

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

## ICKING



	H	RH	M	
	Basis-Typen			
1800...1918				A
1919...1948				B
1949...1967				C
1968...1968				D
1969...1978				E
1979...1983				F
1984...1994				G
1995...2001				H
2002...2009				I
2010...				J



## *Auftraggeber*

Gemeinde Icking

## *Auftragnehmer*

EWO-Kompetenzzentrum Energie EKO e.V., Penzberg

## *Dank*

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Gemeinde Icking, sowie Handwerkern, Planern, engagierten Bürgerinnen und Bürgern, der Energiegenossenschaft Icking-Isartal und dem für die Gemeinde Icking zuständigen Forstrevier. 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](mailto:info@kompetenzzentrum-energie.info)  
Web: [www.kompetenzzentrum-energie.info](http://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:* 2024

## *Gefördert durch*

Bundesministerium für  
Wirtschaft und Klimaschutz  
(Förderkennzeichen 67K26699)



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>VII</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Ausgangslage</b> .....	<b>12</b>
2.1 Übersicht Icking .....	13
2.2 Demographie .....	14
2.3 Wirtschaft und Flächennutzung .....	15
2.4 Klima .....	17
<b>3 Vorgehensweise und Methodik</b> .....	<b>18</b>
<b>4 Eignungsprüfung</b> .....	<b>21</b>
4.1 Methodik der Eignungsprüfung .....	21
4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung .....	22
<b>5 Bestandsanalyse Wärme</b> .....	<b>23</b>
5.1 Energie- und Treibhausgasbilanz des beplanten Gebietes .....	23
5.2 Gebäudebestand und Wärmekataster .....	29
5.3 Räumliche Verteilung der Energieträger .....	33
5.4 Energieinfrastruktur .....	34
<b>6 Potenzialanalyse</b> .....	<b>37</b>
6.1 Flächenanalyse .....	38
6.2 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden .....	40
6.3 Tiefe und mittlere Geothermie .....	43
6.4 Oberflächennahe Geothermie .....	45
6.4.1 Lokale Gegebenheiten für oberflächennahe Geothermie .....	48
6.4.2 Potenziale für Erdwärmesonden (EWS) .....	50
6.4.3 Potenziale für Erdwärmekollektoren .....	54
6.4.4 Potenziale für Grundwasserwärmepumpen (GWWP) .....	54
6.4.5 Sonderformen der oberflächennahen Geothermie .....	56

## Abbildungsverzeichnis

6.5	Umweltwärme .....	57
6.5.1	Oberflächengewässer .....	57
6.5.2	Luft .....	57
6.6	Abwasser .....	59
6.7	Solarthermie auf Freiflächen und großen Dachflächen .....	59
6.8	Biomasse .....	60
6.8.1	Energieholz .....	60
6.8.2	Biogas .....	61
6.9	Unvermeidbare Abwärme .....	63
6.10	Grüner Wasserstoff .....	63
6.11	Solarenergie auf Dachflächen .....	68
6.11.1	Solarthermie .....	68
6.11.2	Photovoltaik .....	70
6.12	Weitere Erzeugungspotenziale für Strom .....	72
6.12.1	Wind .....	72
6.12.2	Photovoltaik auf Freiflächen .....	73
6.13	Großwärmespeicher .....	73
6.14	Darstellung der Ergebnisse .....	73
<b>7</b>	<b>Zielszenario .....</b>	<b>75</b>
7.1	Entwicklung des Wärmeverbrauchs .....	75
7.2	Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	78
<b>8</b>	<b>Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....</b>	<b>81</b>
8.1	Perspektiven und Unsicherheiten der Wasserstoffnutzung in der Wärmeversorgung .....	81
8.2	Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungen .....	81
8.3	Vorgehen bei der Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete .....	82
8.4	Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....	82
<b>9</b>	<b>Strategie für die lokale Wärmewende .....</b>	<b>85</b>
9.1	Kategorisierung der Maßnahmen .....	85
9.2	Erarbeitete Maßnahmen .....	86
9.2.1	Optimierung der Heizungsregelung .....	86

## Abbildungsverzeichnis

9.2.2	Änderung Messkonzept im Rathaus .....	88
9.2.3	Gemeinschaftliche Wärmeversorgung Ortsteil Dorfen .....	89
9.2.4	Effizienzsteigerung Wärmeverbund FFW-Rathaus .....	91
9.2.5	Nachverdichtung bestehender Wärmeverbünde in Irschenhausen.....	92
9.3	Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Gemeinde .....	93
9.3.1	Tag der offenen Heizungstüre.....	93
9.3.2	Thermografie Spaziergang.....	94
9.4	Zusammenfassung der Maßnahmen .....	94
9.5	Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept .....	95
9.5.1	Verstetigungsstrategie .....	95
9.5.2	Controlling-Konzept.....	96
<b>10</b>	<b>Fördermittel und Finanzierung für Energieprojekte.....</b>	<b>97</b>
10.1	Verbraucherzentrale Bayern .....	97
10.2	Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG).....	98
10.3	KfW-Programm 261 (Wohngebäude-Kredit).....	100
10.4	KfW-Programm 270 (Erneuerbare Energien – Standard).....	101
10.5	Programme für Unternehmen.....	102
10.1	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) .....	103
10.2	Biowärme Bayern .....	104
<b>11</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>105</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>107</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Übersicht über das Gemeindegebiet von Icking. ....	13
Abbildung 2-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Icking von 1960-2023 und Vorberechnung für den 31.12.2033 (LfStat, 2024a). ....	14
Abbildung 2-3: Bevölkerungsentwicklung nach Altersgruppen in Icking (LfStat, 2024b). ....	14
Abbildung 2-4: Übersicht der Flächennutzung gemäß amtlichem Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) in Icking (LfStat, 2024d). ....	16
Abbildung 2-5: Entwicklung der Wohnfläche in Icking (LfStat, 2024e). ....	16
Abbildung 2-6: Monatsmitteltemperaturen (links) und mittlerer Monatsniederschlags (rechts) 1961- 1990 und 1991-2020. Datengrundlage: Monatsmittelwerte Observatorium Hohenpeißenberg, DWD (Emeis, 2022). ....	17
Abbildung 3-1: Methodik eines Kommunalen Wärmeplans. ....	18
Abbildung 4-1: Eignungsprüfung auf potenzielle Wärmenetze in der Gemeinde Icking. ....	22
Abbildung 5-1: Verteilung des Endenergieverbrauch in Icking nach Energieträgern, Sektoren und Gebäudeart. ....	23
Abbildung 5-2: Anteilmäßige Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern (rechts) in Icking. ....	24
Abbildung 5-3: CO <sub>2</sub> -Ausstoß in Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalenten in Icking. ....	25
Abbildung 5-4: Endenergieverbrauch leitungsgebunden nach Energieträgern. ....	25
Abbildung 5-5: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) in den kommunalen Gebäuden 2019-2022. ....	26
Abbildung 5-6: Anteil der Energieträger am gesamten Heizwärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften 2022/23. ....	27
Abbildung 5-7: Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2018- 2023 inkl. der Ziel- und Grenzwerte. ....	27
Abbildung 5-8 Exemplarischer Ausschnitt aus einem gebäudescharfen Wärmekataster. ....	29
Abbildung 5-9: Darstellung der Wärmebedarfsdichten in der Gemeinde Icking. ....	30
Abbildung 5-10: Darstellung der Wärmeliniedichte in der Gemeinde Icking. ....	31
Abbildung 5-11: Anzahl und Anteil der Feuerstätten in der Gemeinde Icking. ....	32
Abbildung 5-12: Räumliche Verteilung der Energieträger im Ortsbereich Icking. ....	33
Abbildung 5-13 Energieinfrastruktur in der Gemeinde Icking. ....	36
Abbildung 6-1: Übersicht der Betrachtungsebenen von Energiepotenziale (StMUG et al. 2011)..	37
Abbildung 6-2: Flächenscreening: Flächen, die mögliche Technologien einschränken oder ausschließen. ....	39
Abbildung 6-3: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung Nutzwärme bei Sanierungsquoten von 2 %, 3 % und 4 % bis zum Jahr 2040 in Icking. ....	42
Abbildung 6-4: Wärmeeinsparpotenzial durch Sanierung in der Gemeinde Icking 2040 gegenüber 2022 nach Szenario Bundesziel in Prozent. ....	43
Abbildung 6-5: Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für tiefergeothermische Energiegewinnung (Karte nach Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022). ....	44
Abbildung 6-6: Skizze eines Eavor-Loops ( <a href="https://www.eavor.com/">https://www.eavor.com/</a> ). ....	45
Abbildung 6-7 Bohrdaten im Gemeindegebiet Icking. ....	49

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6-8: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden in Icking (Stand 01/2024).....	51
Abbildung 6-9 Methodik der Potenzialerhebung für EWS. Pro Grundstück wird mit maximal vier Sonden gerechnet. ....	52
Abbildung 6-10 möglicher Deckungsgrad durch EWS in Icking zum Zieljahr 2040 bei Wärmebedarfsreduktion nach Bundesziel. ....	53
Abbildung 6-11: Nutzungsmöglichkeiten für Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet von Icking. ....	55
Abbildung 6-12: Beispielansicht eines Erdwärmekorbs.....	56
Abbildung 6-13: Schematische Abbildung des TerraThech Systems (terratech, 2023). ....	56
Abbildung 6-14: Schematische Abbildung eines Ringgrabenkollektors (Nibe, 2023). ....	56
Abbildung 6-15: Das Prinzip von Energiepfählen (baunetzwissen.de).....	57
Abbildung 6-16: Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2002-2023 nach Wärmepumpentypen (Bundesverband Wärmepumpen, 2024).....	58
Abbildung 6-17: Die sich aus dem Nutztierbestand in Icking ergebenden Biogaspotenziale.....	62
Abbildung 6-18: Geplantes Wasserstoffkernnetz Deutschland (Bundesnetzagentur, 2024).....	64
Abbildung 6-19: Heizen mit grünem Wasserstoff - Energieverluste bei einzelnen Prozessschritten. ....	65
Abbildung 6-20: ST-Potenzial auf Dachflächen in Icking unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen von PV/ST mit 95/5%. ....	69
Abbildung 6-21: PV-Potenzial auf Dachflächen in Icking unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen PV/ST mit 95/5%. ....	70
Abbildung 6-22 Die Darstellung der Gebietskulisse Windkraft und Vorranggebiet Wind im Energieatlas Bayern (LfU 2024).....	72
Abbildung 6-23: Technische und wirtschaftliche Wärmepotenziale für die Gemeinde Icking. ....	74
Abbildung 7-1: Entwicklung des Wärmemix der Nutzenergie in Icking mit Sanierungsquoten von 4 % und 2 % (Bundesziel).....	77
Abbildung 7-2 Entwicklung des Endenergiebedarfs in Icking bis 2040 für eine Sanierungsquote 4 % und 2 % (Bundesziel).....	79
Abbildung 7-3 Entwicklung der Emissionen in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten in Icking bis 2040 für eine Sanierungsquote von 4 % und 2 % (Bundesziel).....	80
Abbildung 8-1 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Icking bis 2040. ....	84
Abbildung 9-1: Beispielrechnung Energieverbrauchswert. ....	87
Abbildung 9-2: Abrechnungsprinzip Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung (Jung, 2024). ....	88
Abbildung 9-3: Potenzieller Wärmeverbund im Ortsteil Dorfen.....	89
Abbildung 9-4: Brennwert-Kaskadenanlage FFW Icking. ....	91
Abbildung 9-5: Aufteilung Wärmebedarf der Brennwertanlage FFW Icking. ....	92

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1: Reduzierung des Netto-Heizwärmebedarfs pro Jahr je Baualtersklasse für Einfamilienhäuser nach unterschiedlichen Modernisierungszielen (Loga et al., 2015, S. 153 ff) .....	41
Tabelle 6-2: Berechnungsgrundlage Biogaspotenzial in Icking (eigene Berechnung nach FNR, 2014).....	62
Tabelle 6-3: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Icking.....	69
Tabelle 6-4: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Icking .....	70
Tabelle 9-1: Kategorisierung der Maßnahmen nach Kosten, Dauer und Wirkung.....	86
Tabelle 9-2: Zusammenfassung der erarbeiteten Maßnahmen für Icking .....	95
Tabelle 10-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern. ....	97
Tabelle 10-2: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Quelle: BAFA .....	99
Tabelle 10-3: Förderübersicht BEG WG. ....	100

ENTWURF

## Abkürzungen

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

## Vorwort

Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

unsere Gemeinde Icking hat sich bereits 2010 das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2035 unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden. Sie bekannte sich zu dieser Zielsetzung mit dem Beitritt zur Bürgerstiftung Energiewende Oberland. Der Weg dahin ist mit Sicherheit nicht einfach und muss an vielen Punkten ansetzen.

Es gibt mittlerweile viele Privatgebäude und auch kommunale Liegenschaften, die zur Wärme- und Stromversorgung bereits regenerative Quellen nutzen.

Wenn aber insgesamt mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte eingesetzt werden und in Icking mehr als 75 % der Wärmeerzeugung auf fossilen Energieträgern basiert, so ist dieser Bereich der, dem wir uns besonders widmen wollen.

Insbesondere aktuelle Fragestellungen im Ortsteil Dorfen haben die Gemeinde dazu veranlasst, sich frühzeitig um die Bundesförderung zur Kommunalen Wärmeplanung zu bewerben. Unser Partner für die Wärmeplanung ist nach Ausschreibung die Energiewende Oberland mit dem EWO-Kompetenzzentrum Energie, die auch sehr viel Kenntnis der lokalen Strukturen und der besonderen Situationen in ländlichen Gemeinden in den Planungsprozess einbringen.

Die kommunale Wärmeplanung bietet den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, einen Überblick über die vorhandenen Potenziale zu bekommen. Mit detailreichem Kartenmaterial werden hier Gebiete dargestellt, die zur gemeinsamen Wärmeversorgung geeignet sein können, aber auch solche, in denen die oberflächennahe Geothermie als Wärmequelle gut erschließbar ist. Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung soll aufgezeigt werden, wie eine vollständige und nachhaltige Energieversorgung im Bereich Wärme aussehen kann. Zusammen mit engagierten Bürgerinnen und Bürgern, den ansässigen Firmen, Handwerksbetrieben, sowie Vertretern/-innen der Forst- und Landwirtschaft wurden vom EWO-Kompetenzzentrum Energie aus Penzberg zahlreiche Ideen gesammelt und Vorschläge erarbeitet, wie die Gemeinde Icking die Energieversorgung nachhaltig sicherstellen kann.

Wir als Gemeinde versuchen die Energiewende im Rahmen unserer Möglichkeiten bei den kommunalen Liegenschaften umzusetzen und wollen auch im Rahmen der Ortsentwicklung eine nachhaltige Infrastruktur zur Verfügung stellen. Wir wollen aber auch den Bürgern zeigen, welche die Wege der Zukunft am Ort sein können.

Verena Reithmann

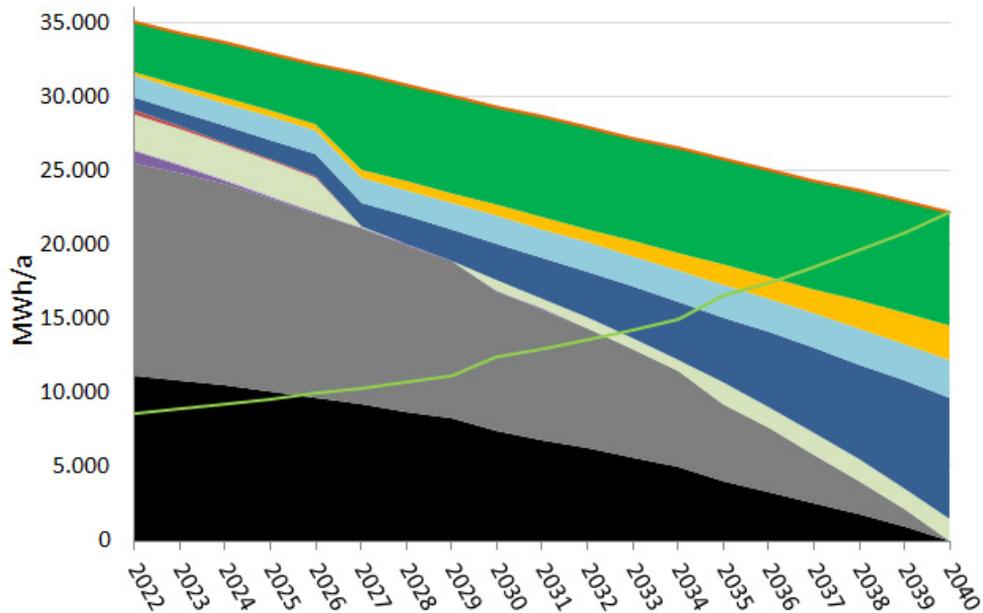
Erste Bürgermeisterin



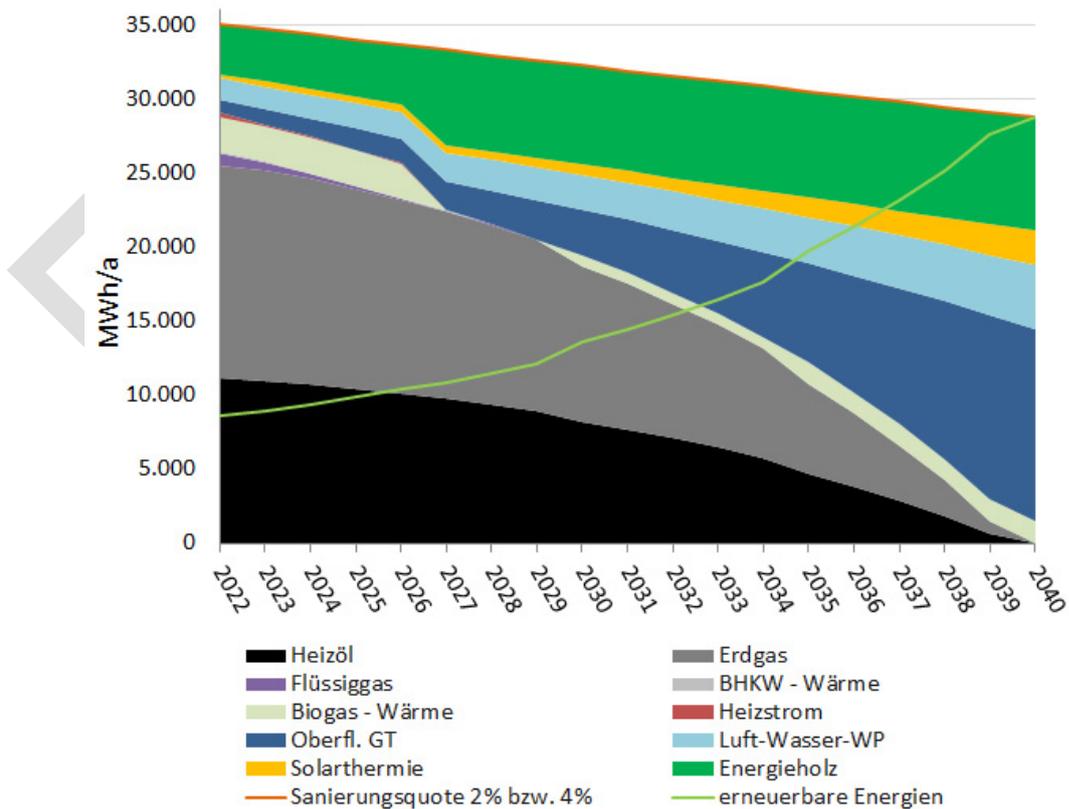
# 1 Zusammenfassung

## Entwicklungsszenarien

Entwicklung Nutzwärmemix - Szenario 2040 bei  
Gebäudesanierungsquote von 4%  
(im Einklang mit T45RedEff)



Gebäudesanierungsquote von 2%



## Bestandsanalyse Endenergie (Bilanzjahr 2022)

Einwohner	Einwohnerdichte	Gemeindefläche
3.698	218 EW/km <sup>2</sup>	17,0 km <sup>2</sup>

Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	36.872	92,8 %
Gewerbe	620	1,6 %
Kommunale Liegenschaften	2.237	5,6 %
<b>Gesamt</b>	<b>39.729</b>	

Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Energieholz	4.497	11,3 %
Solarthermie	302	0,8 %
Nahwärme (Biogas)	2.781	7,0 %
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	467	1,2 %
Wärmepumpe (Oberflächennahe Geothermie)	300	0,8 %
<b>Erneuerbarer Wärmeverbrauch gesamt</b>	<b>8.347</b>	<b>21,0 %</b>
Heizstrom	273	0,7 %
Flüssiggas	1.022	2,6 %
Erdgas	16.844	42,4 %
Heizöl	13.091	33,0 %
BHKW (fossil)	152	0,4 %
<b>Fossiler Wärmeverbrauch gesamt</b>	<b>31.382</b>	<b>79,0 %</b>

CO <sub>2</sub> -Emissionen	t/a	Anteil
Erneuerbarer Wärmeverbrauch	859	9,2 %
Fossiler Wärmeverbrauch	8.510	90,8 %
<b>Gesamt</b>	<b>9.369</b>	
<b>Pro Einwohner</b>	<b>2,53</b>	

## Potenzialanalyse Endenergie

Wärmebedarf 2040	MWh/a	Veränderung zu 2022
Szenario Sanierungsquote 2 %	20.010	- 50 %
Szenario Sanierungsquote 4 %	17.838	- 55 %
Wärmeverbrauch nach Energieträger 2040 (Szenario 2%)	MWh/a	Veränderung zu 2022
Energieholz	10.201	+ 127 %
Solarthermie	2.319	+ 668 %
Biogas	1.718	- 38 %
Wärmepumpe (Oberflächennahe Geothermie)	4.333	+ 1344 %
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	1.438	+ 208 %
CO2-Emissionen 2040	t/a	Veränderung zu 2022
Sanierungsquote 2 %	587	- 94 %
Sanierungsquote 4 %	533	- 94 %

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

## 2 Ausgangslage

Der Klimawandel stellt eine der größten Herausforderungen unserer Zeit dar. Ein wesentlicher Treiber sind die durch den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen, insbesondere CO<sub>2</sub>. 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 Icking, 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 Icking hat im Mai 2024 mit der Erstellung eines Wärmeplans begonnen.

Die vorliegende Wärmeplanung stellt eine umfassende Analyse des Ist-Standes der Energieversorgung der Gemeinde Icking 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 der Gemeinde Icking 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 Icking.

## 2.1 Übersicht Icking



Abbildung 2-1 Übersicht über das Gemeindegebiet von Icking.

Icking liegt im Isartal, ca. 25 km südlich von München und besteht aus 11 Ortsteilen. Die Gemeinde ist die nördlichste Gemeinde im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen im Regierungsbezirk Oberbayern. Sie liegt auf einer Höhe zwischen 570 und 705 m über dem Meeresspiegel. Die Gemeindefläche beträgt 16,99 km<sup>2</sup>. Die Nachbarkommunen sind Wolfratshausen, Münsing, Berg, Schäftlarn und Egling.

## 2.2 Demographie

In Icking leben aktuell 3.698 Einwohner (EW) (Stand: 31.12.2021). Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von 218 EW/km<sup>2</sup>. Wie Abbildung 2-2 verdeutlicht, ist die Bevölkerungszahl seit 1960 bis 2010 recht kontinuierlich gewachsen und steigt seitdem nur noch leicht an. Insgesamt hat sich die Anzahl der Einwohner in Icking um knapp 50 % vermehrt. Unter Annahme der Bevölkerungsvorausberechnung des Landesamtes für Statistik (LfStat, 2024b) ist mit einem leichten Rückgang der Einwohnerzahlen bis zum Jahr 2033 auf 3.660 EW zu rechnen. Demnach wird die Bevölkerungszahl abnehmen. Diese Vorausberechnungen sind jedoch vor allem für den ländlichen Bereich mit Unsicherheiten verbunden.

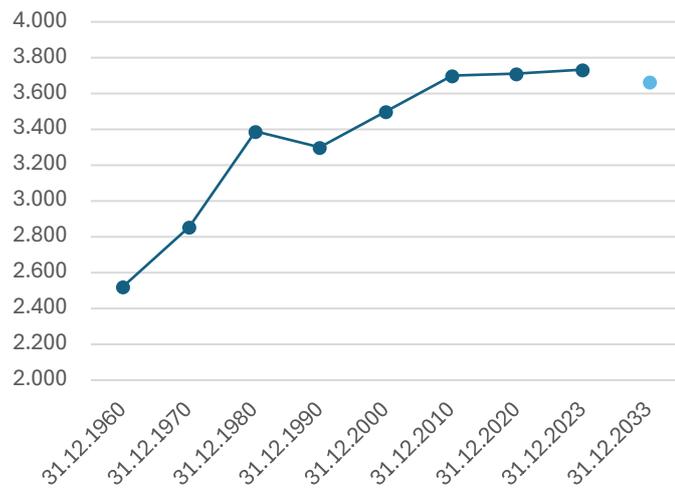


Abbildung 2-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Icking von 1960-2023 und Vorausberechnung für den 31.12.2033 (LfStat, 2024a).

Auch in der Altersstruktur der Bevölkerung kann beim Vergleich der Jahre 1987 und 2021 ein Wandel festgestellt werden. Aus Abbildung 2-3 ist für die Altersgruppen in Icking unter 50 Jahren kein konsistentes Bild zu erkennen. Während die meisten dieser Klassen unterschiedlich starken Zuwachs generieren, fallen in den Altersstufen von 18 bis 50 die Einwohnerzahlen. Die Klassen „50 bis unter 65“ und „65 oder älter“ hingegen stellen nicht nur die mit Abstand stärksten Bevölkerungsgruppen, sondern verzeichnen zusätzlich den prozentual größten Anstieg zum Vergleichsjahr 1987 (LfStat, 2024a).

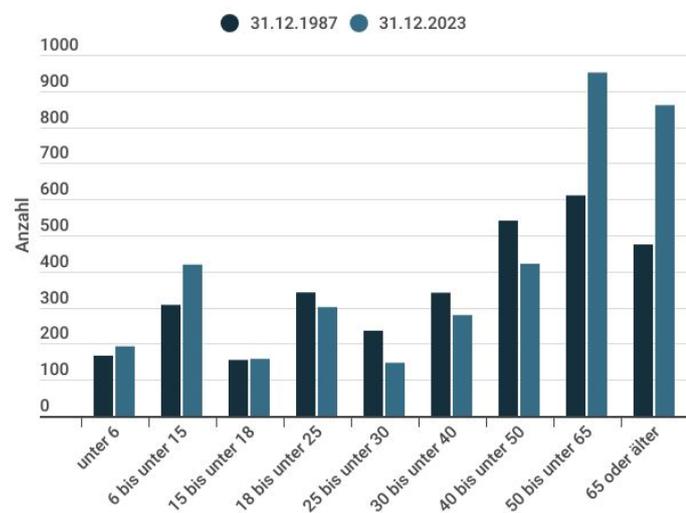


Abbildung 2-3: Bevölkerungsentwicklung nach Altersgruppen in Icking (LfStat, 2024b).

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 30.06.2023 sind in der Gemeinde Icking 457 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gemeldet.

Mit rund 31 % stellen öffentliche und private Dienstleister den dominierenden Wirtschaftssektor der Beschäftigten in Icking dar. 25 % werden durch Handel, Verkehr und Gastgewerbe eingenommen. 2023 arbeiten zudem 25 % der Beschäftigten als Unternehmensdienstleister und 15 % im produzierenden Gewerbe. In der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei arbeiteten 4 %. Betrachtet man die **Flächennutzung** (Abbildung 2-4) des gesamten Gemeindegebietes so zeigt sich, dass die Siedlungs- und Verkehrsflächen 21,1 % der Gesamtfläche ausmachen. Landwirtschaftsflächen (39,5 %) und Waldflächen (36,9 %) nehmen den größten Anteil ein. Flächen anderer Nutzung (2,5 %) spielen im Gemeindegebiet nur eine untergeordnete Rolle (LfStat, 2024d). In Anbetracht der abnehmenden Zahl an landwirtschaftlichen Betrieben werden sich auch Kulturlandschaft und Flächennutzung verändern. Im Zuge dessen entstehen möglicherweise Flächen, welche unter nachhaltigen Gesichtspunkten für die Erzeugung erneuerbarer Energien genutzt werden können.

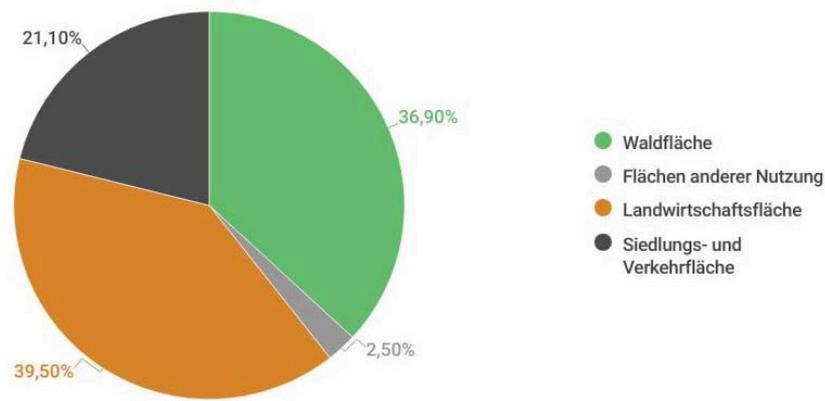


Abbildung 2-4: Übersicht der Flächennutzung gemäß amtlichem Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) in Icking (LfStat, 2024d).

Auch die **Wohnbebauung** hat in Icking 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 an, was auch auf die Tendenz, Eigenheime bei schrumpfender Haushaltsgröße beizubehalten, zurückzuführen ist. Heute existieren in Icking insgesamt 1.255 Wohngebäude mit einer Gesamtwohnfläche von über 255.869 m<sup>2</sup> (LfStat, 2024e). Unter Annahme einer weiter steigenden Bevölkerungszahl ist ebenso von einer weiteren Zunahme des Verhältnisses der Wohnfläche zur Einwohnerzahl auszugehen. Prinzipiell ist damit 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.

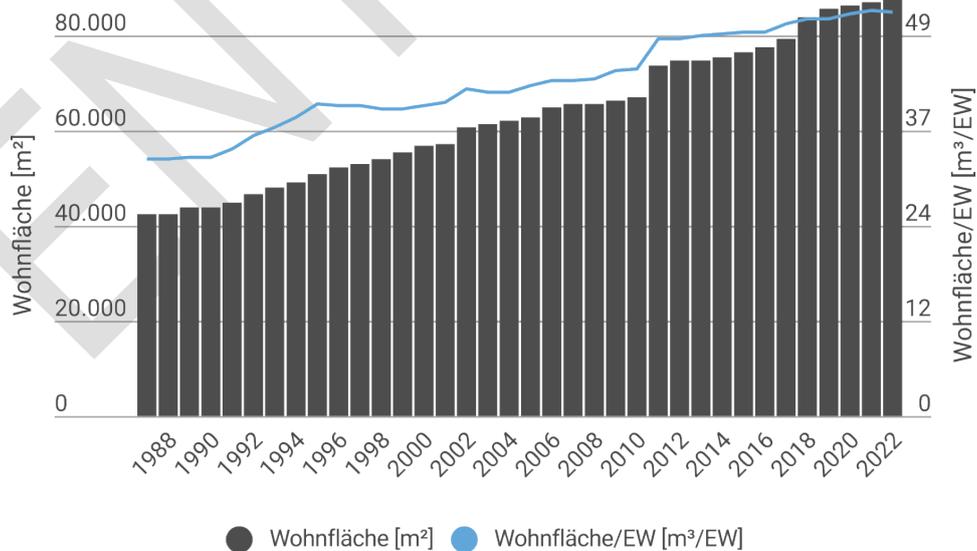


Abbildung 2-5: Entwicklung der Wohnfläche in Icking (LfStat, 2024e).

## 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 Icking beträgt im Mittel circa 1.749 h/a , bei einer Globalstrahlung von 1.165 kWh/m<sup>2</sup> im Jahresmittel (LfU, 2022b).

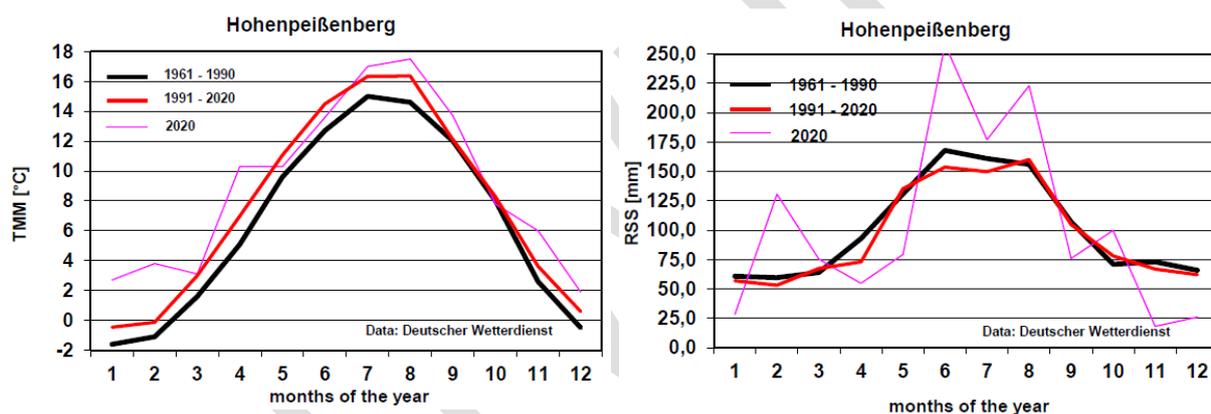


Abbildung 2-6: Monatsmitteltemperaturen (links) und mittlerer Monatsniederschlags (rechts) 1961-1990 und 1991-2020. Datengrundlage: Monatsmittelwerte Observatorium Hohenpeißenberg, DWD (Emeis, 2022).

