethermie-Projekt Starnberger See / Wärmenetz Bernried
- **Sektor:** Private Haushalte, GHD, Kommunale Einrichtungen
- **Technologie:** Großwärmepumpe (Wasser-Wasser) mit Seewasserentnahme, Nahwärmenetz

Ausgangslage und Potenziale

Seit Beginn der Energiekrise rückt die Entwicklung alternativer Energieversorgungssysteme ohne den Einsatz fossiler Brennstoffe zunehmend in den Fokus. Im Bereich

der Wärmeversorgung haben sich Wärmepumpensysteme als zentrale Technologie etabliert. Jüngere wissenschaftliche Studien belegen, dass oberflächennahe Gewässer auch in Bayern ein erhebliches Potenzial zur regenerativen Wärmegewinnung aufweisen (FfE, 2024). Auch das Landesamt für Umwelt verweist auf die Nutzung der Gewässerthermiepoteziale in Bayern. Dabei ist eine sorgfältige Berücksichtigung ökologischer, biologischer und weiterer umweltfachlicher Belange unerlässlich.

Der Starnberger See hat eine Tiefe von 128 m und ein Volumen von 2.998 Mio. m³ und stellt damit ein enormes natürliches Wärmereservoir dar. Durch das Schichtungsverhalten herrschen ab gewissen Tiefen über das ganze Jahr relativ konstante Plusgrade. Somit kann dem See auch im Winter mithilfe von Wärmepumpen effizient Energie entzogen werden. Unter der Annahme, dass das gesamte Seevolumen über das Jahr hinweg um einen halben Grad herabgesetzt werden könnte, ohne dass sich hierdurch eine dauerhafte Veränderung der Seetemperatur und -ökologie einstellen würde, kann dem Starnberger See jährlich etwa 1.749 GWh Wärme entnommen werden. Das wäre mehr als genug Wärme, um ganz Bernried und sämtliche an den See grenzenden Gemeinden zusammen zu versorgen.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Wärmenetzplanungen sowie der im Rahmen dieser Analyse bestimmten Versorgungsgebiete kann ein Potenzial von 16.300 MWh durch die thermische Nutzung des Starnberger Sees im Gemeindegebiet Bernried ausgewiesen werden.

Aktuell werden im Rahmen von Machbarkeitsstudien für ein Wärmenetz in Bernried unter anderem die Potenziale der thermischen Nutzung des Starnberger Sees geprüft. Während die Genehmigung eines solchen Vorhabens einige Hürden mit sich bringen kann, planen aktuell bereits mehrere Gemeinden am Starnberger See, diese Technologie in Zukunft umzusetzen. Auch das bereits genehmigte Seethermie-Projekt am Tegernsee zeigt, dass derartige Potenziale tatsächlich einen großen Beitrag zur erneuerbaren Wärmeversorgung der Region leisten können.

Da die praktischen Erfahrungen mit dem Einsatz von Wärmetauschern in natürlichen Gewässern bislang begrenzt sind, kommt der Forschung auf diesem Gebiet besondere Bedeutung zu. Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat hierzu ein Merkblatt veröffentlicht, das die technischen und umweltrelevanten Rahmenbedingungen –

etwa zu zulässigen Wärmeträgern, Kühlmitteln oder Temperaturgrenzwerten – präzisiert.

Technisches Konzept

Das System gliedert sich in drei Hauptkomponenten:

- **Quellenerschließung:** Errichtung eines Entnahme- und Rückgabebauwerks am Starnberger See. Die Wasserentnahme erfolgt unterhalb der Sprungschicht in über 30 m Tiefe, wo ganzjährig Temperaturen von ca. 4 °C herrschen. Die thermische Energie wird über einen Zwischenwärmetauscher entzogen, um den Wasserkreislauf des Sees stofflich nicht zu belasten.
- **Energiezentrale:** Installation moderner, hocheffizienter Großwärmepumpen. Diese nutzen das Seewasser als Wärmequelle und heben das Temperaturniveau auf die benötigte Vorlauftemperatur an. Ein Biomethan-Spitzenlastkessel dient der Redundanz des Gesamtsystems sowie der Deckung von Lastspitzen an wenigen kalten Wintertagen.
- **Wärmenetz und Übergabe:** Die Anbindung an das bestehende Wärmenetz erfolgt über die zentrale Heizzentrale. Ein Großwärmepumpensystem das vorerst die Umgebungsluft nutzt, kann im Laufe der Erweiterung des Verbrauchernetzes auf Seethermie umgebaut. Durch diesen stufenweisen Ansatz wird ein zeitnahe Betriebsstart ermöglicht.

Strategische Einschätzung und Umweltaspekte

- **CO₂-Einsparung:** Sehr hoch, da fossile Einzelfeuerungen im Gemeindegebiet durch Umweltwärme ersetzt werden.
- **Effizienz:** Durch die ganzjährig konstante Wassertemperatur in der Entnahmetiefe erzielen die Wärmepumpen höhere Jahresarbeitszahlen als bei Nutzung der Umgebungsluft. Die Umstellung von Luft auf Seethermie könnte die JAZ signifikant steigern.
- **Resilienz:** Lokale Energiequelle macht die Gemeinde unabhängiger von globalen Brennstoffmärkten.
- **Naturschutz:** Eine geringe Temperaturspreizung minimiert die ökologischen Auswirkungen auf das Ökosystem des Sees.

Nächste Schritte (Umsetzungsfahrplan)

1. **Abstimmung mit Anliegergemeinden:** Initiierung eines übergemeindlichen Seethermie-Konzepts für den Starnberger See, da die Erschließung für die Gemeinden gleich ermöglicht werden sollen und die Nutzungsrechte abgeklärt werden müssen.
2. **Genehmigungsverfahren:** Wasserrechtliche Erlaubnis für die thermische Nutzung und Entnahme in Abstimmung mit Wasserwirtschaftsamt, Oberer Naturschutzbehörde und Schlösser- und Seenverwaltung. Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung nach Wasserrahmenrichtlinie.
3. **Machbarkeitsstudie Seewassererschließung:** Detailplanung der Ein-/Auslaufbauwerke, Leitungstrasse zum Heizzentralenstandort, Dimensionierung der Wärmetauscher.
4. **Akteursbeteiligung:** Einbindung der Bürgerinnen und Bürger sowie potenzieller Wärmeabnehmer zur Sicherung der erforderlichen Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb der Seethermie.
5. **Realisierung:** Umrüstung der Großwärmepumpe von Umgebungsluft auf Seewasser im Zuge des Vollausbaus des Wärmenetzes.

10.5 Anliegerversammlung zum Planungsstand der Dorfheizung

Ausgangslage & Handlungsbedarf

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung (KWP) liegen vor, sind jedoch in der breiten Bevölkerung noch unzureichend bekannt. Da die Wärmewende eine hohe Investitionsbereitschaft privater Hauseigentümer erfordert, besteht ein dringender Bedarf an **niederschwelliger Aufklärung**. Um Inkonsistenzen in der Beratung zu vermeiden, müssen die strategische Planung der Kommune und die operative Umsetzung durch GP Joule als Einheit auftreten. Ergänzend dazu kann ein Energieberater der Verbraucherzentrale Bayern unterstützen und auf anfallende Fragen zur Optimierung der Gebäudehülle und Heizungstausch eingehen.

Zielsetzung

- **Sichtbarkeit:** Den Bekanntheitsgrad der KWP-Ergebnisse massiv steigern. Zur Visualisierung der kommunalen Wärmeplanung wurden zahlreiche interaktive Karten erstellt. Darin können nicht nur die Erschließungsgebiete der Fernwärme abgelesen werden, sondern auch Potenziale aus Erdwärmesonden und Grundwasser als Wärmequellen für Wärmepumpen ermittelt werden.
- **Beratungsqualität:** Bündelung von Planungskompetenz und technischer Umsetzungskompetenz an einem Ort.
- **Investitionssicherheit:** Hauseigentümern klare Orientierung geben (z. B. „Eignungsgebiet für Wärmenetze“ vs. „Einzelheizung“), um Fehlentscheidungen beim Heizungskauf zu vermeiden.

Beschreibung der Umsetzung

- **Bürgerinfo:** Visualisierung der Wärmeplanungs-Ergebnisse mittels digitaler Karten (GIS-basiert). Besucher können ihre Adresse eingeben und erhalten eine erste Einschätzung zur künftigen Wärmeversorgung. Erforderlich dazu ist ein leistungsstarker WLAN- Zugang sowie ein guter Bildschirm.
- **Themeninseln:** Aufteilung des Standes in „Wärmenetze der Zukunft“ und „Individuelle Sanierung & Förderung“, Bauphysikalische Beratung durch die Verbraucherzentrale Bayern.

