



Blick vom Schwalbenthal (1)

Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Meißen

Auftraggeber

Gemeinde Meißen

Hinterweg 4, 37290 Meißen

vertreten durch den Bürgermeister, Herrn Friedhelm Junghans

Auftragnehmer

Findig Projekt GmbH

Manfred-von-Ardenne-Ring 20, Haus E

01099 Dresden

Projektleitung: Sabine Wiesmann

Projektbearbeitung: Falk Lehmann, Mato Pallmann

Datum

10.02.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung	5
3	Bestandsanalyse.....	6
3.1	Textliche und grafische Darstellungen der Bestandsanalyse.....	6
3.1.1	Allgemeines Gemeinde Meißner und Siedlungstyp	6
3.1.2	Wärmegesamtverbrauch	8
3.1.3	Treibhausgasbilanz des Wärmeverbrauches	10
3.1.4	Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme.....	11
3.1.5	Energieverbrauch leitungsgebundene Wärme	12
3.1.6	Dezentrale Wärmeerzeuger	12
3.2	Kartographische Darstellungen	13
3.2.1	Wärmeverbrauchsichten pro Baublock	14
3.2.2	Wärmelinienichten pro Straßenabschnitt	14
3.2.3	Verteilung der Energieträger pro Baublock	15
3.2.4	Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock	17
3.2.5	Überwiegende Baualtersklasse pro Baublock.....	18
3.2.6	Großverbraucher von Wärme oder Gas	20
3.2.7	Wärme- und Gasnetze	20
3.2.8	Wasserstoff.....	21
3.2.9	Kältebedarf	22
4	Potenzialanalyse nach § 16 WPG	23
4.1	Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme	23
4.2	Lokal verfügbare Potenziale	27
4.2.1	Wärmepumpen	27
4.2.2	Geothermie	28
4.2.3	Umweltwärme	33
4.2.4	Solarthermie	34
4.2.5	PVT-Anlagen	35
4.2.6	Biomasse	35
4.2.7	Unvermeidbare Abwärme.....	38
4.2.8	Abwasser	38

4.2.9	Potenzial aus Biomassebetriebenen Trocknungsöfen des Kalkwerks.....	39
4.3	Grüner Wasserstoff und andere grüne synthetische Gase.....	39
4.4	Großwärmespeicher.....	40
4.5	Zusammenfassung.....	41
5	<i>Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG, Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG und Darstellung der Wärmeversorgungsarten nach § 19 WPG</i>	44
5.1	Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete	45
5.2	Zielszenario	52
5.3	Indikatoren für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045	53
6	<i>Umsetzungsstrategie und Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG</i>	57
7	<i>Abkürzungsverzeichnis.....</i>	64
8	<i>Abbildungsverzeichnis.....</i>	65
9	<i>Tabellenverzeichnis.....</i>	66
10	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	67

1 Zusammenfassung

Die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Meißen beinhaltet den derzeitigen Stand der Wärmeversorgung, bewertet die künftige Bedarfsentwicklung bis 2045 und leitet darauf aufbauend ein Zielszenario mit überwiegend erneuerbarer Wärmebereitstellung ab.

Die Bestandsanalyse zeigt einen stark von Wohngebäuden geprägten Gebäudebestand mit überwiegend dezentralen Einzelheizungen, hoher Relevanz von Heizöl und Holz sowie nur lokaler Erdgasversorgung in zwei Ortsteilen. Die Wärme- und Wärmeliniedichten sind überwiegend niedrig, mit wenigen verdichteten Bereichen in den Ortszentren, in denen perspektivisch Nahwärmelösungen grundsätzlich in Frage kommen. Der Gebäudebestand ist alt, aber überdurchschnittlich instandgesetzt, sodass zukünftig nur ein moderater Rückgang des Wärmebedarfs erwartet wird.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden technisch und räumlich verfügbare Optionen für erneuerbare Wärme und Umweltenergie identifiziert, insbesondere Wärmepumpen (Luft, Wasser, Sole), oberflächennahe Geothermie, solarthermische Freiflächenanlagen und PVT-Systeme.

- Oberflächennahe Geothermie weist grundsätzlich gute geologische Voraussetzungen auf, ist jedoch wasserwirtschaftlich in Teilbereichen eingeschränkt, so dass es standortweise zu Einschränkungen bei der Genehmigung kommen kann. Theoretisch lassen sich aus dezentralen und zentralen Sondenfeldern hohe Wärmepotenziale ableiten.
- Für Solarthermie werden großflächige Freiflächenpotenziale mit signifikanten Deckungsbeiträgen (insbesondere in der Heizperiode) ausgewiesen, die nahe potenzieller Wärmenetze liegen.
- Biomassepotenziale aus Reststoffen sind gering, während Energiepflanzenanbau energetisch möglich, aber flächen- und nutzungskonfliktbehaftet ist.
- Abwärmepotenziale, insbesondere aus dem Kalkwerk, sind derzeit aufgrund technischer Restriktionen nicht erschließbar.

Im Zielszenario wird eine Reduktion des Endenergiebedarfs für Wärme um etwa ein Viertel bis 2045 angenommen, kombiniert mit einer schrittweisen Substitution fossiler Energieträger durch Wärmepumpen, solarthermische Systeme, geothermische Anwendungen und in begrenztem Umfang Biomasse.

In wenigen verdichteten Teilräumen wäre die Versorgung über Wärmenetze mit zentralen Erzeugern möglich. Hier ist vor der Umsetzung eine vertiefende Prüfung erforderlich. Diese berücksichtigt u.a. die Anschlussbereitschaft der Anwohner und Kriterien einer Betreibergesellschaft. Überwiegend wird die Wärmeversorgung über individuelle, dezentrale Heizsysteme in Verbindung mit energetischer Gebäudesanierung erfolgen.

Die Umsetzungsstrategie bündelt Informations- und Beratungsangebote, Fördermittelakquise, Flächensicherung und die vorbereitende Entwicklung konkreter Projekte, um die sukzessive Transformation des Wärmesystems bis 2045 zu ermöglichen.

2 Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung

Das am 01.01.2024 in Kraft getretene *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze* (WPG – Wärmeplanungsgesetz) (2) verpflichtet alle Kommunen in Deutschland zur Aufstellung von Wärmeplänen. Diese sollen einen wesentlichen Beitrag bei der Umstellung auf eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente sowie treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 leisten.

Dabei ist die Umsetzung zeitlich von der Einwohnerzahl abhängig. Die Gemeinde Meißen entschied sich für eine vorzeitige Erstellung, um den Bürgerinnen und Bürgern eine frühzeitige Orientierung zu ermöglichen und eine 100%ige Förderung der Planung in Anspruch zu nehmen.

Der hier vorliegende Wärmeplan als strategische Fachplanung soll die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für die Gemeinde Meißen beschreiben und hierbei Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme sowie Möglichkeiten zur Einsparung von Wärme aufzeigen. Hieraus leiten sich keine rechtlichen Verpflichtungen zur Umsetzung ab.

Die Wärmeplanung muss anonymisiert durchgeführt werden. Die Ergebnisse wurden deshalb für Baublöcke oder Straßenzüge zusammengefasst.

Die für die Gemeinde Meißen durchgeführte Wärmeplanung orientiert sich an der methodischen Vorgehensweise, wie sie im *Leitfaden Wärmeplanung* des BMWK und BMWStB (3) beschrieben wird. Entsprechend den Vorgaben des WPG gliedert sich der Bericht in die Kapitel „Bestandsanalyse“, „Potenzialanalyse“, „Zielszenario“ sowie „Umsetzungsstrategien und „Umsetzungsmaßnahmen“.

Die Erstellung des Wärmeplans wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen **67K28863** mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für die Erstellung des Wärmeplans wurde die Findig Projekt GmbH aus Dresden beauftragt.

3 Bestandsanalyse

Mit der Bestandsanalyse gemäß § 15 WPG sollen der Status Quo des Wärmebedarfs in der Gemeinde Meißner, die für die Wärmeversorgung bisher eingesetzten Energieträger, die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen sowie die für die Wärmeversorgung relevante Energieinfrastruktur erfasst werden.

3.1 Textliche und grafische Darstellungen der Bestandsanalyse

3.1.1 Allgemeines Gemeinde Meißner und Siedlungstyp

Tabelle 1: Gemeinde Meißner – Allgemein (1)

Amtlicher Regionalschlüssel:	06 6 36 008
Fläche:	44,81 km ²
Bevölkerung:	2960 (31.12.2024)
Bevölkerungsdichte:	66 / km ²
Postleitzahl:	37290
Grad der Verstädterung:	gering besiedelt, ländlicher Raum

Die Gemeinde Meißner liegt im nordhessischen Werra-Meißner-Kreis im Regierungsbezirk Kassel (Abbildung 1). Sie besteht aus den sieben Ortsteilen Abterode (Verwaltungssitz), Alberode, Germerode, Vockerode, Weidenhausen, Wellingerode und Wolfterode (Abbildung 2) und ist vorwiegend ländlich und dörflich geprägt, typisch für Siedlungen in den hessischen Mittelgebirgen. Landwirtschaftliche Nutzung und Wohnen gehen vielfach ineinander über, die Siedlungen bestehen vorwiegend aus Einzel- und Reihenhäusern im ortsüblichen Baustil. Die Dörfer erstrecken sich größtenteils entlang von Durchgangsstraßen, teils mit historisch gewachsenem Bestand, teils mit jüngeren Baugebieten am Ortsrand. Zum Stichtag 31.12.2024 betrug die Einwohnerzahl der Gemeinde Meißner 2.960 Personen.



Abbildung 1: Lage der Gemeinde Meißner in Hessen und im Werra-Meißner-Kreis

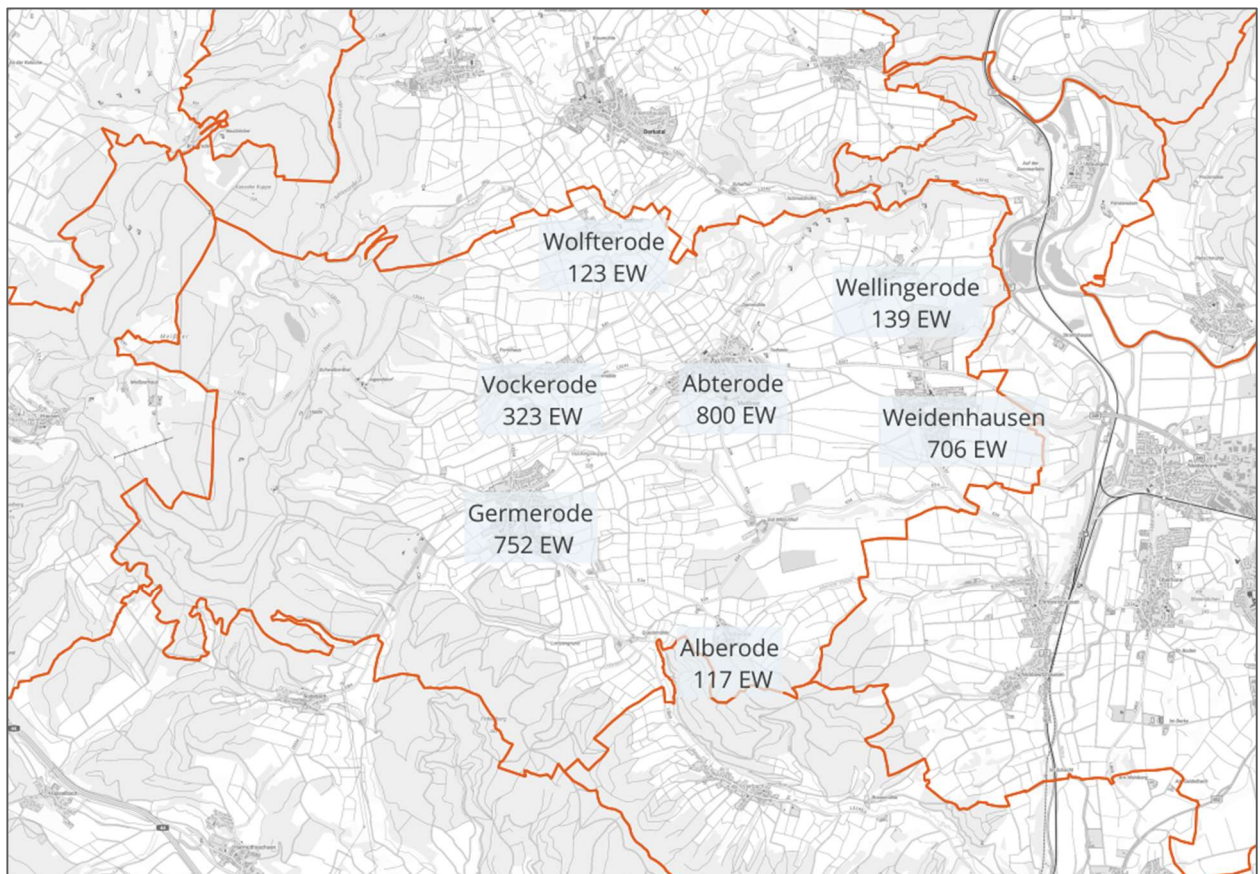


Abbildung 2: 7 Ortsteile der Gemeinde Meißner und jeweilige Einwohnerzahl (Stand 31.12.2024)

3.1.2 Wärmegesamtverbrauch

Der Gesamtwärmeverbrauch für das Gemeindegebiet Meißner beläuft sich derzeit auf ca. 33,6 GWh/a. Der mit Abstand größte Anteil am Wärmeverbrauch (ca. 32 GWh/a) fällt auf die Wohngebäude. Abbildung 3 zeigt, wie sich der Verbrauch in den einzelnen Ortsteilen auf die einzelnen Sektoren verteilt. Die dargestellte Verteilung des jährlichen Endenergieverbrauchs Wärme ergibt sich aus der Summe der Energieverbräuche der Gebäude in den jeweiligen Ortsteilen und der je Gebäude hinterlegten Zuordnung zu den Sektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Wohngebäude (EFH und MFH) und öffentliche Gebäude. Die Zahlen resultieren aus Hochrechnungen auf Basis von Annahmen.

In der Gemeinde befindet sich als relevanter industrieller Standort ein Kalkwerk. Durch den Produktionsprozess und die Nutzung von sechs Mikrogasturbinen entstehen erhebliche Abwärmemengen und es wird überschüssiger Strom erzeugt.

Der Prozesswärmebedarf des Unternehmens teilt sich im Wesentlichen in zwei Hauptbereiche auf. Der Ofenwärmebedarf wird überwiegend durch den Einsatz nachhaltiger Holzbiomasse gedeckt. Die Versorgung ist langfristig gesichert und wird im Unternehmen eigenständig organisiert. Der Energiebedarf für den Trocknungsprozess wird aktuell durch den Einsatz von Erdgas gedeckt.

Das Kalkwerk ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung, da die Versorgung vollständig in Eigenverantwortung des Unternehmens liegt und ein Großteil des Energiebedarfs bereits über Biomasse abgedeckt wird. Darüber hinaus ist eine weitergehende Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energieträger, unternehmensintern, in Planung. Einbezogen in die KWP wird jedoch das Abwärmepotenzial. Allerdings ist deren Nutzbarkeit technisch noch nicht gelöst. Aufgrund der erheblichen Mengen sollte hierzu eine detaillierte technische Prüfung der Integrationsmöglichkeiten erfolgen.

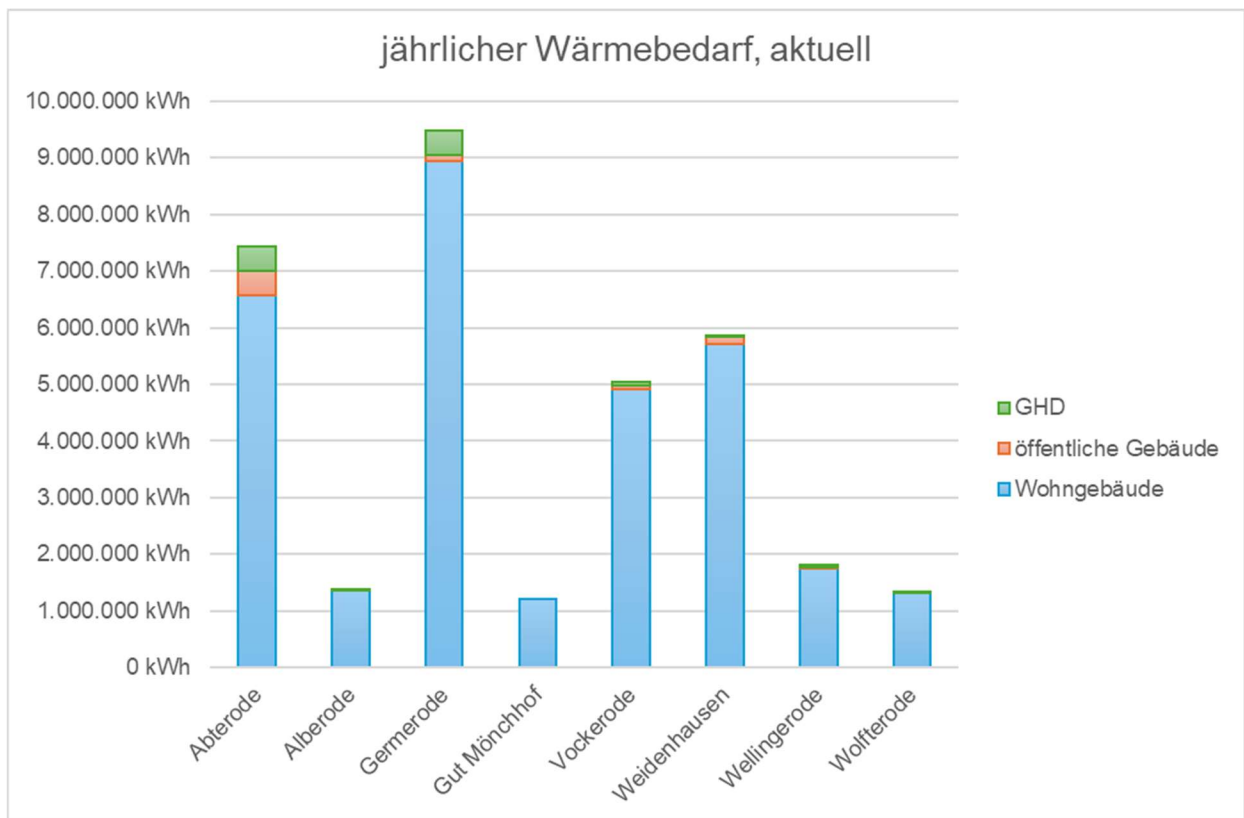


Abbildung 3: Aktueller Endenergieverbrauch von Wärme in einzelnen Ortsteilen der Gemeinde Meißner

Der in Abbildung 3 dargestellte aktuelle Endenergiebedarf für Wärme wurde dem Wärmetlas Hessen entnommen. Hierbei standen die Daten bereits separiert nach Heizungs- (88 %) und Warmwasserbedarf (12 %) zur Verfügung.

In Abbildung 4 erfolgt eine Darstellung der monatlichen Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in den Bereichen Raumwärme und Warmwasserbereitung. Die Ermittlung erfolgt anhand der Gradtagstabelle nach DIN 4713.

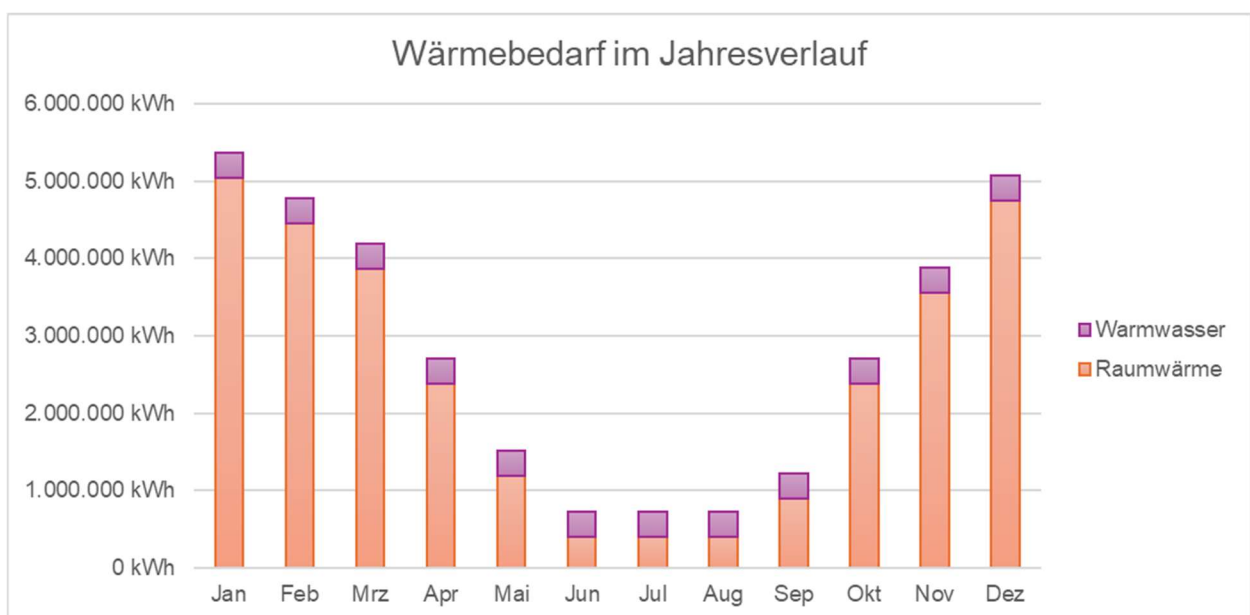


Abbildung 4: monatlicher Endenergiebedarf für Wärme im Gemeindegebiet

Während der Warmwasserbedarf über das Jahr weitgehend konstant bleibt, unterliegt der Wärmebedarf für die Raumheizung erwartungsgemäß deutlichen saisonalen Schwankungen.