Die Jahresniederschlagsmengen liegen bei der nächstgelegenen Messstation in Attenkam im langjährigen Mittel seit 1938 bei etwa 11.020 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 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 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 zu 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 sichert deren langfristige Wirksamkeit.

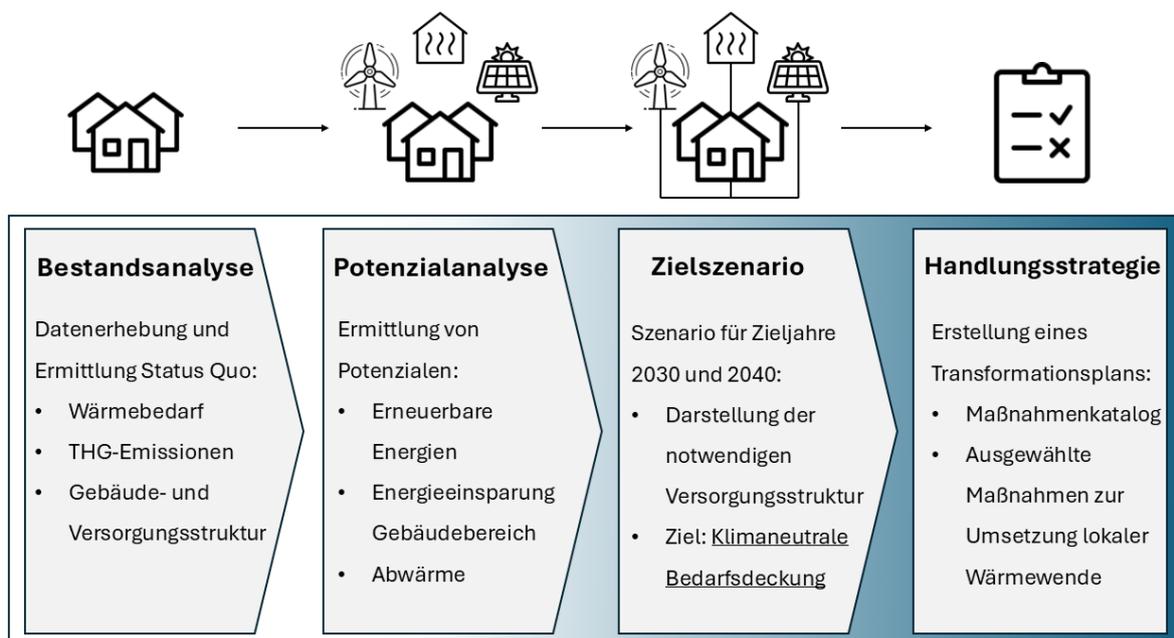


Abbildung 3-1: Methodik eines Kommunalen Wärmeplans.

## **Datengrundlagen**

Zur folgenden Analyse der energetischen Situation der Gemeinde Icking werden verschiedene Daten herangezogen, um eine möglichst vollumfängliche Darstellung der einzelnen Teilbereiche zu ermöglichen. Die Analyse fokussiert sich auf das gesamte Gemeindegebiet und es werden alle Energieverbräuche, sowie naturräumlichen Potenziale innerhalb der Gemeindegrenzen erfasst und bilanziert.

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 5.1 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 2022. Für dieses Jahr lag bei Arbeitsaufnahme im Jahr 2024 eine weitgehend vollständige Datenbasis vor. Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Datengrundlagen variieren die genauen Bezugszeiträume einzelner Datensätze leicht, sofern die verfügbare Datenauflösung keine genaueren Rückschlüsse zulässt und anzunehmen ist, dass etwaige Unterschiede zum Bezugsjahr an diesen Stellen nicht stark ins Gewicht fallen. So werden beispielsweise statistische Daten wie der Nutztierbestand in den einzelnen Kommunen Bayerns nicht jährlich aufgenommen, weshalb auf die Werte der letzten verfügbaren Stichtage zurückgegriffen wird.

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, wurde bei der Erstellung des Wärmeplans darauf geachtet, keine personenbezogenen Daten darzustellen.

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, 2024c).

## **Wärmebedarf und -potenziale**

- Installierte Solarthermieflächen in Icking aus dem Solaratlas (BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V. et al., 2024).
- Informationen zu Biomasseanlagen in Icking aus dem Biomasseatlas (eclareon GmbH et al., 2024), Energie-Atlas (LfU, 2024b) und Auskünfte der lokalen Betreiber.
- Informationen zu verschiedenen Energieträgerverteilungen und lokalen Potenzialen aus dem Energieatlas Bayern (LfU, 2024b).
- Die Wärmeerzeugung aus Wärmepumpen wird über die Verbraucherdifferenzierten Daten des Stromnetzbetreibers (Bayernwerk Netz, 2024) und einer angenommenen Jahresarbeitszahl von 3 approximiert.
- Von der Gemeinde zur Verfügung gestellte Verbrauchs- und Erzeugerdaten der kommunalen Liegenschaften.
- Energieabsatzdaten, Informationen zur Netzinfrastruktur, sowie Potenzialen der lokal tätigen Betreiber von Wärme- und Gasnetzen (ENB, 2024).
- Informationen zur lokalen Abwasserinfrastruktur aus den Daten der zuständigen Behörden in Icking.
- Energieträgerverteilung und installierte Leistung aus den Kkehrbuchdaten des bayerischen Landesamts für Statistik.
- Das Wärmekataster wird anhand verschiedener Datenquellen (3D-Gebäudemodell der bayerischen Vermessungsanstalten, Kaminkehrer Daten, etc.) und Richtwerten zu spezifischen Wärmebedarfen (BMWK & BMWSB, 2024; Hamann, 2014; StMUG et al., 2011) im Rahmen dieses Wärmeplans in einem teilautomatisierten GIS-Verfahren berechnet.

## 4 Eignungsprüfung

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

### 4.1 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 Vorhinein 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 6.2 alle Teilgebiete auf ihre Einsparpotenziale untersucht.

## 4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung

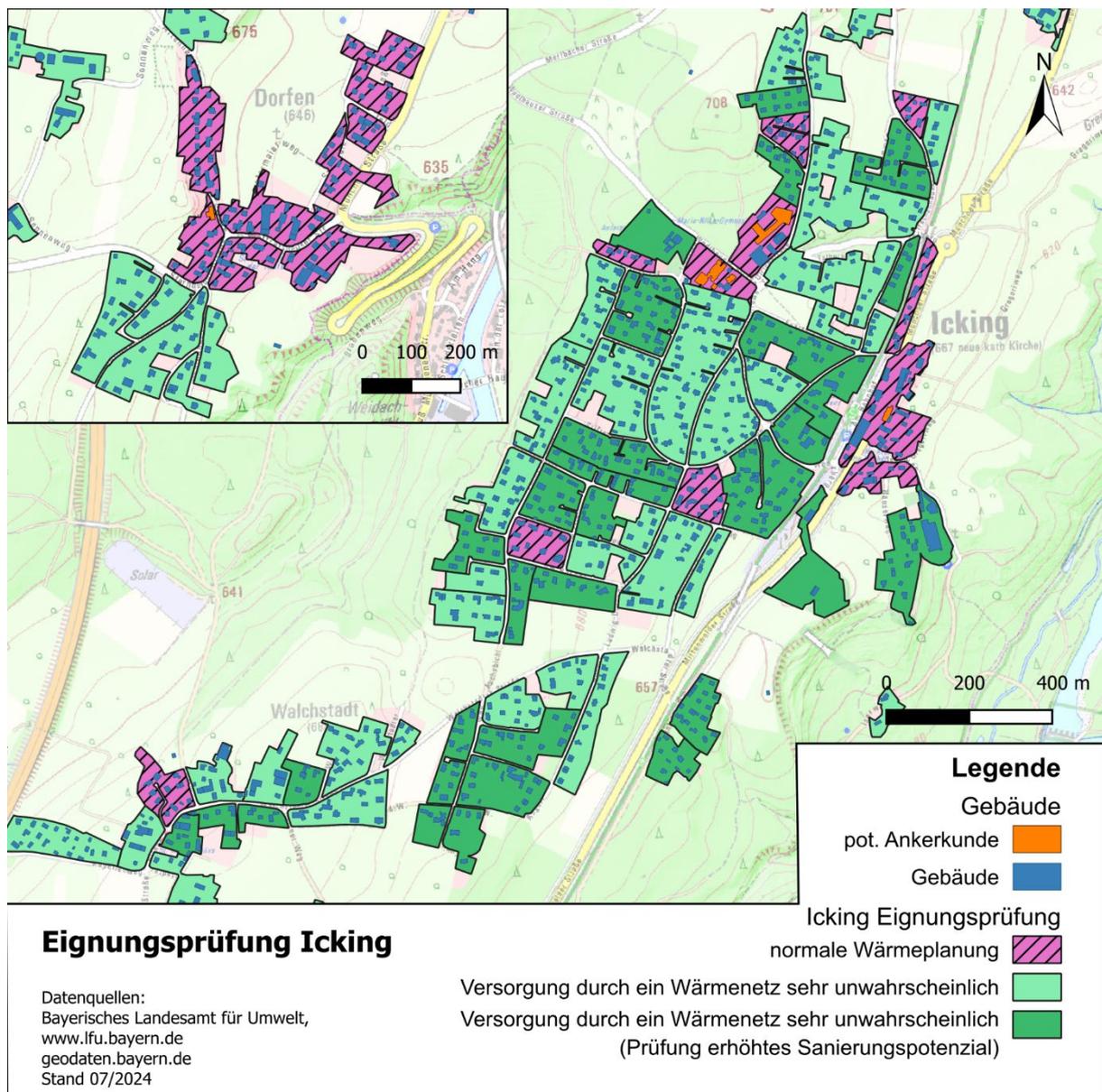


Abbildung 4-1: Eignungsprüfung auf potenzielle Wärmenetze in der Gemeinde Icking.

Für die Eignungsprüfung werden die Siedlungsgebiete von Icking in Teilgebiete zur genaueren Analyse unterteilt. Es zeigt sich, dass in einem Großteil der Gebiete in Icking die Versorgung durch ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich ist. Bei diesen Gebieten gilt es, die besten Lösungen für dezentrale Wärmeversorgung herauszuarbeiten. Für die violett eingefärbten Gebiete in Abbildung 4-1 werden alle Schritte der Bestands- und Potenzialanalyse zur Identifikation von Wärmeversorgungsgebieten durchgeführt. Die gesamte Übersicht befindet sich in Anhang „Eignungsprüfung“.

## 5 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 2022 zugrunde.

### 5.1 Energie- und Treibhausgasbilanz des beplanten Gebietes

#### *Endenergieverbrauch im Basisjahr nach Anwendung, Gebäudtyp und Sektor*

Am Anfang einer Bestandsanalyse ist es entscheidend, den Wärmeenergieverbrauch in den verschiedenen Sektoren zu ermitteln. Zusätzlich wird untersucht, welche Gebäudtypen vorliegen, da diese Informationen eine zentrale Bedeutung für die weitere Wärmeplanung haben. Wie zu erwarten, ergibt sich in Icking eine Dominanz der Wärmenutzung in privatgenutzten Einfamilienhäusern.

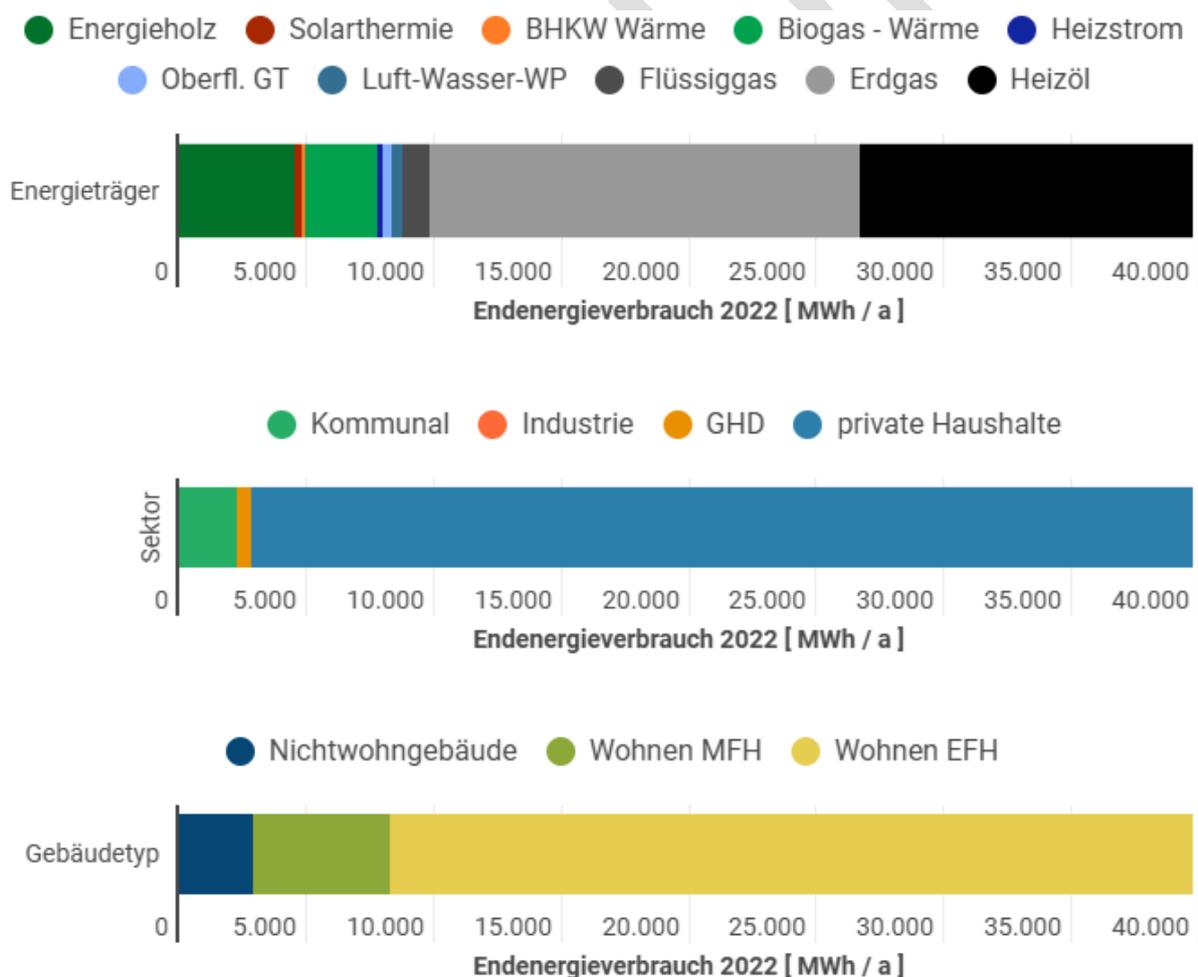


Abbildung 5-1: Verteilung des Endenergieverbrauch in Icking nach Energieträgern, Sektoren und Gebäudeart.

## Wärmebedarf

Für das Gemeindegebiet Icking wurde ein gebäudescharfer Wärmekataster erstellt. Zur Deckung des gesamten Wärmebedarfs in Icking werden pro Jahr rund **39.729 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- und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern

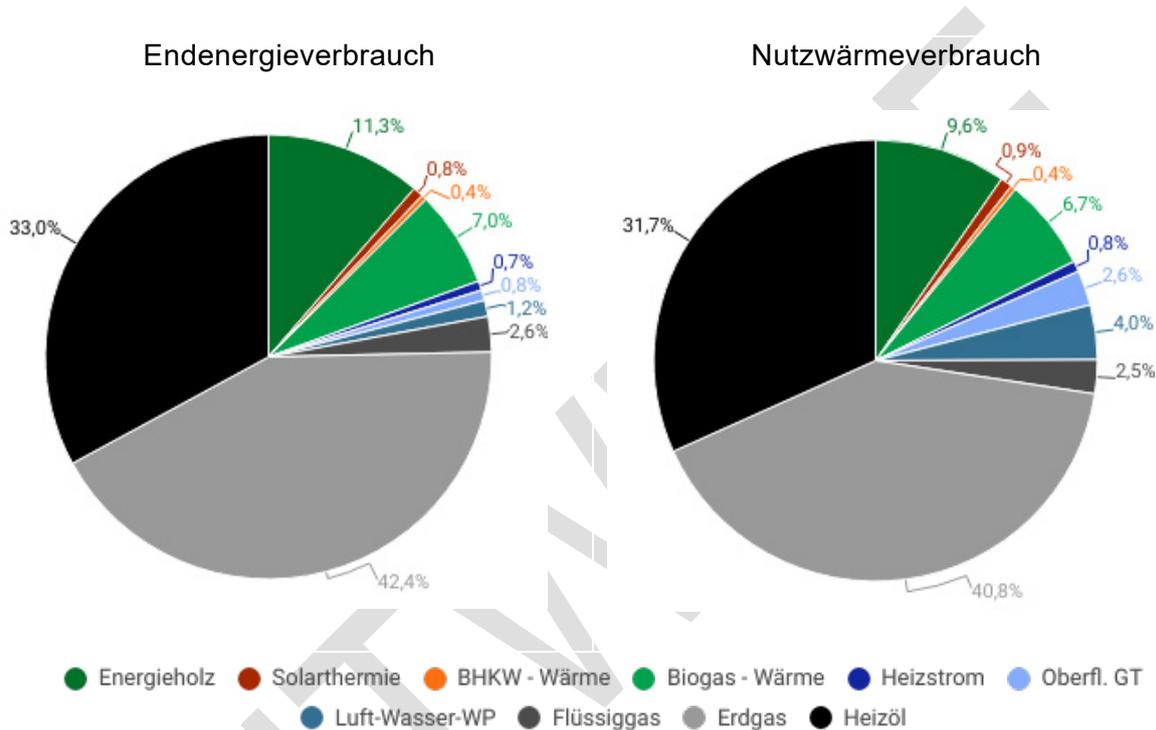


Abbildung 5-2: Anteilmäßige Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und Nutzwärmeverbrauch nach Energieträgern (rechts) in Icking.

Im Jahr 2022 konnten 21 % des Endenergiebedarfs durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Den größten Anteil davon mit rund 4.500 MWh (11,0 %) trug dabei der Energieträger Holz in Form von Hackschnitzeln, Pellets und Scheitholz bei. Wärmepumpen (Oberfl. GT und Luft-Wasser-WP in Abbildung 5-2) tragen mit gut 1,9 % zur regenerativen Wärmeversorgung bei. 7,0 % des Wärmebedarfs werden durch Biogas erzeugt. Heizstrom, Solarthermie und Wärme aus BHKW machen insgesamt einen kleinen Anteil von 1,2 % aus. Der größte Anteil der Wärmeversorgung stammt auch in Icking noch aus fossilen Energieträgern mit 42,4 % Erdgas, 33,0 % Heizöl und 2,6 % Flüssiggas.

Der Anteil von Wärmepumpen am Nutzwärmeverbrauch (vgl. Abbildung 5-2, rechts) ist mit 6,6 % größer, da sie deutlich effizienter arbeiten als konventionelle Heizsysteme (siehe Kapitel 6.4 und 6.5). Dadurch wird weniger Energie benötigt, um die gleiche Wärmemenge zu erzeugen.

### Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Energieträgern

Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Äquivalente der Energieträger so zeigt sich, dass die 79 % fossilen Energieträger für 91 % der Emissionen im Sektor Wärme verantwortlich sind. Eine Transformation hin zu erneuerbarer Wärmeinfrastruktur sollte daher ein zentrales Ziel der Gemeinde sein.

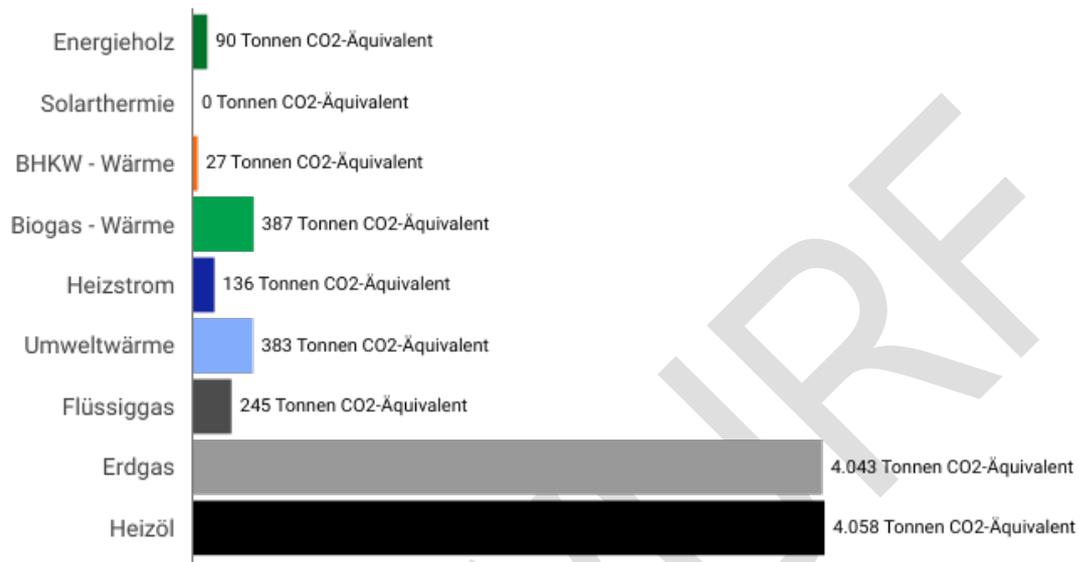


Abbildung 5-3: CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in Icking.

### Endenergieverbrauch von leitungsgebundenen Energieträgern

Die leitungsgebundene Wärme in Icking wird von Erdgas dominiert. Zudem werden in Wadhhausen mehrere Gebäude mit Biogas versorgt (14,1 %). Einen kleinen Anteil machen die durch die Hackschnitzelheizung im Gymnasium gespeiste Wärmelieferung an die Grundschule, sowie nachbarschaftliche Wärmelieferungen in Irschenhausen aus.

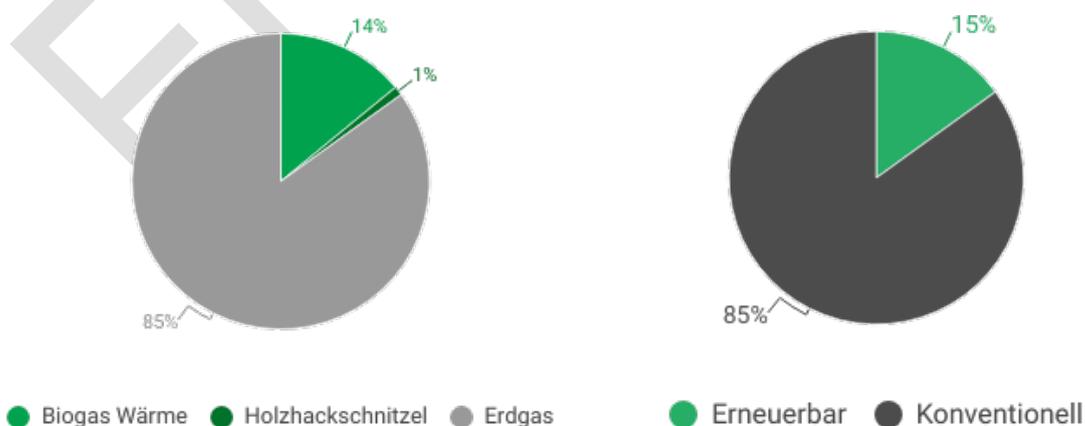


Abbildung 5-4: Endenergieverbrauch leitungsgebunden nach Energieträgern.

## **Kommunale Liegenschaften**

Großes Handlungspotenzial hat die Gemeinde bei ihren eigenen Liegenschaften, weshalb ein genauer Kenntnisstand sowohl 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.

Der Heizenergieverbrauch zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser der kommunalen Liegenschaften in Icking schwankte in den letzten Jahren zwischen knapp 600 und 700 MWh (Abbildung 5-5). Im Corona-Anfangsjahr 2020 ist der verminderte Verbrauch auf geringere Präsenzzeiten in den öffentlichen Liegenschaften zurückzuführen. Der anschließende Anstieg wurde womöglich durch Wärmeverluste infolge von verstärktem Lüften verursacht. 2022 verringerte sich der Verbrauch wieder: es wurden 593.740 kWh in den kommunalen Gebäuden verbraucht. Zu den Jahren 2018 und 2023 konnten nicht sämtliche Verbräuche gesammelt werden, weshalb sie in der Gesamtübersicht nicht dargestellt sind.

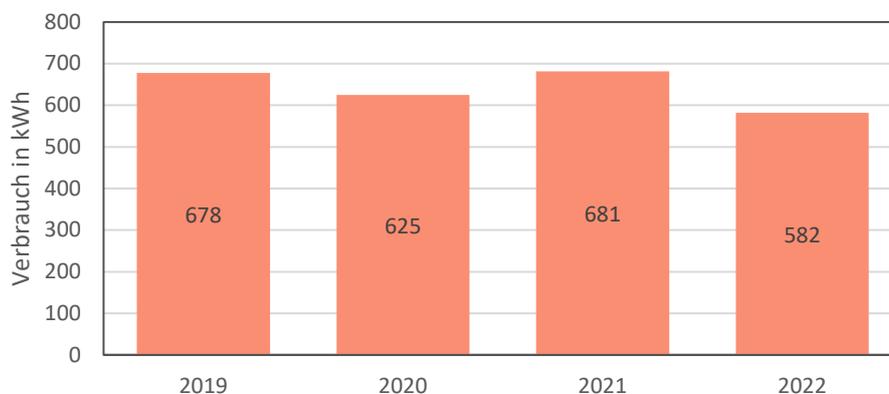


Abbildung 5-5: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) in den kommunalen Gebäuden 2019-2022.

Knapp 82 % des Wärmebedarfs der betrachteten Ickinger kommunalen Liegenschaften wurden in den Jahren 2022/23 mittels Erdgas gedeckt. Die betrachteten Energieträgerverteilungen beziehen sich hierbei generell auf die Endenergieverbräuche im Jahr 2023, wobei für die Liegenschaften mit fehlenden Daten die Verbrauchswerte von 2022 herangezogen wurden. Seit Oktober 2023 wird

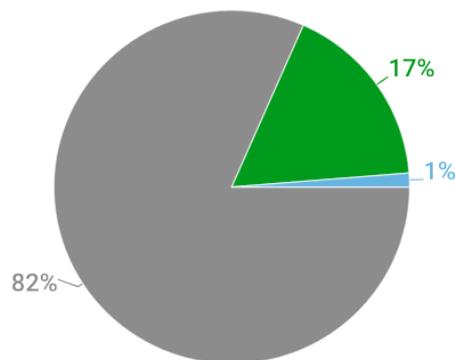


Abbildung 5-6: Anteil der Energieträger am gesamten Heizwärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften 2022/23.

der Wärmeverbund von Grundschule, Kindergarten und Haus der Kinder in der Wadlhauer Straße zusätzlich durch Hackschnitzel versorgt, wodurch bereits im Jahr 2023 knapp 17 % des kommunalen Wärmebedarfs regenerativ gedeckt werden konnte. Zu etwa 1 % wurde Strom mithilfe von Wärmepumpen eingesetzt (Abbildung 5-6). Ziel soll es sein, einen möglichst hohen Anteil durch regenerative Energieträger abzudecken.

Die Auswertung in Abbildung 5-7 zeigt die Wärmeverbräuche der einzelnen Gebäude im Vergleich zu den Verbrauchskennwerten und den Vorjahresverbräuchen.

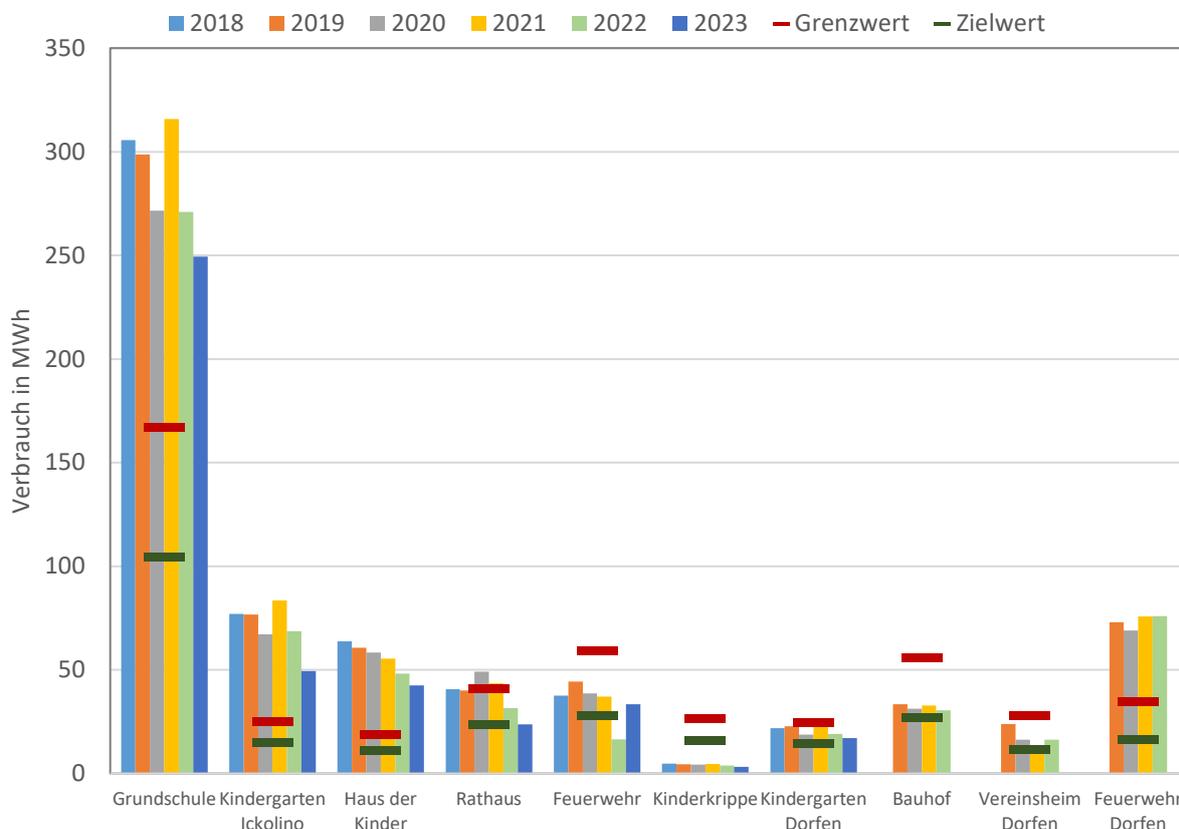


Abbildung 5-7: Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2018-2023 inkl. der Ziel- und Grenzwerte.

Abgesehen vom Wärmeverbund aus Grundschule, Kindergarten Ickolino und Haus der Kinder sowie der Feuerwehr in Dorfen liegen sämtliche kommunale Verbräuche fast durchgehend innerhalb der Benchmark-Werte, die Kindergrippe liegt mit ihrer Wärmepumpe sogar weit unterhalb des Zielwerts. Für die Wärmeverbräuche des Verbundes an der Grundschule wurden die zentral eingesetzten Energieträger berücksichtigt, wodurch auch etwaige Leitungsverluste innerhalb der Verteilerstruktur mit einbezogen werden. Nichtsdestotrotz liegt der Verbrauch in den betreffenden Liegenschaften weit über den Grenzwerten, weshalb eine energetische Optimierung bzw. Überprüfung der Wärmeverluste durchgeführt werden sollte. Dasselbe gilt für die Feuerwehr in Dorfen.

ENTWURF

## 5.2 Gebäudebestand und Wärmekataster

Kenntnisse über den Gebäudebestand und ein gebäudescharfes Wärmekataster sind eine wesentliche Grundlage des vorliegenden Wärmeplans. Ein exemplarischer Ausschnitt ist in Abbildung 5-8 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.

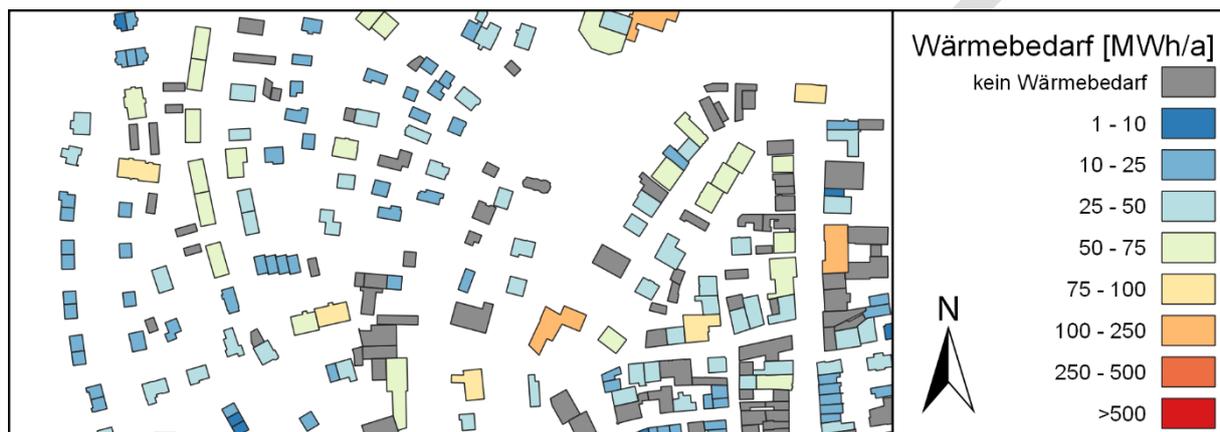


Abbildung 5-8 Exemplarischer Ausschnitt aus einem gebäudescharfen Wärmekataster.