Exponate & Anschauungsmaterial

- Einsatz von Modellen (z. B. Übergabestation für Fernwärme, Schnittmodell einer Wärmepumpe).
- Verteilung von Flyern, die die komplexen Planungsergebnisse in einfache Handlungsschritte für Bürger herunterbrechen.

Zielgruppen

- Private Immobilieneigentümer (Bestandshalter).
- Gewerbetreibende mit Energiebedarf.
- Regionale Handwerksbetriebe (als Multiplikatoren).

10.6 „Wärmewende er-fahren“ – Die Vor-Ort-Fahrradtour

Ausgangslage & Zielsetzung

Trotz der technischen Reife von Wärmepumpen und Biomasseheizungen halten sich Mythen hartnäckig (z. B. „zu laut“, „funktioniert nicht im Altbau“, „zu hoher Wartungsaufwand“). Diese Maßnahme zielt darauf ab, durch Best-Practice-Beispiele aus der Nachbarschaft Vertrauen aufzubauen.

Die Ziele sind:

- **Imagekorrektur:** Abbau von Schwellenängsten durch direkten Kontakt mit Anlagenbetreibern.
- **Wissenstransfer:** Unabhängige Information über Installation, Kosten und Effizienz.
- **Vernetzung:** Austausch zwischen motivierten Sanierern und noch unentschlossenen Hauseigentümern.

Ablauf der Maßnahme

Vorbereitungsphase (ca. 3–4 Monate)

- **Akquise:** Suche nach Bürgern, die ihre Heizungsanlagen (Luft- oder Erdwärmepumpen, Pelletkessel, Hackschnitzelanlagen) für eine kurze Besichtigung öffnen.
- **Routenplanung:** Erstellung einer fahrradtauglichen Route durch das Gemeindegebiet, die verschiedene Gebäudetypen (Wohngebäude, Gewerbe) abdeckt.
- **Experten-Einbindung:** Gewinnung eines neutralen Energieberaters, der die Tour begleitet und technische Rückfragen fachlich fundiert beantwortet.

Durchführung

- **Stationärer Stopp:** An jedem Gebäude gibt es einen 20-minütigen Slot. Der Eigentümer berichtet kurz über seine Erfahrungen (Motivation, Umbauphase, Zufriedenheit), gefolgt von einer kurzen technischen Einordnung durch das Klimaschutzmanagement.
- **„Hörprobe“ & Besichtigung:** Teilnehmer können sich von der tatsächlichen Lautstärke einer Wärmepumpe oder dem Platzbedarf eines Pelletlagers persönlich überzeugen.

Nachbereitung

Bereitstellung eines digitalen „Steckbriefs“ der besichtigten Anlagen auf der Website der Kommune.

Zielgruppen

- Private Hauseigentümer (insbesondere mit anstehendem Heizungswechsel).
- Lokalpolitiker und Multiplikatoren.
- Interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Erwartete Wirkung

- **Steigerung der Sanierungsquote:** Durch den Abbau von Vorbehalten steigt die Bereitschaft, in regenerative Systeme zu investieren.
- **Multiplikator-Effekt:** Teilnehmer tragen ihre positiven Eindrücke in ihren Bekanntenkreis weiter („Ich habe das gesehen, das funktioniert wirklich“).
- **Stärkung des Gemeindegefühls:** Die Tour fördert das Bewusstsein, dass die Wärmewende ein gemeinschaftliches Projekt vor Ort ist.

Kostenschätzung & Ressourcen

Personalaufwand: Koordination durch das Klimaschutzmanagement.

Sachkosten: Gering (Marketing, ggf. kleiner Snack/Getränke am Zielort, Honorar für externen Energieberater).

10.7 Vergleichsrechnung zum Austausch einer bestehenden Gasheizung

Die vorliegende Vergleichsrechnung bietet eine Entscheidungsgrundlage für den Heizungstausch in einem typischen Einfamilienhaus der 90er Jahre mit ca. 150 m² Wohnfläche. Es liegt nicht in einem zukünftigen Erschließungsgebiet der Nahwärme. An der Gebäudehülle wurden noch keine Sanierungsmaßnahmen umgesetzt, d.h. die Fenster sind mit der damals üblichen 2-fach Verglasung und das Dach mit Zwischensparrendämmung ausgestattet. Die bestehenden Heizkörper sind so ausgelegt, dass sie bei winterlicher Witterung mit 50°C Vorlauftemperatur beschickt werden müssen, um die erforderlichen Raumtemperaturen zur Verfügung zu stellen. Der Gasverbrauch mit dem Niedertemperaturkessel aus den 90er Jahren liegt bei 2.500 m³ pro Jahr.

Bei Gebäuden die älter als 40 Jahre sind, ist zunächst das Einsparpotenzial an der Gebäudehülle zu prüfen. Der Austausch der Fenster und / oder die Dämmung des Daches führen dazu, dass wesentlich weniger Wärme erzeugt werden muss und sich das Gebäude dadurch für den Einsatz einer Wärmepumpe eignet.

Im Folgenden werden verschiedene marktüblichen Systeme hinsichtlich Investitionskosten, Förderungen, Betriebskosten und ökologischem Fußabdruck gegenübergestellt:

1. Der ökologischen Spitzenreiter

Wenn die Reduktion von CO₂-Emissionen das Hauptziel ist, sind die **Pellet-Lösungen** ungeschlagen.

Allerdings bieten die wenigsten Gebäude, die bisher mit Gas beheizt wurden, Lagerplatz für Holzpellets. Ölheizung hingegen können sehr gut durch neue Pelletkessel ersetzt werden.

- Die Kombination **Pellet-Kessel mit Solaranlage** verursacht lediglich **665 kg CO₂/Jahr**.
- Im Vergleich dazu stößt die alte Niedertemperatur-Heizung mit **5.025 kg** fast das Achtfache aus.
- Wird eine Wärmepumpe mit Ökostrom betrieben, so läge der rechnerische Wert für die CO₂-Emissionen bei **0 kg CO₂/Jahr**. In der untenstehenden Tabelle wird ein konventioneller Strommix und dessen Emissionen angenommen.

2. Wirtschaftlichkeit und Investition

Die Tabelle 10-2 verdeutlicht das Spannungsfeld zwischen Anschaffungskosten und laufenden Kosten:

- **Höchste Investition:** Die Wärmepumpe mit Erdsonden-Bohrung ist mit **39.500 €** nach Abzug der Fördermittel am teuersten, bietet aber mit **1.380 €** die geringsten jährlichen Betriebskosten.
- **Günstigste Anschaffung:** Der Brennwert-Kessel (Gas) ist mit **16.000 €** am preiswertesten in der Anschaffung, erhält jedoch **keine Förderung** und hat nach der alten Heizung die höchsten CO₂-Werte und Betriebskosten. Eine zukünftige CO₂-Besteuerung sowie die Beimischung von Wasserstoff oder Bioerdgas können die Unterhaltskosten erheblich erhöhen.

- **Förder-Highlight:** Luft-Wasser-Wärmepumpen und Pellet-Systeme profitieren massiv von staatlichen Zuschüssen (bis zu **16.500 €**), was den hohen Eigenanteil spürbar abfedert.