3.1.3 Treibhausgasbilanz des Wärmeverbrauches

Die Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Endenergiesektoren ergibt sich aus dem Wärmeverbrauch und den in der Spalte THG-Faktor jetzt, der Tabelle 2 aufgelisteten Emissionsfaktoren, die sich am *Technikkatalog Wärmeplanung* (4) orientieren.

Es stehen keine Informationen zu verbrauchter Wärmeenergie je Haushalt zur Verfügung, da diese sich individuell versorgen. Es wurde deshalb die Angaben aus dem Wärmeatlas Hessen verwendet. Die Zuteilung zu Heizungsarten erfolgte prozentual anhand der durch den Schornsteinfeger zur Verfügung gestellten installierten Leistungen zu den gegebenen Energieträgern. Zu Wärmepumpen wurden vom Schornsteinfeger und den Stromnetzbetreibern keine Informationen zur Verfügung gestellt. Es wurde deshalb anhand verfügbarer Information zu genehmigten geothermischen Bohrungen und der Auswertung der Vor-Ort-Begehungen die Anzahl und Leistung der Wärmepumpen geschätzt. Für den Brennstoff Holz wurde angenommen, dass damit vorwiegend die Spitzenlastdeckung erfolgt. Der Brennstoff wurde deshalb nur mit einem Anteil von 25 % berücksichtigt. Aus diesen Randbedingungen wurde eine Treibhausgasbilanz erstellt, deren Ergebnisse in Tabelle 2 aufgeführt sind.

Tabelle 2: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Brennstoff / Erzeuger	Installierte Leistung	Anteil an Gesamtleistung	THG-Faktor [g/kWh]	
Heizöl	22.078 kW	72,9 %	310	
naturbelassenes Holz	10.115 kW installiert, 2.529 kW berücksichtigt	8,3 %	20	
Flüssiggas	2.079 kW	6,9 %	239 ¹	
Holzpellets	2.022 kW	6,7 %	36 ¹	
Erdgas	793 kW	2,6 %	240	
Hackschnitzel	618 kW	2,0 %	36 ¹	
Wärmepumpe	56 kW	0,2 %	0	
beschichtetes Holz	50 kW	0,2 %	20	
Braunkohlenbriketts	35 kW	0,1 %	430	
Geothermie	24 kW	0,1 %	0	
Steinkohle	6 kW	0,0 %	400	
Sägemehl	2 kW	0,0 %	20	

¹ gemäß BAFA-Infoblatt (25)

Gesamtergebnis	30.292 kW		254	kg CO ₂ /MWh (gewichteter Mittelwert)
		Ergebnis:	33.587	MWh Wärmebedarf
			8.533	tCO₂/a
			2,9	tCO₂/Einwohner * a

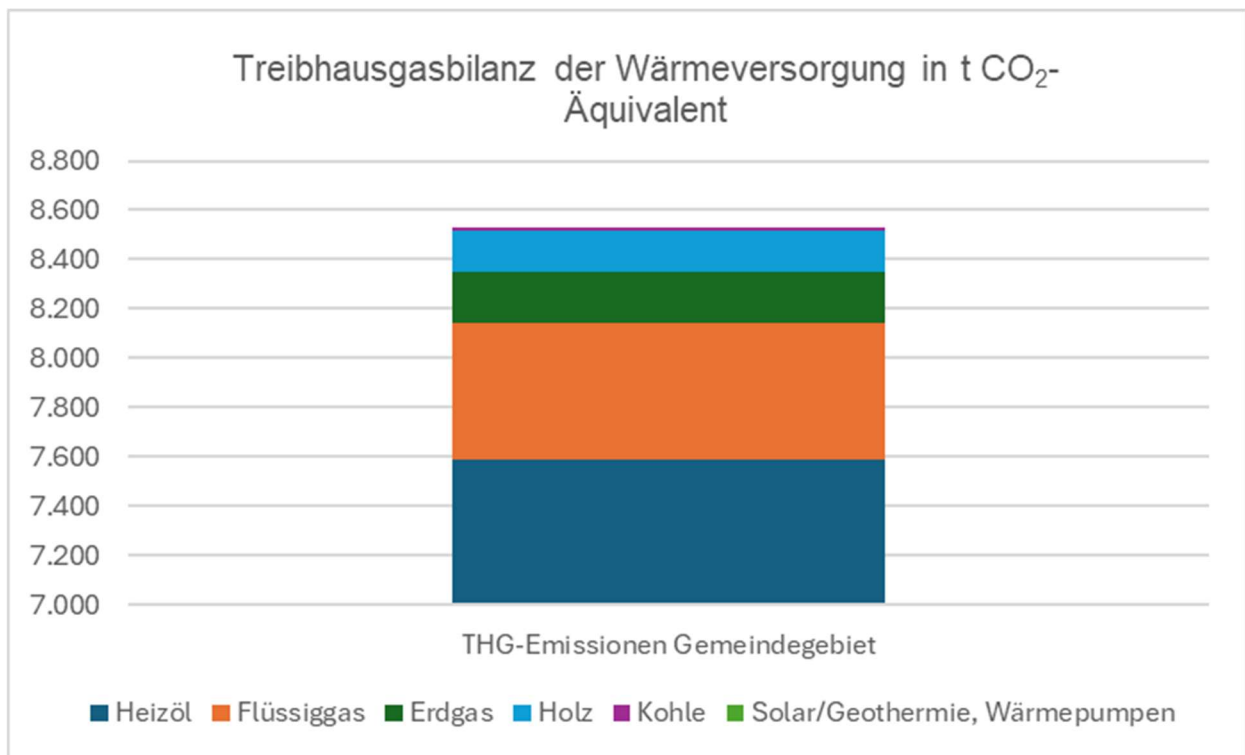


Abbildung 5: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet nach Energieträger

3.1.4 Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme

Für den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung liegen keine vollständig belastbaren Daten vor. Die vom Bezirksschornsteinfeger bereitgestellten Kkehrbuchdaten enthalten keine Informationen zu solar-, geothermischen Anlagen oder Wärmepumpen, sodass deren Bestand nur teilweise erfasst werden kann.

Im Gemeindegebiet wurden drei geothermische Bohrungen beantragt, deren dokumentierte Entzugsleistung rund 24 kW beträgt. Zusätzlich wurden im Rahmen der Vor-Ort-Begehungen acht Wärmepumpenanlagen identifiziert. Da diese Erhebung ausschließlich auf Sichtkontrolle basiert, ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Bestand höher liegt. Unter Annahme einer mittleren Wärmeleistung von 7 kW pro Wärmepumpe ergibt sich eine geschätzte Gesamtwärmeleistung von 56 kW aus Wärmepumpen.

Für die Biomasseanlagen liegen Leistungsdaten vom Schornsteinfeger vor. Die installierten Heizleistungen betragen:

- Hackschnitzel: 618 kW
- Holzpellets: 2.022 kW
- Naturbelassenes Holz (Scheitholz): 10.165 kW
- Sägemehl: 2 kW

Daraus ergibt sich eine summierte Biomasseleistung von 12.807 kW.

Tabelle 3: Abschätzung der mittels erneuerbarer Energien bereitgestellten Wärme

Technologie	Gesamtleistung	Wärme kWh/a
Wärmepumpen	56 kW	112.000
Solarthermie	- m ²	-
Biomasse	12.807 kW	6.300.000
Geothermie	24 kW	48.000
Summe	12.887 kW	6.460.000

Diese Zahlen verdeutlichen, dass Biomasse aus Sicht der installierten Leistung die mit Abstand bedeutendste erneuerbare Wärmequelle im Gemeindegebiet darstellt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Holzpellet- und Hackschnitzel-Anlagen für die Grundlastabdeckung eingesetzt werden. Die übrigen Biomasseheizungen werden nicht als Haupterzeuger betrieben, sondern überwiegend als Ergänzung.

Für solarthermische Anlagen liegen keine systematischen Daten vor. Im Rahmen der Vor-Ort-Begehungen konnten nur sehr wenige solarthermische Dachflächen identifiziert werden. Solarthermie spielt daher nur eine untergeordnete Rolle im regenerativen Wärmemix der Gemeinde.

Das in der Gemeinde ansässige Kalkwerk weist gemäß dem Abwärmeregister der BfEE - Bundesstelle für Energieeffizienz (5) ein erhebliches energetisches Potenzial auf. Die im Register ausgewiesene nutzbare Abwärmemenge beträgt 7,7 GWh pro Jahr.

3.1.5 Energieverbrauch leitungsgebundene Wärme

Im Gemeindegebiet werden keine Nah- und Fernwärmenetze betrieben.

3.1.6 Dezentrale Wärmeerzeuger

Die Erfassung und Auswertung der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen in der Gemeinde erfolgen auf Grundlage der vom zuständigen Bezirksschornsteinfeger zur Verfügung gestellten Kkehrbuchdaten. Diese Daten liefern eine Übersicht über die Anzahl der im Gemeindegebiet vorhandenen Feuerstätten sowie deren jeweiligen Heizleistungen und ermöglichen eine differenzierte Analyse der installierten Wärmeerzeuger. Ergänzt werden die Daten durch Angaben des Gasnetzbetreibers.

Die Auflistung der einzelnen Anlagen erfolgt in Abbildung 6 nach Energieträgern und der jeweils installierten Heizleistung.

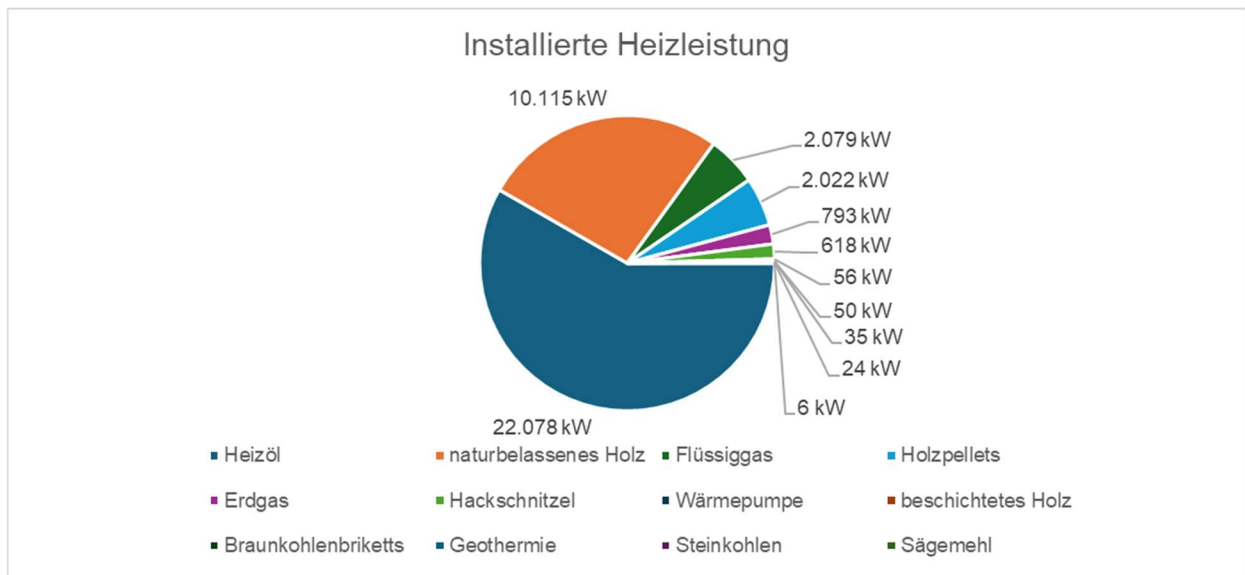


Abbildung 6: Art und installierte Leistung der dezentralen Wärmeerzeuger

Die Wärmeversorgung im Gemeindegebiet Meißner wird durch Heizöl dominiert, der Anteil an der gesamten installierten Leistung liegt bei 60 %.

Den zweitgrößten Anteil bilden Einzelöfen und Zentralheizungen auf Basis naturbelassenen Holzes, die rund ein Viertel der vorhandenen Heizleistung ausmachen. Dieser hohe Anteil unterstreicht die weiterhin bedeutende Rolle biomassebasierter Einzelraumfeuerstätten im ländlichen Raum.

Mit jeweils etwa 5 % an der insgesamt installierten Heizleistung folgen Flüssiggas sowie Holzpelletanlagen, die damit nur von untergeordneter Bedeutung sind.

3.2 Kartographische Darstellungen

Für grundlegende Informationen (Lage, Größe, Nutzung) zu den Gebäuden, Flurstücken sowie zur Gemeinde- und Siedlungsstruktur wurden die Daten aus OpenStreetMap (6), dem amtlichen Liegenschaftskataster (7), dem Wärmeatlas Hessen (8) sowie zur Verfügung gestellte Bebauungspläne der Gemeinde genutzt. Ergänzend wurden weitere relevante Informationen aus dem Zensus 2022, den Kkehrbuchdaten des Bezirksschornsteinfegers sowie den vom Energieversorger EAM Netz GmbH bereitgestellten Angaben berücksichtigt. Von der Gemeinde wurden zudem Zahlen der Bestandsstatistik der Einwohnerzahlen der Gemeinde zum Stichtag 31.12.2024, aufgelöst für die 7 Ortsteile, Listen der denkmalgeschützten Gebäude und Ensembles sowie Siedlungsentwicklungskarten zur Verfügung gestellt. Zur Erstellung der Karten wurde die Geoinformationssystemsoftware QGIS (9) genutzt. Als Vorbereitung für die Datenabfrage wurde das gesamte Gemeindegebiet in Baublöcke eingeteilt. Um hierbei datenschutzrechtlichen Vorgaben zu entsprechen, wurden bei Liegenschaften der Nutzungsart Wohnen mindestens fünf benachbarte Hausnummern zusammengefasst, unabhängig davon, ob es sich bei den Gebäuden um Ein-, Zwei- oder Mehrfamilienhäuser handelt.

3.2.1 Wärmeverbrauchsichten pro Baublock

Zur kartografischen Darstellung der Wärmeverbrauchsichten (Abbildung 7) wurden überwiegend Daten aus dem Wärmeetlas Hessen herangezogen. Die dortige baublockbezogene Darstellung wurde anhand Schornsteinfeger- und Zensusdaten überprüft, um die Plausibilität der Daten zu kontrollieren.

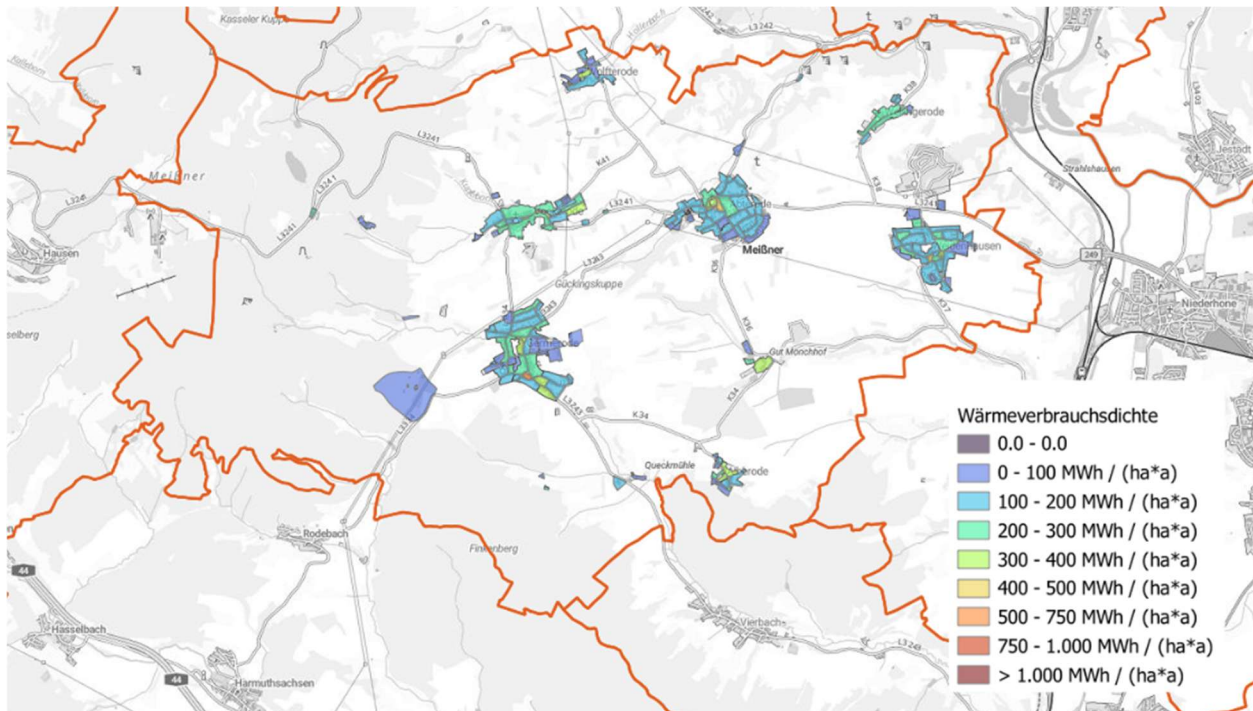


Abbildung 7: Wärmeverbrauchsichte je Baublock

Im gesamten Gemeindegebiet sind überwiegend geringe Wärmeverbrauchsichten festzustellen. Lediglich in den Ortszentren von Abterode und Germerode befinden sich Baublöcke, die Wärmeverbrauchsichten von über 500 MWh/(ha*a) erreichen. Abgesehen von diesen lokal begrenzten Verdichtungen bewegen sich die Werte überwiegend im Bereich von etwa 100 bis 300 MWh/(ha*a).

3.2.2 Wärmelinienindichten pro Straßenabschnitt

Die Wärmelinienindichte bietet eine Orientierung, ob ein Nahwärmenetz aus wirtschaftlicher Sicht in Betracht kommen könnte. Diese Betrachtung wird in der Zielplanung durchgeführt. Die Wärmelinienindichte stellt dar, welcher Wärmebedarf je Meter entlang einer Straße besteht. Auch sie ist ein Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes.

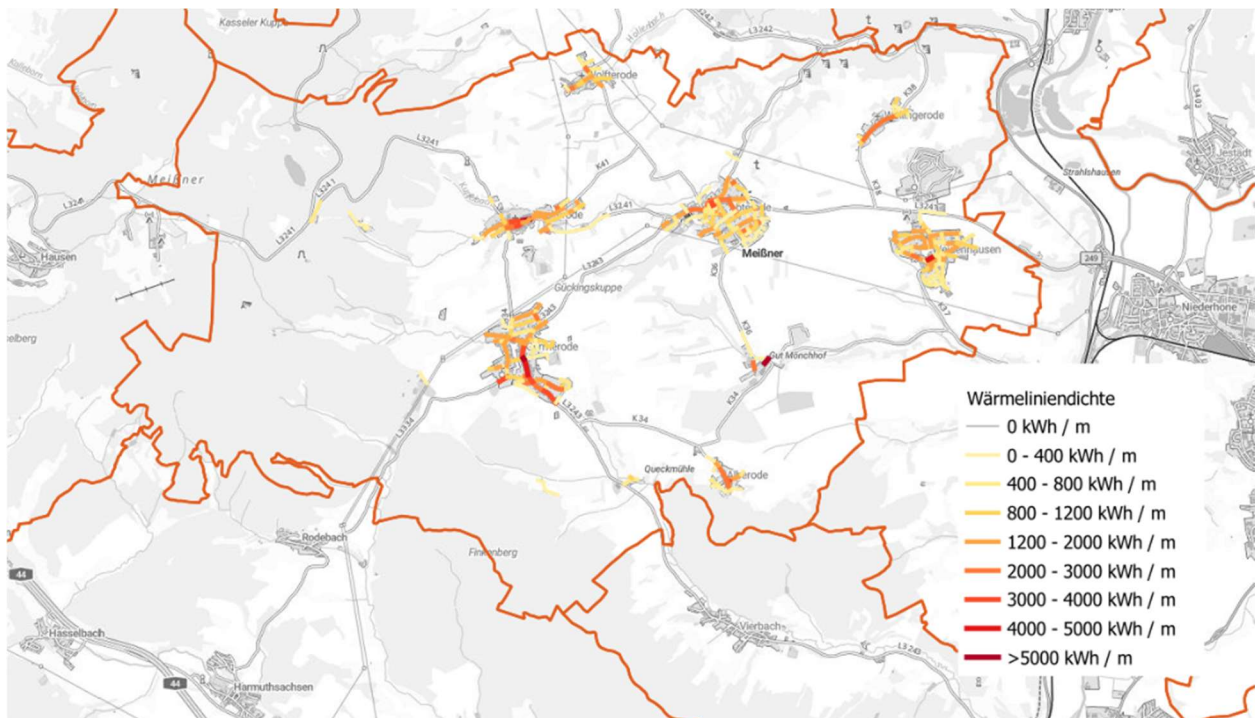


Abbildung 8: Wärmelinien-dichte je Straßenabschnitt

In den Ortschaften, die sich entlang einzelner Durchgangsstraßen entwickelten, werden mittlere Wärmelinien-dichten zwischen 1.200 und 2.000 kWh/(m*a) erreicht. Dies gilt beispielweise für die Ortsteile Vockerode und Wellingerode.