Mit Hilfe des 3D-Gebäudemodells der bayerischen Vermessungsverwaltung (LoD2), Informationen zur Gebäudenutzung und der Baualtersstruktur wurde für jedes Bestandsgebäude der spezifische Jahreswärmebedarf ermittelt (Nutzenergie). Dieser setzt sich zusammen aus dem jeweiligen Heiz- und Warmwasserbedarf. In Icking bestehen rund 1.318 beheizte Gebäude mit einem Endenergiebedarf von 39,73 GWh 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. Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs wird in Abbildung 5-9 für einen Ausschnitt des Gemeindegebiet visualisiert. Die gesamte Übersicht befindet sich in Anhang „Wärmedichte“.

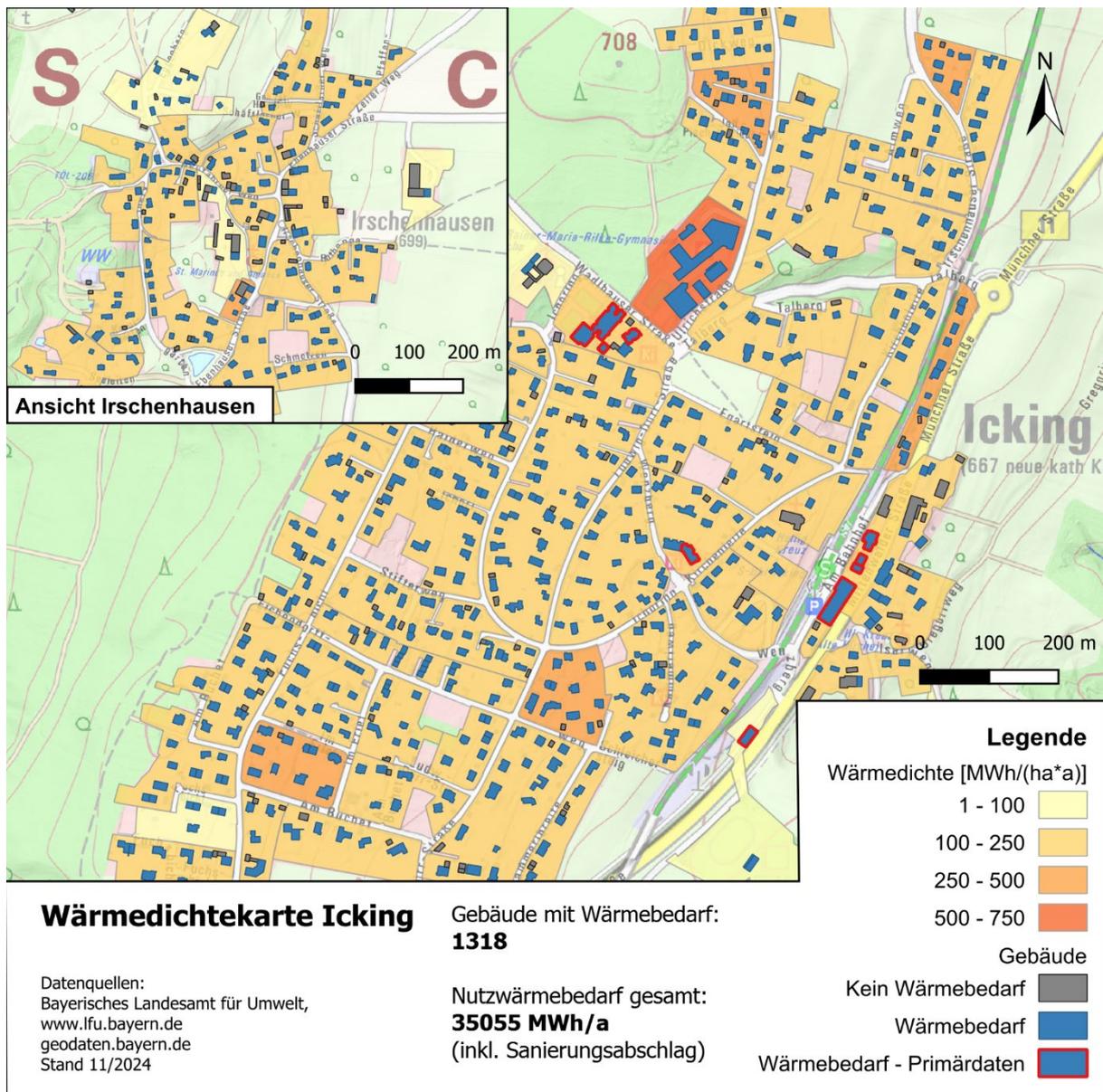


Abbildung 5-9: Darstellung der Wärmebedarfsdichten in der Gemeinde Icking.

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 5-10 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. Die gesamte Gemeindeübersicht befindet sich im Anhang „Wärmelinienichte“.

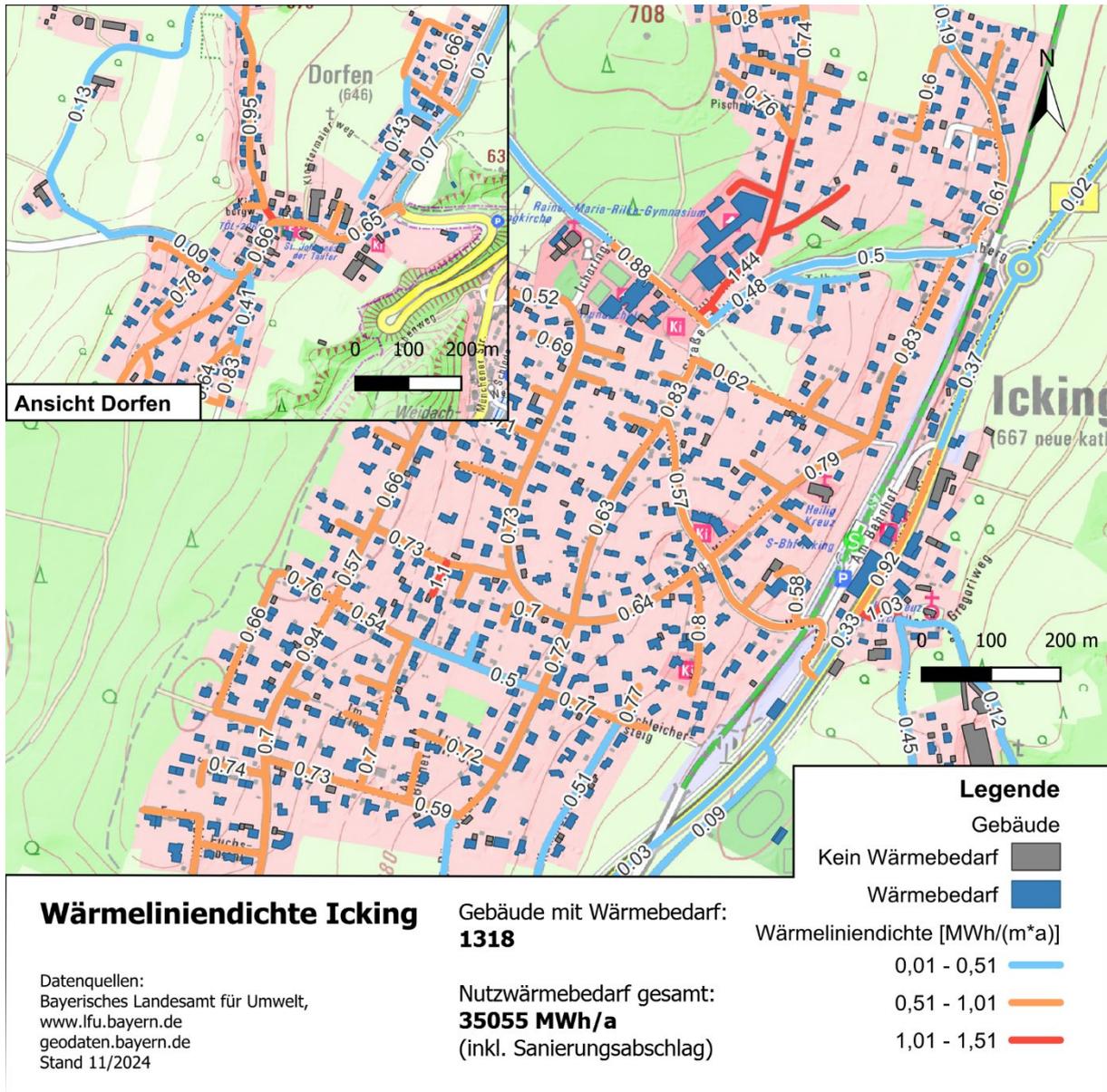


Abbildung 5-10: Darstellung der Wärmelinienichte in der Gemeinde Icking.

### 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 der Gemeinde ausgewertet. Bei den Zentralheizungen, welche Hauptversorger eines Gebäudes sind, dominieren Erdgas- und Öl-Kessel. Auffällig ist, dass zudem eine extrem hohe Zahl an Einzelraumfeuerstätten in Icking registriert ist, welche fast zur Gänze mit Scheitholz befeuert werden. Hierbei handelt es sich in der Regel um klassische Kachel- und Kaminöfen.

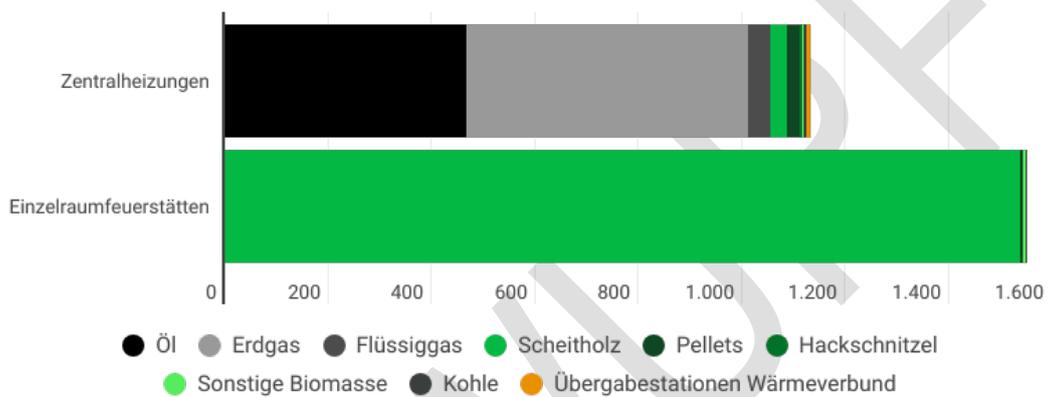


Abbildung 5-11: Anzahl und Anteil der Feuerstätten in der Gemeinde Icking.

### 5.3 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 5-12 ist die Verteilung der Wärmeerzeuger von Zentral- und Einzelraumheizungen aggregiert auf Straßenebene dargestellt. Aus Datenschutzgründen wurden gewisse Straßen zusammengelegt. Die Analyse der einzelnen Ortsteile zeigt eine heterogene Verteilung der eingesetzten Energieträger. Während im Zentrum von Icking (vgl. Abbildung 5-12) Erd- und Flüssiggas dominieren, sind in den umliegenden kleineren Ortsteilen (Attenhausen, Alpe, Irschenhausen und Walchstadt) überwiegend Ölheizungen vorhanden. In Schlederloh und Dorfen ist das Bild hingegen deutlich gemischer ohne einen klar überwiegenden Energieträger. Die gesamte Übersicht befindet sich im Anhang „Energieträgerverteilung“.

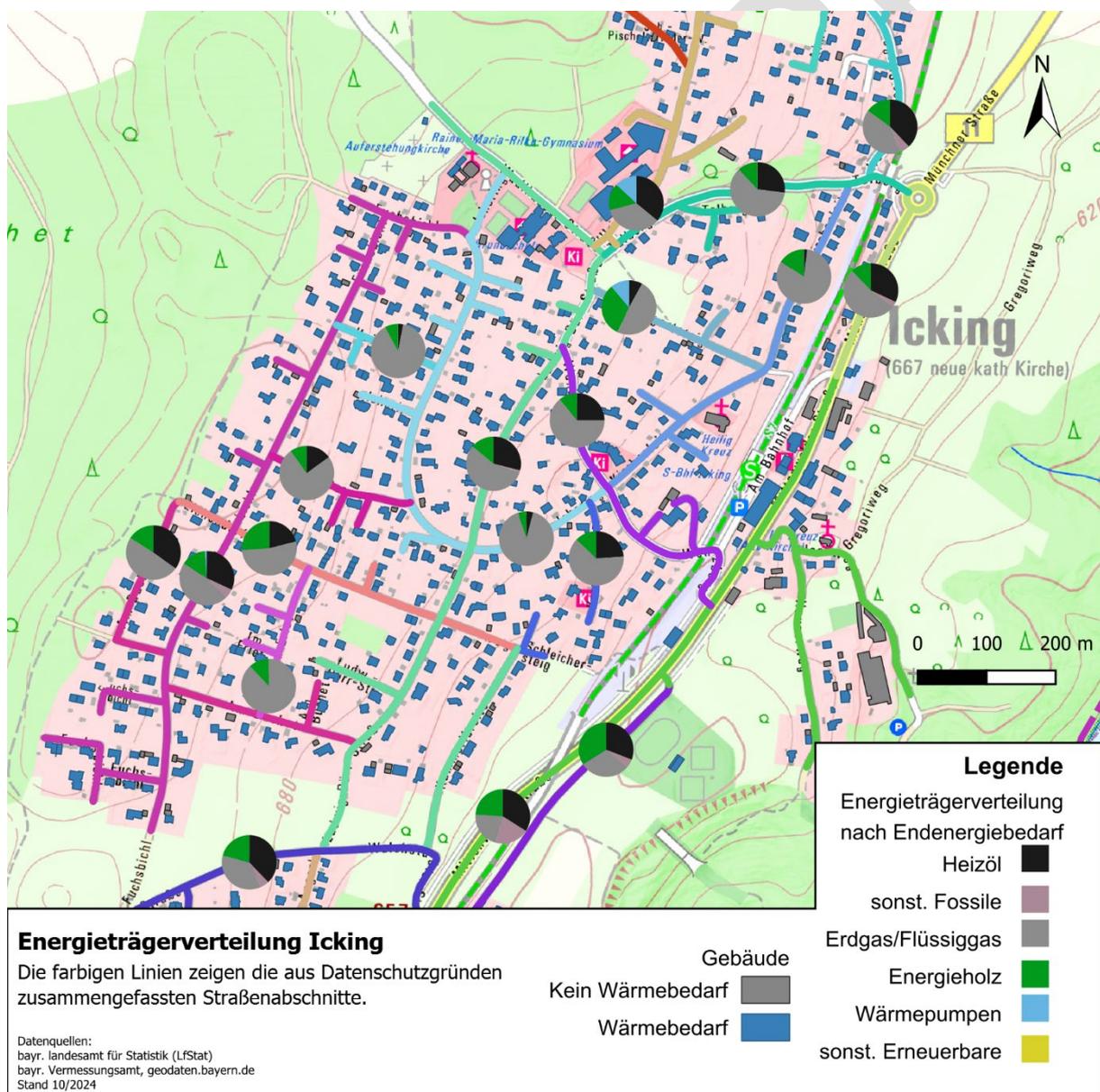


Abbildung 5-12: Räumliche Verteilung der Energieträger im Ortsbereich Icking.

## 5.4 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. Nur durch ein umfassendes Verständnis der bestehenden Gegebenheiten können konkrete, auf die lokalen Anforderungen abgestimmte Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden.

Für die Gemeinde Icking wird eine solche Analyse durchgeführt und in Abbildung 5-13 zusammengefasst. Die Einhaltung des Datenschutzes spielt dabei neben der detaillierten Visualisierung eine große Rolle.

Die Energieinfrastruktur der Gemeinde Icking ist vielfältig und bildet eine wichtige Grundlage für die Wärmeplanung. Eine eigens erstellte Karte veranschaulicht die Verteilung der Strom-, Gas- und Abwasserinfrastruktur sowie zentrale Anlagen der Wärmeversorgung (Abbildung 5-13). Das Gasnetz von Icking wurde über Jahrzehnte sukzessive ausgebaut. Während in den 1960er Jahren kleine Verteilnetze in einigen Gebieten (gelb markiert) installiert wurden, erfolgte eine umfassendere Erschließung bis in die 2000er Jahre, sodass heute der Großteil des Gemeindegebiets angeschlossen ist. Abgelegene Gebiete ohne Gasanbindung sind grau hinterlegt. Hochdruckleitungen über 5 bar können aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden.

Eine weitere Veränderung der Wärmeinfrastruktur steht im Jahr 2025 oder 2026 an: Die Biogasanlage in Wadlhausen mit einer elektrischen Leistung von 190 kW wird stillgelegt (grün markiert). Stattdessen wird eine Hackschnitzelheizung mit 300 kW thermischer Leistung installiert, die drei bisher mit Öl beheizte Gebäude versorgt. In der Gemeinde befinden sich zudem zwei gasbetriebene KWK-Anlagen im Rainer-Maria-Rilke-Gymnasium, welche auch die Grundschule Icking mit Wärme versorgt (blau markiert). Die Wärmeversorgung der Grundschule erfolgt über eine direkte Wärmeleitung vom Gymnasium.

Das Abwassersystem der Gemeinde führt sämtliches Abwasser in den Gemeindeteil Dorfen, wo es in einer Hauptleitung mit einem Durchmesser von 400 mm gesammelt wird. Der durchschnittliche Abfluss beträgt 5,9 l/s, wobei Spitzenwerte von bis zu 33 l/s erreicht werden können.

Im Bereich der Strominfrastruktur sind Kabelstationen flächendeckend verteilt, während sich die einzige Freileitungs- und Maststation des Gemeindegebiets ebenfalls in Dorfen befindet (siehe Einzelkarte links oben in Abbildung 5-13). Die Mittelspannungsleitungen des Stromnetzes erstrecken sich von Süden aus Wolfratshausen bis an den südlichen Rand des Bebauungsgebietes von Icking. Im Rahmen des geplanten Netzausbaus in der

Gemeinde Icking sind weitere wichtige Veränderungen in der Energieinfrastruktur zu erwarten. Laut Netzausbauplan von Bayernwerk wird das Mittelspannungsnetz (MS) in den kommenden fünf Jahren verstärkt, um prognostizierte Engpässe in der Region zu bewältigen, die aktuell eine Betroffenheit von 20–30 % aufweisen. Zusätzlich ist der Ersatzneubau des Umspannwerks Föhrenwald (HS auf MS) vorgesehen, um die Übertragungskapazität um 40 MVA zu erhöhen und mögliche zukünftige Engpässe zu verhindern. Dieses Projekt soll bis Ende 2024 abgeschlossen werden und stellt eine Investition von über 10 Millionen Euro dar. Langfristig wird außerdem der Bau eines neuen Umspannwerks in Deining (HS auf MS) geplant, um die Übertragungskapazität im Hinblick auf den wachsenden Zubau erneuerbarer Energien um 150 MVA zu steigern. Die Fertigstellung dieses Projekts ist für 2029 bis 2034 vorgesehen.

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

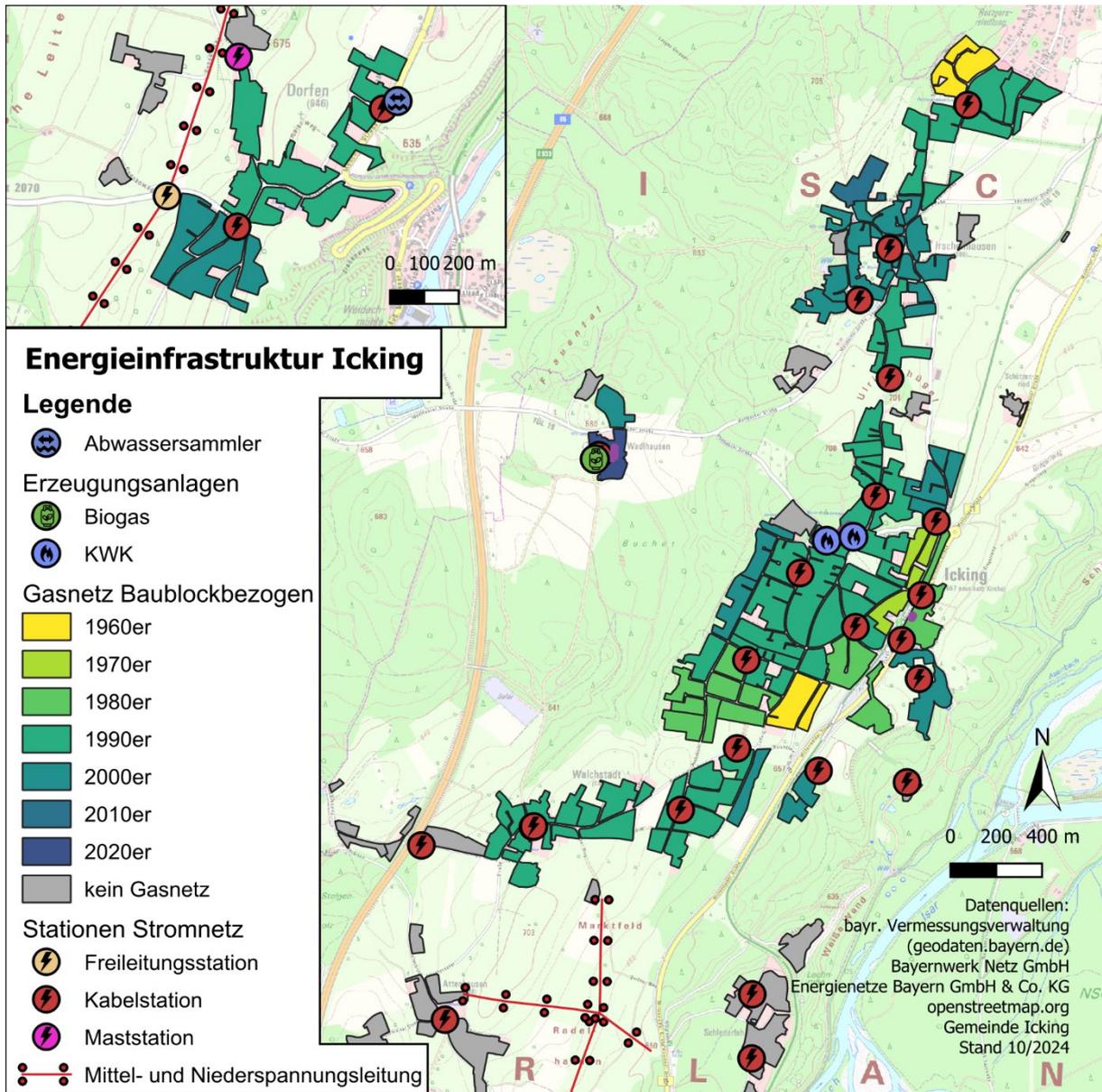


Abbildung 5-13 Energieinfrastruktur in der Gemeinde Icking.

## 6 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 5 erfassten Bestandsanalyse bildet die Potenzialanalyse damit eine wichtige Grundlage zur Erarbeitung einer intelligenten Energiestrategie für Icking. Da die beste Energie diejenige ist, die gar nicht erst verbraucht wird, werden zu Beginn des Kapitels die Energieeinsparpotenziale für Icking aufgezeigt. Im zweiten Teil werden die Potenziale der regenerativen Energieerzeugung im Gemeindegebiet von Icking 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 6-1). 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.

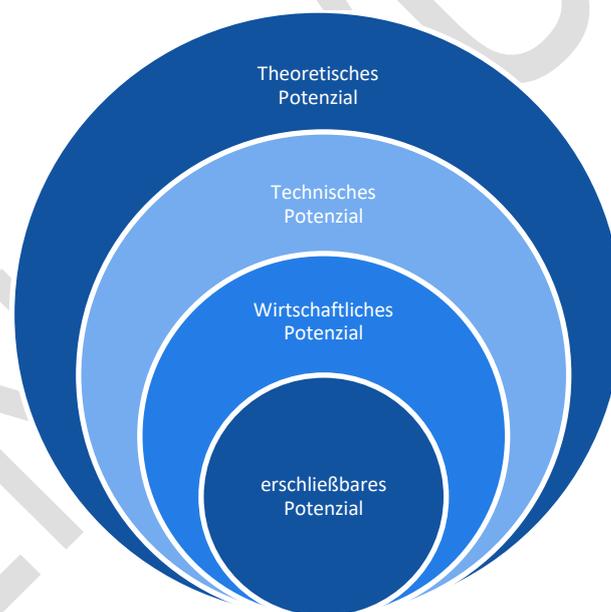


Abbildung 6-1: Übersicht der Betrachtungsebenen von Energiepotenziale (StMUG et al. 2011).



**§ 2**  
**Schutzgüter-**  
**abwägung**

*In § 2 EEG 2023 wird die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien hervorgehoben. Demnach liegt „die Errichtung und der Betrieb von Anlagen [...] im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit“. Damit gelten die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in der Schutzgüterabwägung.*

## 6.1 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 Icking 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 Icking weist mehrere schützenswerte Bereiche auf, die sowohl naturschutzrechtlich als auch ökologisch von Bedeutung sind (Abbildung 6-2). Der östliche Teil des Gemeindegebiets entlang des Isarlaufs umfasst ein FFH-Gebiet (Natura2000), das als wertvoller Lebensraum für zahlreiche Arten unter europäischem Schutz steht. In diesem Bereich sind Eingriffe in das Landschaftsbild sowie bauliche Maßnahmen für Energieinfrastruktur nur sehr eingeschränkt möglich. Westlich des Hauptsiedlungsgebiets befindet sich ein weiteres Arten- und Lebensraumschutzgebiet im Wald. Dieses Biotop zeichnet sich durch eine hohe ökologische Vielfalt aus und ist ein bedeutender Lebensraum für geschützte Arten, was die Nutzungsmöglichkeiten ebenfalls deutlich einschränkt. Kurz vor dem Ickinger Wehr liegt ein Trinkwasserschutzgebiet der Zonen I und II, das teilweise in das Gemeindegrenze hineinreicht. Dieses Gebiet dient der Sicherung der Trinkwasserversorgung und unterliegt daher besonders strengen Regelungen, die bauliche Maßnahmen erheblich einschränken. Darüber hinaus finden sich im nördlichen Teil der Gemeinde zahlreiche kleinere Bodendenkmäler, die von kultureller und historischer Bedeutung sind und bei Planungen entsprechend berücksichtigt werden müssen. Zusätzlich gibt es westlich von Walchstadt eine im Ökoflächenkataster hinterlegte Ausgleichs- und Ersatzfläche. Diese dient der Kompensation von Eingriffen in die Natur und ist für Baumaßnahmen nicht verfügbar. Moorböden, die in kleineren Flächen innerhalb der Gemeinde verteilt sind, haben sowohl für den Klimaschutz durch ihre CO<sub>2</sub>-Speicherfähigkeit als auch aus ökologischer Sicht eine hohe Relevanz.

Im Vergleich zu anderen Kommunen weist Icking trotz dieser Schutzgebiete keine großflächigen Nutzungseinschränkungen auf. Die sorgfältige Berücksichtigung der genannten

Flächenrestriktionen ist jedoch essenziell, um den Wärmeplan nachhaltig und im Einklang mit dem Umweltschutz umzusetzen.

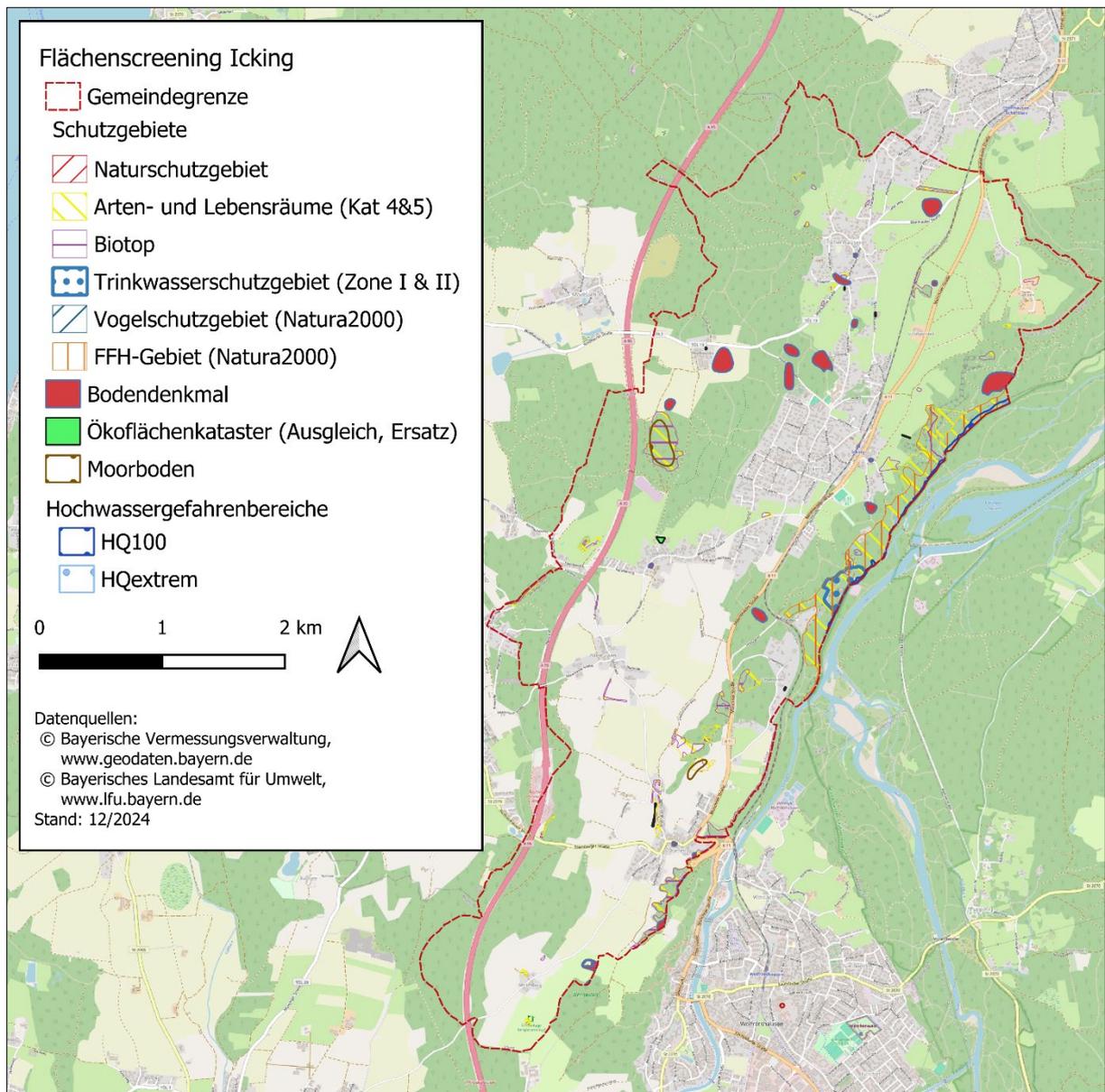


Abbildung 6-2: Flächenscreening: Flächen, die mögliche Technologien einschränken oder ausschließen.

## 6.2 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-Energie-Effizienzrichtlinie sieht vor, dass im Zeitraum von 01.01.2021 bis 31.12.2030 jährlich 0,8 % des gemittelten Endenergieverbrauchs der Jahre 2016 - 2018 eingespart werden (EED, 2018).

Die bisherige Sanierungsquote von bestehenden Gebäuden in Bayern liegt bei etwa 0,8 bis 1,0 % (Nemeth et al., 2012). 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. Zwar sind für Bayern keine aktuellen Zahlen bekannt, jedoch zeigt eine aktuelle Erhebung, dass Deutschland mit einer Sanierungsquote von 0,72 % in 2023 nicht die angestrebten Zielvorgaben erreicht und die Quote im Vergleich zu den Vorjahren sogar noch gesunken ist (BuVEG, 2023).

Als Referenz für ein saniertes Gebäude kann das Niveau eines KfW-Effizienzhauses 100 (d.h. ca. 70 kWh/(m<sup>2</sup>\*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 Icking 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 6-1.

Tabelle 6-1: Reduzierung des Netto-Heizwärmebedarfs pro Jahr je Baualtersklasse für Einfamilienhäuser nach unterschiedlichen Modernisierungszielen (Loga et al., 2015, S. 153 ff)

<b>Baualtersklasse</b>	<b>EnEV 2014</b>	<b>Passivhausstandard</b>
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.

Um die Zielwerte des im Auftrag des BMWK (2022) erarbeiteten Szenarios bis 2040 zu erreichen, müssten jedes Jahr 4 % der Gebäude saniert werden. Das Szenario **T45RedEff** (Transformation 2045 – Fokus auf Wärmeversorgung mit elektrischen Wärmepumpen bei moderater Verbesserung der Gebäudeeffizienz) zielt darauf ab, bis 2045 eine klimaneutrale Energieversorgung zu erreichen, indem der Energieverbrauch durch umfassende Sanierungsmaßnahmen und Steigerung der Energieeffizienz deutlich reduziert wird. Es setzt auf eine hohe Sanierungsquote, die Umstellung auf erneuerbare Energien und adressiert gleichzeitig Hemmnisse wie Fachkräftemangel und Baukosten, um realistische Umsetzungspfade zu gewährleisten. Der Wärmeverbrauch des Gebäudebestands kann so unterteilt nach Gebäudesektor, Gebäudeart und Baualtersklasse modelliert werden und bildet die Grundlage für eine zukunftsorientierte Wärmeplanung.