3. Effizienz-Vergleich der Wärmepumpen

- **Erdsonden (Sole-Wasser)** sowie **Grundwasser (Wasser-Wasser)** als Wärmequelle für Wärmepumpen führen sind effizient und kostengünstig im Betrieb (**1.380 €/Jahr**), sind aber teuer in der Erschließung. Die Kombination mit einer PV-Anlage kann die Kosten zusätzlich senken.
- **Luft-Wasser-Wärmepumpen** sind flexibler installierbar. In Kombination mit **Photovoltaik (PV)** sinken die Betriebskosten auf **1.590 €**, während sie ohne PV bei **1.830 €** liegen

Tabelle 10-2: Gegenüberstellung von Investitionskosten, Förderung, jährl. Betriebskosten und CO₂-Emissionen verschiedener Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus (Datenquelle: Verbraucherzentrale)

Heiztechnik	Eigenanteil Investition in €	einmalige Förderung in €	jährliche Betriebskosten in €	CO ₂ -Emissionen in kg/Jahr
Niedertemperatur-Kessel (vorhandene Heizung)			2 800	5 025
Pellet-Kessel mit Solaranlage Heizung + Warmwasser	36.000 (2.400 pro Jahr)	15 000	1 740	665
Wärmepumpe (Erdsonde) WP-Tarif	39.500 (2.633 pro Jahr)	16 500	1 380	2 255
Pellet-Kessel	33.000 (2.200 pro Jahr)	9 000	2 020	805
Wärmepumpe (Luft-Wasser) WP-Tarif + PV	36 000	15 000	1 590	2 641
Wärmepumpe (Luft-Wasser) WP-Tarif	21 000	15 000	1 830	3 081
Wärmepumpe (Luft-Wasser) WP-Tarif + Brennwert-Kessel (Gas)	39 000	9 000	1 920	3 324
Brennwert-Kessel (Gas), Solaranlage Heizung + Warmwasser	26 500	4 500	2 090	3 714
Brennwert-Kessel (Gas), Solaranlage Warmwasser	22 300	2 700	2 280	4 068
Brennwert-Kessel (Gas)	16 000	0	2 500	4 496

Die Verbraucherzentrale bietet diesen Vergleich für Privatkunden und Mehrfamilienhäuser an. Beim Eignungs-Check Heizung kommt ein Energieberater ins Haus und bewertet den Bestand sowie die technischen Möglichkeiten zur zukünftigen Beheizung. Im abschließenden Energiebericht wird eine derartige Tabelle individuell erstellt.

10.8 Optimierung der Heizungsregelung

Die Heizungsregelung spielt eine zentrale Rolle für die Energieeffizienz eines Gebäudes. Durch Anpassungen der Heizkurve, Heizzeiten und Raumsolltemperaturen lässt sich der Energieverbrauch der Heizungsanlage deutlich senken und so auch Kosten einsparen. Die Einstellung der Heizungsregelung ist in den meisten Fällen mithilfe der beiliegenden Bedienungsanleitung der Heizungsanlage problemlos möglich (sh. Infobox auf der folgenden Seite). Ob eine Sanierung bzw. Anpassung der Heizungsregelung im eigenen Gebäude sinnvoll ist, kann auch anhand einer groben Überschlagsrechnung zur Einordnung des Gasverbrauchs festgestellt werden (siehe Abbildung 10-1).

Oftmals befinden sich die Heizungsregelungen noch in der Werkseinstellung, sind also nicht auf die NutzerInnen und das Gebäude abgestimmt. Die meisten Regelungen lassen in der Benutzerebene Änderungen an den Nutzungszeiten und den Solltemperaturen zu. Um den Verbrauch ohne Komfortverlust zu senken, können folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Absenken der Steilheit der Heizkurve
- Anpassung der Nutzungszeiten für Tag- und Nachtbetrieb von Heizung und Warmwasser
- Absenkung des Sommer-/Winter-Umschaltpunkts

In den jeweiligen Handbüchern der Regelungen finden sich Hinweise dazu. Falls erforderlich, kann die Einstellung der Kennwerte auch im Zuge des Kundendienstes erfolgen.

**Ist mein
Erdgasverbrauch
zu hoch?**

Mit wenigen Schritten kann jeder Hauseigentümer seinen Verbrauchswert über die eingesetzte Energie überschlägig selbst ermitteln:

- 1) Verbrauch von m³ Erdgas x 10 = Energieverbrauch in kWh / a.
- 2) Pro Person werden 1.000 kWh für Warmwasserheizung abgezogen
- 3) Die verbleibenden kWh werden durch die Quadratmeter Wohnfläche geteilt.

Beispielrechnung: 4 – Personen – Haushalt, 160 m² Wohnfläche, 4.000 m³ Erdgas:

- 1) 4.000 m³ Erdgas x 10 = 40.000 kWh/Jahr
- 2) 40.000 kWh/a – 4.000 kWh/a = 36.000 kWh/a
- 3) 36.000 kWh/a : 160 m² = 225 kWh/m² a

So ergibt sich ungefähr ein Energieverbrauchswert für das jeweilige Gebäude. Nicht berücksichtigt wird dabei der Anteil, der ggf. durch Holz erzeugt wird. Genauer kann hier selbstverständlich ein Energieberater Auskunft geben. Sollte sich ein Verbrauchswert über 150 kWh/m²*a ergeben, so besteht deutlicher Handlungsbedarf.

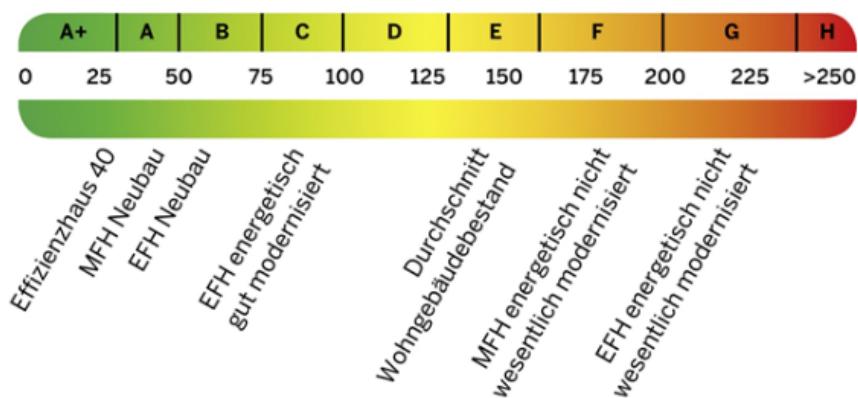


Abbildung 10-1: Beispielrechnung Energieverbrauchswert.

10.9 Beratung des AK-Energie Bernried zum Heizungstausch und PV-Potenzial

Die Energiekrise der vergangenen Jahre sowie die zunehmend ambitionierten gesetzlichen Vorgaben zur klimafreundlichen Wärmeversorgung haben bei vielen Bürgerinnen und Bürgern Fragen und Unsicherheiten hinsichtlich der Wahl eines geeigneten Heizungssystems ausgelöst. Vor diesem Hintergrund bietet sich für die Gemeinde Bernried die Chance, durch gezielte Informations- und Beratungsangebote Orientierung zu schaffen und den Umstieg auf zukunftsfähige Technologien zu unterstützen.

Der Arbeitskreis Energie der Gemeinde verfügt über fundiertes technisches Know-how und praktische Erfahrung aus bereits erfolgreich umgesetzten Projekten. Diese Expertise könnte

in Form einer regelmäßigen, kostenlosen Beratung für private Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer zur Verfügung gestellt werden – beispielsweise einmal pro Quartal im Rathaus. Hier könnten individuelle Fragen rund um den Heizungstausch, Fördermöglichkeiten, Systemwahl und technische Umsetzbarkeit praxisnah und unabhängig beantwortet werden. Um das ehrenamtliche Engagement des Arbeitskreises effizient zu nutzen, wäre ein festes und gut kommuniziertes Beratungsformat sinnvoll.

Ergänzend zu den persönlichen Gesprächen stehen auch qualitätsgesicherte Online-Tools zur Verfügung, die unabhängig informieren und eine erste Orientierung bieten. So stellt etwa die Plattform www.waermewende-oberland.de hilfreiche Informationen zur Heizungsmodernisierung bereit und unterstützt Interessierte bei der Auswahl geeigneter Systeme.

Auch im Bereich der regenerativen Stromerzeugung gibt es ein wachsendes Informationsbedürfnis, speziell in Kombination mit Wärmepumpen. Für die Planung und Auslegung von Photovoltaikanlagen können Bürgerinnen und Bürger auf das öffentlich zugängliche Solarkataster des Landkreises Weilheim-Schongau zurückgreifen: <https://solarkataster.weilheim-schongau.de>. Die benutzerfreundliche Plattform ermöglicht ohne kommerziellen Druck eine individuelle Anlagenplanung, inklusive Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Simulation von Batteriespeichern, Ermittlung von Eigenverbrauchspotenzialen und sogar einer Abschätzung der Eignung für die Beladung von E-Fahrzeugen. Damit leistet die Gemeinde einen wichtigen Beitrag zur unabhängigen, fundierten Entscheidungsfindung im Bereich der erneuerbaren Energien.