Im Ortsteil Germerode treten entlang der Hauptstraße, insbesondere auf kurzen und baulich dichter bebauten Abschnitten, lokal deutlich erhöhte Werte auf. Hier werden Wärmelinien-dichten von bis zu 5.000 kWh/(m*a) registriert.

Der größte Teil des Gemeindegebiets weist jedoch deutlich geringere Wärmelinien-dichten auf. Für die überwiegenden Siedlungsbereiche liegen diese bei bis zu 800 kWh/(m*a). Damit befindet sich ein Großteil der Fläche im Bereich niedriger spezifischer Wärmedichten.

3.2.3 Verteilung der Energieträger pro Baublock

Es erfolgte eine prozentuale Aufteilung der durch den Schornsteinfeger zur Verfügung gestellten Anzahl der Feuerstätten sowie deren Energieträger.

Tabelle 4: Verteilung der Energieträger je Feuerstätte - Gemeinde Meißenner gesamt

Energieträger	Anzahl Gebäude	Prozentualer Anteil
Hackschnitzel	3	< 1 %
Beschichtetes Holz	1	< 1 %
Braunkohlebriketts	6	< 1 %
Erdgas	34	1 %
Flüssiggas	104	4 %
Heizöl	874	37 %
Holzpellets	129	5 %
Naturl belassenes Holz	1.177	50 %
Sägemehl	9	< 1 %
Steinkohle	1	< 1 %
Wärmepumpen	8	< 1 %
Gesamtergebnis	2.346	

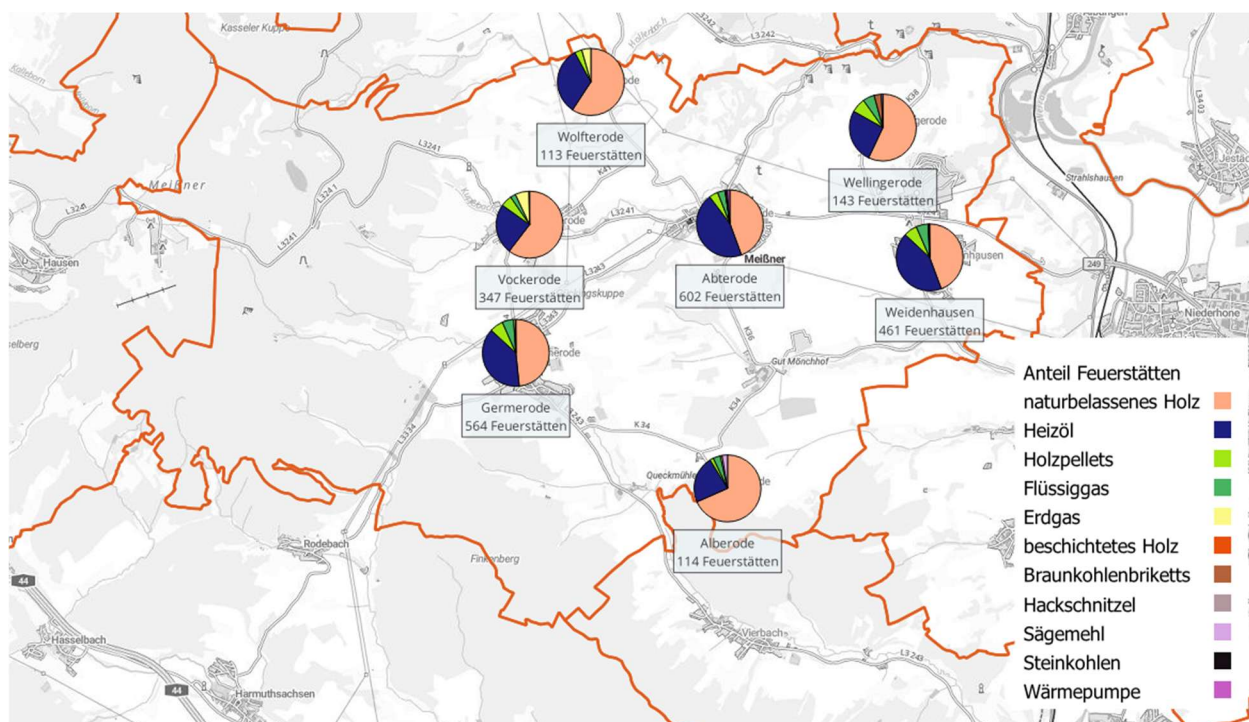


Abbildung 9: Verteilung der zur Wärmeversorgung der Wohngebäude genutzten Energieträger je Ortsteil

Angaben zu in Betrieb befindlichen Wärmepumpen konnten nicht durch den Schornsteinfeger und/oder den örtlichen Energieversorger zur Verfügung gestellt werden und wurden nach Vor-Ort-Besichtigung nachträglich eingetragen.

Eine Verteilung der zur Wärmeversorgung der Wohngebäude genutzten Energieträger wird in der folgenden Tabelle je Ortsteil aufgeführt.

Tabelle 5: Verteilung der Energieträger je Feuerstätte – Ortsteilbezogen

		Abterode	Alberode	Germerode	Vockerode	Weidenhausen	Wellingeroode	Wolfterode
Hackschnitzel	Anzahl	1	0	1	0	1	0	0
	Anteil	< 1 %	0 %	< 1 %	0 %	< 1 %	0 %	0 %
beschichtetes Holz	Anzahl	1	0	0	0	0	0	0
	Anteil	< 1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Flüssiggas	Anzahl	25	4	31	9	27	8	0
	Anteil	4 %	4 %	5 %	3 %	6 %	6 %	0 %
Heizöl	Anzahl	272	26	218	86	197	38	37
	Anteil	45 %	23 %	39 %	25 %	43 %	27 %	33 %
Holzpellets	Anzahl	25	2	37	20	30	10	4
	Anteil	4 %	2 %	7 %	6 %	7 %	7 %	4 %
naturbelassenes Holz	Anzahl	266	78	272	208	204	81	67
	Anteil	44 %	68 %	48 %	60 %	44 %	57 %	59 %
Sägemehl	Anzahl	4	3	0	1	0	1	0
	Anteil	< 1 %	3 %	0 %	< 1 %	0 %	< 1 %	0 %
Wärmepumpe	Anzahl	8	0	0	0	0	0	0
	Anteil	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Erdgas	Anzahl	0	1	5	23	0	0	5
	Anteil	0 %	< 1 %	< 1 %	7 %	0 %	0 %	4 %
Braunkohlebriketts	Anzahl	0	0	0	0	1	5	0
	Anteil	0 %	0 %	0 %	0 %	< 1 %	3 %	0 %
Steinkohle	Anzahl	0	0	0	0	1	0	0
	Anteil	0 %	0 %	0 %	0 %	< 1 %	0 %	0 %

3.2.4 Überwiegender Gebäudetyp pro Baublock

In Abbildung 10 ist farbig für jeden Baublock im Gemeindegebiet hinterlegt, ob es sich vorrangig um eine Bebauung mit Wohngebäuden, Gebäuden für öffentliche Zwecke oder Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe handelt. Als Quelle dienen hierbei ALKIS-Daten (10). Der vorherrschende Gebäudetyp sind Wohngebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser).

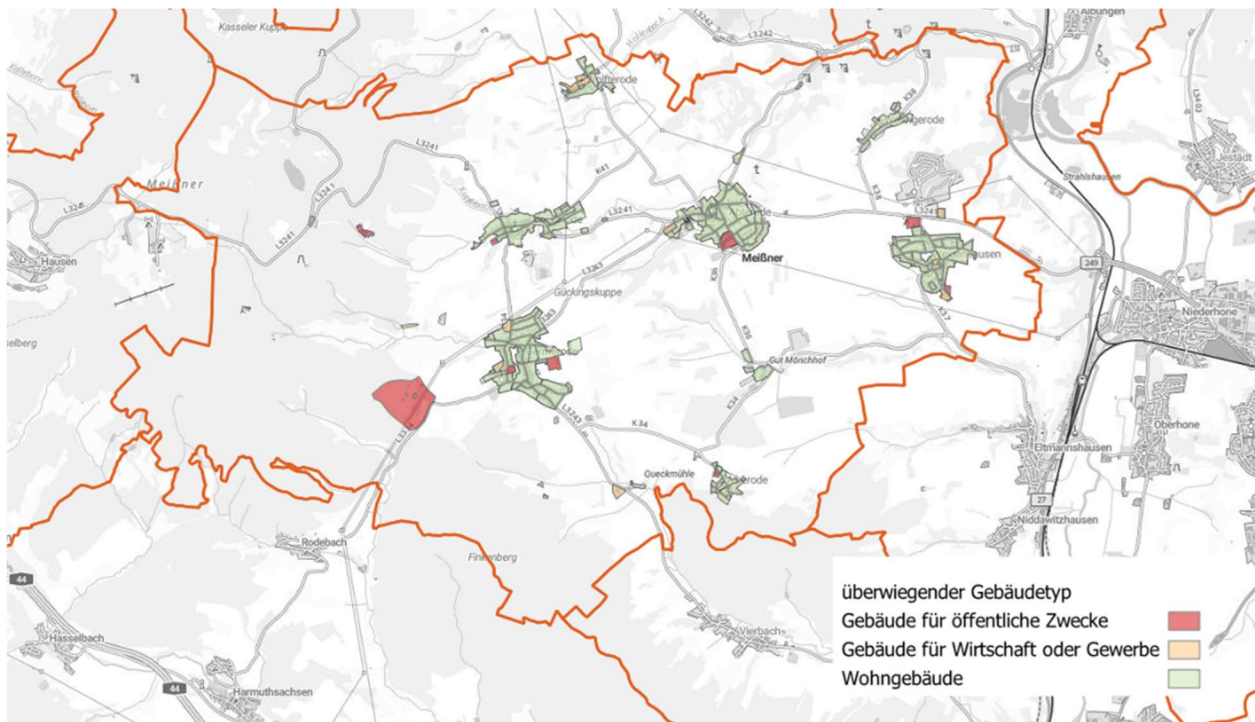


Abbildung 10: Überwiegender Gebäudetyp (Wohngebäude, öffentliche Gebäude, Wirtschaft oder Gewerbe) je Baublock

3.2.5 Überwiegende Baualtersklasse pro Baublock

Die Informationen zu den Baualtersklassen der Gebäude wurden dem Wärmeatlas Hessen entnommen. In diesem Datensatz werden nicht direkte Baujahresangaben geführt, sondern der prozentuale Anteil der Gebäude an verschiedenen Baualtersklassen. Für die folgende Darstellung wurde jeweils die Baualtersklasse mit dem höchsten Anteil ausgewählt.

Zusätzlich wurde überprüft, ob die überwiegend vertretene Baualtersklasse innerhalb des Gemeindegebiets mit den aus der Vor-Ort-Besichtigung und weiteren Datengrundlagen gewonnenen Erkenntnissen übereinstimmt. Auf diese Weise konnte die Güte der modellbasierten Zuordnungen aus dem Wärmeatlas validiert und der Gebäudebestand konsistent klassifiziert werden.

Aus den Baualtersklassen lässt sich allerdings kein Rückschluss auf die energetische Qualität der Gebäude ziehen, da diese in großem Umfang energetisch saniert wurden. Sie werden trotzdem der Vollständigkeit halber zur Erfüllung der Vorgaben für die Kommunale Wärmeplanung ausgewertet.

Tabelle 6: Baualtersklassen der beheizten Gebäude im Gemeindegebiet

Baujahr	Anzahl Gebäude	Prozentualer Anteil
vor 1860	194	10 %
1860 bis 1918	599	32 %
1919 bis 1948	161	9 %
1949 bis 1957	49	3 %
1958 bis 1968	254	14 %
1969 bis 1978	488	26 %
1979 bis 1983	15	1 %
1984 bis 1994	51	3 %
1995 bis 2001	31	2 %
2002 bis 2011	8	< 1 %
2012 und später	7	< 1 %

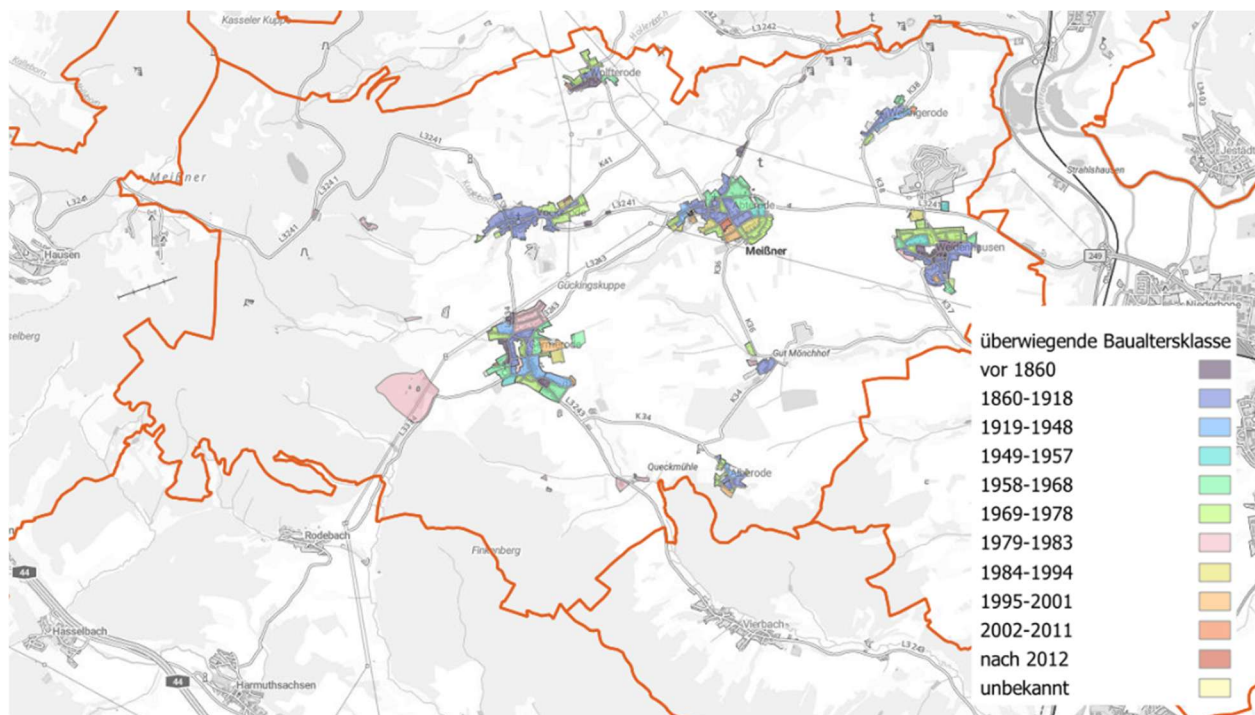


Abbildung 11: überwiegende Baualtersklasse der Gebäude je Baublock

3.2.6 Großverbraucher von Wärme oder Gas

Im Gemeindegebiet ist das Kalkwerk der einzige Großverbraucher von Erdgas. Aufgrund seiner besonderen Versorgungssituation wird das Unternehmen nicht in die allgemeine Betrachtung des kommunalen Wärmeverbrauchs einbezogen.

Die Versorgung erfolgt vollständig in Eigenverantwortung des Unternehmens. Ein Großteil des Energiebedarfs wird bereits über Biomasse abgedeckt. Darüber hinaus ist eine weitergehende Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energieträger, unternehmensintern, in Planung.

Die Nutzung des hohen Abwärmepotenzials ist zurzeit verfahrens- und materialtechnisch nicht realisierbar. Aufgrund der hohen Menge ist es sinnvoll z.B. eine Forschungseinrichtung einzubeziehen, um eine Möglichkeit zur Nutzung zu finden.

Somit bestehen im Gemeindegebiet keine weiteren gasbasierten Großverbraucher, die für die kommunale Wärmeplanung oder eine potenzielle Wärmenetzintegration von Relevanz wären.

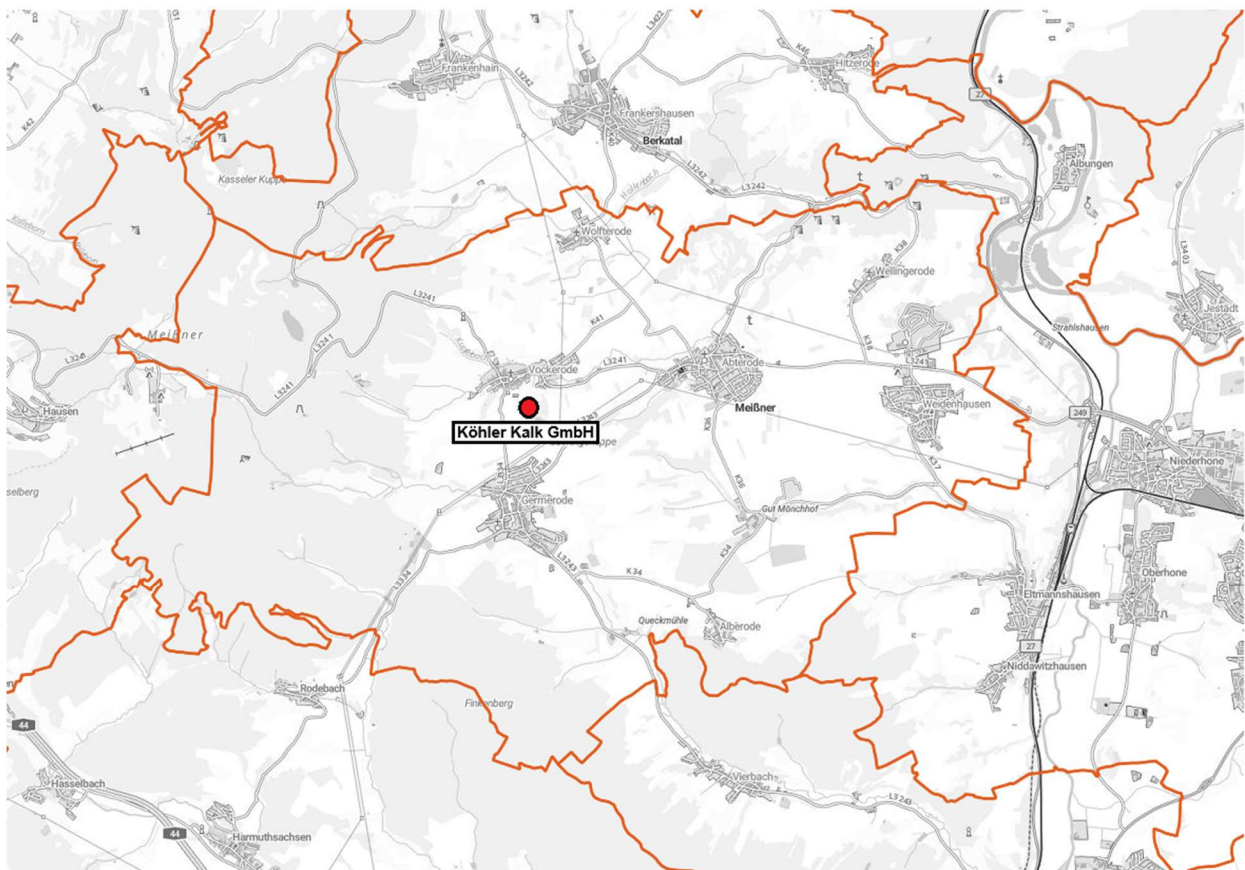


Abbildung 12: Darstellung der Großverbraucher von Wärme und Gas im Gemeindegebiet

3.2.7 Wärme- und Gasnetze

Im Gemeindegebiet werden derzeit keine Wärmenetze betrieben. Die Wärmeversorgung erfolgt über dezentrale Wärmeerzeuger.