Als Trichter einer möglichen Wärmebedarfsentwicklung ist für Icking eine Sanierungsquote zwischen 2 bis 4 % in Abbildung 6-3 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 Sanierungsquote von 2 % ein Einsparpotenzial von 18 % und mit einer Sanierungsquote von 3 % ein Einsparpotenzial von 27 % gegenüber dem Jahr 2022 ergeben. Erreichen alle Gebäude in Icking die spezifischen Heizkennwerte des T45RedEff-Szenarios, so können im Gebäudesektor 36,5 % des Endenergieverbrauchs eingespart werden, was einer Reduktion um etwa 12.800 MWh entspräche.

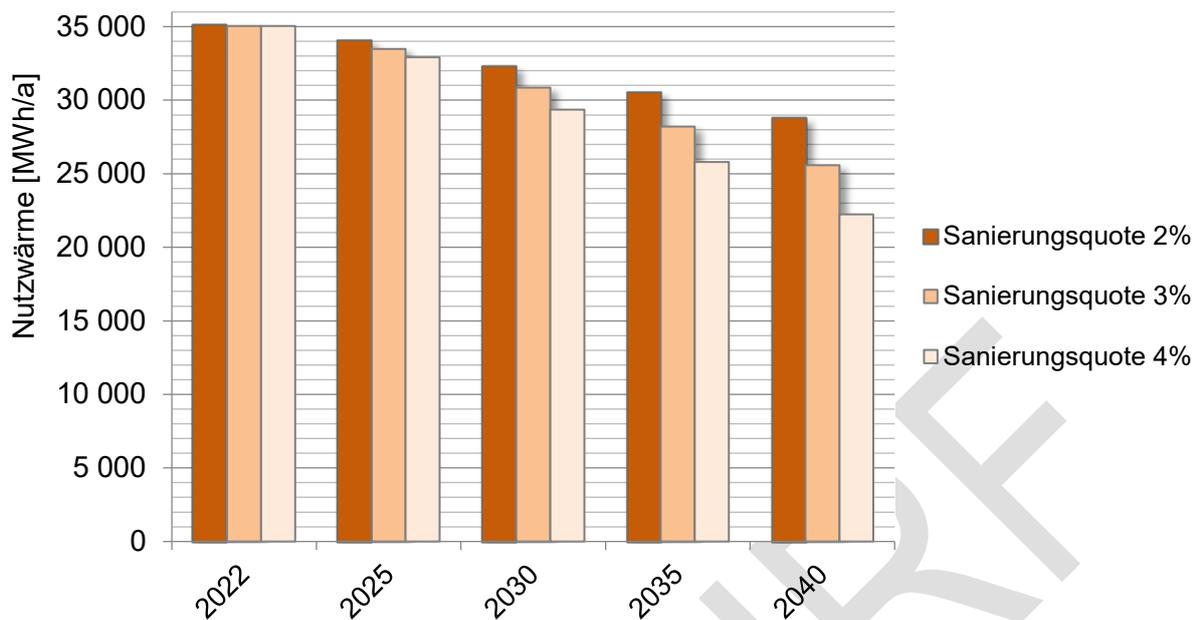


Abbildung 6-3: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung Nutzwärme bei Sanierungsquoten von 2 %, 3 % und 4 % bis zum Jahr 2040 in Icking.

### Räumliche Verteilung und Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Mit Ausnahme der Gebiete mit einer Bebauung ab 2001 (IWU Baualtersklasse J) ist in vielen Bereichen des Orts eine stärkere Sanierung anzustreben. In Abbildung 6-4 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  $180 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  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  $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  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.

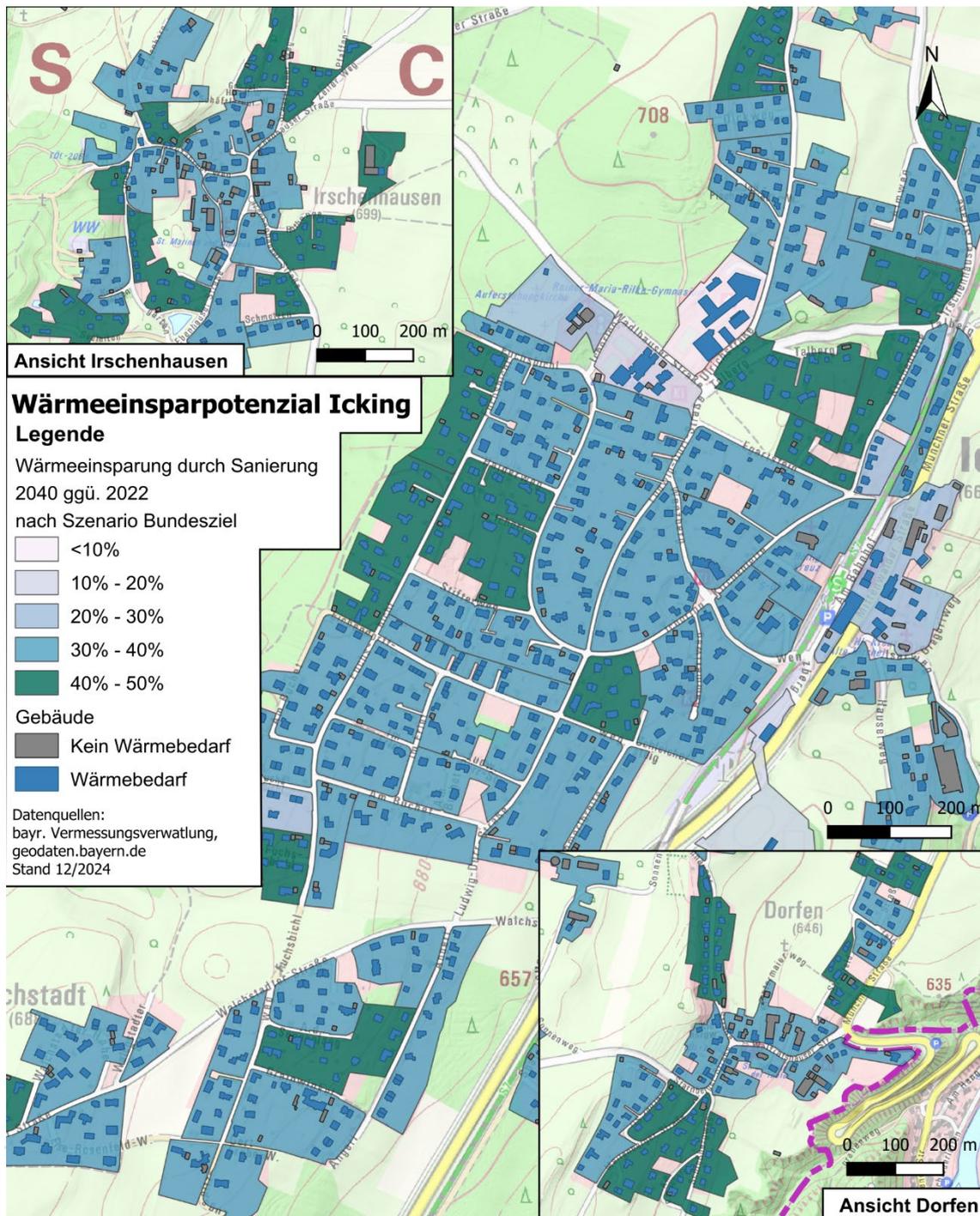


Abbildung 6-4: Wärmeeinsparpotenzial durch Sanierung in der Gemeinde Icking 2040 gegenüber 2022 nach Szenario Bundesziel in Prozent.

### 6.3 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 Icking herrschen dagegen keine günstigen geologischen Verhältnisse zur Erschließung von Tiefenerdwärme, wie (Abbildung 6-5) zeigt. Icking liegt zwar nördlich der Faltenmolasse und damit in einem Gebiet in dem tendenziell bessere Potenziale vorherrschen, nichtsdestotrotz befindet sich das Gemeindegebiet in einer eher ungeeigneten Region.

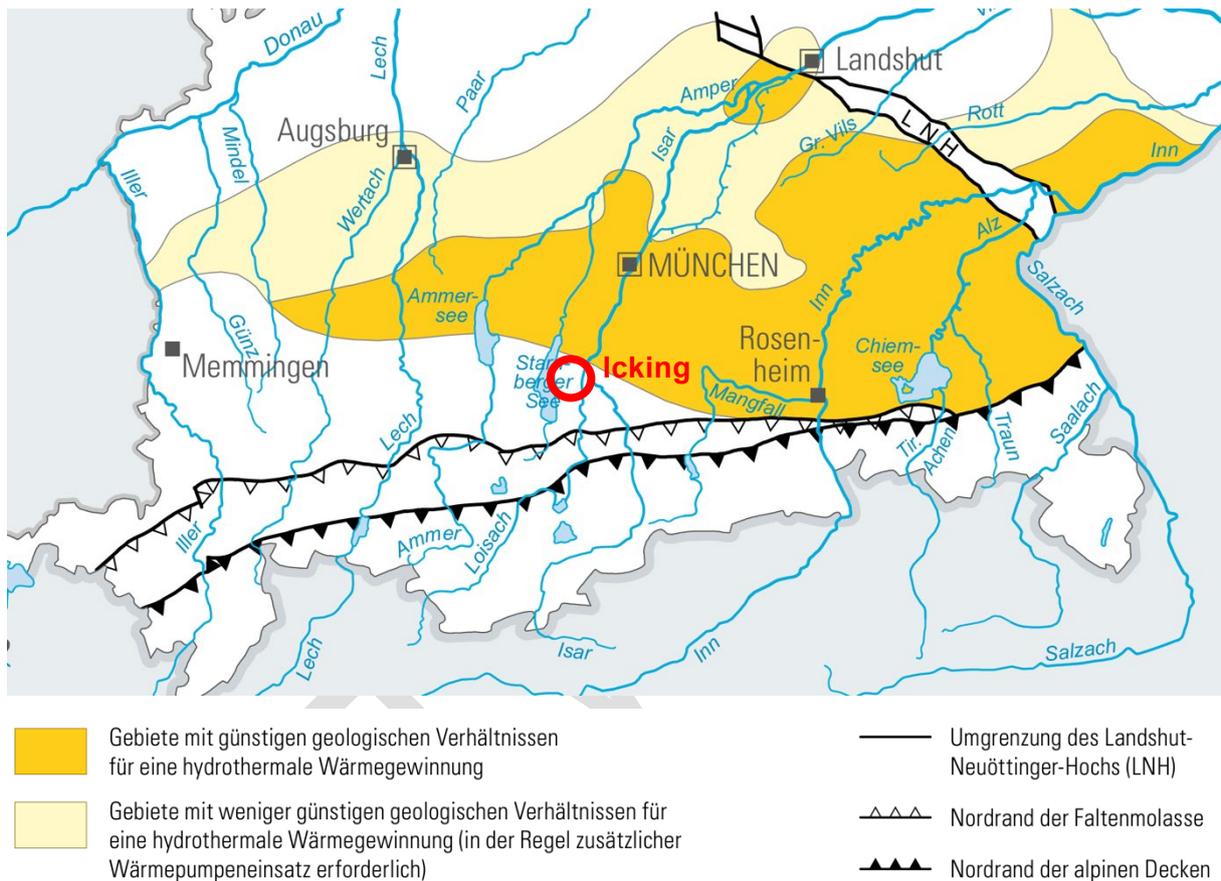


Abbildung 6-5: Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für tiefengeothermische Energiegewinnung (Karte nach Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022).

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 zur Stromproduktion und Wärmeübergabe wird errichtet. 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 Wärmemediums kann ggf. reduziert werden, ebenso ist es möglich, die Stromproduktion im Zusammenspiel mit anderen regenerativen Energien auszugleichen. Besonders diese netzdienliche 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 6-6). So kann diese Form der Erschließung von Erdwärme fast überall am Bedarfsort nutzbar gemacht werden.

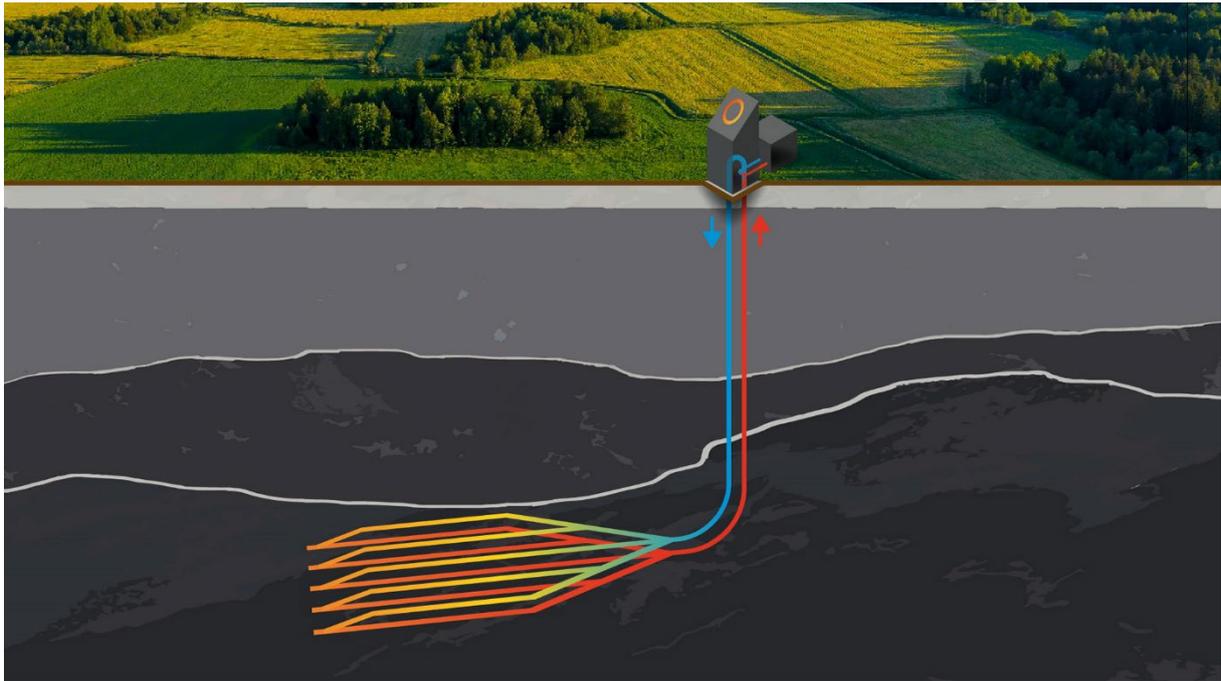


Abbildung 6-6: Skizze eines Eavor-Loops (<https://www.eavor.com/>).

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. Es bestehen Überlegungen, die gewonnene Wärme unter anderem in naheliegende Viertel (inkl. Stadtgebiet Wolfratshausen) in Form von Wärmenetzen an Endkunden zu verteilen. Aufgrund der geographischen Nähe zu Wolfratshausen und den ähnlichen geologischen Gegebenheiten, kann das Pilotprojekt gut auf die Region in Icking übertragen werden. Die Ergebnisse aus den Forschungen werden daher weiterhin eng beobachtet. Das Potenzial hängt in der Tiefengeothermie weiterhin stark vom zukünftigen Forschungsfortschritt ab.

## 6.4 Oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie als alternative, umweltfreundliche Energiequelle hat großes Potenzial und gewann in den letzten Jahren dank technologischer Weiterentwicklungen immer mehr an Bedeutung. Erdwärme ist außerdem eine sehr

stabile, krisensichere und konstante Energiequelle, da diese im Gegensatz zur Solar- und Windenergie, welche infolge der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung und des Windangebots tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, unabhängig ist. Zudem geht diese Technologie ohne Eingriffe ins Landschaftsbild einher. Der Entzug von Erdwärme aus oberflächennahen Erdschichten erfolgt mittels Wärmepumpen. Dabei wird der Umgebung aus dem Grundwasser oder dem Erdreich Wärme entzogen und zum Heizen ins Hausinnere geleitet. Per Definition wird die Nutzung bis 400 m Tiefe als oberflächennahe Geothermie bezeichnet (LfU, 2020). In der Praxis werden in aller Regel aber nur Tiefen bis 100 m erschlossen, da bergrechtlich (BBergG §127) Bohrungen bis zu 100 m freigestellt sind. Tiefere Bohrungen müssen der zuständigen Bergbehörde angezeigt werden (Hähnlein et al., 2011). Der Gebrauch von Wärmepumpen zur Nutzung der Erdwärme erlaubt es zudem, neben der Bereitstellung von Wärmeenergie, auch Gebäude zu kühlen. So kann beispielsweise ein Gebäude mit Hilfe einer Wärmepumpe im Winter beheizt und im Sommer gekühlt werden. Für die Nutzung von Umgebungsluft kommen Luft-Wärmepumpen mit ähnlichem Prinzip zum Einsatz. Die Effizienz ist im Vergleich zu erdgebundenen Wärmepumpen etwas schlechter, daher ist mit höherem Stromeinsatz zu rechnen.

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.waermepumpe.de/jazrechner/](http://www.waermepumpe.de/jazrechner/)

## Jahres- arbeitszahl

Die JAZ beschreibt das Verhältnis zwischen der jährlich abgegebenen Nutzwärme und der eingesetzten elektrischen Energie.

"Effiziente oberflächennahe geothermische Anlagen haben eine JAZ größer vier. Das bedeutet, dass mit 3 Teilen Erdwärme (75 %) und 1 Teil Strom für die Wärme- und Umwälzpumpen (25 %) 4 Teile (100 %) Nutzwärme für Heizung und Warmwasser erzeugt werden können (LfU, 2013)".

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

- **Erdwärmekollektoren (Sole-Wasser Wärmepumpe):**



Erdwärmekollektoren sind flache, oberflächennahe Erdwärmennutzungssysteme, 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 durchgeföhrt. 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 Icking 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.

#### **6.4.1 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 6-7 dargestellt. Auf dem Gemeindegebiet Icking sind 235 Bohrungen dokumentiert, darunter 82 Bohrungen mit Erdwärmesonden auf 46 Grundstücken. In Abbildung 6-7 sind alle Bohrungen im Ortskern mit ihrer Endteufe dargestellt. Bohrungen bei denen Grundwasser erreicht wurde sind blau umrandet, wenn bekannt, steht zusätzlich die Tiefe des Ruhewasserspiegels in Klammern. Die Gemeinde Icking liegt oberhalb der Isar Terrasse, was sich auch in den Bohrungsdaten widerspiegelt. Bei fast keiner der teils bis zu 120 m tiefen Bohrungen im Siedlungsgebiet von Icking, Walchstadt, Irschenhausen und Dorfen wurde auf Grundwasser gestoßen. Im nördlich gelegenen Zell der Gemeinde stieß man bei mehreren Bohrungen bereits in Tiefen

von 4 bis 8 Metern auf Grundwasser. Im Isarweg wurde bei neueren Bohrungen der Ruhewasserspiegel in Tiefen von 12 bis 25 Metern erreicht.

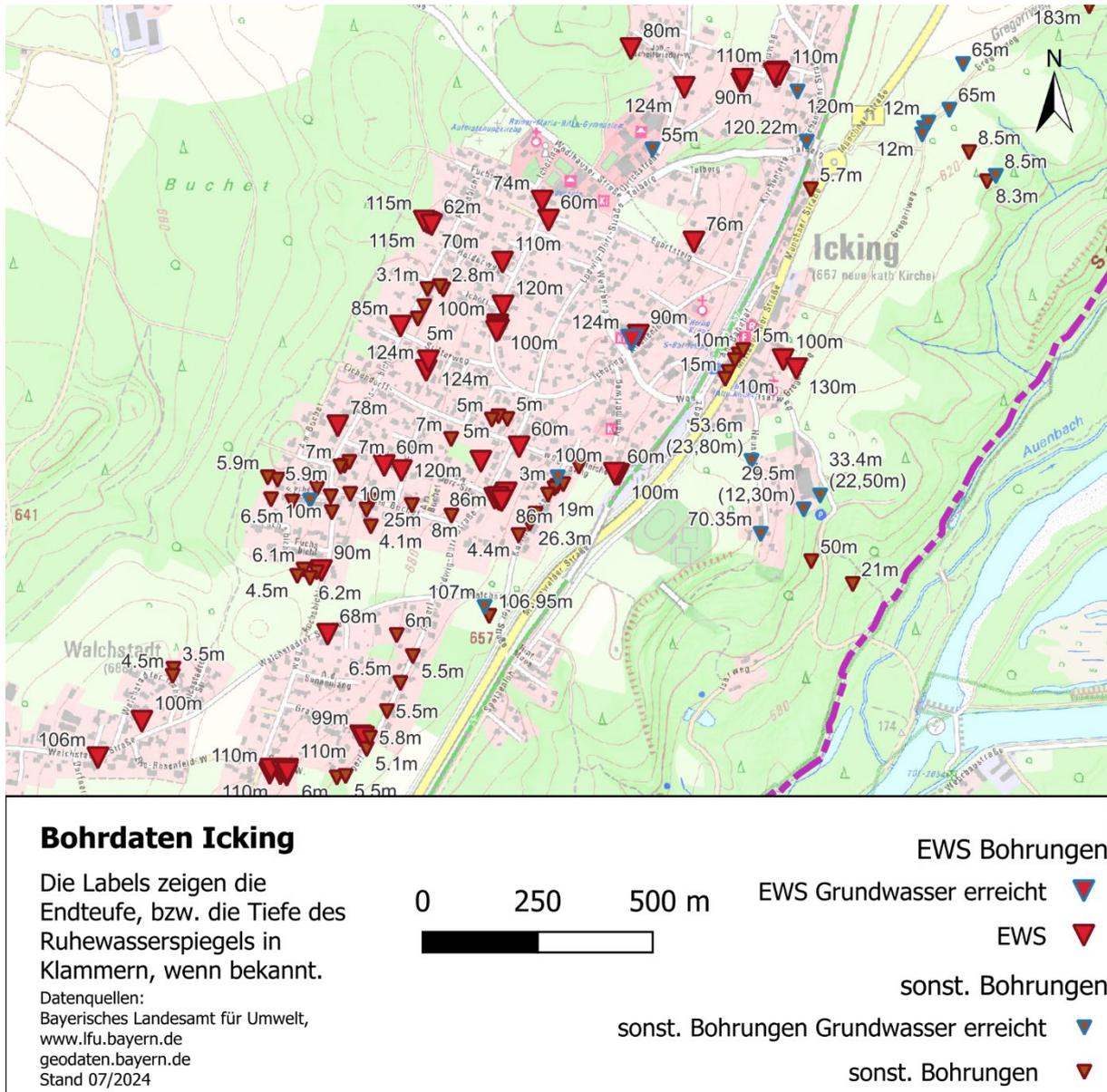


Abbildung 6-7 Bohrdaten im Gemeindegebiet Icking.

### Erdwärmesonden in der Gemeinde Icking: Bestand und Leistungsfähigkeit

Im Rahmen einer Umfrage wurden Daten zu bestehenden Erdwärmesonden in der Gemeinde Icking erhoben. Insgesamt gingen fünf Rückmeldungen ein, die eine anonymisierte Auswertung ermöglichen. Auf den jeweiligen Grundstücken sind zwischen zwei und sechs Bohrungen vorhanden, wobei die Bohrtiefen zwischen 70 und 124 Metern variieren. Die installierte Leistung der Anlagen liegt im Bereich von 12 bis 12,5 kW, mit Jahresarbeitszahlen (JAZ) zwischen 3,8 und 4,5. Besonders hervorzuheben ist, dass alle Anlagen die prognostizierten Erträge des Bayerischen Energieatlas leicht überschreiten, was auf eine **besonders effiziente Nutzung der Erdwärme in der Region** hinweist. Zudem sind die

Anlagen teilweise bereits seit bis zu acht Jahren in Betrieb, was ihre Langlebigkeit und Stabilität unterstreicht. Diese Daten belegen das Potenzial von Erdwärmesonden als zukunftsfähige und bewährte Komponente der Wärmeversorgung von Gebäuden in Icking.

#### **6.4.2 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 6-8 dargestellt, ist die Nutzung von Erdwärmesonden in allen Ortsbereichen möglich. Vermutlich günstige Verhältnisse befinden sich in Bohrtiefen bis zu 130 m Tiefe. In den Gebieten mit potenziell möglicher Nutzung sind Einzelfallprüfungen durch die Untere Wasserbehörde in der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde durchzuführen.

Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung  
für die Errichtung von Erdwärmesonden

Gemeinde Icking

Legende

vermutlich günstige Verhältnisse

- weniger als 20m Bohrtiefe
- bis 30m Bohrtiefe
- bis 40m Bohrtiefe
- bis 50m Bohrtiefe
- bis 60m Bohrtiefe
- bis 70m Bohrtiefe
- bis 80m Bohrtiefe
- bis 90m Bohrtiefe
- bis 100m Bohrtiefe
- bis 110m Bohrtiefe
- bis 120m Bohrtiefe
- bis 130m Bohrtiefe
- bis 140m Bohrtiefe
- bis 150m Bohrtiefe
- bis 160m Bohrtiefe

unbekannte Verhältnisse

- nicht beurteilt

Sensible Bereiche

- Einzelfallprüfung erforderlich

Lage im Wasserschutzgebiet

- Zone I bis III A (unzulässig)
- Zone III B (Einzelfallprüfung)



Maßstab: 1:30.000

Diese Karte gibt den derzeitigen Kenntnisstand des WWA 010 wider. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Angaben mit den tatsächlichen geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnissen abweichen. Dadurch können bei der Errichtung von Erdwärmesonden Risiken (z.B. Absenkung) auftreten. Die Karte gibt keine Auskunft über mögliche Vorbelastungsstände, wie die Stellung konkurrierender Nutzungsansprüche, Altlasten und dergleichen. Sie stellt lediglich ein Orientierungshilfsmittel und stellt keine rechtswirksamen Grundlagen für das Genehmigungsverfahren dar.

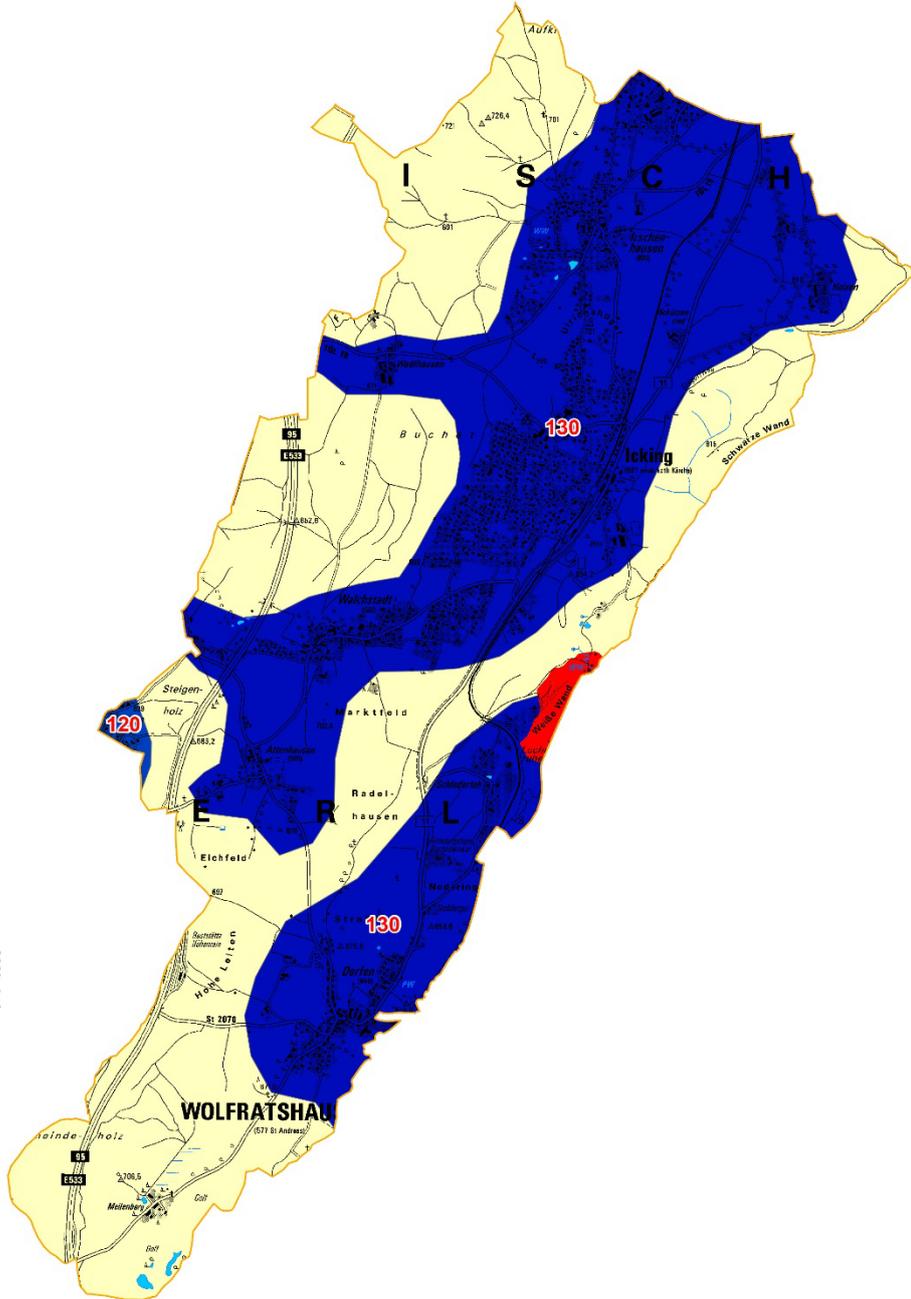


Abbildung 6-8: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden in Icking (Stand 01/2024).

In einem aufwändigen Verfahren wurden vom LfU (2024a) unter Berücksichtigung der lokalen Wärmeleitfähigkeit im Boden, der örtlichen Bohrtiefenbegrenzung, sowie den rechtlichen Ausschlussgebieten (Wasserschutzgebiete, etc.) die minimal möglichen Entzugsleistungen von Erdwärmesonden in Icking 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.

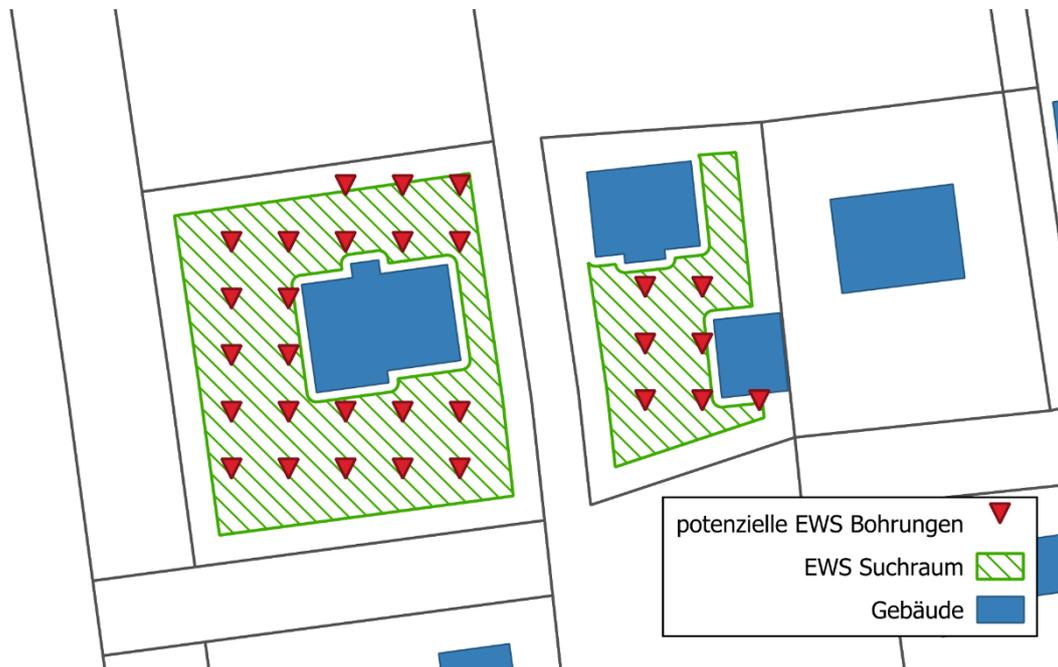


Abbildung 6-9 Methodik der Potenzialerhebung für EWS. Pro Grundstück wird mit maximal vier Sonden gerechnet.

Auf insgesamt 584 Flurstücken in der Gemeinde könnte der Wärmebedarf von insgesamt rund **11.220 MWh** durch Erdwärmesonden gedeckt werden. In Abbildung 6-10 sind entsprechend die möglichen Deckungsgrade des Wärmebedarfs 2040 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 **5.227 MWh** auf 280 Flurstücken. Etwa die Hälfte des Potenzials ist also bereits mit dem aktuellen Sanierungsstand umsetzbar, knapp ein Fünftel davon ist zum Bilanzjahr bereits umgesetzt.