10.10 Bündelung von Sondenbohrungen - Koordinierte Erschließung oberflächennaher Geothermie bei Bestandsgebäuden

Ziel der Maßnahme:

Diese Maßnahme zielt darauf ab, die Investitionshürde für hocheffiziente Sole-Wasser-Wärmepumpen zu senken. Durch die **simultane Beauftragung und Ausführung** von Einzelbohrungen auf räumlich nahen beieinanderliegenden Grundstücken können Skaleneffekte bei der Bohrtechnik und der behördlichen Abwicklung genutzt, ohne die energetische Autonomie der einzelnen Haushalte zu verändern. Weite Teile des Ortsgebiets sollen zukünftig über ein Nahwärmenetz beschickt werden, im südlichen Teil Bernried befindet sich das Wasserschutzgebiet, in dem keine Sondenbohrungen zugelassen sind. Für dieses Projekt kommt vorwiegend das Wohngebiet westlich der Bahnlinie in Frage (Abbildung 10-2).

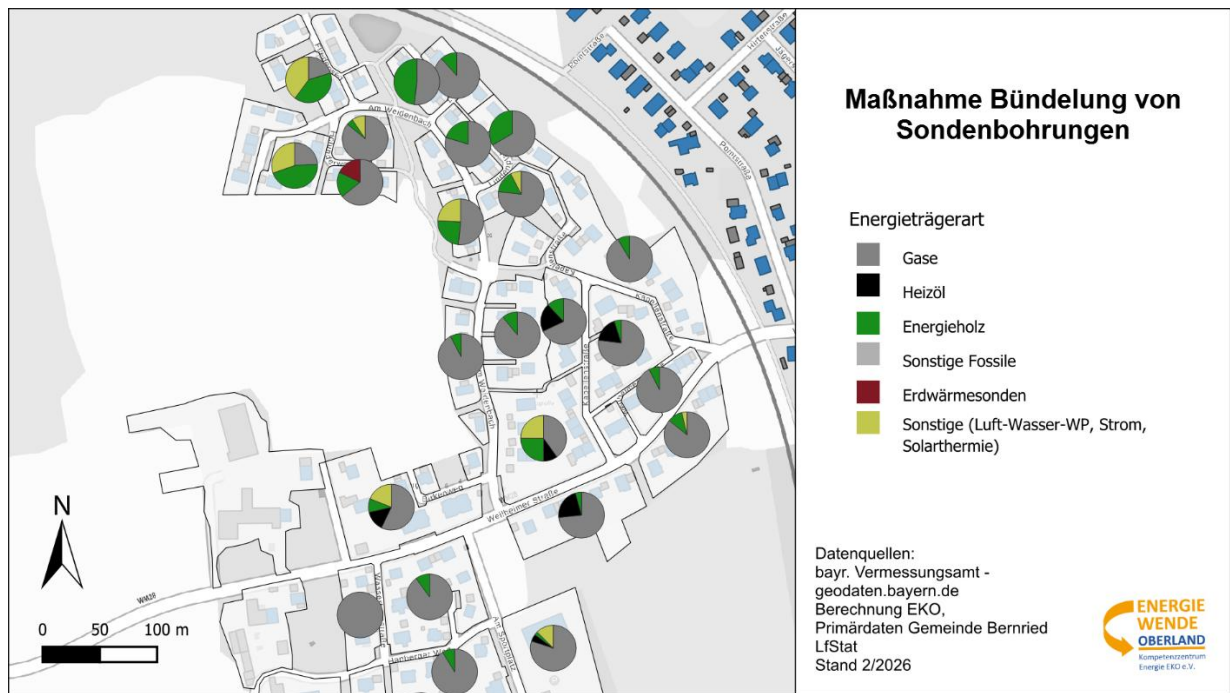


Abbildung 10-2: Energieträgerverteilung in den einzelnen Baublöcken im Bereich westlich der Bahnlinie. Bisher ist vor allem Erdgas im Einsatz. Zukünftig können Erdwärmesonden (EWS) einen wichtigen Beitrag leisten.

Technischer Umfang (Einzelanlage)

Jedes teilnehmende Grundstück erhält eine autarke Primärquelle:

- **System:** Doppel-U-Sonde in vertikaler Bohrung.
- **Tiefe:** Individuell nach Heizlast (i.d.R. zwischen 80 m und 150 m).
- **Abschluss:** Hauseinführung und Übergabe an den Sole-Verteiler im jeweiligen Haustechnikraum.
- **Unabhängigkeit:** Jede Anlage funktioniert technisch autark und ist nicht mit den Nachbargrundstücken verbunden.
- **Effizienz:** Gerade bei winterlicher Witterung besteht erhöhter Wärmebedarf. Aufgrund der nahezu konstanten Temperaturen von 8 – 12 °C kann eine sehr effiziente Betriebsweise von Wärmepumpen sichergestellt werden.

Synergieeffekte der Sammelbeauftragung

Der wirtschaftliche Vorteil ergibt sich aus der Optimierung der folgenden technischen und organisatorischen Prozessschritte:

Prozessschritt	Einsparungspotenzial im Verbund
Mobilisierung	Die hohen Kosten für den An- und Abtransport des Bohrgeräts (Tiefflader) werden durch die Anzahl der Teilnehmer geteilt.
Genehmigungsverfahren	Erstellung eines gemeinsamen geologischen Schichtverzeichnisses und Sammelantrag bei der Wasserbehörde.
Materiallogistik	Großmengenbezug von Sondenmaterial, Verpressmaterial (Bentonit/Zement) und Frostschutzmittel.
Bohrdurchgang	Reduzierung von Rüstzeiten, da das Bohrgerät direkt von Grundstück zu Grundstück „wandert“, ohne die Siedlung zu verlassen.

Projektablauf & Qualitätsmanagement

Um die technische Qualität für alle Teilnehmer zu sichern, folgt das Projekt diesem Schema:

1. **Gebäude-Check:** Erfassung der Heizlast nach DIN EN 12831 für jedes Haus.
2. **Kontaktaufnahme mit Bohrfirmen:** Interessierte Hausbesitzer übermitteln die Heizlasten und holen gemeinschaftlich Angebote ein.
3. **Zentrales Baugrundgutachten:** Eventuell kann das Bodengutachten für die Bohrungen im Neubaugebiet in Hapberg für die Bestandsgebäude westlich der Bahnlinie verwendet werden.
4. **Koordinierte Ausführung:** Zeitlich gestaffelte Bohrungen zur Minimierung der Lärm- und Schmutzbelastung im Wohnviertel.

Wirtschaftliche Betrachtung

Die spezifischen Kosten pro Bohrmeter sinken durch den Wegfall mehrfacher Fixkostenpositionen. Dies verbessert den **Return on Investment (ROI)** der Gesamtanlage erheblich. Da Erdwärmesonden eine Lebensdauer von über 50 Jahren haben, wird so eine langfristig kostengünstige und wartungsarme Energieinfrastruktur geschaffen.

10.11 Zusammenfassung der Maßnahmen

Der Wärmeplan für Bernried umfasst eine Vielzahl von Maßnahmen, die darauf abzielen, die Energieeffizienz zu steigern und den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor zu fördern (siehe Tabelle 10-3). Diese Maßnahmen sollen als Eckpfeiler der Wärmewende in Bernried dienen und wichtige Schritte auf dem Weg zur Dekarbonisierung des Wärmesektors darstellen. Sie bringen nicht nur signifikante Einsparpotenziale mit sich, sondern auch Multiplikatoreffekte, die die ausgearbeitete Strategie für Bernried bestmöglich unterstützen können. Die Maßnahmen umfassen sowohl technische Lösungen als auch Netzwerk- und Kommunikationsstrategien, die zusammen eine nachhaltige und resiliente Wärmeversorgung in der Region anstoßen.

Tabelle 10-3: Zusammenfassung der erarbeiteten Maßnahmen für Bernried

Maßnahme	Kosten	Dauer	Wirkung
<i>M1: Aufbau eines kommunalen Wärmenetzes in Bernried</i>	> 200.000 €	> 3 Jahre	> 500 t CO ₂ /a
<i>M2: Thermische Nutzung des Starnberger Sees (Seethermie)</i>	> 200.000 €	> 3 Jahre	> 500 t CO ₂ /a
<i>M3: Anliegerversammlung zum Planungsstand der Dorfheizung</i>	< 50.000 €	< 1 Jahr	< 100 t CO ₂ /a
<i>M4: „Wärmewende er-fahren“ – Die Vor-Ort-Fahrradtour</i>	< 50.000 €	< 1 Jahr	< 100 t CO ₂ /a
<i>M5: Vergleichsrechnung zum Austausch einer bestehenden Gasheizung</i>	< 50.000 €	< 1 Jahr	< 100 t CO ₂ /a
<i>M6: Optimierung der Heizungsregelung</i>	< 50.000 €	< 1 Jahr	< 100 t CO ₂ /a
<i>M7: Beratung des AK-Energie Bernried zum Heizungstausch und PV-Potenzial</i>	< 50.000 €	1 -3 Jahre	100 - 500 t CO ₂ /a
<i>M8: Bündelung von Sondenbohrungen</i>	50.000 - 200.000€	1 -3 Jahre	< 100 t CO ₂ /a

10.12 Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept

10.12.1 Verstetigungsstrategie

Zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung können folgende Abläufe eingeführt werden:

- **Datenaktualisierung und -analyse:** Die Bestands- und Potenzialdaten sollen alle zwei Jahre aktualisiert werden, um eine verlässliche Grundlage für Entscheidungen zu gewährleisten.
- **Fortschreibung der Wärmeplanung:** Alle fünf Jahre wird die Wärmeplanung umfassend überarbeitet und dem Gemeinderat zur Verabschiedung vorgelegt.
- **Auswertung der Konzessionsabrechnung:** Sowohl Gasnetz – als auch Stromnetzbetreiber erstellen jährlich eine Gutschrift für die Durchleitung der Energiemengen im Gemeindegebiet. Die Auswertung dieser Daten jeweils zu Jahresbeginn (Gasmenngen bzw. Wärmepumpenstrom) geben Auskunft über den weiteren Fortschritt der Wärmewende.