Ein Gasnetz ist lediglich teilweise in den Ortschaften Vockerode und Wolfterode vorhanden. Nach Angaben des Schornsteinfegers existieren in diesen Gebieten insgesamt 32 Anschlüsse.

Die nachfolgende Abbildung 13 stellt die Gasnetzinfrastruktur, basierend auf den bereitgestellten Informationen des Energieversorgers, dar.



Abbildung 13: Lage der Gasnetzinfrastruktur im Gemeindegebiet

Daten zu den bestehenden Stromnetzen im Gemeindegebiet wurden nicht bereitgestellt. Als Begründung wurde die Zugehörigkeit zur kritischen Infrastruktur angegeben, wodurch die Veröffentlichung oder Weitergabe entsprechender Netzpläne und Detailinformationen aus Sicherheitsgründen eingeschränkt ist.

Folglich können in dieser Analyse keine detaillierten Aussagen zu Netzstruktur, Spannungsebenen oder Netzkapazitäten getroffen werden. Für weitergehende Planungen müssen alternative Datengrundlagen oder aggregierte Informationen verwendet werden.

3.2.8 Wasserstoff

Es sind keine im Gemeindegebiet installierten Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen bekannt.

Es ist nicht bekannt, ob im Gemeindegebiet weitere Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 MW installierter Elektrolyseleistung geplant sind.

3.2.9 Kältebedarf

Im Gemeindegebiet sind keine Einrichtungen mit einem relevanten Kältebedarf bekannt. Mit den steigenden Jahresmitteltemperaturen infolge des Klimawandels ist auch bei Wohngebäuden mit einem wachsenden Bedarf an Raumkühlung zu rechnen. Der Anteil des Kälte- gegenüber dem Wärmebedarf ist vernachlässigbar gering, so dass die Kälteversorgung in der der Wärmeplanung nicht berücksichtigt wird. Zur Bereitstellung wird auf individuelle Lösungen gesetzt (z.B. Nutzung der Kühlfunktion von Wärmepumpen, Klimaanlage)

4 Potenzialanalyse nach § 16 WPG

Ziel der Potenzialanalyse ist die gebietsscharfe Ermittlung verschiedener Potenziale, die für eine Wärmeversorgung der Gemeinde Meißner auf Basis erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme zur Verfügung stehen. Aufgrund der besseren Emissionsfaktoren sinken bei der Substitution der bisher vorrangig genutzten fossilen Energieträger durch diese erneuerbaren Energien die Treibhausgasemissionen. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf lokalen Potenzialen für erneuerbare Energien, wie Solarthermie, Geothermie und Flusswasser. Zudem werden Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs und zur Steigerung der Effizienz in Gebäuden und Anlagen betrachtet.

Durch diese umfassende Erfassung und Bewertung der Potenziale legt die Analyse die Basis für die Entwicklung eines Zielszenarios, das auf eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung bis 2045 ausgerichtet ist.

Die Potenzialhierarchie dient der systematischen Einordnung der Energiepotenziale nach ihrer Zugänglichkeit und Umsetzbarkeit:

1. **Maximales physikalisches Potenzial:** Beschreibt das theoretisch maximale Energieangebot in einer Region, ohne technische, wirtschaftliche oder rechtliche Einschränkungen zu berücksichtigen.
2. **Technisches Potenzial:** Gibt den Teil des maximal physikalischen Potenzials an, der mit der derzeit verfügbaren und wirtschaftlich tragbaren Technik erschlossen werden könnte. Hierbei werden Verluste, technische Einschränkungen und infrastrukturelle Gegebenheiten einbezogen.
3. **Wirtschaftliches Potenzial:** Umfasst den Teil des technischen Potenzials, dessen Erschließung unter bestimmten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen als rentabel gilt. Wirtschaftliche Faktoren sind Investitionskosten, Betriebskosten, Energiepreise, Fördermittel und gewünschte Amortisationszeiten.
4. **Erschließbares Potenzial:** Beschreibt das tatsächlich umsetzbare Potenzial, das durch zusätzliche Einflussfaktoren wie soziale Akzeptanz, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Vorgaben oder individuelle Präferenzen von Entscheidungsträgern begrenzt wird.

Hinweis: Das erschließbare Potenzial kann größer oder kleiner sein als das wirtschaftliche Potenzial, da politische Entscheidungen Potenziale erschließen können, die rein wirtschaftlich nicht tragfähig sind.

4.1 Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme

Neben der Umstellung auf erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung hat die Senkung des Wärmebedarfs einen entscheidenden Einfluss auf die zukünftige wärmebedingte Treibhausgasbilanz der Gemeinde. Im Folgenden werden die Potenziale durch energetische Gebäudesanierungen zur Wärmebedarfsreduktion betrachtet.

Zur Abschätzung des Einsparpotenzials durch Bedarfsreduktion wurden mehrere Quellen herangezogen. Grundlage bilden die prozentualen Einsparangaben aus dem *Technikkatalog Wärmeplanung* (4) sowie die im Wärmeatlas Hessen prognostizierten Entwicklungen der

zukünftigen Wärmebedarfe. Der Technikkatalog enthält detaillierte Werte, die sowohl nach Baualtersklassen als auch nach Gebäudesektoren – Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH), Mehrfamilienhäuser (MFH) und Nichtwohngebäude (NWG) – differenziert sind. Betrachtet werden hierbei drei Varianten, welche verschiedene jährliche Reduktionen berücksichtigen.

1. O45-Zielszenario – ist ein ambitioniertes Orientierungsszenario zur Erreichung von Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045. Die Szenarien werden auf Grundlage der „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ des BMWK entwickelt. (11)
2. Aktuelle UBA-Projektion – beurteilt die Entwicklung des Energieverbrauchs bis 2045 unter Berücksichtigung existierender und geplanter politischer Maßnahmen. (12)
3. Fortschreibung der tatsächlichen energetischen Optimierung der Gebäude von 2016 bis 2024

Je nach der im Technikkatalog aufgezeigten Entwicklungsvariante ist mit Bedarfsreduktionen von rund 15 % bis 30 % bis zum Jahr 2045 zu rechnen.

Der Wärmeatlas Hessen berücksichtigt drei unterschiedliche Varianten zur Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs, die jeweils eine moderate, eine stärkere sowie eine ambitionierte Reduktion des Wärmeverbrauchs abbilden. Je nach Szenario werden dabei durchschnittliche Einsparpotenziale im Bereich von etwa 23 % bis 43 % bis zum Zieljahr prognostiziert. Sowohl das O45-Szenario als auch die Projektionen des Umweltbundesamtes (UBA) gehen von einer Minderung des Endenergieverbrauchs für Wärme um 28–30 % bis 2045 aus.

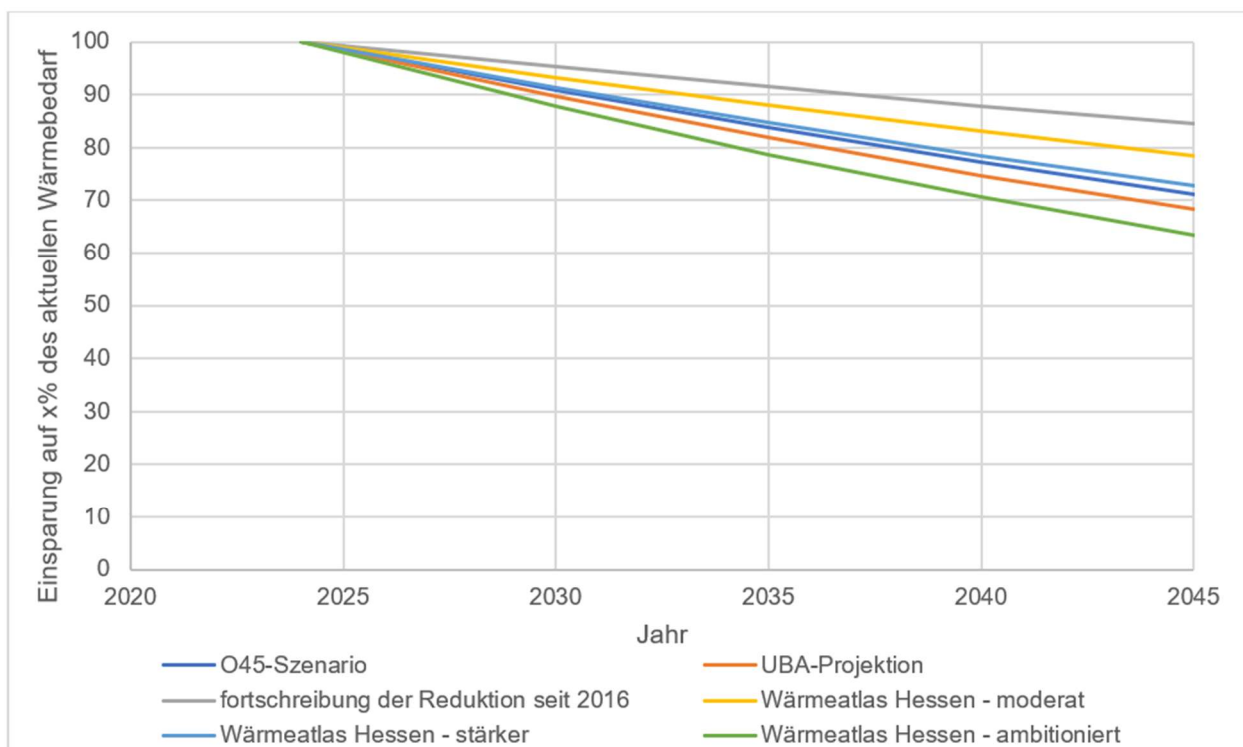


Abbildung 14: Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme im Gemeindegebiet für drei Szenarien zur Bedarfsreduktion nach (4)

Von einer Fortschreibung der bisherigen Reduktionstrends seit 2016, d.h. einer sehr geringen Bedarfsreduktion, kann nicht ausgegangen werden. Um die nationalen und europäischen

Klimaziele zu erreichen, müssen ambitioniertere Maßnahmen umgesetzt werden. Es sind deshalb strengere gesetzliche Vorgaben des Bundes (z. B. im Gebäudeenergiegesetz, BEG oder BEW) sowie verstärkte staatliche Förderanreize in Form von Investitionszuschüssen, Steuererleichterungen oder Beratungsprogrammen zu erwarten.

Im Mittel ergibt sich aus den verschiedenen Szenarien ein Einsparpotenzial von rund 29 %.

Für die im vorliegenden Wärmeplan dargestellte Entwicklung des Zielszenarios wird jedoch eine Reduktion des **Wärmebedarfs um 24 % bis zum Jahr 2045** angenommen. Die Wahl dieses Langzeitszenarios ist wie folgt zu begründen:

Sanierungszustand

Der Gebäudebestand in der Gemeinde Meißner ist überwiegend von älteren Baualtersklassen geprägt. Rund ein Drittel der Gebäude wurde in den Jahren 1860 bis 1918 errichtet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in den Baujahren 1969 bis 1978, die etwa ein Viertel des Gesamtbestandes ausmachen. Lediglich rund 5 % aller Gebäude wurden nach 1985 erbaut. In den früheren Bauzeiträumen bestanden kaum bzw. keine gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der energetischen Ausgestaltung von Gebäuden. Folglich wäre zu erwarten, dass die Gebäude eine geringe Wärmedämmung sowie veraltete Anlagentechnik haben. Im Rahmen der Vor-Ort-Begehung wurde der Sanierungszustand der Gebäude im Gemeindegebiet visuell beurteilt. Der ältere Gebäudebestand befindet sich insgesamt in einem überdurchschnittlich guten baulichen Zustand. Bei einer Vielzahl der Objekte war erkennbar, dass Dachsanierungen bereits durchgeführt wurden. Da die Dächer in der Regel neu eingedeckt waren, ist davon auszugehen, dass im Zuge dieser Maßnahmen eine zusätzliche Dachdämmung vorgenommen wurde. Auch im Bereich der Fenster zeigte sich ein fortgeschrittener Sanierungsstand – überwiegend sind Kunststofffenster mit mindestens Zweischeibenverglasung verbaut.

Während der Begehung wurden zudem mehrere eingerüstete Gebäude festgestellt, die sich aktuell in der Sanierung befinden. Dies deutet auf eine fortlaufende Modernisierungstätigkeit im Gebäudebestand hin.

Nur wenige Gebäude wiesen einen offensichtlich schlechten energetischen Zustand auf. Dieser betraf ausschließlich leerstehende Objekte, die derzeit nicht bewohnt oder genutzt werden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich der Gebäudebestand der Gemeinde – trotz seines hohen Altersanteils – in einem soliden energetischen Zustand mit aktivem Sanierungsgeschehen befindet. Die zukünftige Änderung des Wärmebedarfes wird deshalb geringer sein, als sich aus der Baualtersklasse schließen lässt.

Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung in der Gemeinde Meißner war in den vergangenen Jahrzehnten überwiegend rückläufig. Für die Jahre 2000, 2010 und 2024 liegen kommunale Daten vor. Zusätzlich stellt das Hessische Statistische Landesamt Bevölkerungszahlen für das Jahr 2020 bereit. (13)

Aus diesen Daten ergibt sich folgendes Bild:

- Zwischen 2000 und 2010 sank die Bevölkerungszahl um rund 10 %,
- in den darauffolgenden Jahren bis 2020 ging sie um weitere 11 % zurück,

- im Zeitraum 2020 bis 2024 konnte erstmals wieder ein leichter Anstieg von etwa 2 % verzeichnet werden.

Die Entwicklung der Bevölkerung in der Gemeinde Meißner ist in Abbildung 15 dargestellt.

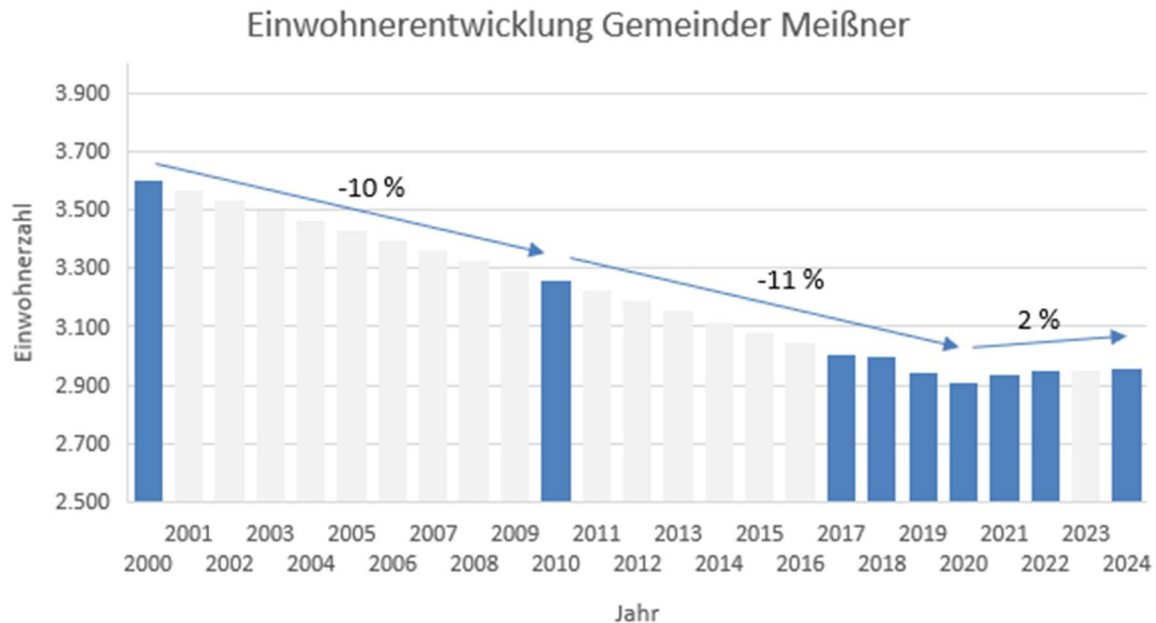


Abbildung 15: Entwicklung der Gesamtbevölkerung in der Gemeinde Meißner der Jahre 2000 - 2024

Weitere Zahlen zur Bevölkerungsentwicklung veröffentlicht die Hessen Agentur, die im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum kleinräumige Bevölkerungsvorausschätzungen erstellt. (14) Diese Prognosen bestätigen die bisherige Entwicklung und weisen zugleich auf einen weiteren Rückgang hin: Für die Jahre 2023 bis 2035 wird ein Bevölkerungsverlust von 10,1 % prognostiziert. Der Rückgang der Bevölkerung verteilt sich unterschiedlich auf die Altersgruppen, in der Gruppe der 40 bis 60-Jährigen ist mit dem stärksten Rückgang zu rechnen, wohingegen die Bevölkerungsgruppe der über 60-Jährigen deutlich wächst. Da sich mit zunehmendem Alter das Wärmeempfinden ändert, wird ein Teil der Bedarfsreduktion aufgrund verringerter Einwohnerzahlen durch einen tendenziell erhöhten Wärmebedarf der über 60-Jährigen kompensiert, es wurde demzufolge keine separate Bedarfsreduktion aufgrund der sich ändernden Einwohnerzahl einberechnet.

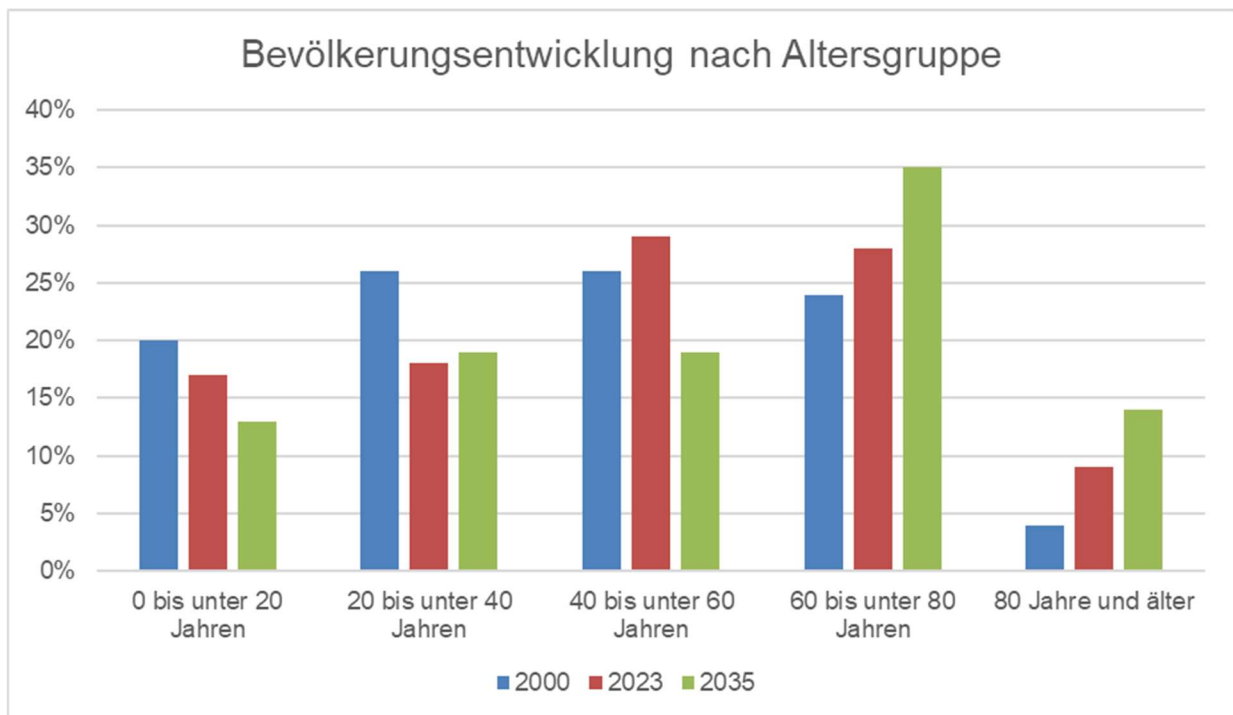


Abbildung 16: Entwicklung der Bevölkerung in der Gemeinde Meißner nach Altersgruppen

4.2 Lokal verfügbare Potenziale

4.2.1 Wärmepumpen

Eine Wärmepumpe ist ein thermodynamisches System, das unter Einsatz von elektrischem Strom Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Erdreich aufnimmt und mittels eines Kältekreislaufs auf ein nutzbares Temperaturniveau anhebt. Luft-Wärmepumpen nutzen Außenluft als Wärmequelle und sind einfach zu installieren, jedoch bei niedrigen Umgebungstemperaturen weniger effizient. Wasser-Wasser-Wärmepumpen greifen z.B. auf Thermalwasser, Grundwasser oder Abwasser zu, also Quellen, die ganzjährig konstantere Temperaturen liefern, wodurch eine hohe Effizienz erreicht wird. Sole-Wärmepumpen entziehen dem Erdreich über Erdkollektoren oder Erdsonden Wärme und zeichnen sich durch besonders stabile Leistungswerte aus.