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

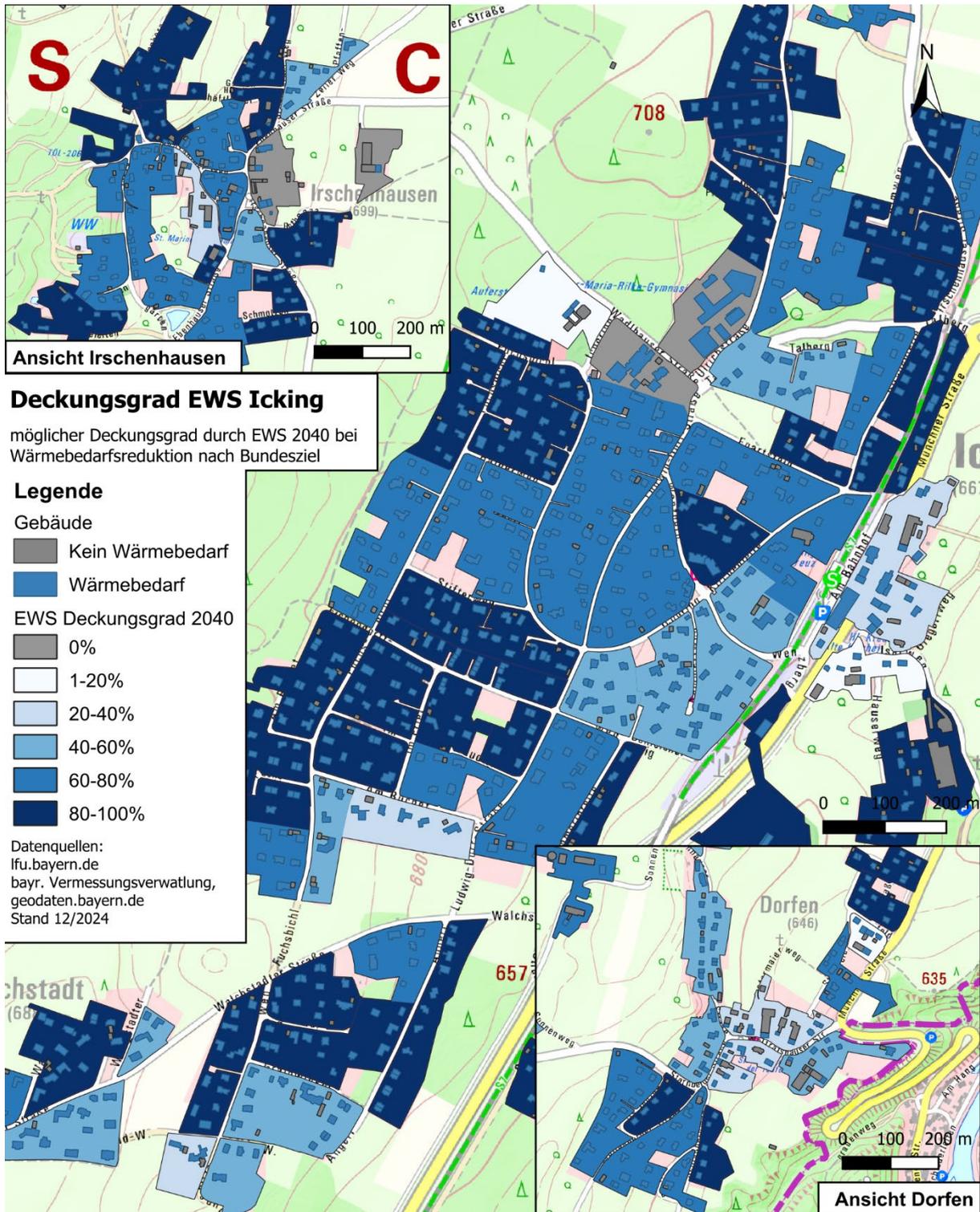


Abbildung 6-10 möglicher Deckungsgrad durch EWS in Icking zum Zieljahr 2040 bei Wärmebedarfsreduktion nach Bundesziel.

### 6.4.3 Potenziale für Erdwärmekollektoren

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist im besiedelten Gemeindegebiet von Icking überall möglich und durch keine gesetzlichen Einschränkungen betroffen (Abbildung 6-2). Nicht möglich ist die Nutzung in Trinkwasserschutzgebieten, wo Bohrungen grundsätzlich nicht zulässig sind. Im gesamten Gemeindegebiet ist bei konservativer Betrachtung mit gut **50 W/m<sup>2</sup> Entzugsleistung** zu rechnen.

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

### 6.4.4 Potenziale für Grundwasserwärmepumpen (GWWP)

Die Nutzungsmöglichkeiten für Grundwasserwärmepumpen auf dem Gemeindegebiet von Icking sind in (Abbildung 6-11) abgebildet. Wie bereits oben beschrieben finden sich im Gemeindegebiet aufgrund seiner Topografie kaum Potenziale für die Nutzung von GWWP, wenngleich im Siedlungsgebiet diesbezüglich keine rechtlichen Einschränkungen bestehen. Die Potenzialerhebung des LfU (2024a) gibt für das Gemeindegebiet Entzugsleistungen von unter 5 kW bei einem Brunnenabstand von 10 m an. Entsprechend ergibt auch die flurstücksgenaue Betrachtung keine Potenziale. Die Bestandsdaten in Abbildung 6-7 zeigen, dass an verschiedenen Punkten dennoch Grundwasser gefunden wurde, teilweise jedoch in Bohrungen von vor 50 Jahren. Die mag an manchen Stellen dennoch möglich sein, ist jedoch mit einem hohen Risiko behaftet.

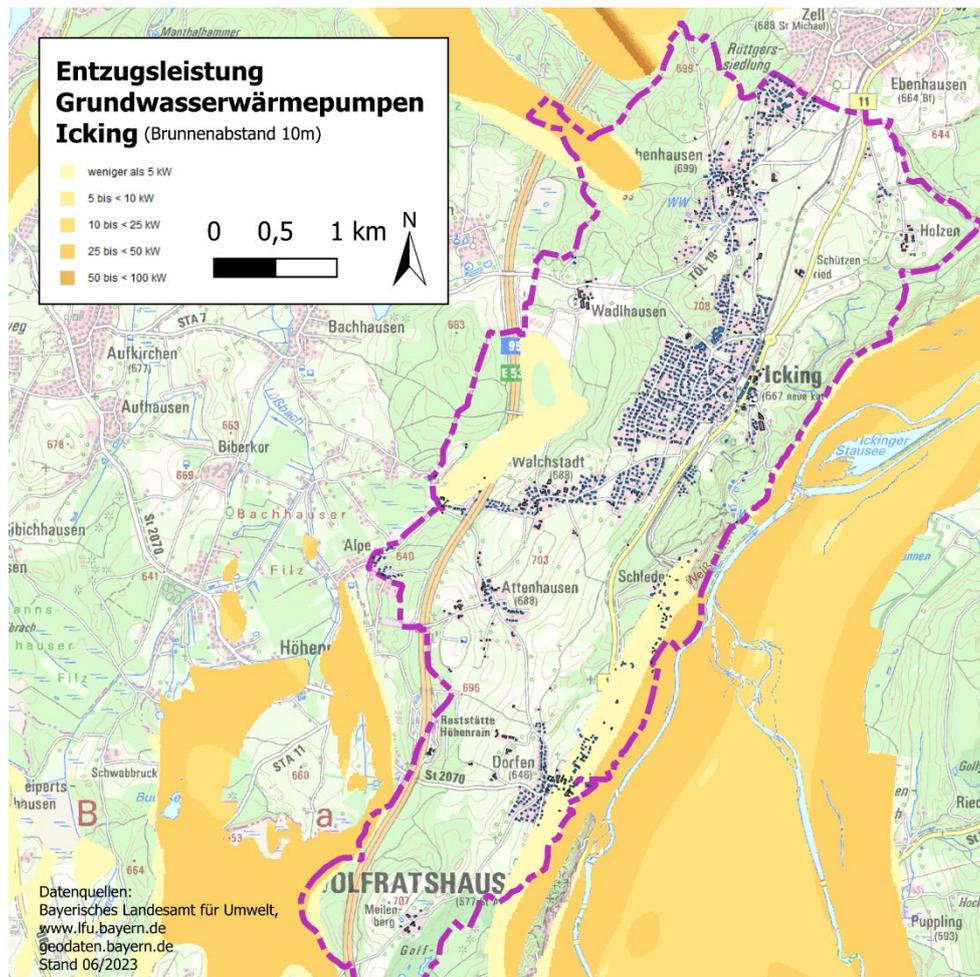


Abbildung 6-11: Nutzungsmöglichkeiten für Grundwasserwärmepumpen im Gemeindegebiet von Icking.

**FAZIT: Aufgrund der topografischen Gegebenheiten bietet das Gemeindegebiet von Icking keine wirtschaftlich sinnvollen Potenziale für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.**

### 6.4.5 Sonderformen der oberflächennahen Geothermie

Wo die in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Techniken nicht einsetzbar sind, können Sonderformen als Wärmequellen für Sole/Wasser/Wärmepumpen dienen.

- **Wärmekörbe**



Für eine Wärmequelle auf engerem Raum könnten sogenannte Erdwärmekörbe sorgen. Dies sind vorgefertigte Wärmetauscher, die auf relativ kleiner Fläche dem Erdreich Wärme entziehen können.

Abbildung 6-12: Beispielansicht eines Erdwärmekorbs.

- **TerraThech System**



Mit einer Länge von knapp 6m und einem integrierten Wasservolumen von ca. 300 Litern kann dem Erdreich aus 1,5 m Tiefe Wärme entzogen werden. Damit können aufwendig Bohrkosten vermieden werden (terrathech, 2023).

Abbildung 6-13: Schematische Abbildung des TerraThech Systems (terrathech, 2023).

- **Ringgrabenkollektoren**

Ebenfalls sehr innovativ sind sog. Ringgrabenkollektoren, die rund um das Gebäude verlegt werden können.



Auch damit reduzieren sich teure Tiefbauarbeiten wie sie z.B. für den klassischen Erdwärmekollektor erforderlich sind.

Abbildung 6-14: Schematische Abbildung eines Ringgrabenkollektors (Nibe, 2023).

- **Energiepfähle**

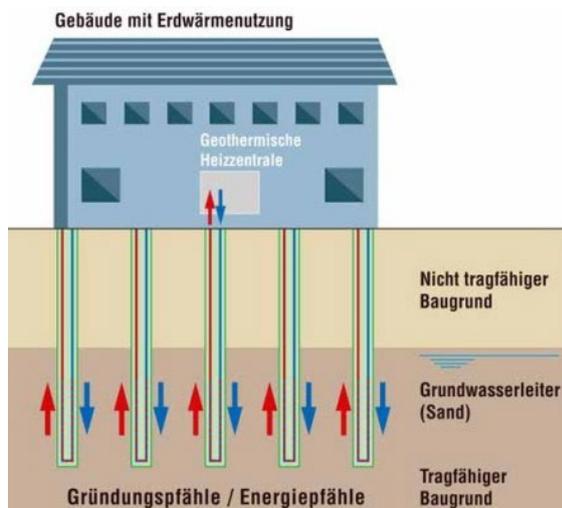


Abbildung 6-15: Das Prinzip von Energiepfählen (baunetzwissen.de).

In zukünftigen Neubauten wäre die Installation von Energiepfählen beim Bau des Gebäudfundaments möglich. In Frage kommt das bei Gebäuden, bei welchen zur Stabilisierung des Baukörpers Betonpfähle vor Fertigstellung der Bodenplatte eingebracht werden. Die Pfahlgründungen könnten thermisch genutzt werden. Je nach erforderlicher Wärmeleistung eines Gebäudes können Rohrleitungen vorab in die Armierung der Pfähle installiert werden (Baunetz Wissen, 2022).

## 6.5 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.

### 6.5.1 Oberflächengewässer

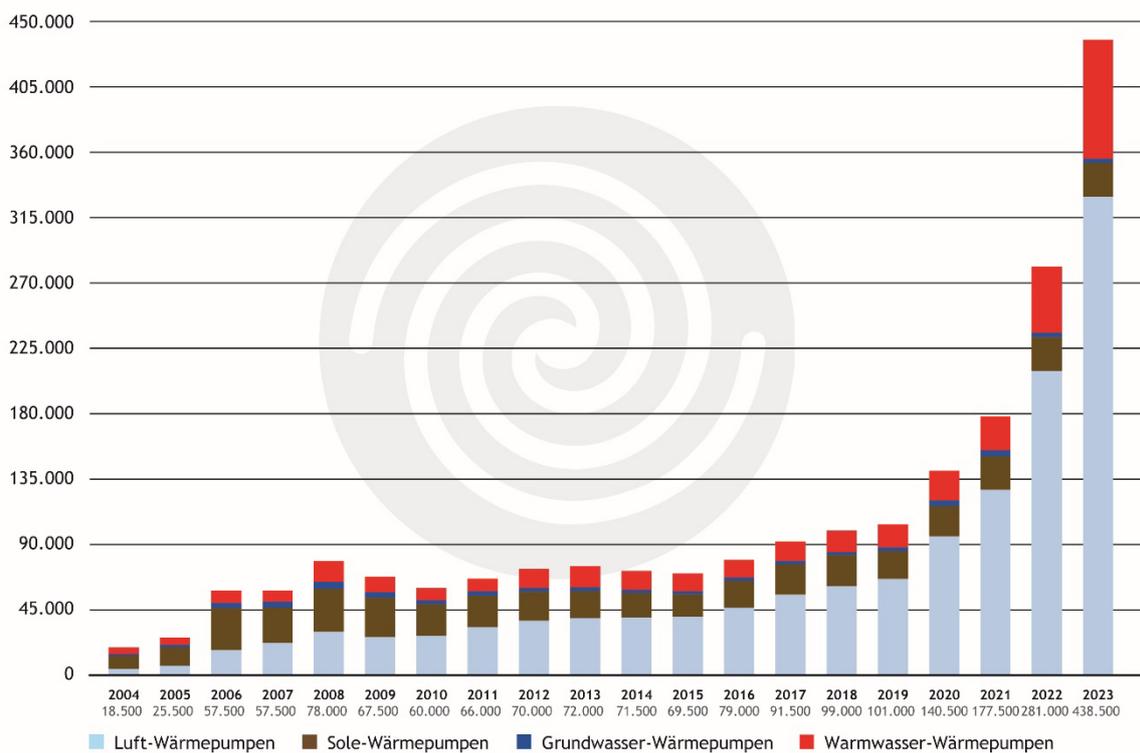
Für die Nutzung von Wärme aus Gewässern wie Flüssen und Seen müssen Aspekte wie Wassermenge, Temperatur sowie genehmigungsrechtliche Einschränkungen berücksichtigt werden. Mangels relevanter Oberflächengewässer und ungeeigneter Abnahmestruktur in Icking ergibt sich kein nennenswertes Potenzial für die Nutzung von Gewässerwärme.

### 6.5.2 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 6.4 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 technischen 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.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Zubaurate beim Neubau sowie Bestandsgebäuden erhöhen wird. Abbildung 6-16 stellt die Entwicklung der Absatzzahlen an Wärmepumpen pro Jahr ab 2002 dar (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2022). Unter der Annahme, dass jedes Gebäude, das nach 1995 gebaut wurde, soweit saniert werden kann, dass die Vorlauftemperaturen einen effizienten betrieb einer Luftwärmepumpe gewährleisten, ergibt sich für die Gemeinde Icking ein Potenzial von rund **11.500 MWh**. Das zum Bilanzjahr umsetzbare Potenzial aller Bauten mit Wärmebedarf, die nach 2001 gebaut wurden umfasst etwa 330 Gebäude mit einem Wärmebedarf von rund **7.000 MWh**. Etwa 1400 MWh Wärme werden zum Bilanzjahr bereits durch Luft-Wasser-Wärmepumpen bereitgestellt.



Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

**bwp** Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Abbildung 6-16: Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2002-2023 nach Wärmepumpentypen (Bundesverband Wärmepumpen, 2024).

## 6.6 Abwasser

Abwasserwärmenutzung bietet eine effiziente Möglichkeit, Energie aus kommunalen Abwässern zu gewinnen, die auch während der Heizperiode Temperaturen von 10 bis 15 °C aufweisen. Diese Wärmequelle 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 Abwasserfluss ist die Nutzung technisch und wirtschaftlich sinnvoll. Die Abwässer der Gemeinde Icking fließen im Abwassersammler in Dörfen zusammen. Mit einem Rohrdurchmesser von DN400 und einem mittleren Trockenwetterabfluss von 5,3 l/s erfüllt der Sammler grundlegende Voraussetzungen für die energetische Nutzung. Aus dem mittleren Abfluss ergibt sich ein geschätztes Wärmepotenzial von rund **870 MWh pro Jahr**, das über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden könnte.

Das Landesamt für Umwelt schlägt im Leitfaden zur Abwassernutzung Rahmenbedingungen vor, ab denen eine Nutzung dieses Potenzials sinnvoll ist:

Danach sollte die Abwassermenge mindestens von 5000 Einwohnern zusammenlaufen.

Des Weiteren sollte zwischen der Entnahmestelle und dem möglichen Nutzer eine maximale Entfernung von 300 m liegen. Die Heizlast des Wärmeabnehmers sollte mindestens 150 kW betragen (LfU, 2022a).

Schwierig gestaltet sich der bauliche Eingriff in die bestehende Kanalisation. So wird eine Nutzung hauptsächlich dann empfohlen, wenn für den Abschnitt Planungen bestehen.

**FAZIT: Im Zuge der Erschließung des Gewerbegebiets an der B11 in Dörfen sollte dieses Potenzial näher untersucht werden. Das in Vorplanung befindliche Wärmenetz in diesem Ortsteil könnte daraus eventuell Wärme entziehen und über eine Wärmepumpe die Heizlast z.T. decken.**

## 6.7 Solarthermie auf Freiflächen und großen Dachflächen

Während die Erschließung der Solarpotenziale auf Dachflächen von der Aktivität vieler Einzelakteure abhängig ist, können wenige Freiflächenanlagen bereits einen Großteil zur erneuerbaren Energieproduktion beitragen. Bei der hier durchgeführten GIS-gestützten Analyse wurden alle möglichen Flächen ermittelt, die sich im Umkreis von 1.000 m zur Wohnbebauung theoretisch für die Errichtung von Solarthermie-Freiflächen eignen. Dabei wurden Flächen in entsprechenden Schutzgebietskategorien (Abbildung 6-2) und kleiner 0,5 ha ausgeschlossen. Nach Abzug von Reduktionsfaktoren für Verschattung, Reihenabständen und Verlusten ergibt sich auf diesen Flächen bei einer in Icking vorherrschenden Globalstrahlung von 1.170 kWh/m<sup>2</sup>\*a (gem. Energieatlas Bayern) ein technisches Erzeugungspotenzial von 977 GWh/a. Faktoren wie Flächenverfügbarkeit und die Anbindung an

ein Wärmenetz, sowie der variable Ertrag im jahreszeitlichen Verlauf reduzieren dieses Potenzial um ein Vielfaches, so dass nur ein Bruchteil dessen wirtschaftlich darstellbar und tatsächlich erschließbar ist.

Sollten Nahwärmenetze realisiert werden, so sind realistische und unbedingt zu nutzende Potenziale die Dachflächen der Heizhäuser. Am Beispiel Dorfen würde die Dachfläche rund 96 m<sup>2</sup> betragen. Wenn es die Ausrichtung zulässt, sollte die gesamte Südfläche mit Solarthermie Kollektoren belegt werden. Rund 19.500 kWh könnten so pro Jahr erzeugt werden.

## 6.8 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.

### 6.8.1 Energieholz

Aufgrund des Waldreichtums 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 CO<sub>2</sub>-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. Ein großer Teil des Gemeindegebietes entfällt auf landwirtschaftliche Flächen, etwa ein Drittel der Fläche in Icking ist 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 gesamten Waldflächen in Icking sind Privatwälder, in denen meist noch größere Potenziale für die nachhaltige Nutzung von Energieholz vorhanden sind.

Die aktuelle Sortierungspraxis der Privat- und Körperschaftswälder setzt sich in etwa aus rund 55 % Stammholz, 7 % Industrie- und 37 % Energieholz zusammen. Dabei ist das Energieholz stets als „Abfallprodukt“ 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.

Insgesamt ergeben sich in den Privatwäldern von Icking rund 10 Efm/ha\*a, woraus sich bei 37 % Energieholzanteil 5.000 srm/a bzw. 3.250 Ster pro Jahr ergeben. Rund zwei Drittel dieses gesamten Potenzials wird derzeit genutzt (Försterauskunft AELF Holzkirchen). Somit könnten weitere **1.670 srm** bzw. **1.080 Ster** zusätzlich, nachhaltig pro Jahr

gewonnen werden. Bei der Nadel- und Laubholzverteilung von 60 % Nadel- und 40 % Laubholz entspricht das **6.500 MWh Wärme**. Durch diese Menge ließen sich **650.000 Liter Heizöl** pro Jahr ersetzen. Darüber hinaus fallen rund 10 % des Stammholzes als Sägespäne an. Dieser kann zu Pellets weiterverarbeitet werden und so zusätzlich mit **740 MWh** zum Energieholzpotenzial beitragen.

Aufgrund des Klimawandels und u.a. daraus zu erwartenden zunehmenden Schadereignissen wird 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 **1.950 MWh** angegeben (BayFoV, 2023). Für Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) ergibt sich ein Energiepotenzial von **340 MWh**, was einer bepflanzten Fläche von 4 ha entspricht (LfU, 2024b; LWF Bayern, 2023).

### 6.8.2 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 dieses regenerativen Energieträgers stattfinden. In der Gemeinde Icking gibt es bereits seit 2005 eine Biogasanlage, welche einige umliegende Gebäude mit regenerativer Wärme versorgt.

Welche Biogaspotenziale innerhalb von Icking bestehen, um das in der Nutztierhaltung anfallende Düngematerial zum Vergären in Biogasanlagen und zur anschließenden Wärmeversorgung zu nutzen, ist in Tabelle 6-2 dargestellt. Nach der Vergärung kann die Biogäsgülle 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.

Datengrundlagen der folgenden Biogaspotenzialanalyse für Icking sind die Nutztierstatistik sowie die durchschnittlichen Energiegewinne aus Festmist bzw. Gülle und den Betriebsstunden des BHKWs. Die thermischen Wirkungsgrade gewöhnlicher BHKWs können etwa doppelt so hoch wie deren elektrischer Umwandlungsgrad ausfallen (FNR, 2014). Daher wurden die ausgewiesenen Biogaspotenziale zur Stromerzeugung für die Berechnung der thermischen Potenziale verdoppelt. Eine separate Berücksichtigung von Mastrindern und Milchkühen ist deshalb erforderlich, da sich die entsprechenden Energiepotenziale deutlich unterscheiden (siehe Tabelle 6-2). Gute Biogaserträge lassen sich auch mit Pferdemist

erzielen (siehe Biogasanlage Reichersbeuern), weshalb dieser bei der Potenzialanalyse mitberücksichtigt wurde.

Der Nutztierbestand in Icking beläuft sich laut Erhebungen auf insgesamt 624 Rinder, wovon 312 Milchkühe sind. Die Anzahl der Einhufer (Pferde, Esel) im Gemeindegebiet beträgt 78 (LfStat, 2024f). Bei gänzlicher Nutzung der anfallenden Gülle- und Festmismengen ließen sich mit diesem Nutztierbestand ca. 178.152 m<sup>3</sup>/a Methan bzw. **1.264 MWh<sub>th</sub>/a** produzieren.

Tabelle 6-2: Berechnungsgrundlage Biogaspotenzial in Icking (eigene Berechnung nach FNR, 2014).

	<i>Berechnungsfaktor</i>		Anzahl TP	Potenzial MWh <sub>th</sub> /a
	[kWh <sub>el</sub> /TP *a]	[kWh <sub>th</sub> /TP *a]		
Mastrind (2,8 t Festmist/TP*a)	562	1.124	312	<b>351</b>
Milchkuh (17 m <sup>3</sup> Gülle/TP*a)	1.095	2.190	312	<b>683</b>
Einhufer (11,1 t Festmist/TP*a)	1.472	2.940	78	<b>230</b>
			<b>Gesamt</b>	<b>1.264</b>

Wie in Abbildung 6-17 dargestellt, entsprechen auf Basis der durchschnittlichen Vollbenutzungsstunden von deutschen Biogasanlagen (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013) 1.264 MWh<sub>th</sub>/a einer installierten Leistung von 203 kW<sub>th</sub>.

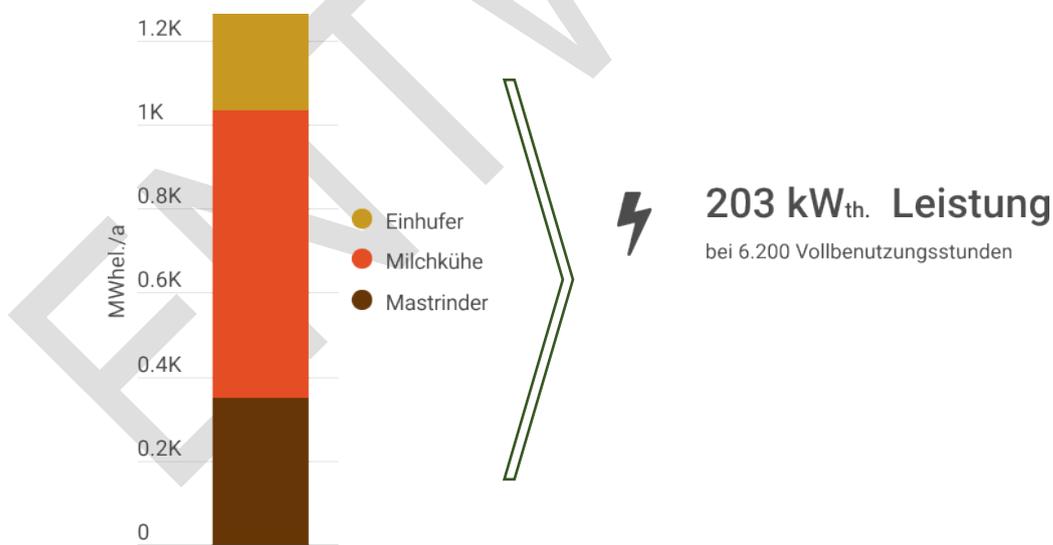


Abbildung 6-17: Die sich aus dem Nutztierbestand in Icking ergebenden Biogaspotenziale.

Die bestehende Anlage in Icking hat eine elektrische Leistung von 190 kW<sub>el</sub> (LfU, 2024b) und nutzt damit, unter Berücksichtigung der Verdopplung des thermischen Potenzials, bereits mehr als die vorhandenen Potenziale. Je nach Art und Herkunft der dort verwerteten Biomasse wäre somit das derzeitige Potenzial aus der gemeindeinternen Nutztierhaltung bereits aufgebraucht. Nach Auslaufen der EEG-Förderung soll die Anlage in Wadlhausen

jedoch voraussichtlich 2025 oder 2026 stillgelegt werden und durch eine Holzhackschnitzelanlage ersetzt werden. Das Biogaspotenzial in der Gemeinde steht somit in Zukunft wieder zur Verfügung.

**FAZIT: Die lokal vorhandenen Biogaspotenziale aus der Nutztierhaltung werden vermutlich bereits durch die ortsansässige Biogasanlage genutzt. Daher ist der Bau weiterer Anlagen aktuell nicht zu empfehlen. Nach Stilllegung der Anlage sollten die Möglichkeiten der Biogasnutzung in Icking jedoch neu evaluiert werden.**

## 6.9 Unvermeidbare Abwärme

Unvermeidbare Abwärme ist Wärme, die in Industrieanlagen, Kraftwerken, Elektrolyseanlagen oder im Dienstleistungsbereich als Nebenprodukt entsteht. Ohne ein Wärmenetz würde diese Wärme nicht genutzt und einfach in die Luft oder ins Wasser abgegeben. In Icking bestehen derzeit keine derartigen Quellen, die nutzbar gemacht werden können.

## 6.10 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 Sektoren Industrie und Verkehr die Nachfrage nach Wasserstoff vermutlich auch bei relativ hohen oder steigenden Preisen konstant bleibt, während bei vielen Gebäuden und Quartieren Ausweichmöglichkeiten 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 Icking

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 der 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

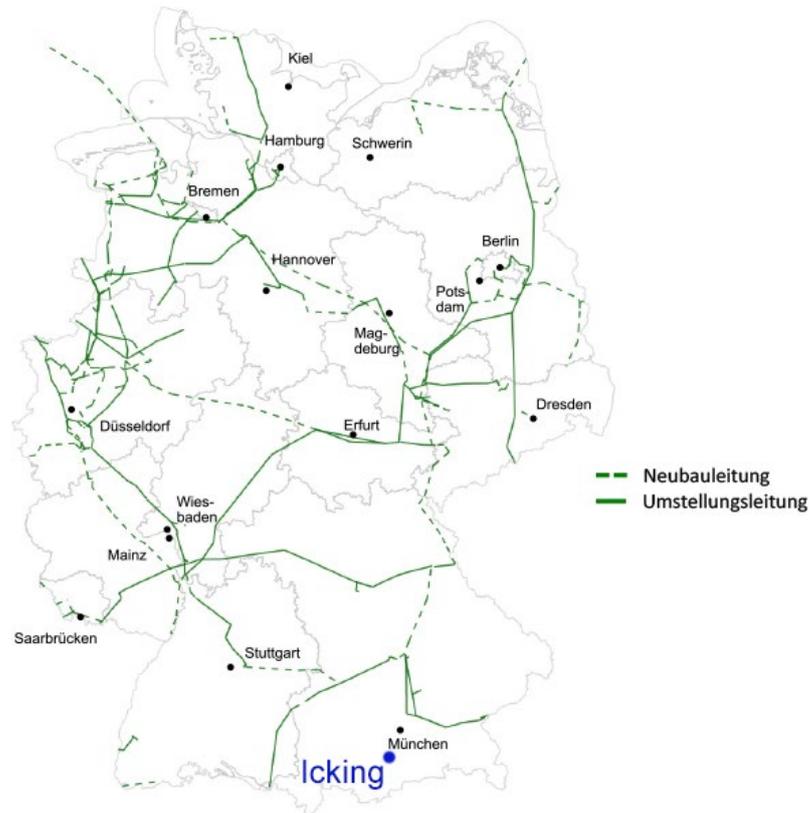


Abbildung 6-18: Geplantes Wasserstoffkernnetz Deutschland (Bundesnetzagentur, 2024).

Das geplante Kernnetz wird zunächst nicht in der Nähe des Gemeindegebiets von Icking verlaufen (siehe Abbildung 6-18). Laut Aussage des Netzbetreibers sind je nach Bedarfslage Stränge in die Region Oberland und bis nach Garmisch geplant, diese jedoch eher mit Zeithorizont 2040. Dieser Zeithorizont macht es nicht wahrscheinlich, dass eine Transformation hin zu einer wasserstoffbasierten Wärmeerzeugung in Icking zur Erreichung der gesetzlichen Ziele bis 2040 gelingen kann.

Die Umrüstkosten für die Umstellung auf Wasserstoffversorgung im Vergleich zu Sondenbohrungen o.ä. würden für den Kunden überschaubar bleiben. Deutlich größer ist die Unsicherheit der Wasserstoffverfügbarkeit und der zukünftigen Preise, welche die Verbraucher letztlich tragen müssen. Über die Bereitstellung der Netzinfrastruktur hinaus müsste auch die entsprechende bedarfsdeckende Menge an Wasserstoff bereitstehen. Der Markthochlauf 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 2024 sind 0,066 Gigawatt davon realisiert (Statista, 2024). Dies entspricht 0,66 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 2040 unwahrscheinlich ist.

### Erzeugung von lokalem grünem Wasserstoff

Ein Wasserstoffnetzwerk, was nur auf Importe baut, 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 von Wind- und Sonnenenergie angegangen werden. Überschussstrom kann durch das Elektrolyseverfahren in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Bei Bedarf kann dieses Gas theoretisch auch zum Heizen verwendet werden.

Dieser Prozess enthält drei wesentliche Schritte:

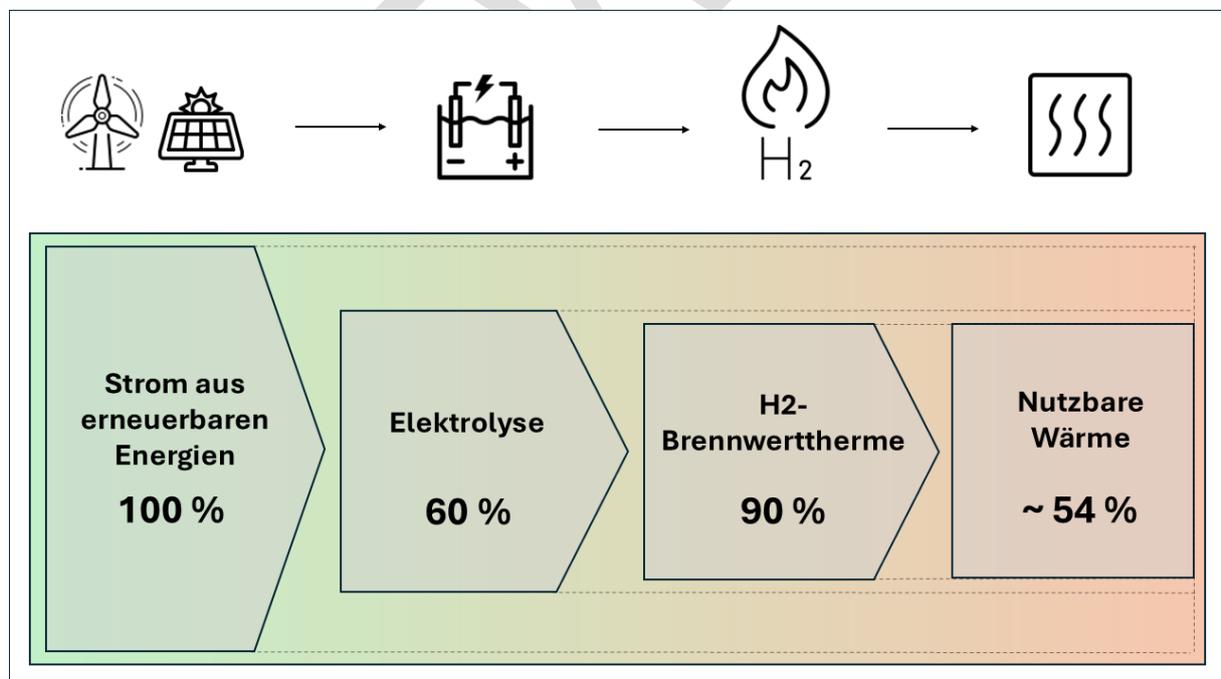


Abbildung 6-19: Heizen mit grünem Wasserstoff - Energieverluste bei einzelnen Prozessschritten.