Folgende Mechanismen unterstützen den Fortschritt der Wärmewende:

- **Digitale Plattform:** Die dynamische Webansicht wird als zentrales Werkzeug für die Kommunikation und Transparenz etabliert. Sie ermöglicht die Visualisierung von Fortschritten, Szenarien und potenziellen Maßnahmen.
- **Monitoring und Evaluation:** Im zweijährigen Turnus wird eine Energie- und CO₂-Bilanz erstellt und zusammen mit den Indikatoren über den Fortschritt und die Wirksamkeit der Maßnahmen in Form eines Dashboards im Gemeinderat vorgestellt und öffentlich zugänglich gemacht.

10.12.2 Controlling-Konzept

Methodik

- **Indikatoren:** Die Wirkung der Maßnahmen wird anhand von klar definierten Indikatoren überprüft, welche in Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement der Gemeinde Bernried identifiziert wurden:
 - THG-Emissionen
 - Nutzwärme- und Endenergieverbrauch
 - Anteil erneuerbare Energieträger und unvermeidbare Abwärme am Wärmeverbrauch
 - Anzahl Nahwärme Anschlüsse
 - Realisierte Trassenlänge
 - Anzahl umgesetzter Maßnahmen
 - Anzahl Energieberatungen/Jahr
- **Datenquellen:** Die Grundlage bilden GIS-basierte Daten, Kaminkehrerdaten, Informationen der Gemeinde und sonst. Energieversorger sowie die Auswertung aus Energieberatungen.

Verantwortung und Organisation

- Die Umsetzung und das Monitoring der Maßnahmen obliegen der Koordinationsbeauftragten Person der Gemeinde. Unterstützt wird dieses durch externe Partner wie Fachplaner und Energieberater.
- Zweijährliche Fortschrittsberichte werden erstellt und dem Gemeinderat sowie der Öffentlichkeit vorgestellt.

Zukunftsausblick

- Die Verstetigungsstrategie wird regelmäßig evaluiert und angepasst. Dies umfasst die Integration neuer Technologien und die Anpassung an geänderte gesetzliche Rahmenbedingungen.
- Eine enge Vernetzung mit benachbarten Kommunen und regionalen Akteuren soll Synergien fördern und Effizienzgewinne ermöglichen.

11 Fördermittel und Finanzierung für Energieprojekte

Für die Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden stehen attraktive Mittel, sowohl zur Komplettsanierung als auch für Einzelmaßnahmen, zur Verfügung. Es können Anträge für Zuschüsse und Kredite bei der BAFA oder KfW gestellt werden. Im Folgenden wird eine Auswahl von Programmen im Überblick (Stand März 2026) dargestellt. Für die Korrektheit der folgenden Angaben wird keine Gewähr übernommen. Für weitere Details der Förderprogramme und -voraussetzungen verweisen wir an die jeweiligen Förderstellen.

11.1 Verbraucherzentrale Bayern

Seit 2015 bietet die Verbraucherzentrale an sogenannten Beraterstützpunkten kostengünstige Energieberatungen an. In der Stadt Weilheim gibt es hierfür einen Beratungsstützpunkt. Beratungstermine können unter der Tel. 0800 809802400 vereinbart werden. Zusätzlich werden auch Energieberatungen im eigenen Haushalt angeboten. Nachfolgend eine Übersicht über die Kosten und Leistungen der Beratungsangebote (Verbraucherzentrale Energieberatung, 2026):

Tabelle 11-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern.

Leistung	Kosten	Bemerkung
Telefonische Beratung	Kostenfrei	Tel.: 0800 809 802 400
Online-Beratung	Kostenfrei	Onlineformular
Basis-Check	Kostenfrei	Terminvereinbarung unter Tel. 0800 809 802 400 Beratung am Gebäude vor Ort
Gebäude-Check	40 Euro	
Heiz-Check		
Solarwärme-Check		
Detail-Check		
Aufsuchende PV-Beratung		
Eignungs-Check Heizung		

Auf ihrer Homepage stellt die Verbraucherzentrale ein Förder-Navi zur Verfügung. Mit Hilfe dieses Tools können für die gewünschten Sanierungsmaßnahmen die verfügbaren Förderprogramme ermittelt werden:

<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/foerderprogramme/zuschuesse-fuers-eigenheim-so-finden-sie-das-richtige-foerderprogramm-43745> .

11.2 Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)

Das Förderprogramm BEG – Einzelmaßnahmen unterstützt bei der Sanierung von Gebäuden, um dauerhaft Energieverbrauch und -kosten einzusparen. Es besteht aus vier Teilprogrammen:

- **Einzelmaßnahmen (BEG EM):** Sanierung WG und NWG
- **Wohngebäude (BEG WG):** Sanierung zu Effizienzgebäuden
- **Nichtwohngebäude (BEG NWG):** Sanierung zu Effizienzgebäuden
- **Klimafreundlicher Neubau (BEG KfN):** WG und NWG

BEG WG und BEG NWG werden über KfW-Bank abgewickelt. Das BEG EM ist je nach Art der Maßnahme beim BAFA oder der KfW angesiedelt. Einen Überblick über die Durchführer, die Einzelmaßnahmen und die jeweiligen Fördersätze des BEG EM gibt (Tabelle 11-2).

Die Grundförderung ist für alle AntragstellerInnen für alle Wohn- und Nichtwohngebäude erhältlich. Den Klimageschwindigkeits-Bonus von 20 % erhalten selbstnutzende EigentümerInnen, die ihre fossile Heizung bis 2028 austauschen. Nach 2028 sinkt der Bonus alle zwei Jahre um 3 %. Selbstnutzende EigentümerInnen mit einem zu versteuernden Jahreseinkommen von bis zu 40.000 € erhalten den Einkommensbonus. Bis zu einer Obergrenze von 70 % sind die Fördersätze kumulierbar. Lediglich der Emissionsminderungszuschlag (Biomasseheizungen) kann zusätzlich beantragt werden. Die genannten Maßnahmen und Fördersätze haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Auflistung soll lediglich einen Überblick über die verfügbaren Fördermittel geben. Die genauen einzuhaltenden Förderbedingungen sind der Homepage der BAFA bzw. KfW zu entnehmen.

Zusätzlich zu den Förderzuschüssen kann ein Ergänzungskredit beantragt werden (KfW-Programm 358, 359 bzw. 523). Die Voraussetzung zur Vergabe des Kredits ist eine Förderzusage der BEG_{EM} vom BAFA bzw. von der KfW. Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für den Kredit beträgt 120.000 €. EigenheimbesitzerInnen mit einem Jahreseinkommen von bis zu 90.000 € erhalten eine Zinsverbilligung.

Für alle Maßnahmen außer Heizungsoptimierung ist die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten notwendig. Alle von der Dena gelisteten Experten sind auf folgender Homepage zu finden: www.energie-effizienz-experten.de .

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben beträgt 30.000 € pro Wohneinheit. In Mehrparteienhäusern erhöhen sich die Grenzwerte abhängig der Anzahl an Wohneinheiten. Wenn für die Maßnahmen der iSP-Bonus gewährt wird, erhöht sich der Grenzwert ebenfalls auf 60.000 €. Bei Nichtwohngebäuden ist die Quadratmeteranzahl ausschlaggebend.