Die Effizienz von Wärmepumpen, also welches Vielfache des eingesetzten elektrischen Stroms am Ende als Wärme genutzt werden kann, wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschrieben, die das Verhältnis von gewonnener Heizenergie zur eingesetzten elektrischen Energie gemittelt über ein ganzes Jahr angibt. Folgende tabellarische Gegenüberstellung zeigt typische, zu erwartende JAZ für die verschiedenen Wärmepumpen bis max. 60 °C Vorlauftemperatur:

Tabelle 7: Jahresarbeitszahlen verschiedener Wärmepumpen-Technologien (4)

Wärmepumpen-Technologie	Typische JAZ		
	Neubau/ Altbau kernsaniert	Altbau saniert	Altbau unsaniert
Luft-Wärmepumpe	4,1	3,3	2,8
Wasser-Wärmepumpe (Grundwasser)	5,1	5,9	6,9
Sole-Wärmepumpe	6,0	4,7	4,1

Die tatsächliche JAZ hängt stark von der Systemauslegung, der Heizungsart (z.B. Fußbodenheizung vs. Heizkörper), dem Dämmstandard des Gebäudes und den Nutzergewohnheiten ab. Die Nutzung der Wärmepumpentechnologie kann sowohl in dezentralen Anwendungen wie Ein- und Zweifamilienhäusern, als auch in zentralen Versorgungssystemen für Mehrfamilienhäuser oder Quartierslösungen eingesetzt werden. Damit ist sie eine flexible und umweltfreundliche Option zur Wärmebereitstellung.

4.2.2 Geothermie

Zur Nutzung zentraler Energieerzeuger, wie Geo- und Solarthermie sind große Flächen erforderlich.

Zur Ermittlung potenzieller Freiflächen zur Bohrung geothermischer Sonden oder Aufstellung Solarthermischer-Freifeldanlagen, wurde eine bereits vorliegende Potenzialanalyse herangezogen, die die Gemeinde Meißen im Vorfeld der kommunalen Wärmeplanung zur Identifikation geeigneter Flächen für mögliche Photovoltaikanlagen erstellen ließ. In dieser Untersuchung wurden sämtliche Freiflächen des Gemeindegebiets betrachtet und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung bewertet. Zu den zentralen Bewertungskriterien zählen unter anderem das Fehlen von Natur- und Landschaftskonflikten, eine unterdurchschnittliche Bodenbonität bzw. Abbauwertigkeit, das Nichtvorhandensein von Vollerwerbslandwirtschaft sowie die Zustimmung von Betrieben des Nebenerwerbs. Zudem wurde berücksichtigt, dass das lokal ansässige Abbaugewerbe durch eine mögliche Flächennutzung nicht beeinträchtigt wird.

Die Lage der ermittelten Freiflächen kann in der Abbildung 17 eingesehen werden.

Laut der Studie wurden rund 70 Hektar als besonders interessant eingestuft (in Abbildung 17 blau und gelb markiert). Weitere etwa 170 Hektar wurden als „Flächen nach Beachtung weicher Kriterien“ identifiziert, die grundsätzlich ebenfalls potenziell nutzbar wären (in Abbildung 17 rot markiert). Für die Bebauung mit Photovoltaikanlagen wurden schließlich vier Gebiete mit einer Gesamtfläche von etwa 30 Hektar festgelegt (in Abbildung 17 blau markiert). Diese Standorte sind durch die geplante PV-Nutzung bereits gebunden und stehen daher für eine alternative Nutzung – wie etwa die Installation geothermischer Sonden oder solarthermischer Freifeldanlagen – nicht zur Verfügung.

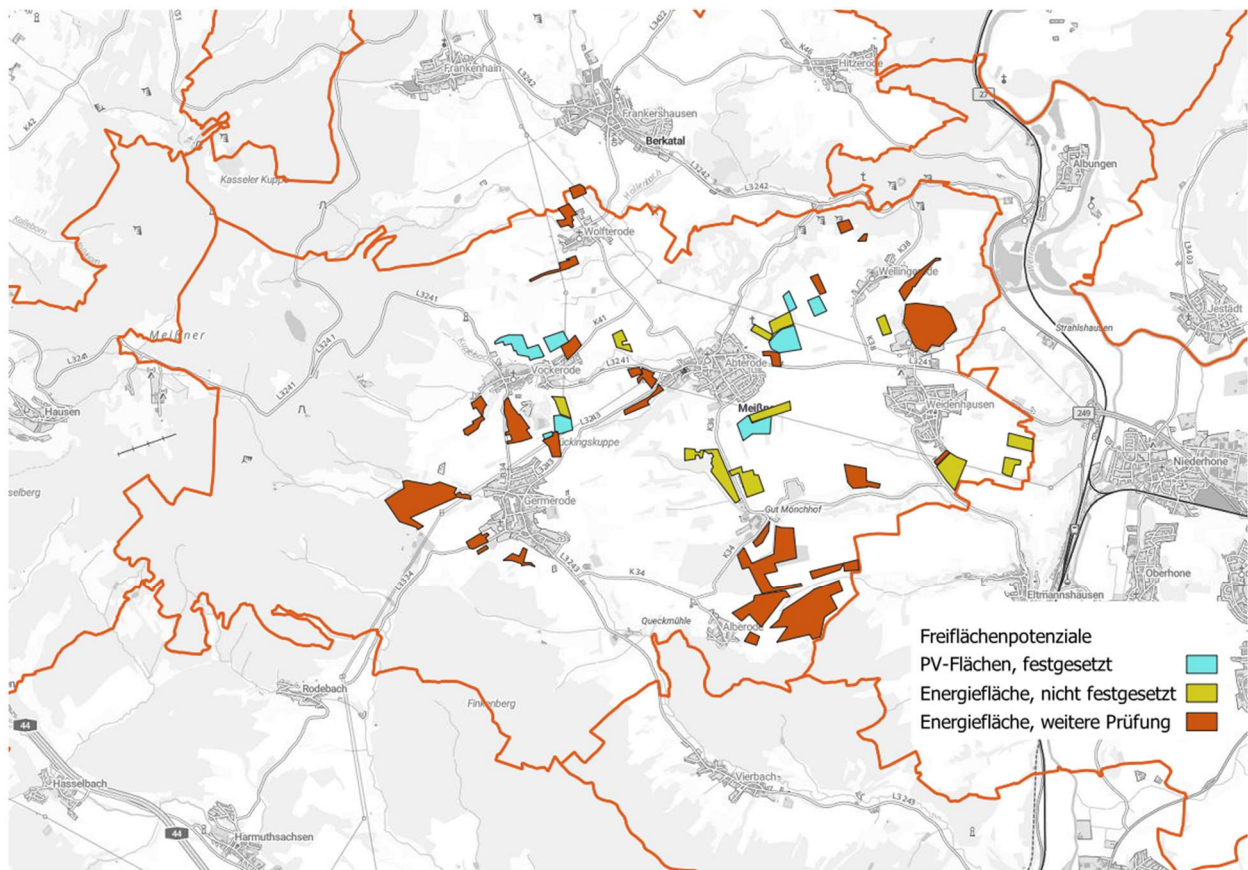


Abbildung 17: Freiflächen Gemeinde Meißen

Oberflächennahe Geothermie

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme mittels Erdwärmekollektoren (meist bis ca. 10m Tiefe) oder mittels Erdwärmesonden (bis maximal 400m Tiefe). Bei Sondertiefen bis maximal 100m ist nach §127 Bundesberggesetz i.d.R. keine Anzeige notwendig, es gibt jedoch aufgrund wasserrechtlicher Fragestellung weitere regulatorische Einschränkungen (15). Aufgrund der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bewertung (16) einzelner Standorte im Gemeindegebiet Meißen ergeben sich keine Gebiete, die ohne Einzelfallprüfung möglich sind.

Im westlichen Randgebiet der Gemeinde Meißen (Bereich Schwalbenthal) ist die Errichtung von Erdwärmesonden aufgrund der wasserwirtschaftlichen Standortbeurteilung unzulässig. Bei dem gelb markierten Gebiet handelt es sich um hydrogeologisch sensibles Gebiet. Dieses wird als hydrogeologisch ungünstig eingestuft.

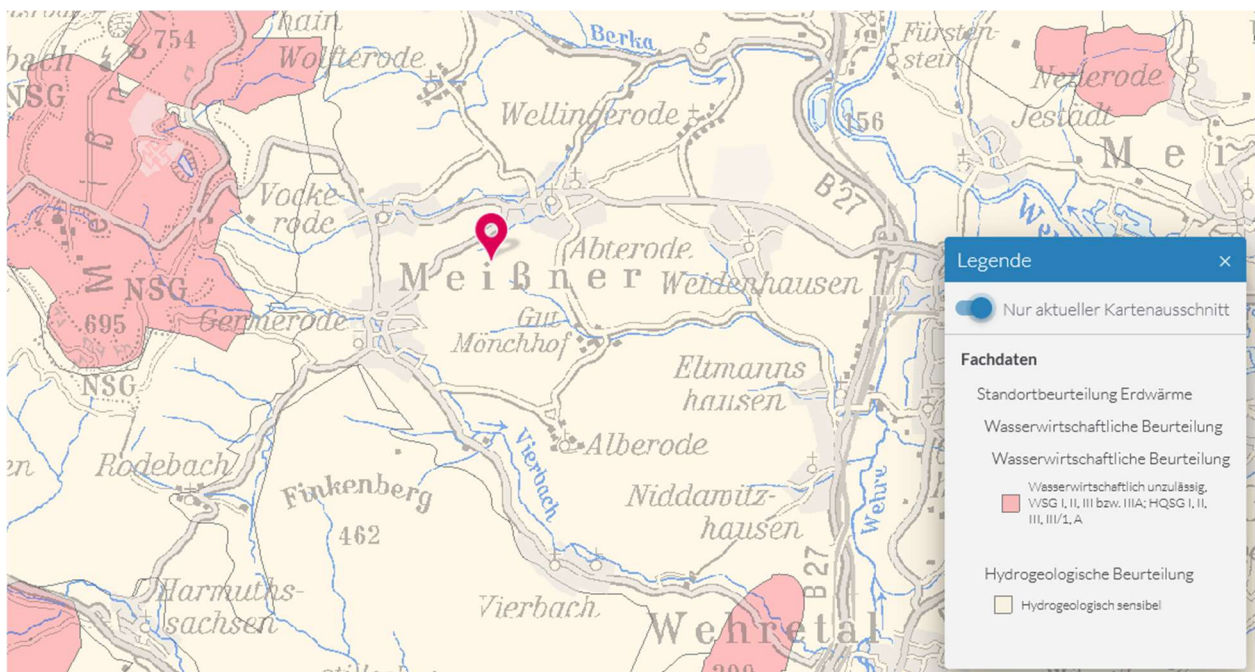


Abbildung 18: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Bewertung von Standorten zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie im Gemeindegebiet (16)

Die im Geologie-Viewer des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) ausgewiesenen geologischen Kennwerte zeigen für das Gemeindegebiet eine Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds von etwa 2,6 W/(m*K). Dieser Wert liegt im Bereich gut wärmeleitender Lockergesteine oder Festgesteine und stellt grundsätzlich günstige Voraussetzungen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie dar.

Die Entzugsleistung für das Gemeindegebiet wurde gemäß VDI 4640 Blatt 2 in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrundes sowie der jährlichen Volllaststunden ermittelt. Für die Berechnung wurde eine jährliche Betriebszeit von jährlich rund 2.400 Vollbenutzungsstunden angesetzt, was einem typischen Heizbetrieb einschließlich Warmwasserbereitung entspricht. Daraus ergibt sich für das Gemeindegebiet eine Entzugsleistung von 28,5 W je Bohrmeter.

Sonden – dezentral

Zur Abschätzung des Flächenpotenzials für dezentrale Sonden zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie wurden zuerst alle Flurstücke mit Wohnbebauung in den Ortschaften identifiziert. Für jedes dieser Flurstücke wurde im Anschluss die für dezentrale Sonden verfügbare Fläche und daraus eine jeweilige Sondenanzahl abgeschätzt. Dabei wurde ein Mindestabstand von 10 m zwischen den einzelnen Sonden zugrunde gelegt.

Die Ermittlung der verfügbaren Flächen ist in Abbildung 19 dargestellt. Bild 1 zeigt – braun hinterlegt – die betrachteten Flurstücke mit Wohnbebauung. In Bild 2 wurde um jedes Flurstück ein Abstand von 5 m zur jeweiligen Grundstücksgrenze eingetragen. In Bild 3 wurde zusätzlich ein Abstand von 2 m zu jedem Gebäude berücksichtigt. Die verbleibenden, grün markierten Flächen stellen somit die potenziell nutzbaren Bereiche für die Installation geothermischer Sonden dar. Für das gesamte Gemeindegebiet ergibt sich daraus eine Gesamtfläche von rund 70 Hektar. Es wurde zudem angenommen, dass hiervon tatsächlich nur etwa 50 % als real

verfügbare Fläche genutzt werden kann, da beispielsweise Bäume, sonstige bauliche Hindernisse oder auch Eigentümerinteressen die Durchführung von Bohrungen einschränken.



Abbildung 19: Prinzipdarstellung zur Ermittlung verfügbarer Flächen für dezentrale Sondenbohrungen

Mittels der aus der VDI 4640-2 entnommenen Entzugsleistung in Höhe von 28,5 W/m wurde der Wärmeertrag bestimmt, der mithilfe einer Sole-Wärmepumpe mit durchschnittlicher JAZ von 4,5 erreicht werden kann.

Nimmt man an, dass die wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Bewertung für alle Flurstücke mit Einzelfallprüfung positiv ausfallen und an diesen Stellen Sonden mit 100 m Tiefe gebohrt werden, ergibt sich aus den dann ca. 3.600 Bohrungen ein theoretischer Wärmeertrag im Gemeindegebiet für Sonden dezentral nach Einzelfallprüfung von bis zu **32.000 MWh/a**, was etwa dem derzeitigen Wärmebedarf entspricht.

Sonden – zentral

Für die Umsetzung zentraler Geothermie-Sondenfelder sind neben der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Bewertung insbesondere die Verfügbarkeit von Freiflächen in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder zukünftigen Wärmenetzen entscheidend.

Die zuvor identifizierten und in Abbildung 17 dargestellten Freiflächen wurden diesbezüglich weiter eingeschränkt: Es wurden nur Flächen berücksichtigt, die eine Mindestgröße von 2.000 m² aufweisen und sich vollständig innerhalb eines Radius von 500 m um Baublöcke befinden, welche nach Einschätzung der Wärmeplanung auch im Jahr 2045 eine Wärmedichte oberhalb von 175 MWh/ha*a aufweisen. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen ergibt sich eine Gesamtsumme von rund 96 ha potenziell nutzbarer Freiflächen. Bei einer vollständigen Nutzung dieser Flächen, bis zu einer Tiefe von 100 m, lässt sich ein potenzieller Wärmeertrag der Wärmepumpen von **85.000 MWh/a** erzielen, unter der Annahme, dass die Sonden in einem Abstand von 10 m zueinander installiert werden und die Wärmepumpen einen Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,5 erreichen.

Tiefe Geothermie

Als tiefe Geothermie wird die Nutzung von Erdwärme ab einer Tiefe von über 400 m bezeichnet. Die Temperatur im Erdreich nimmt um etwa 3 °C je 100 m Bohrtiefe zu (mittlerer geothermischer Gradient). Damit lassen sich bei entsprechender Bohrtiefe Temperaturen erzielen, die eine direkte Nutzung der Erdwärme zu Heizzwecken ermöglichen. Die Einbindung der tiefen Geothermie erfolgt in der Regel zentral in bestehende oder geplante Wärmenetze.

Man unterscheidet zwischen hydrothermaler Geothermie und petrothermaler Geothermie. Die hydrothermale Geothermie kann überall dort genutzt werden, wo ergiebige wasserführende Gesteinsschichten im Untergrund vorhanden sind und der Wärmetransport direkt über die Zirkulation des Thermalwassers gewährleistet wird. Das Thermalwasser wird über eine Produktionsbohrung durch eine Tiefpumpe an die Oberfläche gefördert und dort über einen

Wärmeübertrager ausgekühlt. Das abgekühlte Thermalwasser wird anschließend über die Injektionsbohrung wieder in den Untergrund zurückgeleitet. Die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der tiefen Geothermie hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrundes und der zu versorgenden Wärmelast ab. Gute geologische Voraussetzungen für die Nutzung der tiefen hydrothermalen Geothermie liegen in Deutschland insbesondere im süddeutschen Molassebecken, dem Oberrheingraben und dem Norddeutschen Becken vor. (17) Bei der weniger gut erprobten petrothermalen Geothermie wird die Wärmemenge genutzt, die im Tiefengestein selbst gespeichert ist.

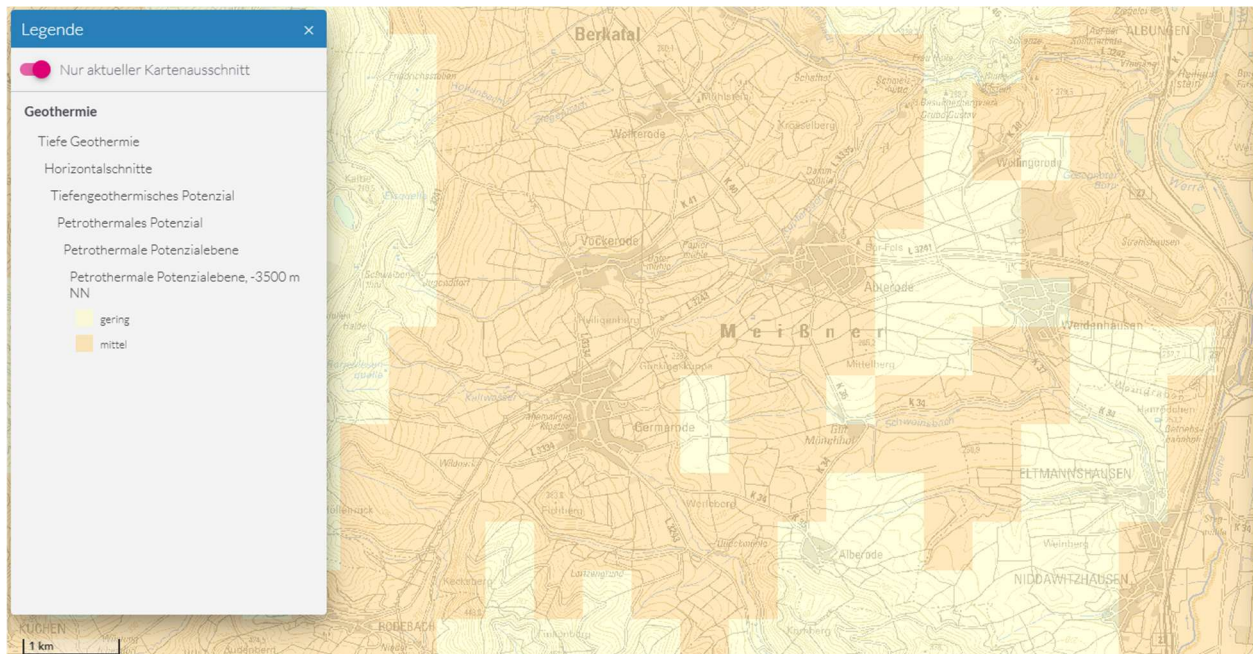


Abbildung 20: Petrothermale Potenzialebene ab 3.500 m im Gemeindegebiet

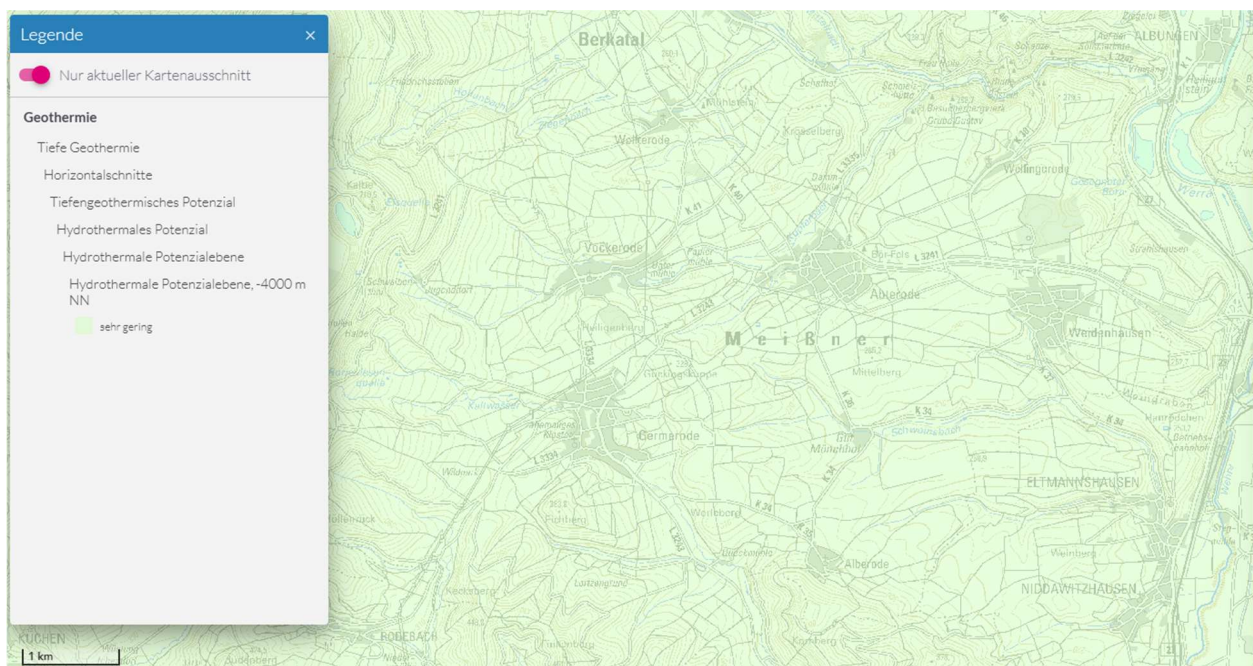


Abbildung 21: Hydrothermale Potenzialebene ab 4.000 m im Gemeindegebiet

Die im Gemeindegebiet vorhandenen Potenziale der tiefen Geothermie können nur grob abgeschätzt werden, für genauere Aussagen bedarf es Probebohrungen. Die Nutzung von Erdwärme muss von der jeweils zuständigen Wasserbehörde genehmigt werden. Das Berg- und Lagerstättenrecht bei grundstücksübergreifender Erdwärmennutzung und Bohrtiefen von mehr als 100m ist zu beachten (3)

Laut dem Geologie Viewer vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - HLNUG (18) wird das petrothermale Potenzial überwiegend als gering und erst ab einer Tiefe von rund 3.500 m als mittel angegeben. Die hydrothermale Potenzialebene wird im gesamten Gemeindegebiet als sehr gering eingestuft (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21). Eine weitere Betrachtung ist aufgrund der Datenlage deshalb nicht sinnvoll.