Wie Abbildung 6-19 erkennen lässt, geht bei den Umwandlungsprozessen einiges an Energie verloren. 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 Icking – Erzeugung von lokalem Wasserstoff für Wärmenutzung**

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

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Produktion von Wasserstoff meist nur aus Überschussstrom sinnvoll ist. Da es keine Daten zu den Mengen an Überschussstrom in der Gemeinde Icking gibt, wird mit den Daten der einzigen PV-Freiflächenanlage des Gemeindegebiets fiktiv gearbeitet. Die Anlage im Westen der Gemeinde produziert etwa 320.000 kWh elektrische Energie pro Jahr (LfU, 2024b). Für diese Rechnung wird angenommen, dass die komplette Energie für die Umwandlung in Wasserstoff über einen Elektrolyseprozess genutzt wird.

#### Schritt 1: Elektrolyse und Wasserstoffherzeugung

Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff erfolgt mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von **70 %**. Damit kann aus der jährlichen Stromproduktion von 320.000 kWh ein Energieäquivalent in Form von Wasserstoff von etwa **224.000 kWh** 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 **201.600 kWh pro Jahr**.

#### Ergebnis

Die PV-Freiflächenanlage der Gemeinde könnte somit jährlich **201.600 kWh** Wärmeenergie für kommunale Gebäude, ein Nahwärmenetz oder andere Wärmebedarfe bereitstellen. Diese Menge entspricht in etwa **1,2 % des aktuellen Energieverbrauchs in Icking durch Erdgas**. Am gesamten Wärmeenergiebedarf würde diese Menge Wasserstoff etwa **0,5 %** 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 Icking in Zukunft weiter ausgebaut werden, könnte überschüssiger Strom für die Umwandlung in Wasserstoff verwendet werden, ob dieser schließlich für Heizzwecke verwendet wird, ist fraglich.

## **Wasserstoffforschung in Icking**

Das der Energieträger Wasserstoff zukünftig eine wichtige Rolle im Energiesystem spielen wird, steht außer Frage. Die aktuelle Forschung testet die Möglichkeit und Sinnhaftigkeit in unterschiedlichen Sektoren. Das Unternehmen White Energy mit Sitz in München betreibt in Icking (Irschenhausen) ein Einfamilienhaus als Versuchsobjekt zum Einsatz von Wasserstoff auf Haushaltsebene. Im Wasserstoffhaus von White Energy in Irschenhausen steht ein ganzheitliches Energiemanagement im Fokus, bei dem erneuerbare Energien (PV-Dachanlage), Wasserstofftechnologien (Elektrolyseur und Brennstoffzelle) und intelligente Steuerungssysteme miteinander kombiniert werden. Der überschüssige Strom aus der Photovoltaikanlage wird zur Herstellung von Wasserstoff genutzt, der in Tanks für die langfristige Nutzung gespeichert wird. Im Winter wird der gespeicherte Wasserstoff in einer Brennstoffzelle rückverstromt, wobei die entstehende Abwärme zusätzlich für Heizung und Warmwasserbereitung genutzt wird. Der Großteil des Heizbedarfs wird durch eine Luft-Wasserwärmepumpe bereitgestellt. Allerdings zeigen die ersten Simulationsergebnisse, dass die vollständige Autarkie während der Wintermonate eine Herausforderung darstellt. Der begrenzte Speicherplatz für Wasserstoff vor Ort reicht nicht aus, um den gesamten Energiebedarf der kalten Jahreszeit zu decken. Zudem zeigt sich, dass solche abgekoppelten Systeme auf einer kleinen Skalierung wie auf Haushaltsebene, schwer finanziell darstellbar sind (White energy, o. J.).

### **Fazit – Heizen mit Wasserstoff in Icking**

Die Analyse zeigt, dass der Einsatz von grünem Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in Icking 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 Icking zur Verfügung steht. Die bedarfsdeckende überörtliche Versorgung als Mittel zur Erreichung des Transformationsziels bis 2040 erscheint unwahrscheinlich. Obwohl Wasserstoff ein potenziell wertvoller Energieträger für die Speicherung von erneuerbarem Überschussstrom ist, zeigen sich große Nachteile bei den Effizienzen der Prozessschritte.

**FAZIT: Wasserstoff sollte im Kontext der Wärmeversorgung nach aktuellem Kenntnisstand als langfristige Ergänzung betrachtet werden. Er könnte zukünftig eine Rolle spielen, wenn erneuerbare Kapazitäten ausgebaut und Überschussstrom besser nutzbar gemacht werden können. Eine mögliche zukünftige Nutzung im Wärmesektor kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.**

## 6.11 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 Icking. 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.

### 6.11.1 Solarthermie

Für die Ermittlung des ST-Potenzials wurden bereits geeignete Dachflächen ab einem Potenzial für 9 m<sup>2</sup> 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, sie sind 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 6-3: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Icking.

Ertragspotenzial ST [MWh/a]	Kollektorflächenpotenzial ST [m <sup>2</sup> ]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m <sup>2</sup> a]
3.073	11.410	270

Wie in Tabelle 6-3 dargestellt, konnte insgesamt für die Gemeinde ein Potenzial von knapp 11.410 m<sup>2</sup> geeigneter und verfügbarer ST-Kollektorfläche ermittelt werden. Damit ergibt sich für die Gemeinde ein solarthermisches Potenzial in der Größenordnung von **3.070 MWh** pro Jahr bei einem angenommenen Jahresnutzungsgrad von 25 % (Valentin Energiesoftware GmbH, 2024).

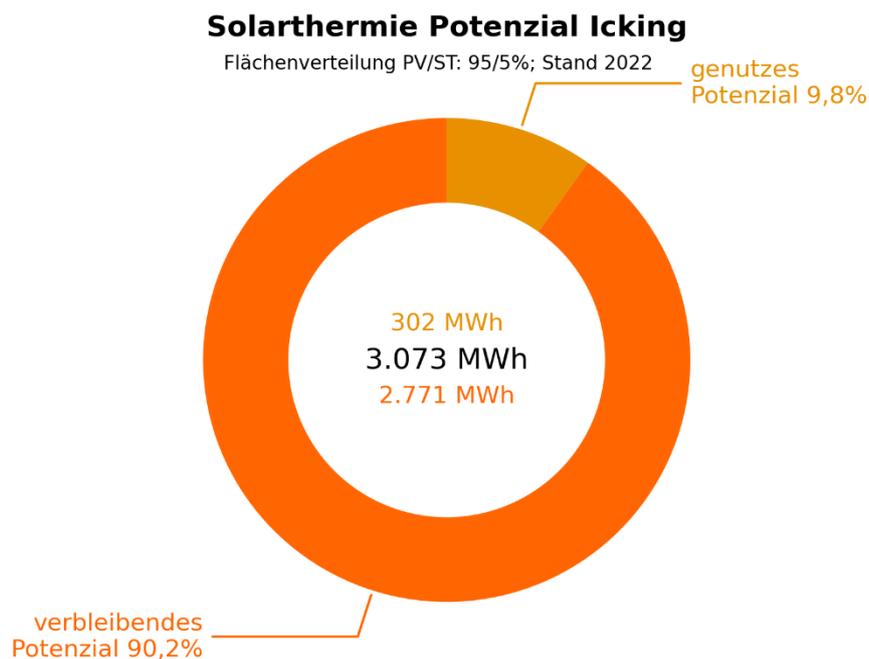


Abbildung 6-20: ST-Potenzial auf Dachflächen in Icking unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen von PV/ST mit 95/5%.

### 6.11.2 Photovoltaik

Für die Ermittlung des PV-Dachflächenpotenzials sind lediglich Dächer berücksichtigt, die mindestens ein Modulflächenpotenzial von 20 m<sup>2</sup> aufweisen. Eine Wirtschaftlichkeit ist i.d.R. erst ab dieser Größenordnung gegeben. Wie in Tabelle 6-4 zusammenfassend dargestellt wird, ist auf den geeigneten und noch nicht belegten Dachflächen der Gemeinde maximal noch Platz für knapp 211.017 m<sup>2</sup> PV-Modulfläche. Bei vollständiger Nutzung dieser Fläche ergäbe sich ein PV-Gesamtpotenzial in der Größenordnung von **20.630 MWh** pro Jahr.

Tabelle 6-4: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Gemeinde Icking

Ertragspotenzial PV [MWh/a]	Modulflächenpotenzial PV [m <sup>2</sup> ]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m <sup>2</sup> a]
20.627	211.017	98

Etwa 35 % des Potenzials entfällt auf Dachflächen von Gewerbebetrieben (inkl. landwirtschaftlich genutzter Gebäude) und gut 58 % auf Wohngebäude. Die Dächer der öffentlichen Gebäude machen knapp 6 % aus.

#### Photovoltaik Potenzial Icking

Flächenverteilung PV/ST: 95/5%; Stand 2022

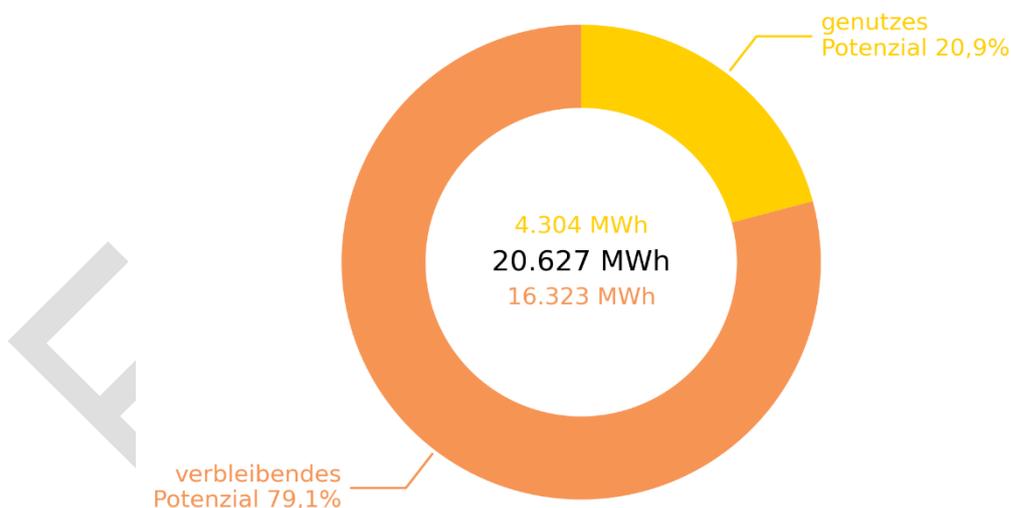


Abbildung 6-21: PV-Potenzial auf Dachflächen in Icking unter Berücksichtigung einer Verteilung der Potenzial-flächen PV/ST mit 95/5%.

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.



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

ENTWURF

## 6.12 Weitere Erzeugungspotenziale für Strom

### 6.12.1 Wind

Im Süden des Gemeindegebietes an der Gemeindegrenze zu Münsing befindet sich ein kleiner Teil eines Windvorranggebietes (siehe Abbildung 6-22). Die Gebietskulisse Windkraft weist diese Fläche als *voraussichtlich geeignet* aus. Laut Energieatlas Bayern würde der Ertrag einer beispielhaften Anlage mit einer Leistung von 5 MW in 180m Höhe bei **9.130 MWh/a** liegen (LfU, 2024c). Der Betrieb einer solchen Anlage könnte für die Energiegenossenschaft Icking interessant sein. Sollte sich die Entwicklung der dezentralen Wärmeversorgung gemäß beschriebenem Szenario verwirklichen, so ist mit einer starken Zunahme des Strombedarfs zu rechnen, den es ebenfalls durch vor-Ort erzeugten, erneuerbaren Strom zu decken gilt. Neben der Photovoltaik könnte die Windenergie hierzu einen sehr wichtigen und ergänzenden Beitrag leisten.

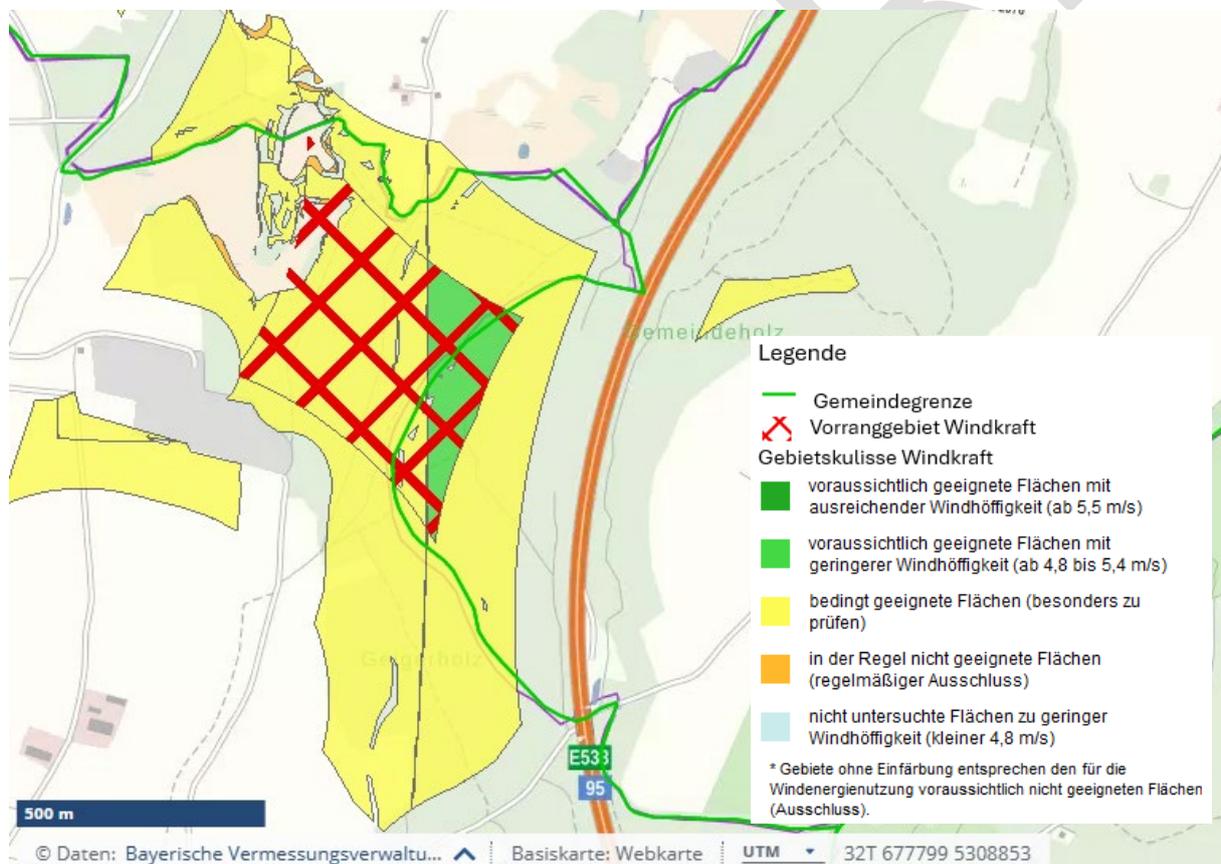


Abbildung 6-22 Die Darstellung der Gebietskulisse Windkraft und Vorranggebiet Wind im Energieatlas Bayern (LfU 2024).

### **6.12.2 Photovoltaik auf Freiflächen**

Für die Ermittlung des PV-Freiflächen Potenzials kann genauso wie für die Solarthermie Freiflächen das Flächenscreening (Abbildung 6-2) 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 PV-Freiflächenanlagen ausgeschlossen werden, als theoretisch geeignet. Insgesamt würden in Icking somit 668 ha zur Verfügung stehen. Derzeit liegt die Deckung des Strombedarfs durch vor-Ort erzeugte erneuerbare Energien bei 53 %. Vorrangiges Ziel der Gemeinde ist es, 100 % des Energiebedarfs durch Erneuerbare Energien zu decken. Durch Sektorenkopplung und damit der steigenden Nachfrage nach Strom auch in den Sektoren Mobilität und Wärme, ist perspektivisch mit einem Anstieg des Strombedarfs zu rechnen. Um diese Effekte miteinzubeziehen, sollte eine Deckung des derzeitigen Stromverbrauchs von 200 % durch regenerativ erzeugten Strom angestrebt werden. Um das durch den Ausbau von PV-Freiflächen zu erreichen, wären von insgesamt 16 ha nötig. Das entspricht 2 % der theoretisch verfügbaren Fläche.

Wie in Kapitel 5.4 beschrieben, ist in den nächsten Jahren der Netzausbau des Mittelspannungsnetzes und der Ersatzneubau des Umspannwerks Föhrenwald geplant, so dass bei einem weiteren Ausbau der PV-Freiflächenanlagen nicht mehr mit Kapazitätsengpässen zu rechnen ist.

### **6.13 Großwärmespeicher**

Die Analyse der Gebäudestruktur in Icking (Kapitel 5.2) zeigt, dass der Einsatz von Großwärmespeichern in der aktuellen Situation nur begrenzt sinnvoll ist. Die erforderlichen hohen Vorlauftemperaturen machen eine weitere detaillierte Betrachtung von Großwärmespeichern im Rahmen dieser Wärmeplanung daher nicht erforderlich.

### **6.14 Darstellung der Ergebnisse**

Für Icking gibt sich ein breites Spektrum an Möglichkeiten den Wärmebedarf der Gebäude zu decken. Abbildung 6-23 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.

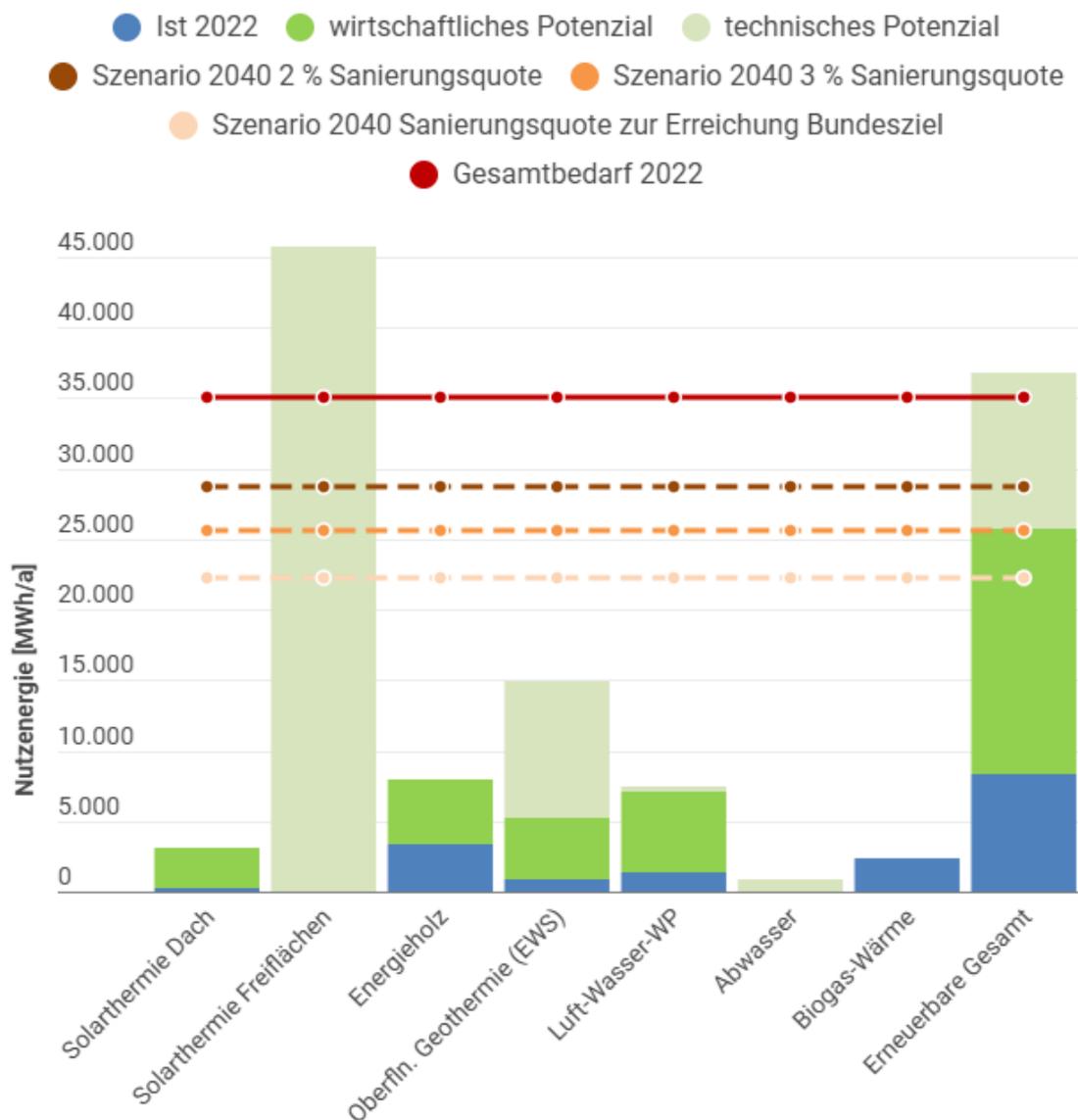


Abbildung 6-23: Technische und wirtschaftliche Wärmepotenziale für die Gemeinde Icking.

Es ist klar ersichtlich, dass eine Reduzierung des Wärmebedarfs essenziell ist, um eine vollständige Deckung durch erneuerbare Energie zu erreichen. Mit dem Gesamtwärmebedarf von 2022 wäre bereits heute eine Deckung von 47 % mit den wirtschaftlichen Potenzialen im Gemeindegebiet zu erreichen. Eine vollständige Deckung bis 2040 wäre mit einer Sanierungsquote von 2 % 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. Auch stehen diese Potenziale teils in Konkurrenz, was jedoch in der Szenarienentwicklung in Kapitel 7 einbezogen wird.

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 eines Eigentümers eine große Rolle spielen.

## 7 Zielszenario

Die Wärmeplanung zielt darauf ab, die Vorgaben des bayrischen Klimaschutzgesetzes zu erfüllen und somit eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2040 sicherzustellen. Dabei werden die Emissionen schrittweise reduziert, mit ambitionierten Zwischenzielen bis 2030 und 2035. Grundlage der Szenarientwicklung 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. Dieses Kapitel beschreibt die Entwicklung von Ziel- und Szenarienpfaden, die den Weg zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufzeigen.

### 7.1 Entwicklung des Wärmeverbrauchs

Die Prognose des zukünftigen Wärmeverbrauchs wurde auf Basis des Wärmekatasters erstellt. Dabei wurden die Vorgaben des Technikkatalogs für die kommunale Wärmeplanung herangezogen und die Berechnungen im Einklang mit dem Szenario T45RedEff des BMWK durchgeführt (siehe Kapitel 6.2).

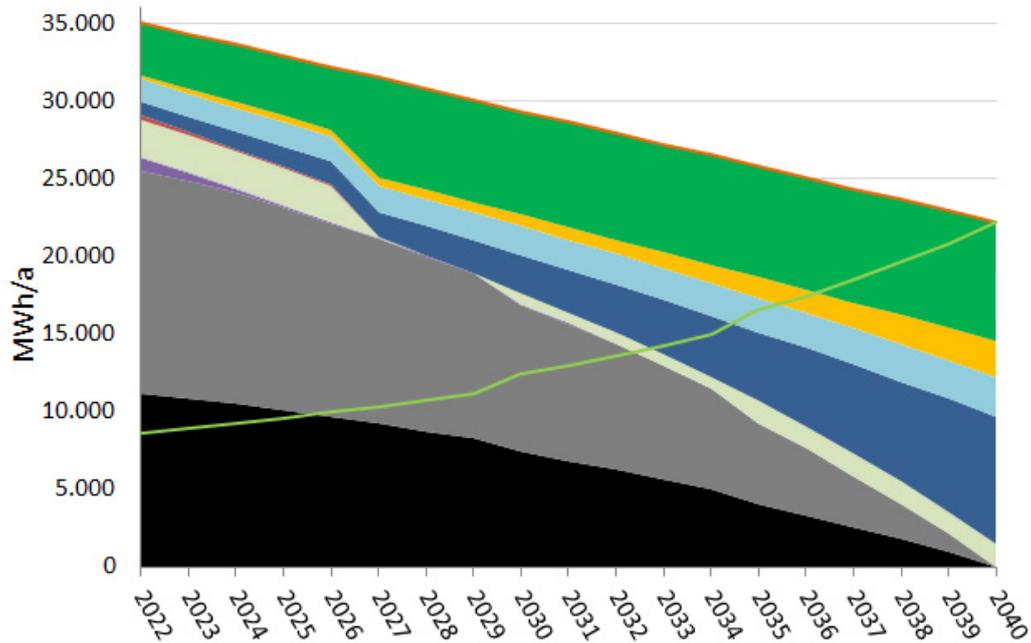
Um die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen, bedarf es in der Gemeinde Icking eine ambitionierte jährliche Sanierungsquote von 4 %. Dies bedeutet, dass jedes Jahr 4 % der Gebäude vollständig energetisch saniert werden, um die erforderlichen Einsparungen im Wärmebedarf zu erzielen. Dieser Ansatz reflektiert die Notwendigkeit eines erheblichen Fortschritts bei der Gebäudesanierung, insbesondere im Hinblick auf die steigenden Anforderungen an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.

Gleichzeitig wurde auch eine alternative Verbrauchsentwicklung mit einer reduzierten Sanierungsquote von 2 % berechnet. Diese Perspektive geht von höheren Hemmnissen aus, die die Umsetzung der Sanierungsziele derzeit verzögern könnten. Dieses zweigleisige Vorgehen gewährleistet, dass die Wärmeplanung sowohl die Zielvorgaben, als auch weniger ambitionierte Szenarien integriert und so eine robuste Grundlage für zukünftige Entscheidungen bietet.

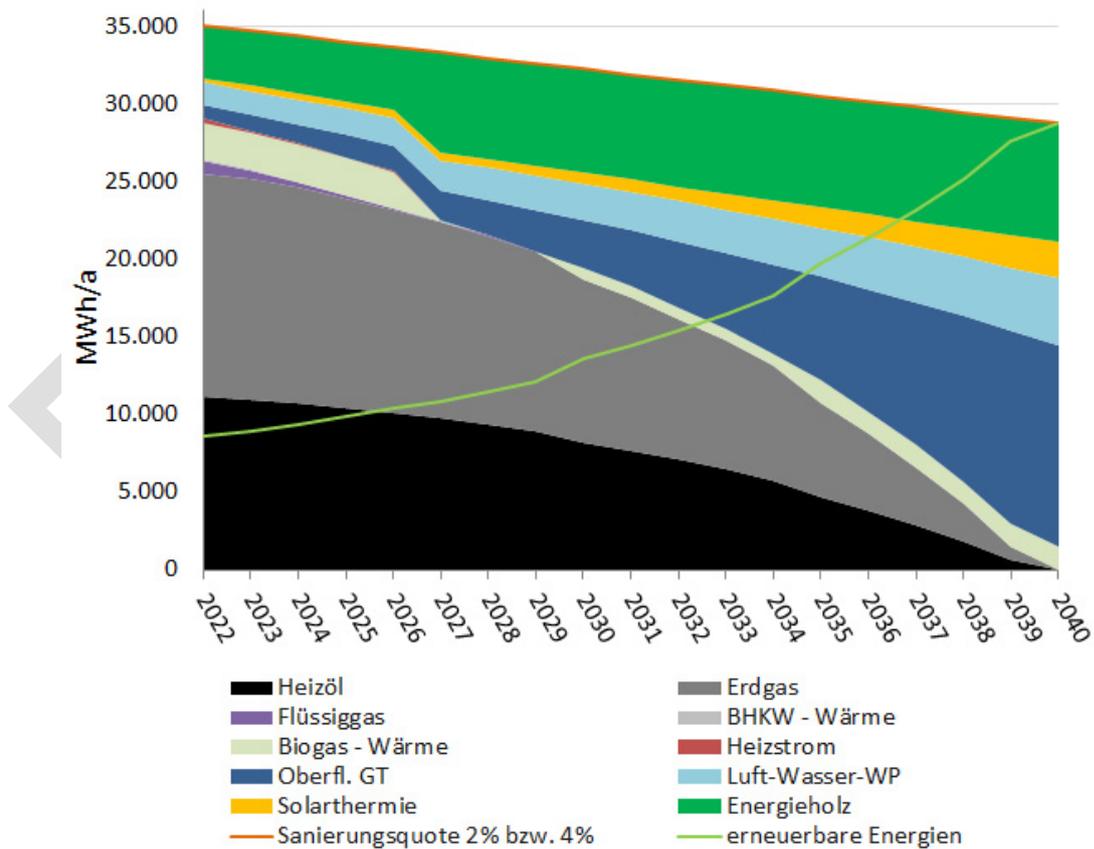
Bei konstantem Rückgang des Nutzwärmebedarfs wird voraussichtlich im Jahr 2026 oder 2027 die Wärme der Biogasanlage durch Holzhackschnitzel substituiert werden. Für einen weiteren Teil der Gebäude werden die Energieträger nach und nach durch Energieholz ersetzt, teils durch dezentrale Anlagen, teils durch Wärmeverbund wie z.B. im Ortsteil Dorfen. Dabei sollte der Fokus auf Gebäuden liegen, bei denen aufgrund ihrer Beschaffenheit kein effizienter Betrieb mit oberflächennaher Geothermie möglich ist. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das gesamte Energieholzpotenzial bis auf das Potenzial aus

Kurzumtriebsplantagen (KUP) ausgeschöpft wird, da dieses in Flächenkonkurrenz mit der Landwirtschaft und Solarthermie bzw. Photovoltaik steht. Dies soll nicht bedeuten, dass nicht auch KUP bei geeigneter Erzeugerstruktur in Icking einen sinnvollen Beitrag zur Wärmewende leisten kann. Auch das Biogaspotenzial wird schrittweise wieder aufgebaut entsprechend der Potenziale, die in Kapitel 6.8.2 erhoben wurden. 5 % der Dachflächen von drei Viertel der Gebäude mit Warmwasserbedarf werden mit Solarthermie erschlossen, ebenso wie das Dach einer potenziellen Heizzentrale. Gleichzeitig wird bei stetiger Sanierung des Gebäudebestands immer mehr Wärmebedarf durch Wärmepumpen gedeckt. Dabei wird wo möglich aufgrund höherer Effizienz auf oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) zurückgegriffen, jedoch spielen auch Luft-Wasser-Wärmepumpen eine große Rolle. Das Szenario geht davon aus, dass im Jahr 2040 in 75 % der Gebäude, bei denen eine Erdwärmesonde (EWS) den Wärmebedarf unter konservativer Schätzung der Entzugsleistung decken kann, tatsächlich eine EWS installiert wird. Die übrigen 25 % der Gebäude, bei denen eine EWS möglich wäre, werden aufgrund niederschwelliger Erschließung stattdessen mit Luft-Wasser-Wärmepumpen beheizt. Zudem werden alle weiteren Gebäude, die den entsprechenden Sanierungsstandard erfüllen, ebenfalls mit Luft-Wasser-Wärmepumpen versorgt. In den beschriebenen Szenarien ergäbe sich hierdurch ein zusätzlicher Strombedarf für die Wärmeerzeugung von etwa 2.500 bis 4.700 MWh. In Kapitel 6.11.2 bzw. 6.12 wird erläutert, dass eine Erzeugung dieses zusätzlichen Stroms mithilfe der Potenziale im Gemeindegebiet gut zu erreichen ist. Die Bayernwerk Netz GmbH gibt an, dass der Mehrbedarf an Kapazitäten in der Region durch die umfassenden Ausbaupläne voraussichtlich bewältigt werden kann, auch wenn konkrete Prognosen bis 2040 derzeit fehlen. Mit Rekordinvestitionen in den Netzausbau ist eine rechtzeitige Anpassung an die steigenden Anforderungen geplant und die Gemeinde wird über die Maßnahmen informiert.

Entwicklung Nutzwärmemix - Szenario 2040 bei  
Gebäudesanierungsquote von 4%  
(im Einklang mit T45RedEff)



Gebäudesanierungsquote von 2%



- Heizöl
- Flüssiggas
- Biogas - Wärme
- Oberfl. GT
- Solarthermie
- Sanierungsquote 2% bzw. 4%
- Erdgas
- BHKW - Wärme
- Heizstrom
- Luft-Wasser-WP
- Energieholz
- erneuerbare Energien

Abbildung 7-1: Entwicklung des Wärmemix der Nutzenergie in Icking mit Sanierungsquoten von 4 % und 2 % (Bundesziel).