Tabelle 11-2: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Quelle: BAFA

Durchführer	Richtl. Nr.	Einzelmaßnahme	Grundförder-satz	Klimageschwindig-keitsbonus (nur für Pri-vatpersonen)	Einkommensbonus (nur für Privatpersonen). Die Summe der Boni = max. 70%	Zusätzl. Bonus
BAFA	5.1	Gebäudehülle u.a. Wärmedämmung von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken, Bodenflächen. Erneuerung/Aufbereitung von Vorhangfassaden. Fenstertausch. Sommerlicher Wärmeschutz	15 %			iSFP 5%
BAFA	5.2	Anlagentechnik (außer Heizung) (Einbau/Austausch/Optimierung raumluftechn. Anlagen. Digitale Systeme zur Betriebs- & Verbrauchsoptimierung)	15 %			iSFP 5%
KfW Privatpersonen 458 Unternehmen-Wohn-gebäude 459 Unternehmen- Nicht-wohngebäude 522 Kommunen 422	5.3	Anlagen zur Wärmeerzeugung	30 %	20 %	30 %	
	a	Solarthermische Anlagen				
	b	Biomasseheizungen				2.500 € Effi-zienzbonus
	c	Elektr. Angetriebene Wärmepumpen				Effizienz-Bonus 5%
	d	Brennstoffzellen-Heizungen				
	e	Wasserstofffähige Heizungen (Investitions-Mehrausgaben)				
	f	Innovative Heiztechnik auf Basis EE				
BAFA	g	Errichtung, Erweiterung Gebäudenetz	30 %			
KfW	h	Anschluss an Gebäudenetz (2-16 Gebäude)	30 %	20 %	30 %	
KfW	i	Anschluss an Wärmenetz (> 16 Gebäude)	30 %	20 %	30 %	
BAFA	5.4	Heizungsoptimierung				
	a	Verbesserung Anlageneffizienz (hydraul. Abgleich, Austausch Heizungspumpe.)	15 %			iSFP 5%
	b	Emissionsminderung Biomasseheizungen (Partikelabscheider)	50 %			

Fachplanung & Baubegleitung:

Für alle oben genannte Einzelmaßnahmen kann eine Förderung für energetische Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen beantragt werden. Der Fördersatz beträgt **50 %** der förderfähigen Ausgaben.

Die Sanierung von Gebäuden wird im **BEG WG** durch einen Kredit mit Tilgungszuschuss und einem zinsvergünstigten Kredit gefördert. Je niedriger die Effizienzhaus-Stufe, desto höher fällt die Förderung aus. Werden zudem Erneuerbare Energien eingesetzt, wird dies mit einem erhöhten Fördersatz unterstützt (EE-Klasse).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten beträgt bis zu 120.000 Euro je Wohneinheit. Für das Effizienzhaus mit EE-Klasse in der Sanierungsförderung beträgt die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten bis zu 150.000 Euro je Wohneinheit bei Erreichen einer EE- oder NH-Klasse. Die Laufzeit des Kredits beträgt bis zu 30 Jahre, der maximale Tilgungszuschuss beläuft sich auf 20 Prozent der förderfähigen Kosten (max. 30.000 Euro).

Tabelle 11-3: Förderübersicht BEG WG.

	Standard		Klassen (nicht kumulierbar)		Boni (Deckelung auf 20%, kumulierbar mit Klassen)	
	Tilgungs- zuschuss	Zuschuss (nur Kom- munen)	EE	NH	WPB	SerSan
EH Denkmal	5 %	20 %	5 %	5 %	-	-
EH 85	5 %	20 %	5 %	5 %	-	-
EH 70	10 %	25 %	5 %	5 %	10% (EE)	-
EH 55	15 %	30 %	5 %	5 %	10 %	15 %
EH 40	20 %	35 %	5 %	5 %	10 %	15 %

11.3 KfW-Programm 261 (Wohngebäude-Kredit)

Zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden bietet die KfW-Bank das **Programm 261 (Wohngebäude – Kredit)** an. Dieses richtet sich an Häuser, deren Bauantrag oder Bauanzeige zum Zeitpunkt des Antrags mindestens **fünf Jahre** zurückliegt. Gefördert wird die Sanierung zum **KfW-Effizienzhaus** (mindestens Stufe 85 oder besser). Der Kredit umfasst dabei nicht nur die rein energetischen Maßnahmen, sondern auch notwendige Umfeldmaßnahmen wie Baunebenkosten und Wiederherstellungskosten. Zudem wird die Fachplanung

und Baubegleitung durch zertifizierte Energieeffizienz-Experten mit einem zusätzlichen Kostenzuschuss gefördert.

Für Sanierungsvorhaben, die kein vollständiges Effizienzhaus-Niveau erreichen, können **Einzelmaßnahmen** über Zuschüsse beim **BAFA** (Gebäudehülle, Anlagentechnik) oder der **KfW (Programm 458)** (Heizungstausch) gefördert werden. Typische förderfähige Maßnahmen sind:

- Die Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen, Keller- und Geschossdecken.
- Die Erneuerung von Fenstern und Außentüren.
- Der Einbau einer klimafreundlichen Heizungsanlage (z. B. Wärmepumpe) oder die Heizungsoptimierung.
- Die Erneuerung oder der Einbau einer Lüftungsanlage.

Damit die Maßnahmen förderfähig sind, müssen spezifische technische Mindestanforderungen erfüllt werden. Die Finanzierung über das KfW-Programm 261 bietet den Vorteil eines **zinsgünstigen Kredits** weit unter Marktniveau, kombiniert mit einem **Tilgungszuschuss**, der die zurückzuzahlende Kreditsumme reduziert. Das Programm kann von jedem in Anspruch genommen werden, der Wohnraum energetisch saniert oder frisch sanierten Wohnraum kauft.

KfW-Programm
261 -Umfang
der Förderung

- *Bis 150.000 € für jede Wohneinheit beim KfW-Effizienzhaus*
- *zwischen 5 % – 45 % Tilgungszuschuss*
- *ab 2,45 % effektiver Jahreszins*

Zudem wird mit diesem Förderkredit die **Umwidmung von Nichtwohnfläche in Wohnfläche** unterstützt. Dabei gelten die gleichen Konditionen wie bei der Sanierung von bestehendem Wohnraum, sofern das Gebäude nach dem Umbau ein Effizienzhaus-Niveau erreicht. Folgende Möglichkeiten der Umwidmung bestehen:

- **Beheizte Nichtwohnfläche:** Umwandlung in eine neue Wohneinheit oder Erweiterung bestehender Wohnungen.

- **Unbeheizte Nichtwohnfläche (z. B. Scheunen oder Dachböden):** Hier ist die Förderung möglich, wenn die Fläche im Zuge der Sanierung erstmals energetisch hochwertig aufbereitet wird und Teil des Effizienzhaus-Konzepts ist.
- **Denkmalgeschützte Nichtwohnfläche:** Besondere Erleichterungen gelten bei der Umwidmung und Sanierung von Baudenkmalen.

11.4 KfW-Programm 270 (Erneuerbare Energien – Standard)

Mit diesem Programm werden in Form eines Kredits Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien für die Erzeugung von Strom und Wärme gefördert. Dazu gehören:

- Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien einschließlich der zugehörigen Kosten für Planung, Projektierung und Installation
 - Photovoltaik-Anlagen auf Dächern, an Fassaden oder auf Freiflächen
 - Anlagen zur Stromerzeugung aus Wasserkraft bis zu 20 MW
 - Anlagen zur Stromerzeugung aus Windkraft
 - Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen auf der Basis von fester Biomasse, Biogas oder Erdwärme
 - Anlagen zur Erzeugung, Aufbereitung, Einspeisung von Biogas, Biogasleitungen
 - Batteriespeicher
- Errichtung, Erweiterung, Erwerb von Anlagen nur zur Wärmeerzeugung
- Wärme-/Kältenetze und Wärme-/Kältespeicher
- Flexibilisierung von Stromnachfrage und -angebot, Digitalisierung der Energiewende systemverträglichen Integration der erneuerbaren Energien ins Energiesystem
- Contracting-Vorhaben und Modernisierungen mit Leistungssteigerung

KfW-Programm
270 -Umfang
der Förderung

- *Bis 150 Mio. € pro Vorhaben*
- *Bis zu 100 % der Investitionskosten*
- *100 % Auszahlung des zugesagten Betrags*
- *Ab 3,42 % effektiver Jahreszins*

11.5 Programme für Unternehmen

Im gewerblichen Bereich gelten andere Förderprogramme. Für die Förderung von Energieeffizienz und Umweltschutz gibt es folgende Energieeffizienzprogramme:

- Nichtwohngebäude – Kredit (KfW-Programm 263)
- Investitionskredit Nachhaltige Mobilität (KfW-Programm 268, 269)
- Energieeffizienz in der Wirtschaft (KfW-Programm 295). Zu den gleichen Förderbedingungen stellt die KfW-Bank einen Kredit bzw. das BAFA einen Investitionskostenzuschuss zur Verfügung.
- Förderung klimafreundlicher Aktivitäten (klimafreundliche Produktionsanlagen, Energieversorgung, Technologien, etc.; KfW-Programm 293).