In der Nähe des Gemeindegebietes fehlen bisher vergleichbare Projekte zur Nutzung tiefer Geothermie zur Wärmeversorgung, eine quantitative Abschätzung des Potenzials ist daher derzeit nicht möglich.

4.2.3 Umweltwärme

Oberflächengewässer

Die Nutzung von Oberflächengewässern, wie größeren Flüssen und Seen, zur Wärmegewinnung mit Wärmepumpen bietet aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser und dem sich vor allem bei Fließgewässern kontinuierlich selbst regenerierenden System ein hohes Potential für die erneuerbare Wärmeversorgung. Im Vergleich zur Lufttemperatur unterliegen die Gewässertemperaturen geringeren jahreszeitlichen Schwankungen. Bei der Nutzung der Umweltwärme von Oberflächengewässern ist jedoch zu beachten, dass in den Monaten mit dem höchsten Wärmebedarf aufgrund geringer Außentemperaturen (vgl. Abbildung 4) auch die Wassertemperaturen geringer sind. Um ein Zufrieren durch den Wärmeentzug auszuschließen, sollte die Gewässertemperatur nicht unter 4°C liegen. Die Eignung ist zudem abhängig von der Entfernung der Flusswärmepumpe zum Abnehmer, der Langlebigkeit und der notwendigen Wartungskosten der Pumpe sowie der Fischverträglichkeit der Wärmeübertrager. Außerdem muss beachtet werden, ob eine wasserwirtschaftliche Nutzung bzw. der Natur-, Wasser- oder Hochwasserschutz dem Bau einer Flusswärmepumpe entgegenstehen.

Als einziges Oberflächengewässer im Gemeindegebiet ist der Kupferbach vorhanden.

Für eine technisch effiziente Energieentnahme aus Oberflächengewässern – etwa durch den Einsatz von Wasser-Wasser-Wärmepumpen oder Wärmetauschern im Gewässerbett – sind bestimmte Mindestparameter erforderlich. Hierbei handelt es sich um Richtwerte, welche aus bereits bearbeiteten Projekten entnommen wurden:

- Mittlerer Niedrigwasserdurchfluss (MNQ) von mindestens 500 l/s
- Erforderliche Mindestwassertiefe von 20 cm

Nach derzeitigem Kenntnisstand weist der Kupferbach keine ausreichenden Durchflussmengen und nicht die erforderlichen Gewässertiefen auf, um eine energetische Nutzung mittels Wärmepumpentechnik wirtschaftlich oder ökologisch sinnvoll zu gestalten.

Luft

Das Potenzial der Außenluft ist theoretisch nicht beschränkt, ausschlaggebend ist hierbei vielmehr die Bereitstellung der notwendigen elektrischen Leistung. Hierfür sind erforderliche Kapazitäten rechtzeitig mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

4.2.4 Solarthermie

Die detaillierte Erhebung solarthermischer Potenziale **auf Dachflächen** für die dezentrale Wärmeerzeugung im geplanten Untersuchungsgebiet ist gemäß *Leitfaden Wärmeplanung* des BMWK und BMWStB (3) nicht Bestandteil der Potenzialanalyse. Der Fokus liegt stattdessen auf der Identifikation geeigneter Freiflächen für zentral oder quartiersbezogen nutzbare Solarthermieranlagen.

Für die wirtschaftliche und technische Umsetzung einer Freiflächen-Solarthermieranlage ist insbesondere die Verfügbarkeit von Flächen in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder zukünftigen Wärmenetzen entscheidend. Nur bei räumlicher Nähe zum Wärmenetz ist ein effizienter Wärmetransport möglich und somit eine Integration in das kommunale Versorgungssystem realistisch.

Um die im Abschnitt 4.2 und Abbildung 17 dargestellten Flächenpotenziale weiter zu fokussieren und eine möglichst effiziente Wärmenutzung zu gewährleisten, wurden weiterhin ausschließlich Gebiete berücksichtigt, die innerhalb eines 500-Meter-Umkreises um bestehende Bebauungsgebiete liegen und eine prognostizierte Wärmedichte für das Jahr 2045 von mindestens 175 MWh/ha*a aufweisen.

Eine Doppelnutzung von Grünland, etwa als Weidefläche für Kleintiere unter den Kollektoren, kann unter bestimmten Voraussetzungen zur Flächenaktivierung beitragen.

Es wurden in Summe Flächen von rund 120 ha ermittelt², welche potenziell für die Installation von Solarthermie-Freiflächenanlagen genutzt werden können. Daraus ergibt sich eine technisch installierbare Kollektorfläche von etwa 522.000 m², woraus unter üblichen Standortbedingungen ein jährlicher solarthermischer Wärmeertrag von ca. 255.000 MWh resultiert. Diese hohe Wärmemenge entsteht zu 70 % im Sommer und müsste bis zum Winter gespeichert werden. Aufgrund hoher Kosten wurde dies bisher nur selten realisiert. Berechnungen zeigen, dass ohne saisonale Speicher der Wärmebedarf durch die Solarthermie nur zu etwa 15 % gedeckt werden kann. Zudem müssen trotzdem redundante Wärmeerzeuger installiert werden. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien wird empfohlen, die Solarthermie wenn überhaupt, dann nur ergänzend für eine großflächige zentrale Heizwärmeversorgung zu nutzen.

² Die Fläche vergrößert sich gegenüber der für Geothermie genannte Fläche, da, gemäß vorliegender Potenzialanalyse zur Identifikation geeigneter Flächen für mögliche Photovoltaikanlagen (durch die Gemeinde Meißen im Vorfeld der kommunalen Wärmeplanung in Auftrag gegebenen) die Deponiefläche zusätzlich genutzt werden kann.

4.2.5 PVT-Anlagen

Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT-Kollektoren) erzeugen in einem Bauteil sowohl elektrische Energie als auch thermische Energie aus solarer Einstrahlung. Auf der Oberseite befinden sich Photovoltaikzellen zur Stromerzeugung, während auf der Rückseite ein thermischer Absorber integriert ist, über den Wärme mittels eines Wärmeträgerfluids abgeführt wird. Die thermische Energie eignet sich insbesondere als Wärmequelle für Wärmepumpensysteme, zur Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung von Heizsystemen mit niedrigen Vorlauftemperaturen. PVT-Kollektoren können dabei Erdsonden, Flächenkollektoren oder Luftwärmequellen ersetzen oder ergänzen. Durch die Kombination mit Wärmepumpen, thermischen Speichern, elektrischen Speichern und Energiemanagementsystemen wird eine effiziente Kopplung der Sektoren Strom und Wärme erreicht.

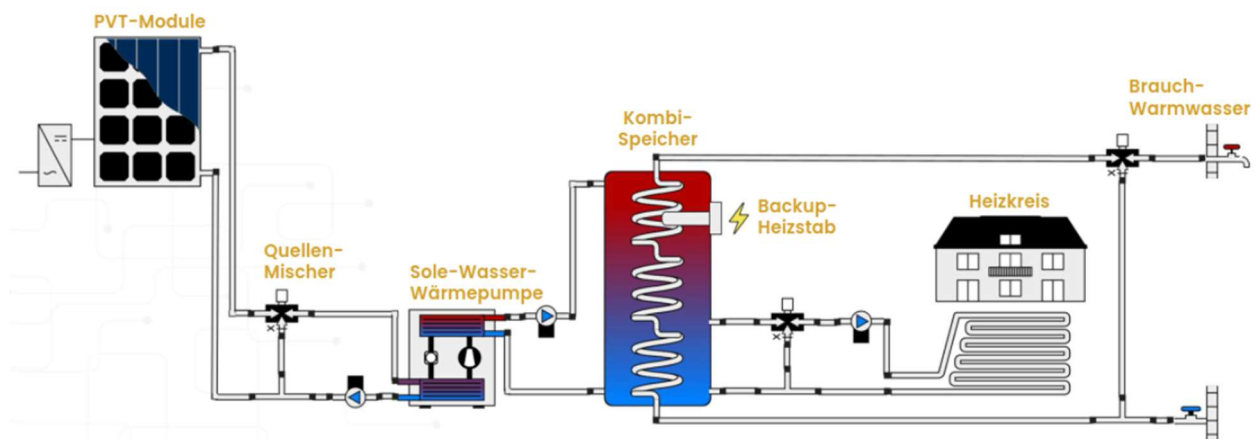


Abbildung 22: Beispielschaltung einer PVT-Anlage (19)

Das Potenzial liegt in der Ergänzung dezentraler Versorgungen. Zur Wirtschaftlichkeit kann keine pauschale Aussage getroffen werden. Sie ist günstiger oder schlechter als bei einer reinen Luft-Wasser-Wärmepumpe, d.h. für jeden Einzelfall ist die Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

4.2.6 Biomasse

Im Rahmen der Analyse möglicher regionaler Biomassepotenziale wurden verschiedene Reststoff- und Abfallströme im Gemeindegebiet Meißner untersucht. Dabei zeigt sich insgesamt, dass kein energetisch nutzbares Biomassepotenzial in relevanter Größenordnung vorhanden ist.

Landschaftspflegereeste

Die Gemeinde Meißner ist Teil eines Abfallverbands mit insgesamt 13 Kommunen. Landschaftspflegeabfälle sowie privater Grünschnitt werden gemeinschaftlich erfasst. Sowohl Menge als auch Qualität dieser Reststoffe sind sehr gering. Die Verwertung erfolgt über den zuständigen Bodenverband durch Kompostierung. Aufgrund der geringen Volumina und der hohen Heterogenität besteht kein energetisch nutzbares Potenzial.

Bioabfälle

Die im Gemeindegebiet anfallenden Bioabfälle werden zentral in einer Anlage in Kassel energetisch verwertet. Nach einer Studie, die die Gemeinde erstellen ließ, sind die bereitgestellten Mengen zu gering, um eine eigene energetische Nutzung oder dezentrale Biogasverwertung wirtschaftlich darzustellen. Ein lokales Potenzial besteht daher nicht.

Landwirtschaftliche Reststoffe

Im Gemeindegebiet existieren keine größeren Viehhaltungs- oder Landwirtschaftsbetriebe, die ausreichende Reststoffmengen für eine Biogasproduktion bereitstellen könnten. Zudem befindet sich keine Biogasanlage im Gemeindegebiet. Entsprechend steht kein verwertbares Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen zur Verfügung.

Nutzung von Energiepflanzen

Im Gemeindegebiet besteht das Potenzial Energiepflanzen anzubauen. Zum Anbau sollten keine wertvollen Agrarflächen genutzt werden. Weiterhin muss vermieden werden, dass der Energiepflanzenanbau in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung tritt. Die Energiepflanzen könnten direkt thermisch verwertet oder zur Erzeugung von Biogas genutzt werden. Das Biogas wird in Heizkesseln verbrannt oder zum Betrieb von Blockheizkraftwerken genutzt. Hierbei wird neben Wärme auch Strom erzeugt. Die Verwertung über Biogas bietet den Vorteil, dass die Reststoffe zur Düngung der Anbauflächen verwendet werden können.

Für die Gasproduktion werden üblicherweise Raps und Mais eingesetzt, da diese hohe Erträge liefern. Würden im Gemeindegebiet nur Flächen mit einer Acker- bzw. Grünlandzahl < 30 genutzt werden, kämen 240 ha für den Anbau in Frage, wobei diese örtlich sehr verteilt sind. Bezieht man bessere Flächen mit Acker- / Grünlandzahlen bis 40 ein, erhöht sich die Fläche auf 1.100 ha. Auf den genannten Flächengrößen ließe sich z.B. Mais anbauen, aus dem Biogas mit einem Energiegehalt von jährliche 11 bzw. 49 GWh erzeugt werden kann. Zum Vergleich: der aktuelle Heizwärmebedarf der Gemeinde beträgt etwa 33 GWh/a.

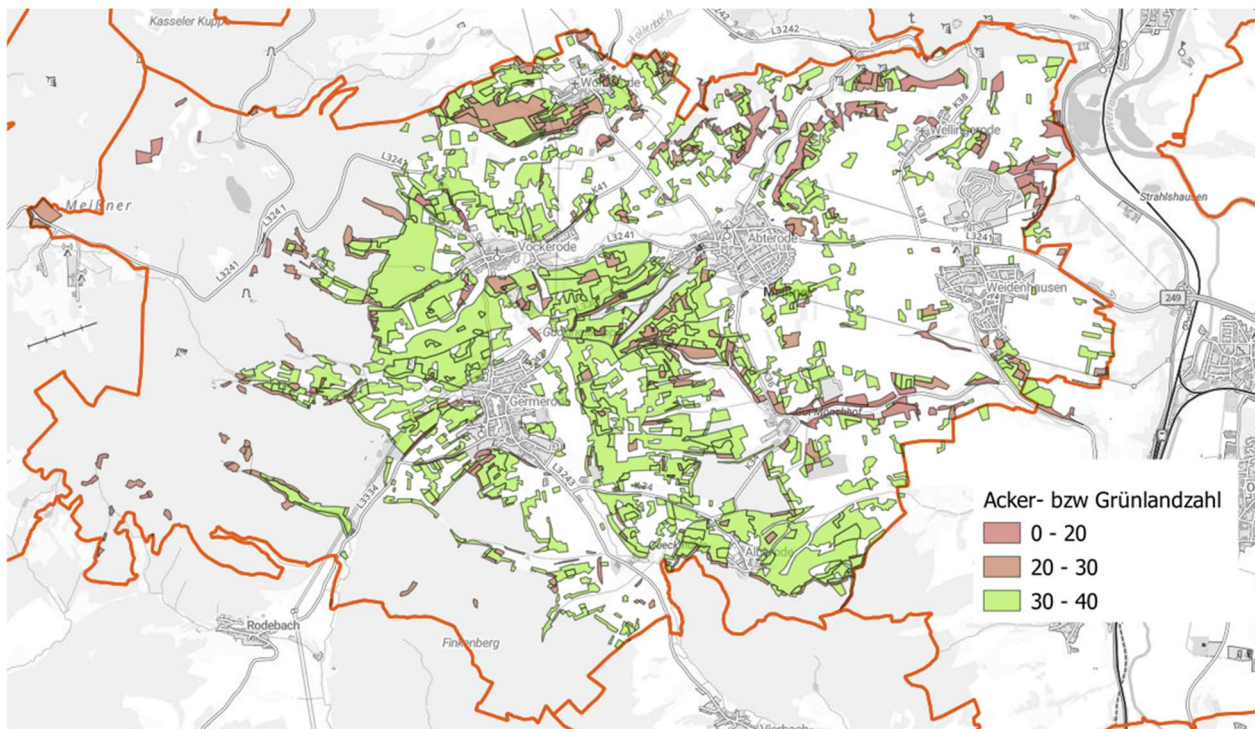


Abbildung 23: Flächen mit Acker- bzw. Grünlandzahl bis 40

Statt Raps und Mais können auch ökologisch wertvollere Pflanzen angebaut werden. Diese meist mehrjährigen Energiepflanzen können einen wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Biodiversität in Agrarlandschaften leisten. Ihre ganzjährige Bodenbedeckung ermöglicht einen Erosionsschutz auch über den Winter. Hinzu kommen je nach Art weitere ökologische Wirkungen als Bienenweide oder Rückzugsort für Insekten und andere Tiere. Ihr Anbau gestaltet sich nach der Etablierung einfach, kostensparend und ressourcenschonend. Allerdings ist ihr Ertrag geringer als bei Mais (20). Beispiele sind

- Durchwachsene Silphie (52 %)
- Sandmalve (31 %)
- Rutenhirse (49 %)
- Riesenweizengras (41 %)

Die Werte in Klammern geben den Methanertrag je Hektar im Vergleich zu Mais an (= 100 %).

Alternativ oder ergänzend wäre der Anbau von schnellwachsenden Holzsorten wie Balsampappel, Aspe oder Weide in Kurzumtriebsplantagen (KUP) möglich. Die Verbrennung des Holzes kann jährlich 5.000 bis 6.000 l Heizöl ersetzen (21). Bezogen auf die o.g. Flächen entspricht dies 13 bzw. 60 GWh/a.

Forstwirtschaftliche Reststoffe

Die forstwirtschaftliche Situation im Gemeindewald Meißner ist in den vergangenen Jahren stark durch Windwurf und Borkenkäferbefall geprägt. Seit 2018 hat der Gemeindewald Meißner den größten Teil seiner Nadelholzvorräte verloren. Der Wald besteht heute überwiegend aus Jungbeständen, die mittelfristig – etwa in den kommenden zehn Jahren – keine nennenswerten Holzmassen für eine energetische Nutzung liefern.

Zudem umfasst ein erheblicher Anteil des Gemeindewaldes keinen Wirtschaftswald, wodurch zusätzliche Restriktionen bestehen. In den wenigen verbliebenen Nadelholzflächen sowie in mittelalten Buchen- und Eichenbeständen erfolgen Durchforstungen lediglich in Intervallen von 4–5 Jahren. Damit wird der Gemeindewald waldbaulich als „aussetzender Betrieb“ eingestuft.

Bei Durchforstungen wird das Holz bis zu einer Zopfstärke von etwa 10 cm genutzt; das verbleibende Restmaterial bleibt im Wald. Die Entnahme dieser Resthölzer ist aus Gründen der Bodenfruchtbarkeit sowie des Naturschutzes nicht sinnvoll.

Theoretisch könnte geringwertiges Industrieholz energetisch genutzt werden. Die verfügbare Menge liegt jedoch bei unter 50 m³ pro Jahr, womit keine kontinuierliche oder planbare Versorgung gewährleistet werden kann. Ein energetisches Nutzungspotenzial ist daher nicht gegeben.

Reststoffe aus der Holzverarbeitung

Im Gemeindegebiet Meißner befinden sich keine holzverarbeitenden Betriebe, sodass kein Potenzial aus Holzverarbeitungsreststoffen zur Verfügung steht.

4.2.7 Unvermeidbare Abwärme

Wärme als Nebenprodukt aus Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen in Industrie- und Gewerbebetrieben wird häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Eine potenzielle Nutzung der unvermeidbaren Abwärme aus diesen Prozessen, in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz, würde den Einsatz fossiler Energieträger verringern und zählt damit als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption.

Der einzige Großverbraucher im Gemeindegebiet ist das Kalkwerk. Gemäß dem Abwärmeregister der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (5) verfügt das Unternehmen über ein erhebliches energetisches Potenzial. Die dort ausgewiesene nutzbare Abwärmemenge beträgt 7,7 GWh pro Jahr.

Das Kalkwerk befindet am Ortsrand von Vockerode und unweit von Germerode. Es weist dadurch eine potenziell günstige Position für eine externe Wärmeabgabe auf. Die Entfernung zur Ortsmitte von Vockerode beträgt etwa 300 m, zu Germerode rund 1 km.

Eine Wärmerückgewinnung aus den aktuellen Produktionsprozessen ist gegenwärtigem technisch nicht realisierbar. Diesbezügliche Forschungsarbeiten wären jedoch sehr sinnvoll.