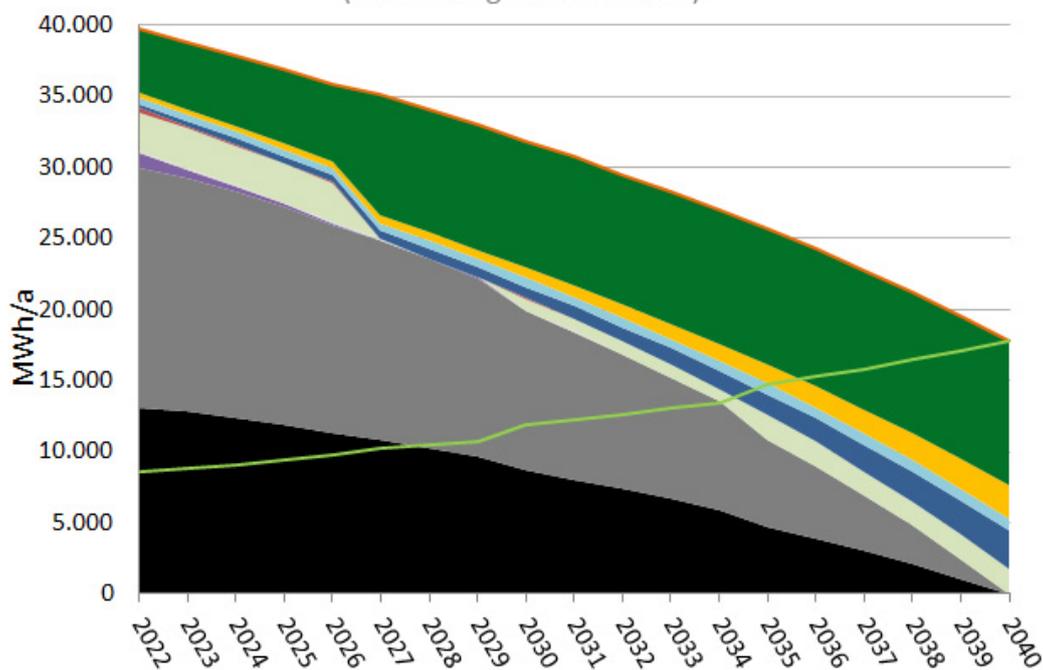
## 7.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Auf der Erzeugerseite spielt der zukünftige Endenergiebedarf eine wichtige Rolle. Eine wichtige Frage ist beispielsweise, wie viel Holzhackschnitzel eingesetzt werden müssen, um den entsprechenden Nutzwärmebedarf zu decken. Vergleicht man die Abbildung 7-2 mit der Abbildung 7-1 so zeigt sich, dass der Endenergiebedarf in den Szenarien für 2040 deutlich geringer ist als im Bilanzjahr 2022. Dem liegt zu Grunde, dass der Nutzenergieertrag bei den Wärmepumpentechnologien um ein Vielfaches höher ist als bei den fossilen Energieträgern. Im Bilanzjahr werden etwa 39,7 GWh Endenergie benötigt, um 35,1 GWh Nutzwärme zu erzeugen, während im Zieljahr bei ambitionierter Sanierungsquote mit 17,8 GWh Endenergie 22,2 GWh Nutzwärme erzeugt werden könnten. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung um 36 %.

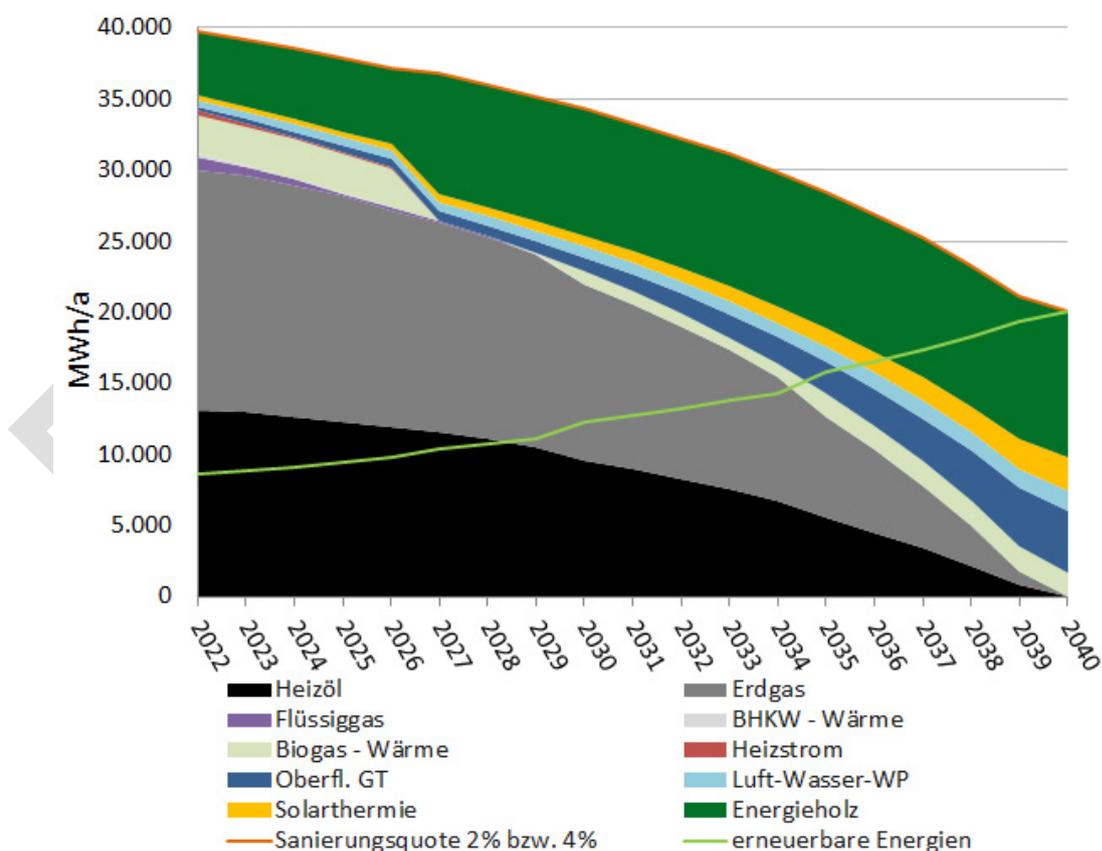
Die positiven Auswirkungen in der Energieträgertransformation schlagen sich auch sehr deutlich in der CO<sub>2</sub>-Bilanz nieder (siehe Abbildung 7-3). Während im Bilanzjahr 2022 9.370 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgestoßen wurden, könnte sich dieser Ausstoß bis 2040 auf jährlich 530 bzw. 590 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente verringern was einer Reduktion um 94 % entspricht.

Die Szenarien machen deutlich, dass das Erreichen von 100 % erneuerbaren Energien bis 2040 durchaus realistisch ist. 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 Wärmewende in Icking nichts im Wege.

Entwicklung Wärmemix Endenergie- Szenario 2040 bei  
Gebäudesanierungsquote von 4%  
(im Einklang mit T45RedEff)



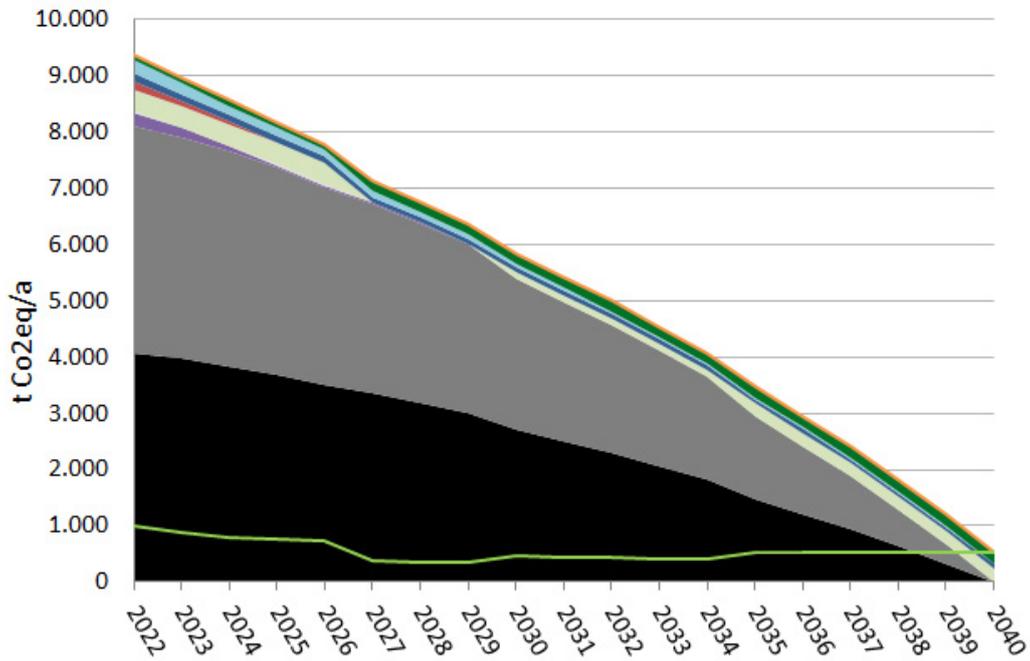
Gebäudesanierungsquote von 2%



- Heizöl
- Flüssiggas
- Biogas - Wärme
- Oberfl. GT
- Solarthermie
- Sanierungsquote 2% bzw. 4%
- Erdgas
- BHKW - Wärme
- Heizstrom
- Luft-Wasser-WP
- Energieholz
- erneuerbare Energien

Abbildung 7-2 Entwicklung des Endenergiebedarfs in Icking bis 2040 für eine Sanierungsquote 4 % und 2 % (Bundesziel).

Entwicklung Wärmemix CO<sub>2</sub>-Äquivalente - Szenario 2040 bei Gebäudesanierungsquote von 4% (im Einklang mit T45RedEff)



Gebäudesanierungsquote von 2%

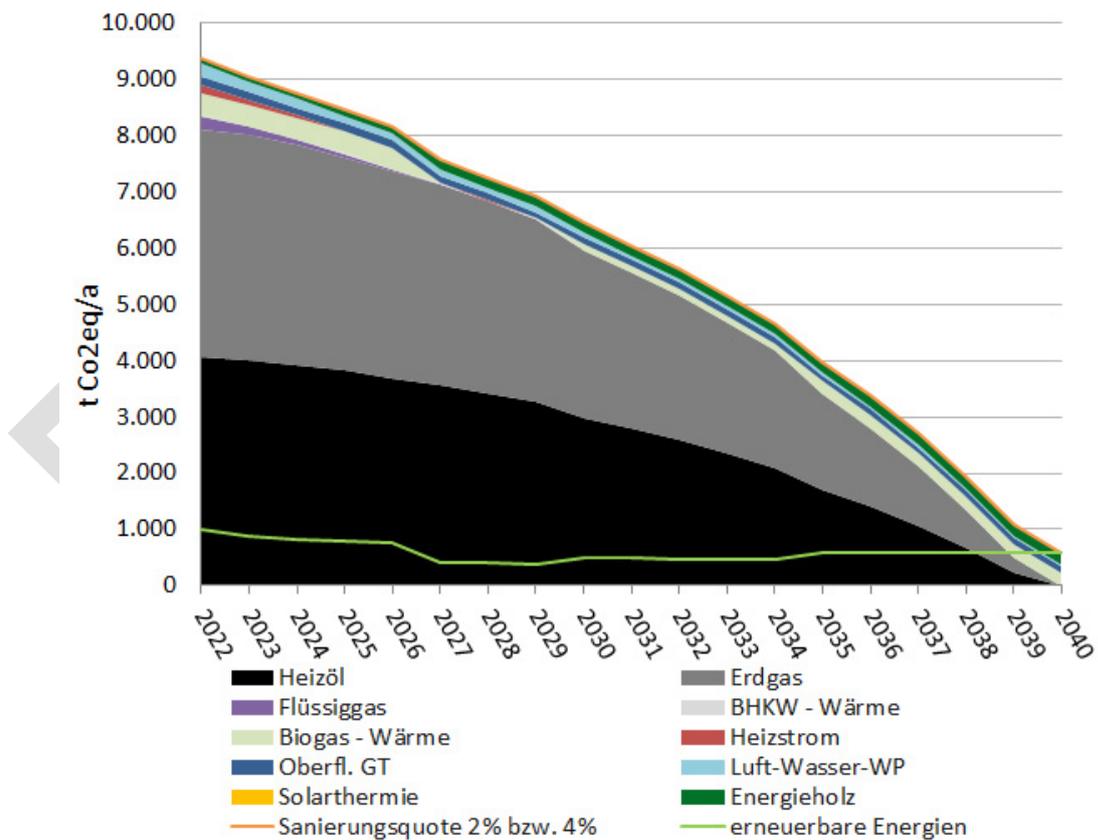


Abbildung 7-3 Entwicklung der Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in Icking bis 2040 für eine Sanierungsquote von 4 % und 2 % (Bundesziel).

## **8 Einteilung des beplanten Gebietes 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.

### **8.1 Perspektiven und Unsicherheiten der Wasserstoffnutzung in der Wärmeversorgung**

Wie bereits in Kapitel 6.10 beschrieben ist die Versorgung mit Wasserstoff derzeit noch mit großer Unsicherheit behaftet. Zwar gibt der Netzbetreiber an, dass eine Umstellung des bestehenden Gasnetzes auf Wasserstoff in weiten Teilen mit vergleichsweise geringem technischem Aufwand möglich wäre. Allerdings können aktuell auf Grundlage der vorliegenden Bewertungsmetrik keine Teilgebiete identifiziert werden, die für eine verlässliche und wirtschaftlich tragfähige Versorgung mit Wasserstoff – insbesondere in der durch Ein- und Zweifamilienhäuser geprägten Gebäudestruktur von Icking – 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. Dabei ist zu beachten, dass ein solcher Fahrplan nicht mit aktuell bestehenden Gasnetztransmutationsplänen gleichzusetzen ist. In jedem Fall sollte der Fortschritt der Planungen in diesem Bereich 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.

### **8.2 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungen**

Der vorliegende Wärmeplan für die Gemeinde Icking 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. Die Gemeindevertretung kann jedoch 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 Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, dürfen in diesen Gebieten nur neue Heizanlagen installiert werden, die einen Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erfüllen. Dies ist jedoch allein schon aus wirtschaftlicher Sicht für die Verbraucher sowieso empfehlenswert.

### **8.3 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, Baualtersklassen, Gebäudekategorien, Heizungsanlagenalter sowie lokale Strom- und Wärme-erzeugungspotenziale aus Bestands- und Potenzialanalyse im digitalen Zwilling bewertet. Im zweiten Schritt wurden die Teilgebiete hinsichtlich voraussichtlicher Wärmegestehungs-kosten, Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit sowie im Betrachtungszeitraum kumulierten Treibhausgasemissionen analysiert. Anhand dessen wurden die Gebiete in Eignungsstufen je Wärmeversorgungsart unter Berücksichtigung des Inputs von Gasnetzbe-treiber und Gemeinde für das Zieljahr 2040 eingeteilt. Das Ergebnis ist im Anhang „Eig-nungsstufen 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 aufgrund der Vielzahl an Akteuren eine zeitlich abgestufte Einteilung nicht möglich.

### **8.4 Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungs-gebiete**

Das Ergebnis der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist in Abbildung 8-1 dargestellt. Die gesamte Karte befindet sich im Anhang „voraussichtliche Wärmever-sorgungsgebiete“.

Das Gymnasium versorgt bereits die Grundschule mit Wärme. Im Bereich des Rathauses, des Hotels Klostermaier und des Isarwegs bieten sich sowohl dezentrale Lösungen als

auch ein Wärmeverbund als Optionen an. Ein Wärmeverbund erscheint jedoch nur dann wirtschaftlich und sinnvoll, wenn das Hotel einbezogen wird, das derzeit über eine moderne und effiziente Heizungsanlage verfügt. Die Gegebenheiten müssen daher im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans erneut evaluiert werden.

Interessant ist der nördliche Bereich von Dörfern, der aufgrund seiner Siedlungsstruktur sowohl für dezentrale Lösungen als auch für ein Wärmenetz gut geeignet ist. Hier gibt es bereits konkrete Planungen und Bestrebungen, ein Wärmenetz zu realisieren. Diese Initiative wird durch weitere Faktoren gestützt, die detailliert in Kapitel 9.2.3 erläutert werden. Der Betrieb eines Wärmeverbunds könnte bereits bis 2030 realisiert werden.

Im Norden der Gemeinde im Bereich des St.-Anna-Kollegs, besteht Potenzial für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung der umliegenden Gebäude. Gleichmaßen geeignet wären auch dezentrale Lösungen in diesem Bereich, um die lokalen Anforderungen zu erfüllen.

In Irschenhausen ist die Siedlungsstruktur eher für dezentrale Versorgung geeignet. Im Kern des Ortsteils, wo bereits Ansätze einer nachbarschaftlichen Wärmeversorgung bestehen, könnte zukünftig eine Erweiterung der Anlagen in Betracht gezogen werden. Weitere Gebäude könnten einbezogen werden, sollte der Bedarf entstehen und die bestehenden Kessel ausgetauscht werden. Eine erneute Bewertung bei künftigen Planungsfortschreibungen ist hierfür sinnvoll.

In Wadlhausen gibt es Überlegungen, nach der Installation eines neuen Kessels weitere Gebäude anzuschließen, weshalb der Bereich als Wärmenetzverdichtungsgebiet ausgewiesen wurde. Dies würde eine effizientere Nutzung der Infrastruktur fördern.

Im Ortsgebiet von Icking selbst ist mangels Möglichkeiten für zentrale Wärmeerzeugung und insbesondere aufgrund der Siedlungsstruktur eine dezentrale Versorgung die kosteneffizienteste Option. Hier gibt es vielversprechende Potenziale für Systeme wie Erdwärmesonden oder Luft-Wasser-Wärmepumpen, die in diesem Umfeld gut einsetzbar wären. Diese Einordnung trifft ebenso auf die Weiler Walchstadt, Attenhausen und Schlederloh zu, die ebenfalls von dezentralen Lösungen profitieren könnten.

Die Vielfalt der Gegebenheiten in der Gemeinde Icking legt nahe, dass eine flexible und auf die jeweiligen lokalen Bedingungen abgestimmte Wärmeversorgung sinnvoll ist. Sowohl zentrale als auch dezentrale Ansätze bieten unterschiedliche Vorteile, um den Mix an vorhandenen Potenzialen bestmöglich auszuschöpfen.

## Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete Icking

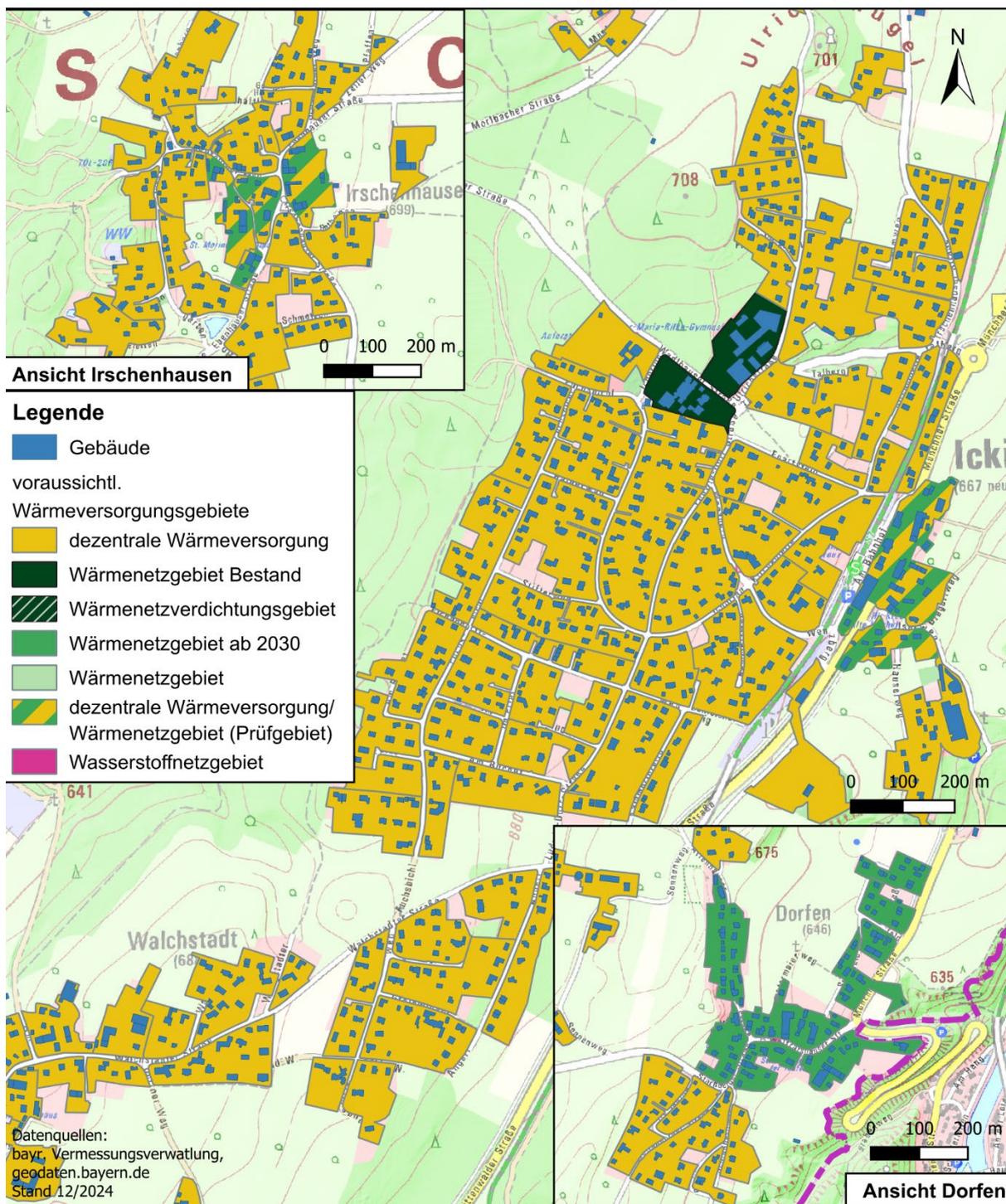


Abbildung 8-1 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in der Gemeinde Icking bis 2040.

## 9 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.

### 9.1 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 CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial wird in gering (< 100 t CO<sub>2</sub>/a), mittel (100 t CO<sub>2</sub>/a bis 500 t CO<sub>2</sub>/a) und hoch (> 500 t CO<sub>2</sub>/a) klassifiziert.

Zur besseren Übersicht wird die Kategorisierung der Maßnahmen in Tabelle 9-1 zusammengefasst und dargestellt.

Tabelle 9-1: Kategorisierung der Maßnahmen nach Kosten, Dauer und Wirkung

<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Quantifizierung</b>
<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 <sub>2</sub> /a
	Mittel	100-500 t CO <sub>2</sub> /a
	Gering	< 100 t CO <sub>2</sub> /a

## 9.2 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 Icking übertragen, wodurch ein Multiplikatoreffekt erzielt werden kann.

### 9.2.1 Optimierung der Heizungsregelung

Die Heizungsregelung spielt eine zentrale Rolle für die Energieeffizienz eines Gebäudes. Durch smarte 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 9-1).

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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> Wohnfläche, 4.000 m<sup>3</sup> Erdgas:

- 1) 4.000 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> = 225 kWh/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>a ergeben, so besteht deutlicher Handlungsbedarf.*

A+	A	B	C	D	E	F	G	H					
0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	>250			
Effizienzhaus 40		MFH Neubau		EFH Neubau		EFH energetisch gut modernisiert		Durchschnitt Wohng Gebäudebestand		MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert		EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert	

Abbildung 9-1: Beispielrechnung Energieverbrauchswert.

## 9.2.2 Änderung Messkonzept im Rathaus

Über den Hausanschluss des Gebäudes werden zurzeit verschiedene Parteien über jeweils geeichte Zähler des Netzbetreibers mit Strom versorgt. Für jeden Zähler ist eine monatliche Grundgebühr erforderlich. Die Umsetzung des Solarpaket 1 ermöglicht eine sog. gemeinschaftliche Gebäudeversorgung. Dieses Modell kann dazu genutzt werden, dass der mit einer PV-Dachanlage erzeugte Strom nicht nur über einen Zähler als Eigenstrom genutzt werden kann. Bisher war dies nur über das bürokratisch sehr aufwendige Mieterstrom-Modell möglich, mittlerweile können andere Messkonzepte eingesetzt werden. Moderne Smart-Meter erfassen viertelstundengenau die Verbrauchsmengen und bilden so die Grundlage für das Abrechnungssystem. Das Profil der Stromerzeugung durch die PV-Anlage wird ebenfalls in dieser Konfiguration aufgezeichnet. Ein Energiedienstleister kann entweder über eine statische oder dynamische Zuteilung den PV-Strom den Nutzern im Gebäude zuordnen und somit den Eigenstrom vom Dach angemessen verrechnen.

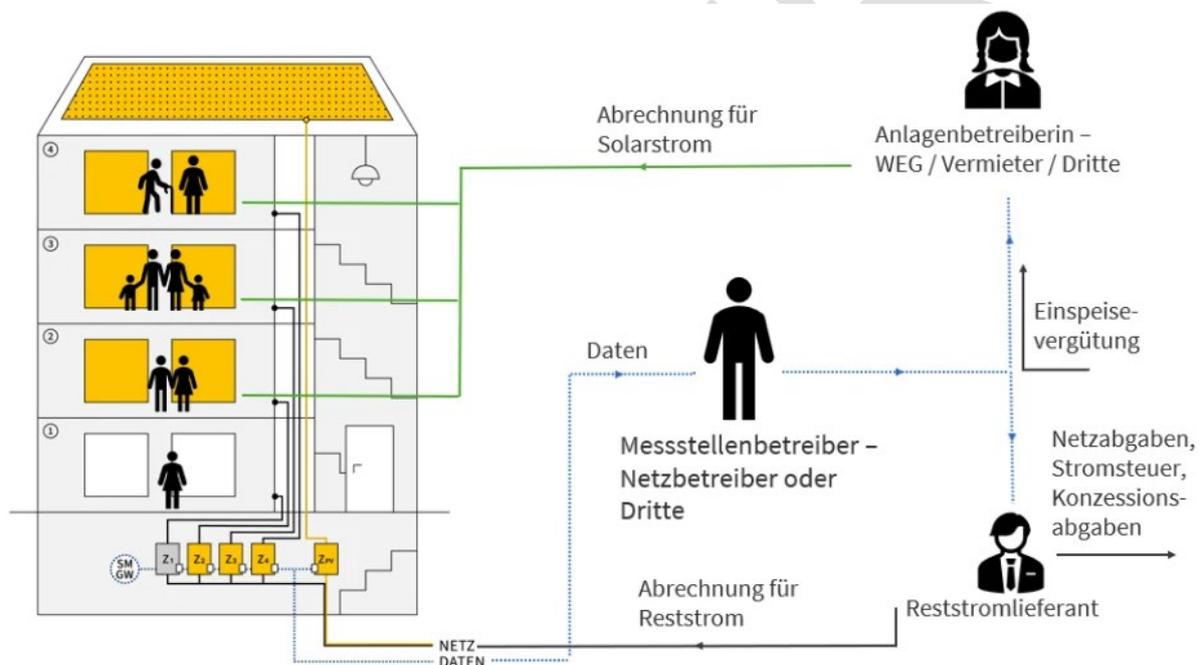


Abbildung 9-2: Abrechnungsprinzip Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung (Jung, 2024).

Für das Rathaus von Icking bedeutet dies, dass wesentlich mehr PV-Strom gebäudeintern genutzt werden könnte. Damit sinkt jedoch auch die Strommenge, die aktuell über das EEG vergütet wird. Diese Vergütung beträgt bei Anlagen aus dem Jahr 2013 14,56 ct je kWh. Bei aktuellen Strompreisen von ca. 30 ct/kWh ist es also wesentlich wirtschaftlicher, den Strom intern zu nutzen, als einzuspeisen. Selbst bei einem sehr günstigen Tarif zum Betrieb einer Wärmepumpe ist die Eigennutzung im Gebäude von Vorteil. Im Jahr 2023 wurden ca. 14.000 kWh PV-Strom eingespeist. Bei einer Preisdifferenz von z.B. 10 ct/kWh läge der Preisvorteil bei 1.400 € pro Jahr. Die Abrechnung von PV-Strom an externe Nutzer ist aufwendig und übersteigt wahrscheinlich den wirtschaftlichen Vorteil. Die

verwaltungsinternen Zähler können jedoch zu einem Zähler zusammengefasst werden. Über einen effizienteren Betrieb der bestehenden Wärmepumpe durch verstärkte Eigenstromnutzung kann somit ein zusätzlicher Beitrag zur Wärmewende geleistet werden.

### 9.2.3 Gemeinschaftliche Wärmeversorgung Ortsteil Dorfen

Die Wärmeversorgung der meisten Gebäude im Ortsteil Dorfen erfolgt aktuell über Gaskessel. Auch die kommunalen Liegenschaften Vereinsheim, Feuerwehrgerätehaus und Kindergarten werden mit Erdgas beheizt. Von Seiten der Gebäudeeigentümer besteht das Bestreben, eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung des Orts zu etablieren.

Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmeverbundes ist ein ausreichend hoher Wärmebedarf im zu versorgenden Gebiet. Um potenziell geeignete Bereiche und Straßenzüge für eine Nahwärmeversorgung zu identifizieren, können die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung herangezogen werden. Dabei wird in einem ersten Schritt der Wärmebedarf mittels Informationen über die Art der Gebäudenutzung und der Baualtersklasse der einzelnen Gebäude ermittelt. Dieser spezifische Jahreswärmebedarf setzt sich zusammen aus dem jeweiligen Heiz- und Warmwasserbedarf. Darauf aufbauend erfolgt die Berechnung der Wärmedichte, welche den Jahreswärmebedarf mehrerer Gebäude zusammenfasst. Durch die Darstellung des Wärmebedarfs in Megawattstunden pro Trassenmeter und Jahr (MWh/m\*a) wird ersichtlich, in welchen Bereichen ein Wärmeverbund möglich sein könnte. In Abbildung 9-3 ist eine mögliche Ausbauvariante dargestellt.

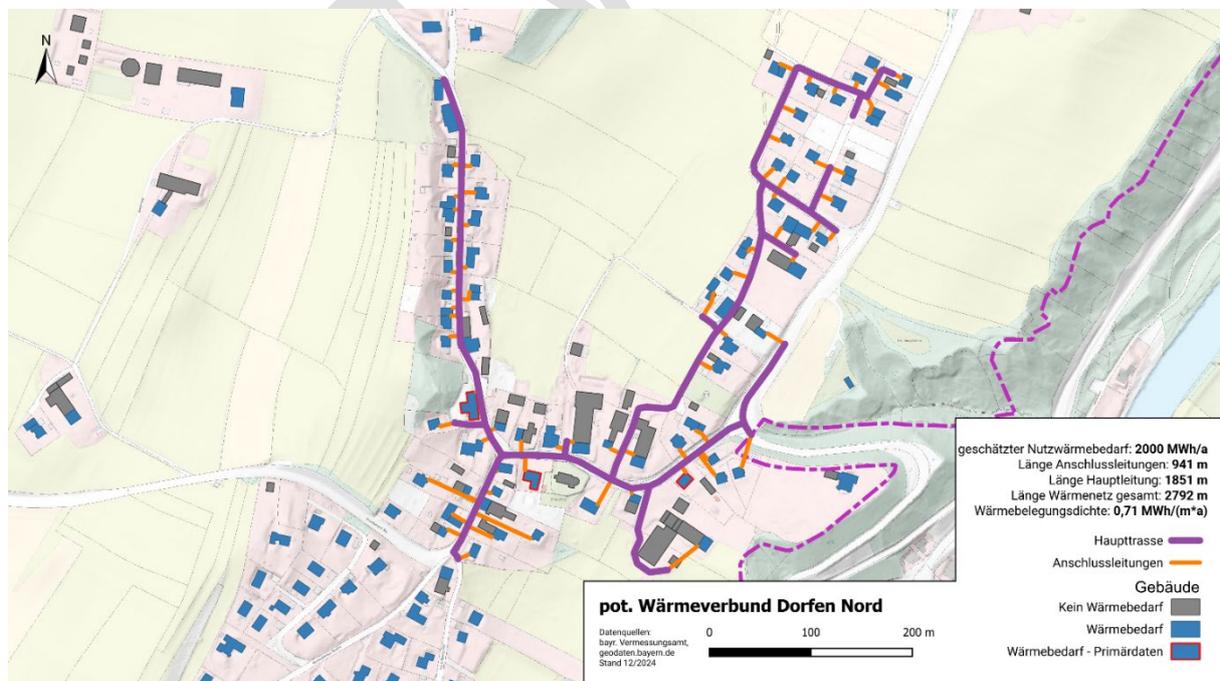


Abbildung 9-3: Potenzieller Wärmeverbund im Ortsteil Dorfen.

Mit einer Wärmebelegungsichte von ca. 0,7 MWh/m<sup>2</sup>a bei einer hundertprozentigen Anschlussquote könnten mit einer gemeinschaftlichen Lösung marktfähige Energiepreise erzielt werden. Voraussetzung dafür ist eine Betreibergesellschaft, die sich aus der Bürgerschaft entwickelt. Gewerbliche Energiedienstleister zeigen für derartige Projekte erst ab einer Belegungsichte von 1,5 MWh /m<sup>2</sup>a Interesse. Die Gemeinde Icking selbst kann Investitionen in diesem Bereich nur schwer im Haushalt darstellen. Als öffentliche Einrichtung müssen Kommunen vergaberechtliche Vorgaben einhalten. Dies führt erfahrungsgemäß zu sehr hohen Preisen, sodass kaum wirtschaftlich darstellbare Wärmepreise entstehen.

Der Handlungsspielraum der Gemeinde besteht in der Unterstützung von Eigeninitiative, der Berücksichtigung von Planungen im Rahmen gemeindeeigener Tiefbauarbeiten sowie dem Anschluss der kommunalen Gebäude an ein mögliches Wärmenetz.

Zudem kann die Gemeinde mit möglichen Standorten zur Errichtung einer Energiezentrale unterstützen. Bei einem Anliegertreffen wurden bereits Standorte genannt, die bei den weiteren Planungen der Gemeinde betrachtet werden:

- Bei Ausbau des Gewerbegebiets östlich der B11 könnte ein Teil einer Parzelle für eine Energiezentrale zur Verfügung gestellt werden. Dadurch ergibt sich auch die Möglichkeit, die zukünftigen Gewerbebetriebe mit regenerativer Wärme zu versorgen. Die eventuelle Nutzung der Abwärme aus dem Abwassersystem wäre nur an dieser Stelle möglich.
- Im Zuge des Neubaus der Feuerwehr könnten Räume errichtet und einer Betreibergesellschaft zur Verfügung gestellt werden, sodass diese dort regenerative Wärme erzeugen und verteilen könnte.