Mit diesem Förderprogramm werden Investitionen in Maßnahmen zur Verringerung, Vermeidung und Abbau von Treibhausgasemissionen in Anlehnung an technische Kriterien der EU-Taxonomie für nachhaltiges Wirtschaften gefördert. Es ist aufgeteilt in sieben Module:

- Modul A: Herstellung klimafreundlicher Technologien
- Modul B: Klimafreundliche Produktionsverfahren in energieintensiven Industrien
- Modul C: Energieversorgung, z.B.
 - Photovoltaik-Anlagen und andere Erneuerbare-Energien-Anlagen, sofern mindestens 50 % des selbst erzeugten Stroms am Unternehmensstandort genutzt werden
 - Maßnahmen zum Ausbau der Stromübertragungs- und -verteilnetze
 - Energiespeicher
 - Herstellung von Treibstoffen
 - Gas- und Wärmenetze
 - Ausbau, Umrüstung sowie Sanierung von Gas-, Wärme- und Kältenetzen
 - CO₂-arme Wärmeerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung
- Modul D: Wasser, Abwasser, Abfall
- Modul E: Transport und Speicherung von CO₂
- Modul F: Integrierte Mobilitätsvorhaben
- Modul G: Green IT

Zusätzlich können Ausgaben für die Planungs- und Umsetzungsbegleitung sowie die Erstellung von Gutachten und Nachweisen zur Einhaltung der technischen Mindestanforderungen gefördert werden.

KfW-Programm
293

- *Bis zu 25 Mio. € pro Vorhaben*
- *Bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten*
- *Förderkredit ab 2,53 % effektivem Jahreszins*

11.6 Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Dieses Förderprogramm wird für die Finanzierung der geplanten Wärmenetze im Gemeindegebiet eine entscheidende Rolle spielen. Folgende drei Module werden gefördert:

Im Modul 1 werden u.a. Machbarkeitsstudien zur Errichtung neuer Wärmenetze mit einem Anteil erneuerbarer und klimaneutraler Wärme von mindestens 75 % mit bis zu 50 % der förderfähigen Kosten bis zu einem Maximalbetrag von 600.000 € gefördert. Die erforderlichen Planungen in den Leistungsphasen 1-4 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) können zum Teil über dieses Modul gefördert werden.

Das Modul 2 fördert die Errichtung von Fernwärmenetzen, die einen regenerativen Anteil von mindestens 75% nachweisen können. Zuschüsse können in Form einer Investitions- oder Betriebskostenförderung gewährt werden. Betriebskostenförderung bekommen jedoch nur Solarthermieranlagen (2 ct/kWh) und Wärmepumpen (7 ct/kWh bzw. 3 ct/kWh, abhängig von der JAZ). Diese wird über zehn Jahre gewährt. Zusätzlich sind auch Wärmespeicher förderfähig sowie andere Komponenten zur Optimierung des Netzbetriebs. Die förderfähigen Kosten werden mit 40 % bis zu einer Höhe von 50 Mio. Euro bezuschusst.

Vom Modul 3 können im wesentlichen Betreiber bestehender Wärmenetze profitieren. Dort werden die Errichtung und Integration von regenerativen Wärmequellen gefördert.

12 Fazit

Der Wärmeplan der Gemeinde Bernried am Starnberger See stellt eine umfassende Strategie für die Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 dar. Er basiert auf einer detaillierten Bestands- und Potenzialanalyse, zwei differenzierten Zielszenarien sowie der engen Verzahnung mit einer bereits beauftragten Machbarkeitsstudie für ein kommunales Wärmenetz.

Der gesamte Nutzwärmebedarf der Gemeinde beträgt im Ausgangsjahr 2023 rund 34.191 MWh/a, wovon etwa 90 % fossil gedeckt werden – überwiegend durch Erdgas und Heizöl. Im konservativen Szenario sinkt der Bedarf durch energetische Gebäudesanierung bis 2045 auf rund 29.000 MWh/a, im ambitionierten Szenario fällt die Reduktion mit einer jährlichen Abnahme von 1,33 % noch deutlich stärker aus. Parallel zur Bedarfsreduktion erfolgt eine grundlegende Veränderung der Energieträgerstruktur: Bis 2035 kann der fossile Anteil auf rund 25 % gesenkt werden, bis 2045 wird er vollständig ersetzt.

Die zentrale Maßnahme der Wärmewende in Bernried ist der Aufbau eines regenerativ gespeisten Wärmenetzes, das schrittweise in mehreren Bauabschnitten von der Klinik über den Gemeindekern bis in die östlich der Zuggleise gelegenen Siedlungsräume erweitert wird. Bei voller Ausbaustufe kann die Fernwärme rund 71 % des gesamten Wärmebedarfs abdecken. Das Netz wird zunächst durch ein Großwärmepumpensystem mit Umgebungsluft als Wärmequelle und einer Spitzenlastdeckung durch Biomethan-Gasbrennkessel versorgt. Im Zuge des Vollaubaus ist die Umrüstung auf die thermische Nutzung des Starnberger Sees vorgesehen, um ganzjährig höhere Arbeitszahlen zu erzielen.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Bernried mit seiner direkten Lage am Starnberger See über eine außergewöhnliche Ausgangslage verfügt. Der See stellt mit einem Volumen von knapp 3 Mrd. m³ ein enormes natürliches Wärmereservoir dar, aus dem ein Potenzial von 16.300 MWh für das Gemeindegebiet ausgewiesen werden kann. Ergänzend bieten dezentrale Wärmepumpensysteme – insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen und Erdwärmesonden – erhebliche Potenziale für Gebäude außerhalb des Trassengebiets. Jüngere Feldstudien des Fraunhofer ISE belegen, dass Wärmepumpen auch in Bestandsgebäuden mit Baujahren ab dem frühen 19. Jahrhundert effizient betrieben werden können, sofern die Heizkreistemperaturen und das Wärmeübergabesystem entsprechend angepasst sind.

Ein entscheidender Bestandteil der Wärmeplanung ist die aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger. Durch Informationsveranstaltungen, transparente Darstellung der Planungsfortschritte und gezielte Beratungsangebote werden die Eigentümerinnen und Eigentümer über ihre Handlungsoptionen informiert und für den Anschluss an das Wärmenetz bzw. den Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme motiviert. Die Erfahrungen vergleichbarer Projekte im ländlichen Raum zeigen, dass Anschlussquoten von 70 bis 80 % langfristig erreichbar sind, wenn die Kommunikation frühzeitig beginnt und die wirtschaftlichen Vorteile klar dargestellt werden.

Die kontinuierliche Begleitung und das Monitoring der umgesetzten Maßnahmen sind entscheidend für den Erfolg der Wärmewende vor Ort. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Bauabschnitte des Wärmenetzes bedarfsgerecht realisiert, die Anschlussquoten planmäßig erreicht und die Erzeugungskapazitäten rechtzeitig erweitert werden.

Insgesamt zeigt der Wärmeplan, dass die vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Bernried bis 2045 durch drei Entwicklungen getragen wird: die kontinuierliche Reduktion des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierung, den Bau eines regenerativ gespeisten Wärmenetzes unter Nutzung der Seethermie des Starnberger Sees sowie die breite Einführung dezentraler Wärmepumpensysteme. Durch die Kombination dieser Maßnahmen können bereits bis 2035 rund 75 % der Nutzwärme erneuerbar erzeugt werden. Die Gemeinde Bernried hat damit die Möglichkeit, nicht nur die bayerischen Klimaziele zu erreichen, sondern auch eine Vorreiterrolle in der Region Oberland bei der Umsetzung einer gewässer-gestützten Wärmewende einzunehmen.