4.2.8 Abwasser

Kommunale Abwässer weisen selbst im Winter Temperaturen zwischen 10 und 15 °C auf und stellen damit eine geeignete Wärmequelle für den Betrieb von Wärmepumpen dar. Grundsätzlich bestehen drei Varianten der Wärmenutzung aus Abwasser:

1. Wärmeentzug aus unbehandeltem Abwasser im Kanalnetz vor der Kläranlage,
2. Direkte Wärmenutzung innerhalb der Kläranlage
3. Wärmeentzug aus gereinigtem Abwasser im Vorfluter nach der Kläranlage.

Im Gemeindegebiet stehen diese Optionen jedoch nicht zur Verfügung. Die Gemeinde Meißen verfügt über keine Kläranlage. Das Abwasser wird zur Kläranlage der Nachbargemeinde geleitet. Zudem existieren keine Kanalabschnitte mit Nenndurchmessern $\geq$ DN 800, welche als Mindestanforderung für den effizienten Einsatz von Abwasserwärmetauschern gelten.

Damit scheidet die Nutzung kommunaler Abwässer als Wärmequelle für Wärmepumpensysteme im Gemeindegebiet nach aktuellem Kenntnisstand aus.

4.2.9 Potenzial aus Biomassebetriebenen Trocknungsöfen des Kalkwerks

Nach Rücksprache mit dem Betreiber des Kalkwerks ergibt sich ein weiteres relevantes Potenzial im Bereich der lokal verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen. Die im Werk betriebenen Trocknungsöfen werden mit nachhaltiger Holzbiomasse betrieben und stellen damit eine klimafreundliche Wärmequelle dar. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, diese Öfen künftig gezielt zur Wärmeerzeugung für ein kommunales Wärmenetz zu nutzen. Dies ist nicht ohne weiteres möglich, da der Produktionsprozess beeinflusst werden würde. Auch hier wären diesbezügliche Forschungen sinnvoll. Sollten diese zum Erfolg führen, könnte erneuerbare Wärme aus nachhaltiger Biomasse bereitgestellt werden. Neben der technischen Machbarkeitsprüfung sind Bewertungen hinsichtlich möglicher Integration, Wärmeleistung, Betriebsweise sowie der Netzanbindung erforderlich.

4.3 Grüner Wasserstoff und andere grüne synthetische Gase

Laut der Bundesnetzagentur ist der Ausbau des Wasserstoff-Kernnetzes vorgesehen (22), inklusive der Errichtung einer neuen Leitung durch den Werra-Meißner-Kreis (Abbildung 24). Ziel ist es, eine leistungsfähige Infrastruktur für den Transport von Wasserstoff zu schaffen.



Abbildung 24: genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz Deutschland

In der Praxis wird die wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoff zunächst vorrangig in Industrieprozessen erfolgen. Für die direkte Wärmeversorgung von Wohngebäuden ist Wasserstoff auf absehbare Zeit nicht als primäre Energiequelle vorgesehen. Eine Nutzung in Wohngebieten könnte allenfalls sekundär erfolgen, wenn bestehende Wasserstoffleitungen zur Versorgung von Industrieprozessen genutzt werden und Wohngebäude in unmittelbarer Nähe angeschlossen werden können.

Die Umsetzung der Netzausbaumaßnahmen für das Wasserstoff-Kernnetz ist auf Fertigstellung bis 2032 angelegt. Für den Neubau einzelner Leitungsabschnitte werden Planungs- und Bauzeiten von etwa 5 bis 8 Jahren veranschlagt.

Im Gemeindegebiet Meißner existieren keine größeren Industriestandorte, die eine wirtschaftliche Wasserstoffnutzung unmittelbar erfordern würden. Eine direkte Anbindung der Gemeinde an das geplante Kernnetz ist derzeit nicht vorgesehen.

4.4 Großwärmespeicher

Zur Nutzung saisonaler Energiequellen sind Großwärmespeicher erforderlich. Eine Form von Großspeichern können geeignete geologische Formationen zur längerfristigen Speicherung von Wärme nutzen. Die Speicherung von Wärmeenergie erfolgt dabei durch die Entnahme von

Grundwasser, dessen Erwärmung und Einspeisung. Die Rückgewinnung erfolgt durch den umgekehrten Prozess.

In einem Paper, veröffentlicht im Jahr 2022 von Forschenden des Instituts für Angewandte Geowissenschaften sowie dem Karlsruher Institut für Technologie, erfolgte eine Potenzialermittlung zur Nutzung von niedrigtemperierten Aquiferspeichern in Deutschland (23). Hieraus geht hervor, dass im Bereich der Gemeinde Meißner nur ein schmaler Streifen als weniger geeignet im westlichen Bereich sowie ein als moderat geeigneter Streifen am östlichen Rand für die Nutzung von ATEs vorzufinden ist. Eine kartografische Darstellung der Potenziale kann der Abbildung 25 entnommen werden.

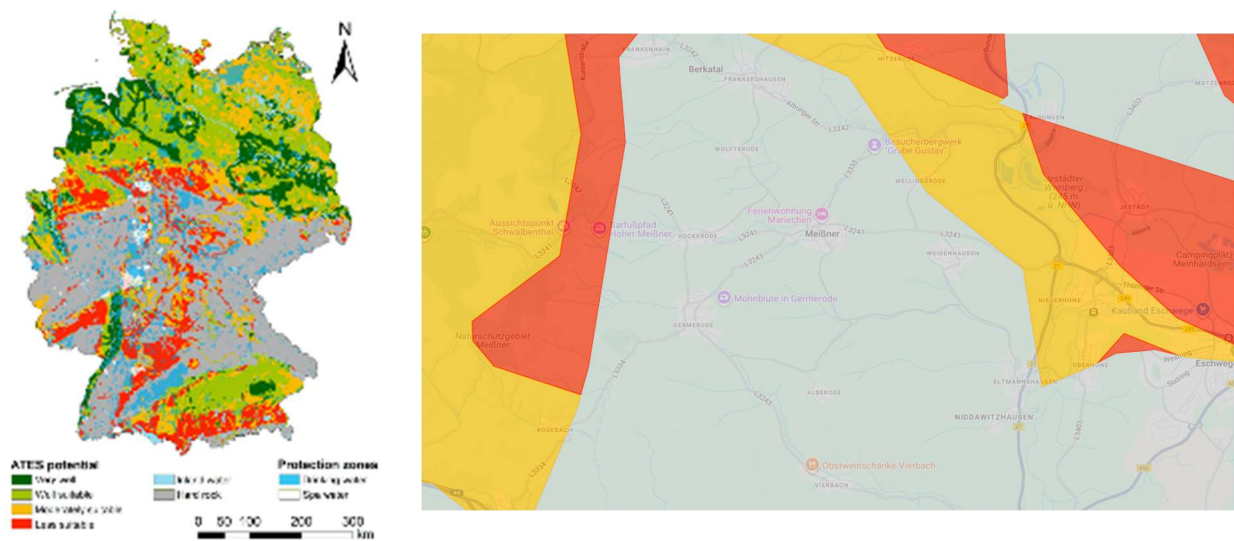


Abbildung 25: Übersicht und Detailansicht der Aquifer-Wärmespeicher im Gemeindegebiet

4.5 Zusammenfassung

Die Potenzialanalyse gemäß § 16 Wärmeplanungsgesetz (WPG) untersucht die lokalen Möglichkeiten der Gemeinde Meißner zur zukünftigen Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien sowie unvermeidbarer Abwärme. Ziel ist es, eine belastbare Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios bis 2045 zu schaffen und damit eine strategische Ausrichtung der Wärmeversorgung in Richtung Klimaneutralität sicherzustellen. Die Analyse berücksichtigt technische, strukturelle und planerische Rahmenbedingungen des Gemeindegebiets.

Ein zentraler Bestandteil der Transformation ist die langfristige Reduktion des Wärmebedarfs. Hierzu wurden die Einsparpotenziale aus dem *Technikkatalog Wärmeplanung* (4), dem Wärmetlas Hessen sowie nationalen Szenarien herangezogen. Die Bandbreite der projizierten Einsparungen bis 2045 liegt zwischen 23 % und 43 %. Für die Gemeinde Meißner wird ein realistisch erreichbarer Wert von 24 % angesetzt, der sowohl den energetischen Zustand des Gebäudebestands als auch demografische Trends berücksichtigt. Der Gebäudebestand ist durch zahlreiche Altbauten geprägt, jedoch zeigt die Vor-Ort-Begehung einen überdurchschnittlich guten Sanierungsstand.

Im Bereich der lokalen erneuerbaren Wärmequellen nimmt die oberflächennahe Geothermie eine bedeutende Rolle ein. Die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds beträgt etwa $2,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, woraus gemäß VDI 4640 eine Entzugsleistung von rund $28,5 \text{ W/m}$ resultiert. Für Einzelanlagen wurden etwa 70 ha potenzielle Fläche identifiziert, wovon realistischerweise rund die Hälfte verfügbar ist.

Für zentrale Sondenfelder stehen nach räumlicher Filterung etwa 96 ha zur Verfügung. Insgesamt ergibt sich ein theoretisches Potenzial von etwa 117 GWh/a aus dezentralen und zentralen Sondenfeldern. Die tiefe Geothermie ist aufgrund unzureichender hydrothormaler Ressourcen und hoher geologischer Unsicherheiten derzeit nicht verlässlich bewertbar.

Weitere Quellen für Umweltwärme zeigen nur begrenzte Nutzbarkeit. Der Kupferbach verfügt weder über ausreichende Durchflussmengen noch über die notwendigen Gewässertiefen zur energiewirtschaftlichen Nutzung. Luftwärmepumpen sind technisch uneingeschränkt einsetzbar, ihre Effizienz ist jedoch von Gebäudedämmstandard und Heizsystemtemperaturen abhängig. Solarthermische Potenziale sind vor allem auf Freiflächen relevant; etwa 120 ha stehen grundsätzlich zur Verfügung, aus denen ein erhebliches saisonales Wärmepotenzial gewonnen werden könnte. Dachflächen wurden im Rahmen dieser Analyse nicht detailliert berücksichtigt.

Für Biomasse liegen keine nutzbaren lokalen Reststoffpotenziale vor. Weder Landschaftspflegeabfälle, Bioabfall, landwirtschaftliche Reststoffe noch Holzverarbeitungsreste stehen in relevanten Mengen zur Verfügung. Waldbauliche Einschränkungen und aktuell jung strukturierte Waldbestände schließen zusätzliche forstwirtschaftliche Biomassepotenziale aus.

Im Gemeindegebiet besteht ein theoretisches Potenzial für den Anbau von Energiepflanzen auf Flächen mit geringer landwirtschaftlicher Wertigkeit, das je nach Flächenkulisse ein energetisches Potenzial von etwa 11 bis 49 GWh/a erreichen kann.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Untersuchung ist die Bewertung unvermeidbarer Abwärme. Das Kalkwerk stellt den einzigen industriellen Großverbraucher dar und weist laut Abwärmeregister der BfEE ein theoretisches Potenzial von 7,7 GWh/a auf. Eine direkte Nutzung der Prozessabwärme ist technisch derzeit nicht möglich. Allerdings ergibt sich ein bedeutendes Zusatzpotenzial aus den im Werk betriebenen, mit nachhaltiger Holzbiomasse befeuerten Trocknungsöfen. Zur Nutzung besteht aber Forschungsbedarf, um den Produktionsprozess nicht zu beeinträchtigen. Insgesamt eröffnet diese Option jedoch ein ökologisch wie wirtschaftlich relevantes Zusatzpotenzial für die Wärmeversorgung im Gemeindegebiet.

Abwasserwärme ist hingegen nicht nutzbar, da weder ausreichend große Kanalquerschnitte ($\geq$ DN 800) noch eine Kläranlage vorhanden sind. Der zukünftige Einsatz von grünem Wasserstoff ist für die Gemeinde Meißen ebenfalls unwahrscheinlich, da das geplante Wasserstoff-Kernnetz keine direkte Anbindung vorsieht und Wasserstoff im Wärmesektor aufgrund hoher Kosten und knapper Verfügbarkeit primär industriellen Anwendungen vorbehalten sein wird.

Tabelle 8: Übersicht der technischen Potenziale zur Wärmeversorgung im Zieljahr 2045

	Wärmepotenzial in GWh/a
Geothermie – Sonden dezentral	32
Geothermie – Sonden zentral	85
Tiefengeothermie	Keine Aussage
Solarthermie – zentral	255
Luft	Theoretisch unbegrenzt
Flusswasser	Kein Potenzial
Biomasse – Nutzung Energiepflanzen	6 (11 bzw. 49)
Abwasser	Kein Potenzial
Abwärme – Kalkwerk	8

Die aufgeführten Deckungsanteile sind bilanzielle Werte für das gesamte Gemeindegebiet und über das gesamte Jahr hin betrachtet. Die räumlichen und saisonalen Einschränkungen der aufgeführten Wärmepotenziale sind im Detail in den vorherigen Kapiteln beschrieben und werden bei der Erstellung der Zielszenarien sowie der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete beachtet.

5 Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG, Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG und Darstellung der Wärmeversorgungsarten nach § 19 WPG

Im Zielszenario wird der angestrebte und bevorzugte Endzustand einer möglichst treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Meißen im Jahr 2045 beschrieben. Dieser zielkonforme Zustand ergibt sich aus der Betrachtung und Abwägung unterschiedlicher Versorgungsmöglichkeiten in den Teilgebieten auf Basis der Erkenntnisse aus der Eignungsprüfung, Bestandsanalyse und Potenzialanalyse und ihren Auswirkungen auf die Wärmegestehungskosten, die Versorgungssicherheit, das Realisierungsrisiko sowie die Treibhausgasemissionen. Entsprechend der in Tabelle 2 aufgeführten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Energieträger sind derzeit nur die Wärmeversorgung über Geothermie, Solarthermie und Wärmepumpen mit 0g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie gelistet. Holz als Energieträger liegt bei 20g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie und ist damit als feste Biomasse nicht treibhausgasneutral, liegt aber deutlich unterhalb der aktuell vorrangig im Gemeindegebiet genutzten Energieträger, die Emissionsfaktoren zwischen 240 und 430g CO₂-Äquivalenten pro kWh Endenergie aufweisen.

Im Gegensatz zur Energiewende sind für die Wärmewende regionale Konzepte entscheidend, da thermische Energie nach Möglichkeit vor Ort erzeugt und genutzt werden muss, um Emissionen beim Transport zu verringern. In ländlich geprägten Gebieten Deutschlands ist perspektivisch nicht überall mit einer zentralen, leitungsgebundenen Wärmeversorgung zu rechnen. Hier sind insbesondere die Eigentümerinnen und Eigentümer gefragt, treibhausgasneutrale dezentrale Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Die dezentrale Wärmeversorgung stützt sich vorrangig auf Systeme wie Wärmepumpen, Biomasseheizungen, Solarthermie oder Hybridlösungen und ist mit einer Elektrifizierung des Wärmesektors verbunden. Bereits ab 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Energiebedarf bei Gebäuden, die saniert werden, einen Mindestanteil von 25 % erreichen.

Es ist zu beachten, dass die Nutzung von Biomasse (z. B. Pellets, Hackschnitzel) mit verbleibenden Treibhausgasemissionen verbunden ist und daher nicht als vollständig treibhausgasneutral im Sinne der Klimazielsetzung 2045 angesehen werden kann. Ihre Anwendung ist dennoch legitim, sofern sie auf nachhaltig verfügbaren Rest- und Abfallstoffen basiert, mengenmäßig begrenzt erfolgt und als ergänzende Lösung – insbesondere zur Spitzenlastdeckung oder in hybriden Versorgungssystemen – eingesetzt wird.

Allgemein bietet eine zentrale Wärmeerzeugung und die Versorgung über ein Wärmenetz eine höhere Effizienz sowie die mögliche Integration verschiedener erneuerbarer Energien in ein Wärmeversorgungssystem. Dies ist jedoch mit großen Infrastrukturmaßnahmen und Investitionskosten verbunden. Wärmenetze eignen sich vorrangig in Gebieten, in denen bestehende Wärmenetzstrukturen erhalten und ausgebaut werden können, oder wo viel Wärme in einem kleinen Gebiet verbraucht wird, denn die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt im Wesentlichen von den Wärmelinienichten sowie der Anschlussquote im Wärmenetzgebiet ab.

Zur Erarbeitung des Zielszenarios müssen mehrere grundlegende Fragen geklärt werden:

- Wo sind Wärmenetze sinnvoll und realisierbar?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie können bestehende Netze transformiert und weitergenutzt werden?

- Welche Versorgungsmöglichkeiten existieren für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können oder sollen?

Das Zielszenario legt die Technologien zur Wärmeerzeugung **nicht verbindlich** fest, sondern soll strategische und Investitionsentscheidungen z.B. für den Ausbau von Wärmenetzen unterstützen.

Um daraufhin fundierte Entscheidungen treffen zu können, sind detaillierte Untersuchungen z.B. mithilfe von Machbarkeitsstudien nach Abschluss der Wärmeplanung notwendig.

Ein erster Schritt zur Entwicklung des Zielszenarios sowie des Entwicklungspfades ergibt sich aus den in den Stützjahren erwarteten Wärmedichten pro Baublock.

5.1 Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete

Für die Ermittlung der geeigneten Wärmeversorgungsarten im Zieljahr wurde das Gemeindegebiet in Teilgebiete unterteilt und für jedes Gebiet anhand von 14 Indikatoren mit verschiedenen Wichtungsfaktoren abgeschätzt, bei welcher zielkonformen Wärmeversorgungsart mit den geringsten Wärmegestehungskosten, dem geringsten Realisierungsrisiko und der höchsten Versorgungssicherheit zu rechnen ist. Die 14 Indikatoren lauten:

- Wärmeliniendichte
- Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz
- Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz
- Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200°C und/oder stofflicher H₂-Bedarf
- Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet oder angrenzend
- Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/ Bau Wärmenetz
- Preisentwicklung Wasserstoff
- Potenziale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung
- Anschaffungs- und Investitionskosten Anlagentechnik

Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit:

- Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet
- Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen
- Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen
- Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen
- Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz

Insbesondere die mittlere Wärmeliniendichte pro Teilgebiet ist hierbei ein wesentlicher Faktor. Basierend auf diesen Indikatoren wurde für jedes Teilgebiet abgeschätzt, ob es als

Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet³ oder Gebiet für die dezentrale Versorgung „sehr wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ ist. Hierbei können Teilgebiete auch für mehrere Wärmeversorgungsarten als gleichermaßen geeignet eingestuft werden.

Die Abgrenzung der Teilgebiete erfolgte auf Basis der siedlungsstrukturellen Gegebenheiten sowie der räumlichen Verteilung der Wärmebedarfe im Gemeindegebiet. Hierbei wurden zunächst die sieben Ortschaften der Gemeinde sowie zusätzlich die größte zusammenhängende Ansiedlung außerhalb der Ortslagen (Gut Mönchhof) als relevante Betrachtungsräume identifiziert.

Unter Berücksichtigung der Wärmeverbrauchsdichten innerhalb der einzelnen Ortschaften zeigte sich, dass der Aufbau eines Wärmenetzes jeweils für die gesamte Ortschaft nicht wirtschaftlich sinnvoll wäre. Ursache hierfür sind insbesondere die innerhalb der Ortschaften stark variierenden Bebauungsstrukturen, Abstände zwischen den Gebäuden sowie unterschiedliche Wärmeliniendichten.

Aus diesem Grund wurden innerhalb der Ortschaften räumlich abgegrenzte Wärmenetzprüfgebiete definiert, die hinsichtlich ihrer strukturellen und energetischen Eigenschaften eine grundsätzlich höhere Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung aufweisen. Für diese Wärmenetzprüfgebiete wurde ergänzend zur Betrachtung der Gesamtortschaft eine indikatorgestützte Bewertung anhand der zuvor erwähnten 14 Indikatoren durchgeführt.

Die so abgegrenzten Wärmenetzprüfgebiete bilden gemeinsam mit den übrigen Betrachtungsräumen die Grundlage für die 16 Teilgebiete (7 Ortschaften und Gut Mönchhof komplett sowie zusätzlich je ein Teilgebiet davon), für die im Rahmen dieser Untersuchung die Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsarten systematisch bewertet wurde.

Eine detaillierte Beschreibung des methodischen Vorgehens zur Abgrenzung und Bewertung der zusätzlichen Teilgebiete innerhalb der Ortschaften erfolgt im nachfolgenden Unterabschnitt „Wärmenetzgebiete“.

Gebiete für die dezentrale Versorgung

Gebiete eignen sich trotz der vergleichsweise hohen gebäudeseitigen Anschaffungs- und Investitionskosten insbesondere für eine dezentrale Wärmeversorgung, wenn die bisherige Versorgung bereits überwiegend dezentral (also nicht über ein Wärme- oder Gasnetz) realisiert wurde, es sich um Gebiete mit vorrangig lockerer Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern handelt und es kaum kommunale oder gewerbliche potenzielle Ankerkunden für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung im Teilgebiet gibt. Aufgrund der überwiegenden

³ Die Versorgung über ein überregionales Wasserstoffnetz wurde bereits verworfen. Trotzdem ist die Untersuchung bezüglich der Möglichkeit eines Wasserstoffnetzes gefordert, da eine regionale Produktionsanlage nicht auszuschließen ist.