Aktuell wird das konkrete Interesse der GebäudeeigentümerInnen ermittelt. Nach Auswertung dieser Rückmeldungen können erste überschlägige Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit erfolgen. Ebenso können dann Überlegungen zur Zusammensetzung der Energieträger erfolgen.

Die Förderlandschaft unterstützt den Ausbau von Wärmenetzen erheblich. Größere Projekte werden über die Bundesförderung effiziente Wärmenetze unterstützt, kleinere Projekte unter Einbeziehung von Biomasse können über das Programm Biowärme Bayern des Freistaats gefördert werden.

Bei einer Anschlussquote von 70% der skizzierten Gebäude wäre eine **Treibhausgaseinsparung von ca. 280 t/a** möglich.

### 9.2.4 Effizienzsteigerung Wärmeverbund FFW-Rathaus

Im Jahr 2009 wurde bei der freiwilligen Feuerwehr eine Brennwert-Kaskaden-Anlage mit einer thermischen Leistung von 2x 45 kW installiert. Diese versorgt nicht nur dieses Gebäude, sondern liefert bei Spitzenbedarf im Rathaus über eine Verbindungsleitung Wärme dorthin.



Abbildung 9-4: Brennwert-Kaskadenanlage FFW Icking.

Im Rathaus selbst sorgt eine Wärmepumpe für die erforderliche Grundlast, ein Pufferspeicher sorgt zunächst für lange Laufzeiten der Wärmepumpe. Dennoch ist die Gasbedarf erheblich, der zur Wärmeversorgung an das Rathaus weitergeleitet wird. Zudem treten über die lange Strecke der Verbindungsleitungen Wärmeverluste auf, die reduziert werden könnten.

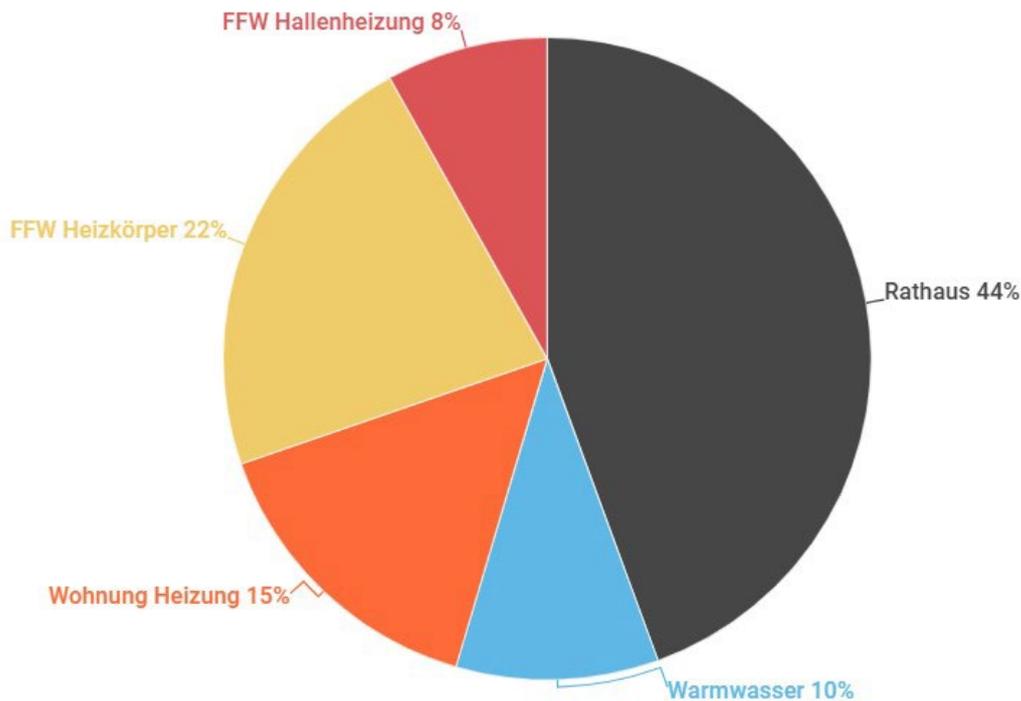


Abbildung 9-5: Aufteilung Wärmebedarf der Brennwertanlage FFW Icking.

Empfohlen wird zunächst eine Überprüfung der Einstellwerte an der Wärmepumpe im Rathaus sowie an der Heizungsregelung der FFW, die die Pumpe zur Beschickung der Fernwärme steuert.

Anschließend sollte mittels eines Datenloggers aufgezeichnet werden, zu welchen Zeiten eine Wärmelieferung ans Rathaus stattfindet. Möglicherweise „überschiebt“ die fossile Wärmelieferung die Sollwerte der Wärmepumpe, sodass deren Fühler ein ausreichendes Temperaturniveau anzeigen und sie somit nicht aktiviert wird.

Gerade in Kombination mit der bestehenden PV-Anlage auf dem Rathaus sollte die Wärmepumpen einen möglichst hohen Beitrag zur Wärmeversorgung liefern.

Bei den jetzigen Kesselanlagen ist mit einer Laufzeit von ca. 20 Jahren zu rechnen. Dies bedeutet, dass in den kommenden fünf Jahren Planungen zur regenerativen Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgen sollten.

### 9.2.5 Nachverdichtung bestehender Wärmeverbände in Irschenhausen

Im Ortsteil Irschenhausen werden aktuell drei kleine Wärmenetze betrieben. In der Regel sind die Rohrquerschnitte so ausgelegt, dass der Wärmebedarf der angeschlossenen Gebäude unmittelbar gedeckt werden konnte. Nach Auskunft der Betreiber besteht auch bei den Kesselleistungen der Hackschnitzelkessel keine zusätzlichen Kapazitäten. In der Regel werden diese Anlagen ca. 20 Jahre lang betrieben, danach verursachen Reparatur-

und Wartungsarbeiten erfahrungsgemäß immer höhere Kosten. Sollten die Energiezentralen neu ausgestattet werden, so ist dies der geeignete Zeitpunkt, um eventuell weitere Gebäude in der näheren Umgebung mit anzuschließen. Die Kapazität der Wärmenetze kann oftmals erhöht werden, indem dezentrale Pufferspeicher bei Wärmekunden installiert werden. Über sog. Gruppenbeladung können Lastspitzen vermieden und somit die Rohrquerschnitte von bestehenden Hauptleitungen besser genutzt werden. Die konkrete Entscheidung, welche Objekte noch versorgt werden könnten, liegt selbstverständlich beim Netzbetreiber und bei den HausbesitzerInnen. Da alle drei Netze mit regenerativer Wärme versorgt werden, können Anschlussnehmer die volle Förderung aus dem aktuellen KfW-Programm 458 in Anspruch nehmen und gleichzeitig die Anforderung aus dem Gebäudeenergiegesetz erfüllen.

Bei Umsetzung dieser Maßnahme können 16 weitere alte Ölheizungen ersetzt und somit **140 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr vermieden werden**.

### **9.3 Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Gemeinde**

#### **9.3.1 Tag der offenen Heizungstüre**

Zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Warmwasserbereitung gibt es mittlerweile zahlreiche Möglichkeiten. Bisher wurden vorwiegend die fossilen Energieträger Öl und Gas verwendet, mittlerweile können ebenso regenerative Energieträger eingesetzt und in den unterschiedlichsten Varianten kombiniert werden. Der Einsatz von Wärmepumpen wird immer interessanter, wobei auch hier unterschiedliche Wärmequellen zu betrachten sind. Welche Art von Heizsystem zu empfehlen ist, hängt u.a. von der thermischen Qualität und dem erforderlichen Temperaturniveau der Wärmeverteilung im Gebäude ab.

Um die Entscheidung für ein regeneratives Heizsystem zu erleichtern, ist es sinnvoll, die Technik vorab im Einsatz zu sehen. An einem Tag der offenen Heizraumtüre können mehrere neue Heizanlagen bei Endkunden besichtigt werden. Im Idealfall stellen die Hausbesitzer/ die HausbesitzerInnen ihre Anlage vor Ort vor und erläutern, warum sie sich für dieses Heizsystem entschieden haben. Alternativ kann die Vorstellung auch durch einen regionalen Heizungsbauer oder eine Heizungsbauerin gemacht werden. Ein Erfahrungsbericht über Vor- und Nachteile von Nutzerinnen und Nutzern überzeugt meist mehr als vertriebsabhängige Argumente.

Um das Thema Wärmepumpen den Bürgerinnen und Bürgern vorzustellen ist es empfehlenswert, wenn mehrere verschiedene Arten von Wärmepumpen (Luft, Sole, Grundwasser) angeschaut werden können, um diese zu vergleichen.

Zu empfehlen ist die Organisation eines Tages der offenen Heizraumtüre vorwiegend in der Heizperiode, wenn die Anlagen im Betrieb sind.

### 9.3.2 Thermografie Spaziergang

Die Thermographie ist ein bildgebendes Verfahren, bei welchem mittels einer speziellen Kamera die Wärmestrahlung sichtbar gemacht wird. Das so entstehende Bild stellt die Temperaturverteilung an der Gebäudeoberfläche dar und ermöglicht damit die Lokalisierung von Schwachstellen in der Gebäudehülle. Häufig wird diese Technik auch für die Energieberatung vor Ort eingesetzt. Zu beachten ist jedoch, dass immer nur eine Momentaufnahme dargestellt werden kann und eine verlässliche Aussage nur zusammen mit dem Kenntnis über die bauliche Substanz der Gebäudehülle zu treffen ist. Aussagekräftige Bilder können nur bei kalter Witterung und beheizten Gebäuden erstellt werden.

Vor allem für Gebäude, die vor Inkrafttreten der 3. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1995 errichtet wurden, bietet dies die Möglichkeit, Optimierungspotenziale zu identifizieren und Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sinnvoll zu planen. Gerade im ländlichen Bereich kommen Schäden durch Marder oder Siebenschläfer in den Dachdämmungen häufiger vor. Die dadurch entstehenden Wärmeverluste können mittels Thermographie im Winter sichtbar gemacht werden.

## 9.4 Zusammenfassung der Maßnahmen

Der Wärmeplan für Icking schlägt mehrere Maßnahmen vor, um Energieeffizienz zu steigern und den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor zu fördern (Siehe Tabelle 9-2). Die Optimierung der Heizungsregelung ermöglicht durch Anpassungen der Heizkurve, Betriebszeiten und Solltemperaturen eine signifikante Reduzierung des Energieverbrauchs in privaten wie öffentlichen Gebäuden. Diese Maßnahmen sind einfach umsetzbar und bieten hohes Einsparpotenzial.

Im Rathaus kann durch ein neues Messkonzept der Eigenverbrauch von PV-Strom optimiert werden. Smart-Meter und eine gemeinschaftliche Gebäudeversorgung könnten jährlich bis zu 1.400 € Einsparungen bringen, indem ein höherer Anteil des erzeugten Stroms intern durch Wärmepumpen genutzt wird.

Im Ortsteil Dorfen soll eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung eingeführt werden, um fossile Gaskessel zu ersetzen. Mit einer Anschlussquote von 70 % könnten bis zu 280 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden. Die Umsetzung hängt von der Eigeninitiative der Gebäudeeigentümer ab, wird jedoch durch Förderprogramme unterstützt.

Zusätzlich sollte im Ortsteil Irschenhausen die Nachverdichtung bestehender Wärmenetze geprüft werden. Durch den Anschluss weiterer Gebäude könnten 16 alte Ölheizungen ersetzt und jährlich etwa 140 t CO<sub>2</sub> eingespart werden. Diese Maßnahmen zeigen großes Potenzial zur Unterstützung der Wärmewende in Icking.

Tabelle 9-2: Zusammenfassung der erarbeiteten Maßnahmen für Icking

<b>Maßnahme</b>	<b>Kosten</b>	<b>Dauer</b>	<b>Wirkung</b>
<i>M1: Optimierung der Heizungsregelung</i>	< 50.000 €	< 1 Jahr	< 100 t CO <sub>2</sub> /a
<i>M2: Änderung Messkonzept Rathaus</i>	< 50.000 €	1 – 3 Jahre	< 100 t CO <sub>2</sub> /a
<i>M3: Gemeinschaftliche Wärmeversorgung Ortsteil Dorfen</i>	> 200.00 €	> 3 Jahre	100-500 t CO <sub>2</sub> /a
<i>M4: Effizienzsteigerung Wärmeverbund FFW-Rathaus</i>	< 50.000 €	1 – 3 Jahre	< 100 t CO <sub>2</sub> /a
<i>M5: Nachverdichtung bestehender Wärmeverbände in Irschenhausen</i>	> 200.000 €	1-3 Jahre	100-500 t CO <sub>2</sub> /a

## 9.5 Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept

### 9.5.1 Verstetigungsstrategie

Zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung können folgende Abläufe eingeführt werden:

- **Datenaktualisierung und -analyse:** Die Bestands- und Potenzialdaten sollten 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.
- **Feedbackschleifen:** Durch regelmäßige Workshops mit lokalen Akteuren und der Bürgerschaft werden Bedürfnisse und Anregungen integriert.

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:** Jährliche Berichte über den Fortschritt und die Wirksamkeit der Maßnahmen werden öffentlich zugänglich gemacht.
- **Verpflichtende Maßnahmen:** Die Einführung verbindlicher Ziele für die energetische Sanierung kommunaler Gebäude und den Ausbau von Wärmenetzen.

Folgende Strukturen sollten etabliert werden:

- **Steuerungsgruppe:** Die Steuerungsgruppe besteht aus Vertretern der Gemeinde, externen Fachplanern und lokalen Interessengruppen. Sie trifft sich jährlich, um Fortschritte zu überwachen und Anpassungen zu diskutieren.
- **Koordinationsbeauftragte Person:** Eine zentrale Anlaufstelle im Rathaus koordiniert die Wärmeplanung und steht für Bürgeranfragen zur Verfügung.

### 9.5.2 Controlling-Konzept

#### **Methodik**

- **Indikatoren:** Die Wirkung der Maßnahmen wird anhand von klar definierten Indikatoren überprüft, wie z. B. der Reduktion von Treibhausgasemissionen, dem Anteil erneuerbarer Energien und der energetischen Sanierungsquote.
- **Datenquellen:** Die Grundlage bilden GIS-basierte Daten, Ergebnisse aus Bürgerumfragen und technische Analysen.

#### **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.
- Jährliche 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.

## 10 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 Dezember 2024) dargestellt. Für die Korrektheit der folgenden Angaben wird keine Gewähr übernommen. Für weitere Details der Förderprogramme und -voraussetzungen verweisen wir an die jeweiligen Förderstellen.

### 10.1 Verbraucherzentrale Bayern

Seit 2015 bietet die Verbraucherzentrale an sogenannten Beraterstützpunkten kostengünstige Energieberatungen an. Der nächstgelegene Beratungsstützpunkt ist Geretsried. 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, 2022):

Tabelle 10-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern.

Leistung	Kosten	Bemerkung
Telefonische Beratung	Kostenfrei	Tel.: 0800 809 802 400
Online-Beratung	Kostenfrei	Onlineformular
Stationäre Beratung	Kostenfrei	Im Rathaus Geretsried
Basis-Check	Kostenfrei	Terminvereinbarung unter Tel. 0800 809 802 400 Beratung am Gebäude vor Ort
Gebäude-Check	30 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> .

## 10.2 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 10-2).

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<sub>EM</sub> 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](http://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 iSFP-Bonus gewährt wird, erhöht sich der Grenzwert ebenfalls auf 60.000 €. Bei Nichtwohngebäuden ist die Quadratmeteranzahl ausschlaggebend.

Tabelle 10-2: Förderübersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Quelle: BAFA

Durchführer	Richtl. Nr.	Einzelmaßnahme	Grundförder-satz	Klimageschwin-digkeitsbonus (nur für Privat-personen)	Einkommensbo-nus (nur für Pri-vatpersonen)	Zusätzl. Bonus	
BAFA	5.1	<b>Gebäudehülle</b> u.a. Wärmedämmung von Außenwänden, Dachflächen, Geschossdecken, Bodenflächen. Erneuerung/Aufberei-tung von Vorhangfassaden. Fenstertausch. Sommerlicher Wärmeschutz	15 %			iSFP 5%	
BAFA	5.2	<b>Anlagentechnik (außer Heizung)</b> (Einbau/Austausch/Optimierung raumluftechn. Anlagen. Digitale Systeme zur Betriebs- & Verbrauchsoptimierung)	15 %			iSFP 5%	
KfW Privatpersonen 458	5.3	<b>Anlagen zur Wärmeerzeugung</b>	30 %	max. 20 %	30 %	2.500 € bei Ein-haltung Emis-sionsgrenzwert Effizienz-Bonus 5%	
Unternehmen- Wohngebäude 459		a					Solarthermische Anlagen
Unternehmen- Nichtwohngebäude 522		b					Biomasseheizungen
		c					Elektr. Angetriebene Wärmepumpen
		d					Brennstoffzellen-Heizungen
Kommunen 422		e					Wasserstofffähige Heizungen (Investitions-Mehrausgaben)
	f	Innovative Heiztechnik auf Basis EE					
BAFA	g	<b>Errichtung, Erweiterung Gebäudenetz</b>	30 %	max. 20 %	30 %		
KfW	h	<b>Anschluss an Gebäudenetz (2-16 Gebäude)</b>	30 %	max. 20 %	30 %		
KfW	i	<b>Anschluss an Wärmenetz (&gt; 16 Gebäude)</b>	30 %	max. 20 %	30 %		
BAFA	5.4	<b>Heizungsoptimierung</b>					
	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 10-3: Förderübersicht BEG WG.

	Standard		Klassen (nicht kumulierbar)		Boni (Deckelung auf 20%, kumulierbar mit Klassen)	
	Tilgungszuschuss	Zuschuss (nur Kommunen)	EE	NH	WPB	SerSan
<b>EH Denkmal</b>	5 %	20 %	5 %	5 %	-	-
<b>EH 85</b>	5 %	20 %	5 %	5 %	-	-
<b>EH 70</b>	10 %	25 %	5 %	5 %	10% (EE)	-
<b>EH 55</b>	15 %	30 %	5 %	5 %	10 %	15 %
<b>EH 40</b>	20 %	35 %	5 %	5 %	10 %	15 %

## 10.3 KfW-Programm 261 (Wohngebäude-Kredit)

Zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden bietet die KfW-Bank die Programme 261/262 (Kredit) und 461 (Investitionszuschuss) für Häuser, deren Bauantrag oder die Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurden, an. Förderfähig sind alle energetischen Maßnahmen, die mindestens zur KfW-Effizienzhaus-Stufe 85 führen. Dazu gehören auch Baunebenkosten und Wiederherstellungskosten, zusätzlich wird die Fachplanung und Baubegleitung durch Energieeffizienz-Experten gefördert. Einige Beispiele für förderfähige Einzelmaßnahmen sind:

- die Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen, Keller- und Geschossdecken
- die Erneuerung der Fenster und Außentüren
- die Erneuerung oder Optimierung der Heizungsanlage

- die Erneuerung, der Einbau einer Lüftungsanlage

Damit die Maßnahmen förderfähig sind, müssen bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllt werden. Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus 85 ist dies zinsgünstig, da es unter dem Marktniveau liegt. Das KfW-Programm kann von jedem in Anspruch genommen werden, der Wohnraum energetisch sanieren oder sanierten Wohnraum kaufen möchte (bei gesonderter Auflistung der energetischen Sanierungsmaßnahmen).

KfW-Programm  
261/262 -Um-  
fang der Förde-  
rung

- *Bis 150.000 € für jede Wohneinheit beim KfW-Effizienzhaus*
- *zwischen 5 % – 45 % Tilgungszuschuss*
- *ab 1,68 % effektiver Jahreszins*

Zudem wird mit diesem Förderkredit die Umwidmung von Nichtwohnfläche in Wohnfläche gefördert. Dabei gelten die gleichen Konditionen wie bei der Sanierung von Wohnraum. Nicht gefördert wird die Umwidmung von unbeheizter Nichtwohnfläche in eine neue Wohneinheit. Folgende Möglichkeiten der Umwidmung bestehen:

- Unbeheizte Nichtwohnfläche → Erweiterung von bestehender Wohneinheit
- Unbeheizte denkmalgeschützte Nichtwohnfläche → Neue Wohneinheit oder Erweiterung von bestehender Wohneinheit
- Beheizte Nichtwohnfläche → Neue Wohneinheit oder Erweiterung von bestehender Wohneinheit

#### 10.4 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 5,21 % effektiver Jahreszins*

## 10.5 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, 292). 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
  - CO<sub>2</sub>-arme Wärmeerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung
- Modul D: Wasser, Abwasser, Abfall
  - Modul E: Transport und Speicherung von CO<sub>2</sub>
  - 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 2,41 % effektivem Jahreszins*

## 10.1 Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Dieses noch junge 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 Solarthermieanlagen (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.

## 10.2 Biowärme Bayern

Seit Mai 2023 fördert der Freistaat Bayern wieder die Errichtung von Biomasse-Energiezentralen sowie die Installation von Biomasse-Wärmenetzen. In Anlehnung an das Vorgänger-Programm Bioenergie Bayern stellt das Förderprogramm Biowärme Bayern Gelder für den Bau von Biomasse-Heizanlagen zur Verfügung. Ab einer thermischen Leistung von 60 kW können Mittel abgerufen werden, die die Investitionsmehrkosten im Vergleich zum Bau einer fossilen Heizanlage abfedern. Die Beantragung der Fördergelder ist mit einem relativ geringen bürokratischen Aufwand verbunden. Vor Antragstellung werden in einem Projektgespräch mit dem Technologie- und Förderzentrum TFZ in Straubing die Rahmenbedingungen und das konkrete Vorgehen zur Beantragung besprochen. Im Vergleich zur aktuellen Bundesförderung bietet dieses Programm erstmals die Förderung von Wärmetrassen und Übergabestationen. Das KfW-Programm 271/281 konnte bis Ende des Jahres 2022 dafür genutzt werden, dann wurde diese Förderschiene nicht mehr verlängert. Die Förderung des Wärmenetzes mit 100 € je Trassenmeter sowie 1800 € je Übergabestation kann beantragt werden, sofern ein neuer Biomassekessel mit errichtet wird. Für diese Netzförderung gelten die Pauschalwerte, die maximale Förderhöhe liegt bei 100.000 €. Vorausgesetzt wird der Nachweis, dass der Netzverlust geringer als 15 % der erzeugten Wärme beträgt. Für diesen Teil des Förderprogramms gelten die sog. Deminimis-Regeln. Das bedeutet, dass Unternehmen in drei Wirtschaftsjahren maximal 200.000 € aus unterschiedlichen Förderprogrammen bekommen können. Bei Überschreitung dieser Summe wird anteilig gekürzt. Für die Landwirtschaft gilt die weit geringere Grenze von 20.000 € in drei Wirtschaftsjahren. Die Förderung des Kessels inklusive der entsprechenden baulichen Maßnahmen beträgt je nach Betreibergesellschaft zwischen 30 und 40 % der Investitionsmehrkosten und ist begrenzt auf 250.000 €.

## 11 Fazit

Der Wärmeplan der Gemeinde Icking stellt eine umfassende Strategie für die Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 dar. Er basiert auf einer detaillierten Analyse des Status quo, der Potenziale und Herausforderungen sowie einer klaren Zielsetzung für die Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen. Die Schwerpunkte des Plans liegen auf der Nutzung erneuerbarer Energien, der Förderung energieeffizienter Technologien und einer aktiven Einbindung der Bürgerinnen und Bürger.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Icking über vielfältige Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien verfügt. Oberflächennahe Geothermie bietet insbesondere durch Erdwärmesonden und Luft-Wasser-Wärmepumpen große Potenziale, sodass bis 2040 bis zu 75 % der geeigneten Gebäude mit Erdwärmesonden ausgestattet werden könnten, während Luft-Wasser-Wärmepumpen für weitere Gebäude eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Je nach Sanierungsszenario könnten so 50-60 % des Wärmebedarfs gedeckt werden. Solarenergie, insbesondere durch Photovoltaikanlagen auf Dachflächen, kann einen Teil des zusätzlich benötigten Stroms bereitstellen. In geringerem Umfang kann auch Solarthermie zur lokalen Energieerzeugung beitragen. Holz aus den lokalen Wäldern, Siedlungs- und Flurholz bieten zudem nachhaltige Biomassepotenziale, wobei ökologische Anforderungen wie Totholzschutz und Nährstoffkreisläufe berücksichtigt werden.

Die Energieträgerverteilung wird sich durch die Umsetzung der Maßnahmen drastisch verändern. Während aktuell etwa drei Viertel der Wärmeversorgung auf fossilen Energien wie Erdgas und Heizöl basiert, wird bis 2040 eine vollständige Abkehr von fossilen Energieträgern angestrebt. Der Energiemix wird zunehmend von Geothermie, Solarenergie und Biomasse dominiert, begleitet von einer Reduktion des Wärmeverbrauchs durch energetische Sanierungen.

Ein entscheidender Bestandteil der Wärmeplanung ist die aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger. Durch regelmäßige Informationsveranstaltungen, wie den "Tag der offenen Heizungstür", und die transparente Darstellung der Planungsfortschritte in einer dynamischen Webansicht werden die BürgerInnen motiviert und über ihre Handlungsoptionen informiert. Gezielte Beratungsangebote und Thermografie-Spaziergänge helfen dabei, individuelle Einsparpotenziale aufzuzeigen und die Akzeptanz für die geplanten Maßnahmen zu erhöhen.

Der Ortsteil Dorfen stellt ein konkretes Umsetzungsprojekt der Wärmeplanung dar. Erste Planungen für ein gemeinschaftliches Wärmeversorgungssystem wurden initiiert, bei dem kommunale Gebäude wie das Feuerwehrhaus, der Kindergarten und das Vereinsheim als Ankerkunden fungieren könnten. Ein potenzielles Wärmenetz könnte durch eine Mischung aus Biomasse und Abwasserwärmenutzung betrieben werden. Um die Realisierung des Projekts zu ermöglichen, ist eine enge Kooperation mit den ansässigen

Gebäudeeigentümern sowie eine klare Finanzierungstrategie erforderlich. Fördermittel des Bundes und des Landes Bayern könnten erheblich zur Umsetzung beitragen. Wichtig ist zudem die Gründung einer Betreibergesellschaft, idealerweise mit starker Bürgerbeteiligung, um das Projekt langfristig wirtschaftlich und organisatorisch abzusichern.

Der Wärmeplan der Gemeinde Icking setzt auf die intelligente Nutzung lokaler Potenziale, eine umfassende Transformation der Energieträger und eine enge Zusammenarbeit mit der Bürgerschaft. Die klare Fokussierung auf erneuerbare Energien, die Förderung gemeinschaftlicher Lösungen wie des Wärmenetzes in Dörfern und die schrittweise Umsetzung konkreter Maßnahmen machen den Plan zu einem wichtigen Meilenstein für die Wärmewende. Mit diesem Ansatz wird Icking nicht nur die bayrischen Klimaziele erreichen, sondern auch als Vorbild für andere Kommunen in der Region dienen.

ENTWURF

## 12 Literaturverzeichnis

- 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>
- Agentur für Erneuerbare Energien. (2013). *Studienvergleich: Entwicklung der Volllaststunden von Kraftwerken in Deutschland*. [https://www.oekologische-plattform.de/wp-content/uploads/2013/07/AEE\\_Dossier\\_Studienvergleich\\_Volllaststunden\\_juli13.pdf](https://www.oekologische-plattform.de/wp-content/uploads/2013/07/AEE_Dossier_Studienvergleich_Volllaststunden_juli13.pdf)
- Baunetz Wissen. (2022). *Geothermie*. Glossar. [www.baunetzwissen.de/glossar/g/geothermie-49409](http://www.baunetzwissen.de/glossar/g/geothermie-49409)
- Bayernwerk Netz. (2024). *Stromnetzabsatzdaten—Speicherheizung und Wärmepumpen*.
- BayFoV. (2023). *Energiepotenziale aus Flur- und Siedlungsholz*. Bayerische Forstverwaltung. <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/anwendungen/details?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](http://www.biogas-forum-bayern.de)
- BMWK. (2022). *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3—T45 Welten*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- 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. (2022). *Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2002-2021*.
- Bundesverband Wärmepumpen. (2024). *Rekordabsatz: Wärmepumpenbranche beweist Leistungsfähigkeit trotz unsicherer Aussichten*. <https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/rekordabsatz-waermepumpenbranche-beweist-leistungsfahigkeit-trotz-unsicherer-aussichten/>

- BuVEG. (2023). *Sanierungsquote weiter im freien Fall*. Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle. <https://buveg.de/pressemitteilungen/sanierungsquote-2023-weiter-im-freien-fall/>
- Deutscher Wetterdienst. (2024, Dezember 13). *Wetter und Klima—Deutscher Wetterdienst—Startseite*. [https://www.dwd.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html)
- eclareon GmbH, BAFA, & BMWi. (2024). *Biomasseatlas*.
- EED. (2018). *RICHTLINIE (EU) 2018/2002 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RA-TES vom 11. Dezember 2018 zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz*.
- Emeis, S. (2022, Juli 27). *KARE. Klimawandelanpassung auf regionaler Ebene: Ansteigende Starkregenrisiken am Beispiel des bayerischen Oberlands*.
- ENB. (2024). *Gasnetz—Verbrauchsdaten, Druckstufen und Alter der Infrastruktur*. Energienetze Bayern.
- FNR. (2014). *Basisdaten Bioenergie Deutschland*.
- Hähnlein, S., Blum, P., & Bayer, P. (2011). Oberflächennahe Geothermie – aktuelle rechtliche Situation in Deutschland. *Grundwasser*, 16(2), 69–75. <https://doi.org/10.1007/s00767-011-0162-0>
- 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>
- Jung, S. (2024, Februar 13). *Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung*. Solarenergie Förderverein Deutschland e.V. <https://www.sfv.de/gemeinschaftliche-gebäudeversorgung>
- LfStat. (2024a). *Bevölkerung: Gemeinde, Altersgruppen*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2024b). *Demographiespiegel: Bevölkerungsvorausberechnung*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/>
- LfStat. (2024c). *Die Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Statistik*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2024d). *Fläche: Gemeinde, Fläche (ALKIS), Art der tatsächlichen Nutzung*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2024e). *Gebäude- und Wohnungsbestand: Gemeinde, Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche, Stichtage*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>
- LfStat. (2024f). *Landwirtschaftszählung—Haupterhebung*. <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/>

- LfU. (2018). *Energie-Atlas Bayern—Mischpult “Energimix Bayern vor Ort” Information zur Berechnung.*
- LfU. (2020). *Oberflächennahe Geothermie.* [https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/geothermie\\_oberflaechennah/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/geothermie_oberflaechennah/index.htm)
- LfU. (2022a). *Energie aus Abwasser—Ein Leitfaden für Kommunen.* Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- LfU. (2022b). *Energieatlas Bayern—Solarenergie Potenzial.* [https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?wicket-crypt=cxIXKEIFXzg&lang=de&topic=energie\\_gesamt&bgLayer=atkis&catalogNodes=1200,1220,46&layers=4a204108-1905-45a4-a119-4d1553058864](https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?wicket-crypt=cxIXKEIFXzg&lang=de&topic=energie_gesamt&bgLayer=atkis&catalogNodes=1200,1220,46&layers=4a204108-1905-45a4-a119-4d1553058864)
- LfU. (2024a). *Bayernweite, räumlich detaillierte Bestimmung des umsetzbaren Potenzials der oberflächennahen Geothermie zur Einbindung in den Energie-Atlas Bayern.*
- LfU. (2024b). *Energieatlas Bayern.* <https://www.energieatlas.bayern.de/>
- LfU. (2024c). *Energieatlas Bayern—Windkraft Icking.* [https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=679446,5310295&z=15&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,1fa2b1b0-4ff0-42f5-86de-03340b9152bd,local-verwaltungsgrenzen-gemeinde&l\\_o=1,0.8,1,1&t=planung](https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=679446,5310295&z=15&l=atkis,6e591285-23da-4e91-997f-a743ce4cf389,1fa2b1b0-4ff0-42f5-86de-03340b9152bd,local-verwaltungsgrenzen-gemeinde&l_o=1,0.8,1,1&t=planung)
- 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/geoportal-bayern/anwendungen/details?&resId=307cfde4-2938-4d23-81e2-0754ccbcb82d>
- Nemeth, I., Elbel, K., Hoppe, M., Lindauer, M., Schneider, P., & Windeknecht, M. (2012). *Energetische Gebäudesanierung in Bayern.*
- Statista. (2024, Dezember 11). *Realisierte und zum Jahr 2030 geplante Kapazität von Wasserstoff-Elektrolyseuren in Deutschland in den Jahren von 2021 bis 2024.* Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1538445/umfrage/wasserstoff-elektrolyseur-kapazitaet-deutschland-realisiert-und-geplant/>
- StMUG, StMWIVT, & OBB. (2011). *Leitfaden Energienutzungsplan.*
- terratech. (2023). *Erneuerbare Energie aus dem Erdreich Der innovative Erdwärmeabsorber von terratech.* <https://www.terratech.de/erdwaermeabsorber/funktionsweise/>
- Valentin Energiesoftware GmbH. (2024). *Online Solarberechnung von Thermischen Solaranlagen.* [valentin.de/calculation/thermal/](https://www.valentin.de/calculation/thermal/)
- Verbraucherzentrale Energieberatung. (2022). *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.*

White energy. (o. J.). *Das HAUS.* white energy - energy for generations. <https://white-energy.eu/>

WSchVO. (1994). *Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei gebäuden.*  
[https://enev-online.de/enev/wschvo\\_1995\\_bundesgesetzblatt\\_1994.08.24.pdf](https://enev-online.de/enev/wschvo_1995_bundesgesetzblatt_1994.08.24.pdf)

ENTWURF