13 Literaturverzeichnis

- Abwasserverband Starnberger See. (2025, August 6). *Webseite des Abwasserverband Starnberger See*. <https://www.av-starnberger-see.de/technik/kanalsystem.html>
- AEE. (2023, April). *Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2022 nach Strom, Wärme und Verkehr*. Agentur für Erneuerbare Energien. <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr>
- Artz, J. (2025, Januar 22). *Elektrolyse-Monitor*. Wasserstoff-Kompass. <https://www.wasserstoff-kompass.de/elektrolyse-monitor>
- BAFA. (2026, Februar 3). *Plattform für Abwärme*. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. <https://elan1.bafa.bund.de/zvi-ui/pfa/abwaermepotentiale>
- Bauverlag BV GmbH. (o. J.). *Großwärmespeicher – Lösungen für die Energiewende Materialien, Bauformen, Anwendungsbeispiele*. Abgerufen 6. Oktober 2025, von <https://www.tab.de/artikel/grosswaermespeicher-loesungen-fuer-die-energie-wende-4216354.html>
- Bayernwerk. (2025). *Bezugs- und Einspeiser-Daten—LK Weilheim-Schongau*.
- Bayernwerk Netz GmbH. (2024). *Netzausbauplan 2024 der Bayernwerk Netz GmbH*.
- BayFoV. (2023). *Energiepotenziale aus Flur- und Siedlungsholz*. Bayerische Forstverwaltung. <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/anwendungen/de-tails?ret=dienste&anc=5a3a64c9-230b-44f9-a444-565e6745be4e&resId=5a3a64c9-230b-44f9-a444-565e6745be4e>
- BayKlimaG. (2020). *Bayerisches Klimaschutzgesetz*.
- Biogas Forum Bayern. (2017). *Plattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern*. www.biogas-forum-bayern.de
- BMWK. (2023). *Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie*.

BMWK, & BMWSB. (2024). *Leitfaden Wärmeplanung*. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V., eclareon GmbH, BAFA, & BMWi. (2024). *Solaratlas*.

Bundesnetzagentur. (2024). *Wasserstoff Kernnetz*. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>

Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2026). *Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2019-2026*.

Bürgi, R. (2023). *Wie eine Sand-Batterie Wärme speichert*. <https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/wie-eine-sand-batterie-waerme-speichert.html>

BuVEG. (2026). *Sanierungsquote 2025: Talfahrt für energetische Gebäudesanierung geht weiter. Pressemitteilung*. Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e. V. <https://buveg.de/pressemeldungen/sanierungsquote-2025-talfahrt-fuer-energetische-gebaeudesanierung-geht-weiter/>

dena. (2025). *KWW-Technikkatalog Wärmeplanung*. Deutsche Energie-Agentur GmbH.

Deutscher Wetterdienst. (2024, Dezember 13). *Wetter und Klima—Deutscher Wetterdienst—Startseite*. https://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html

EED. (2023). *Richtlinie (EU) 2023/1791 (Energieeffizienzrichtlinie)*.

Emeis, S. (2022, Juli 27). *KARE. Klimawandelanpassung auf regionaler Ebene: Ansteigende Starkregenrisiken am Beispiel des bayerischen Oberlands*.

ENB. (2025). *Datenlieferung zur kommunalen Wärmeplanung Stadt Weilheim i.OB*.

Energienetze Bayern. (2025). *Auskunft Gasnetzdaten nach Wärmeplanungsgesetz Anlage 1 (zu§15)*.

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2025, September 16). *Themenportal Biogas—Faustzahlen*. <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
- FfE. (2024). *Wärmepumpen an Fließgewässern—Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern*.
- Fraunhofer IEE, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, & Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (Hrsg.). (2024). *Biogaspotenzial Bayern—Endbericht*.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. (2025). *WÄRMEPUMPEN IN BESTANDSGEBÄUDEN - Abschlussbericht des Projektes „WP-QS im Bestand“*.
- GeoBG. (2025). *Gesetz zur Beschleunigung des Ausbaus von Geothermieranlagen, Wärmepumpen und Wärmespeichern (BGBl. 2025 I Nr. 348)*. Geothermie-Beschleunigungsgesetz.
- Hamann, A. (2014). *Klimaschutzstrategien für Nichtwohngebäude in Stadtquartieren: Bestandsmodellierung und CO₂-Minderungsszenarien am Beispiel Wuppertal* [Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie]. <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/5643>
- Hauptstadtbüro Bioenergie. (2024). *Stellungnahme des Hauptstadtbüros Bioenergie zum Thema Biogas in Deutschland*. Deutscher Bundestag. https://www.bundestag.de/resource/blob/999320/319386d6bc02d9ba2ea8e1b0648fe3fc/Stellungnahme_Hauptstadtbuero_Bioenergie.pdf?utm_source=chatgpt.com
- HIC Hamburg Institut Consulting GmbH. (o. J.). *Großwärmespeicher: Rückgrat der Wärmewende im Fernwärmenetz*. Abgerufen 6. Oktober 2025, von <https://www.hamburg-institut.com/leistungen/erneuerbare-waerme/grosswaermespeicher/>

- Klaus Wiendl & Münchener Zeitungs-Verlag GmbH & Co. KG. (2025). *Schweizer Taucher verlegen Rohre für Deutschlands erste Seethermie*. <https://www.merkur.de/lokalles/region-tegernsee/bad-wiessee-ort95312/schweizer-tieftaucher-verlegen-rohre-fuer-deutschlands-erste-seethermie-94083394.html>
- Kremsmüller Anlagenbau GmbH. (o. J.). *Regionale Versorger als Träger der Energiewende*. Abgerufen https://www.kremsmueller.com/wp-content/uploads/Kremsmueller_Fernwaermespeicher_WUERZBURG.pdf
- LfStat. (2025a). *Bevölkerung: Gemeinde, Altersgruppen*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2025b). *Demographiespiegel: Bevölkerungsvorausberechnung*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/>
- LfStat. (2025c). *Die Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Statistik*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2025d). *Erhebung von Kkehrbuchdaten (Berichtsjahr 2023), bereitgestellt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Bayern*.
- LfStat. (2025e). *Fläche: Gemeinde, Fläche (ALKIS), Art der tatsächlichen Nutzung*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2025f). *Gebäude- und Wohnungsbestand: Gemeinde, Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche, Stichtage*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfU. (2018). *Energie-Atlas Bayern—Mischpult "Energemix Bayern vor Ort" Information zur Berechnung*.
- LfU. (2020). *Oberflächennahe Geothermie*. https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/geothermie_oberflaechennah/index.htm

- LfU. (2022). *Energie aus Abwasser—Ein Leitfaden für Kommunen*. Bayrisches Landesamt für Umwelt.
- LfU. (2024). *Bayernweite, räumlich detaillierte Bestimmung des umsetzbaren Potenzials der oberflächennahen Geothermie zur Einbindung in den Energie-Atlas Bayern*.
- LfU. (2025). *Umweltatlas Bayern*.
- LfU, & StMWi. (2025). *Energieatlas Bayern*. <https://www.energieatlas.bayern.de/>
- Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., & Born, R. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden*, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt/Germany.
- LWF Bayern. (2023). *Ertragspotenzial für Pappeln (Kurztriebsplantagen)*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/anwendungen/details?&resId=307cfde4-2938-4d23-81e2-0754ccbc82d>
- Mennel, T., & Fischer, T. (2024). *Gutachten zur Wärmespeicherstrategie*. Deutsche Energieagentur (dena). https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/Energiepolitische_Beratung_des_Bundesministeriums_fuer_Wirtschaft_und_Klimaschutz/Gutachten_zur_Waermespeicherstrategie.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Nemeth, I., Elbel, K., Hoppe, M., Lindauer, M., Schneider, P., & Windeknecht, M. (2012). *Energetische Gebäudesanierung in Bayern*.
- Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG. (o. J.). *Wärmespeicher—Ökonomisch & ökologisch sinnvoll*. Abgerufen <https://www.swro.de/de/unternehmen/erzeugungsanlagen/waermespeicher>
- Valentin Energiesoftware GmbH. (2024). *Online Solarberechnung von Thermischen Solaranlagen*. valentin.de/calculation/thermal/

Verbraucherzentrale Energieberatung. (2026). *Sparen Sie Energie – mit der passenden Energieberatung!* Energie effizient nutzen - Geld sparen. <https://verbraucherzentrale-energieberatung.de/beratung/>

Verein Deutscher Ingenieure. (2014). *VDI 3807—Verbrauchskennwerte für Gebäude—Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser.*

Wasserwirtschaftsamt Weilheim. (2024). *Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden—Gemeinde Bernried am Starnberger See.*

WSchVO. (1994). *Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden.*
https://enev-online.de/enev/wschvo_1995_bundesgesetzblatt_1994.08.24.pdf