Bebauung des gesamten Siedlungsgebiets in der Gemeinde Meißner mit Ein- und Zweifamilienhäusern, wurden alle Gebiete als *wahrscheinlich geeignet* für dezentrale Versorgung bewertet.

Mögliche zielkonforme Versorgungssysteme in den Teilgebieten für die dezentrale Versorgung sind vorrangig dezentrale Wärmepumpen, welche die Umgebungsluft, Erdwärme über Erdsonden oder Flächenkollektoren oder auch das Grundwasser als Wärmequelle nutzen. Ergänzt werden diese durch dezentrale Solarthermieanlagen, Biomasseheizungen (vorrangig Pelletheizungen) und Photovoltaik-Stromdirektnutzung.

Wärmenetzgebiete

Unter Berücksichtigung des im Abschnitt 4.1 beschriebenen Szenarios zur Reduktion des Wärmebedarfs bis zum Jahr 2045 ergeben sich folgende in Abbildung 26 dargestellten Wärmeverbrauchsichten.

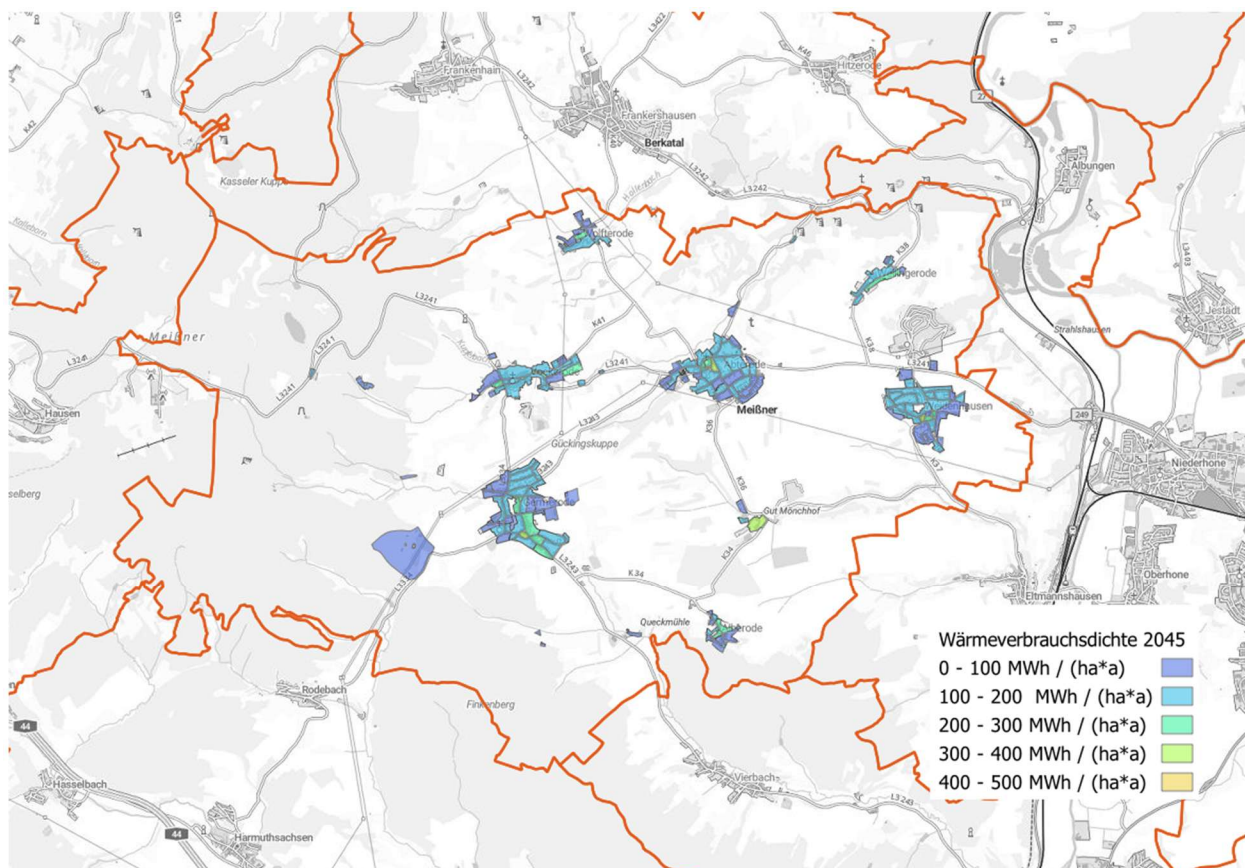


Abbildung 26: Wärmeverbrauchsichte je Baublock im Jahr 2045

Eine Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen erfolgt in der Regel anhand der prognostizierten Wärmebedarfsdichten für das Jahr 2045. Die Klassifizierung erfolgt gemäß der folgenden Tabelle 9 (24).

diese Straßenzüge angrenzen und damit grundsätzlich für eine Einbindung in eine zentrale Wärmeversorgung geeignet erscheinen. Die Lage der potenziellen Wärmenetze ist in Abbildung 28 dargestellt.



Abbildung 28: Prüfgebiet Wärmenetze

In Tabelle 10 erfolgt eine Auflistung des für das Jahr 2045 zu erwartenden Wärmebedarfs je Wärmenetz-Prüfgebiet. Darüber hinaus werden die in der Nähe dieser Prüfgebiete identifizierten potenziellen Freiflächen dargestellt (Mindestgröße 2.000 m² und innerhalb eines Radius von 500 m) sowie die daraus erzielbaren Wärmeerträge aufgeführt, die durch eine Nutzung dieser Flächen mittels Solarthermie bzw. geothermischer Bohrfelder erreicht werden können.

Tabelle 10: Wärmebedarf 2045 und potenzielle Freifläche der Wärmenetz Prüfgebiete

	Wärmebedarf 2045 für Wärmenetz- Prüfgebiet [MWh/a]	Freifläche [m²]	Wärmeertrag aus Geothermie [MWh/a]	Wärmeertrag Solarthermie [MWh/a]
Abterode	1.533	84.191	7.404	17.863
Alberode	827	132.638	11.665	28.142
Germerode	3.369	55.121	4.848	11.695
Gut Mönchhof	906	282.953	24.884	60.035
Vockerode	2.362	156.072	13.725	33.114
Weidenhausen	396	85.223	7.495	18.082
Wellingerode	1.119	87.760	7.718	18.620
Wolfterode	655	82.655	7.269	17.537
Deponie		233.460		49.534

Die durchgeführte Bewertung ergibt, dass 5 Teilgebiete als wahrscheinlich geeignet für eine zukünftige Versorgung über ein Wärmenetz eingestuft wurden (Abbildung 29). Das sind die Wärmenetzprüfgebiete in Germerode, Gut Mönchhof, **Vockerode**, Wellingerode und Abterode. Der Bereich Gut Mönchhof wird hinsichtlich eines Wärmenetzes nicht mehr betrachtet, da hier bereits Maßnahmen zur Wärmeversorgung getroffen werden.



Von allen potenziellen Wärmenetzgebieten weist das von Vockerode die höchste Eignung auf, da neben einer hohen Wärmeliniendichte auch mit dem Kalkwerk ein Potenzial zur Wärmeversorgung besteht (Achtung! Technische Machbarkeit noch unsicher; s. Abschnitt 4.2.7).

Nach dieser Identifikation der hier genannten Eignungsgebiete für Wärmenetze sollte im Anschluss an die Wärmeplanung geprüft werden, ob ein Anschlussinteresse besteht und ein Wärmenetzbetreiber zur Verfügung stünde. In diesen Fällen wird eine Studie zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit für das jeweilige Wärmenetz empfohlen.

In der Studie muss berücksichtigt werden, dass Wärmenetze bis 2045 Klimaneutralität erreichen müssen.

Bei kurzfristig geplanten Baumaßnahmen im öffentlichen Bereich, wie bspw. in Abterode, ist es aus folgenden Gründen nicht sinnvoll **vorsorglich** Fernwärmeleitungen im Baubereich zu verlegen:

- Es ist keine Gemeindeaufgabe die Wärmeversorgung sicherzustellen. Damit hat sie auch keine Finanzierungsmöglichkeiten für diese Leitung.
- Es ist nicht geklärt, wieviel Anwohner sich anschließen.
- Betreiberfrage ist nicht geklärt
- Die Wirtschaftlichkeit ist nicht nachgewiesen.
- Die zentrale Wärmeerzeugung ist noch ungeklärt.

Wasserstoffnetzgebiet

Nach aktueller Sicht ist die Umstellung von Bestandsgasnetzen auf eine Versorgung mit Wasserstoff derzeit die teuerste klimaneutrale Alternative für Wohneigentümer. Wasserstoff müsste ein vergleichbares Preisniveau wie Erdgas erreichen, um auch im Wohnbereich eine sinnvolle Option darzustellen.

Die Analyse ergab, dass der Ausbau von Wasserstoffnetzen in den überwiegenden Teilgebieten als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft wird. In den Teilgebieten, in denen bereits ein Gasnetz vorhanden ist, wird eine Umsetzung als *wahrscheinlich ungeeignet* bewertet.

Die Hauptgründe hierfür liegen insbesondere in der fehlenden Anbindung an bestehende Gas- oder zentrale Wasserstoffinfrastrukturen, der geringen bis mittleren Bebauungsdichte, dem Fehlen von Ankerkunden bzw. Industrieunternehmen mit langfristig hohem Prozesswärmebedarf sowie den daraus resultierenden hohen Investitionskosten. Zusätzlich ist in vielen Teilgebieten die Errichtung von dezentralen Wasserstofferzeugungsanlagen erforderlich, was den wirtschaftlichen Aufwand weiter erhöht.

Insgesamt führen diese Faktoren dazu, dass der Aufbau eines Wasserstoffnetzes in den betrachteten Teilgebieten derzeit weder wirtschaftlich noch technisch sinnvoll erscheint.

Ermittlung von Wärmegestehungskosten

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit wurden die Wärmegestehungskosten getrennt nach Ortsteilen sowie nach potenziellen Wärmenetzgebieten ermittelt. Grundlage der Berechnungen bildeten Kostenansätze aus dem *Technikkatalog Wärmeplanung* (4) mit einem Prognosehorizont für das Jahr 2030.

Für die Wärmeversorgung wurden die wahrscheinlichsten Wärmequellen betrachtet: Luft-Wärmepumpen sowie Sole-Wärmepumpen mit Erdwärmebohrungen bei der dezentralen bzw.

Luft-Großwärmepumpen bei der zentralen Versorgung. Zusätzlich zu den Installations-, Erzeugungs- und laufenden Wartungskosten der Wärmeversorgungseinheiten wurden bei der zentralen Versorgung auch die Investitions- und Betriebskosten für das Wärmenetz sowie für die erforderlichen Hausstationen berücksichtigt.

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten erfolgte unter Ansatz einer jährlichen Inflationsrate von 2 %. Darüber hinaus wurden kalkulatorische Zinsen in Höhe von 2,5 % berücksichtigt. Kalkulatorische Zinsen sind ein Teil der kalkulatorischen Kosten im Rechnungswesen und werden unter der Annahme berücksichtigt, dass das vom Bürger zinslos in seine Anlage eingesetzte Eigenkapital eine fiktive Verzinsung erhält. Hätte er nämlich sein Eigenkapital nicht in seine Anlage investiert, sondern es auf dem Kapitalmarkt angelegt, würde er eine Verzinsung vereinnahmen. Der Zinssatz 2,5 % (z.B. für langfristige Anleihen) müsste allerdings angepasst werden, wenn der Eigentümer für die Investition Fremdkapital benötigt. Dies wird in der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigt.

Für Strom wurden Kosten in Höhe von 38 ct/kWh angesetzt. Alle Kosten verstehen sich als Brutto-Kosten.

In der folgenden Tabelle 11 erfolgt eine Auflistung der ermittelten Wärmegestehungskosten je Wärmeversorgungsgebiet.

Tabelle 11: Ermittelte Wärmegestehungskosten je Wärmeversorgungsgebiet

	Dezentral Luft-WP [ct/kWh]	Dezentral Sole-WP [ct/kWh]	Zentral Luft-WP [ct/kWh]
Abterode	19,69	23,57	22,88
Alberode	18,86	22,36	22,79
Germerode	18,35	21,59	21,21
Vockerode	15,51	17,65	20,29
Weidenhausen	18,41	21,71	21,54
Wellingerode	20,12	24,19	26,55
Wolfterode	18,69	22,10	22,49

5.2 Zielszenario

In Abbildung 30 ist die derzeitige Vorzugsvariante der zukünftigen Wärmeversorgung in der Gemeinde Meißner dargestellt.

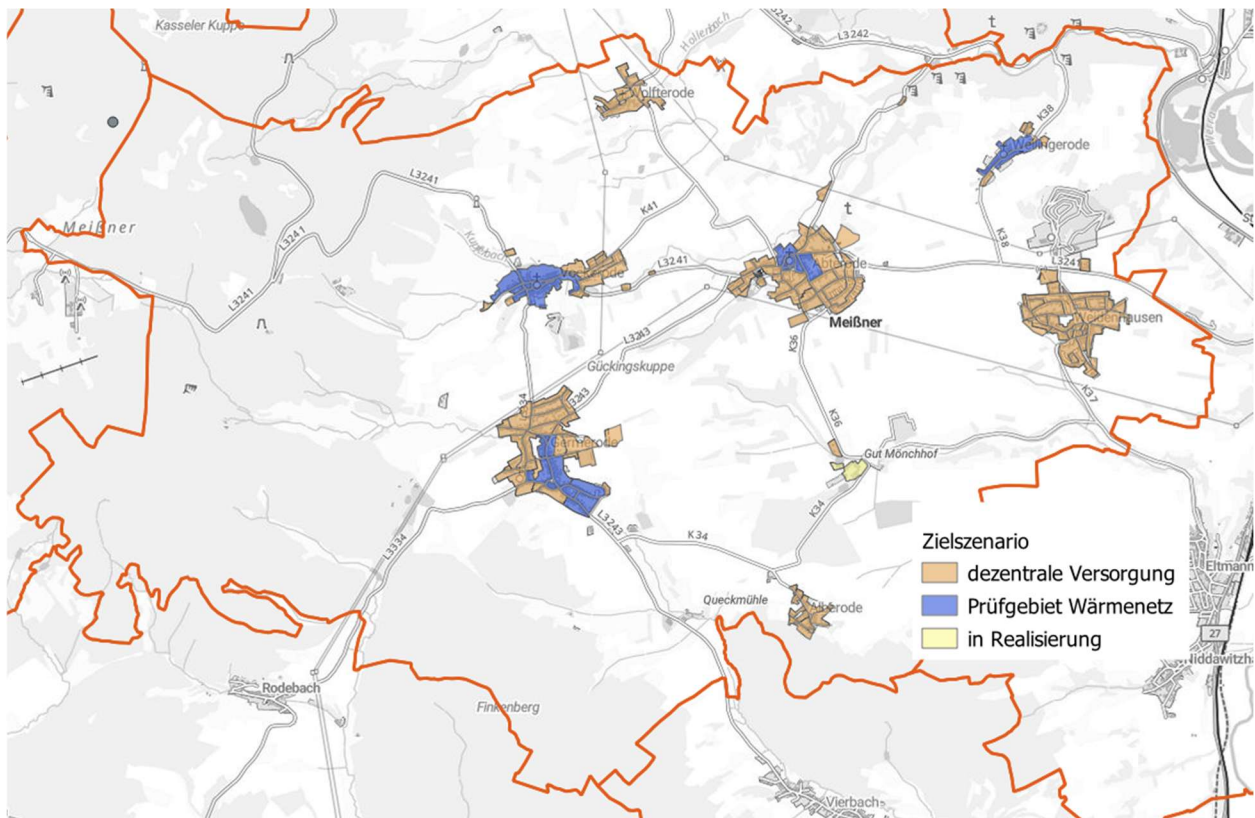


Abbildung 30: Einteilung der Ortsteile in Wärmeversorgungsgebiete

Aufgrund der Betrachtung und Abwägung unterschiedlicher Versorgungsmöglichkeiten in den Teilgebieten und ihren Auswirkungen auf die Wärmegestehungskosten, die Versorgungssicherheit sowie das Realisierungsrisiko wurde die dezentrale Versorgung in allen Teilgebieten als Vorzugsvariante identifiziert. Lediglich die potenziellen Wärmenetze in Vockerode, Germerode, Wellingerode und Abterode werden als Prüfgebiet festgelegt. Es wird vorgeschlagen, dass für diese Netze die Bürger befragt werden, ob ein grundsätzliches Interesse zum Anschluss besteht und ein potenzieller Betreiber zur Verfügung stünde. Trifft dies zu, wird empfohlen eine Machbarkeitsstudie für diese Wärmenetzprüfgebiete durchzuführen. Die Ergebnisse sind in der Fortschreibung der Wärmeplanung zu berücksichtigen.

Für die zukünftige Wärmeversorgung ergeben sich damit 2 Szenarien:

Szenario A) vollständige dezentrale Versorgung vorrangig über Luft-Wasser-Wärmepumpen

Szenario B) vollständige dezentrale Versorgung bis auf Wärmenetze in Vockerode, gespeist aus Biomassekessel des Kalkwerks (sofern technisch realisierbar), und Wärmenetze in Germerode, Wellingerode und Abterode, gespeist über zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen. Die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze ist gesondert nachzuweisen

5.3 Indikatoren für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045

Der Wärmebedarf der Gemeinde wird sich durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Sektoren bis 2045 um voraussichtlich 24 % verringern (Abschnitt 4.1).

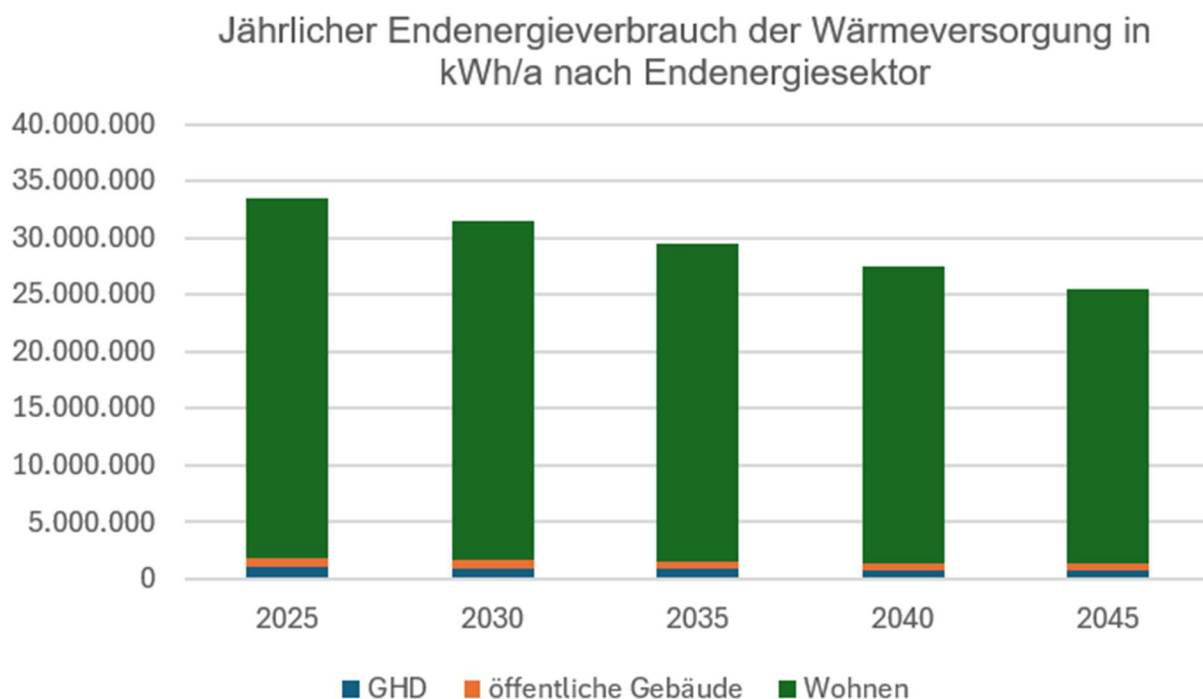


Abbildung 31: Prognostizierte Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs für Wärme durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Sektoren bis 2045

Im Folgendem wird die Entwicklung der Treibhausgasemissionen je Szenario dargestellt. Die tatsächliche Entwicklung im Gemeindegebiet muss dabei keinem der Szenarien vollständig folgen, es sind auch Zwischenszenarien möglich, je nachdem welche genauen Gebietseinteilungen sich durch zukünftige Entwicklungen ergeben.

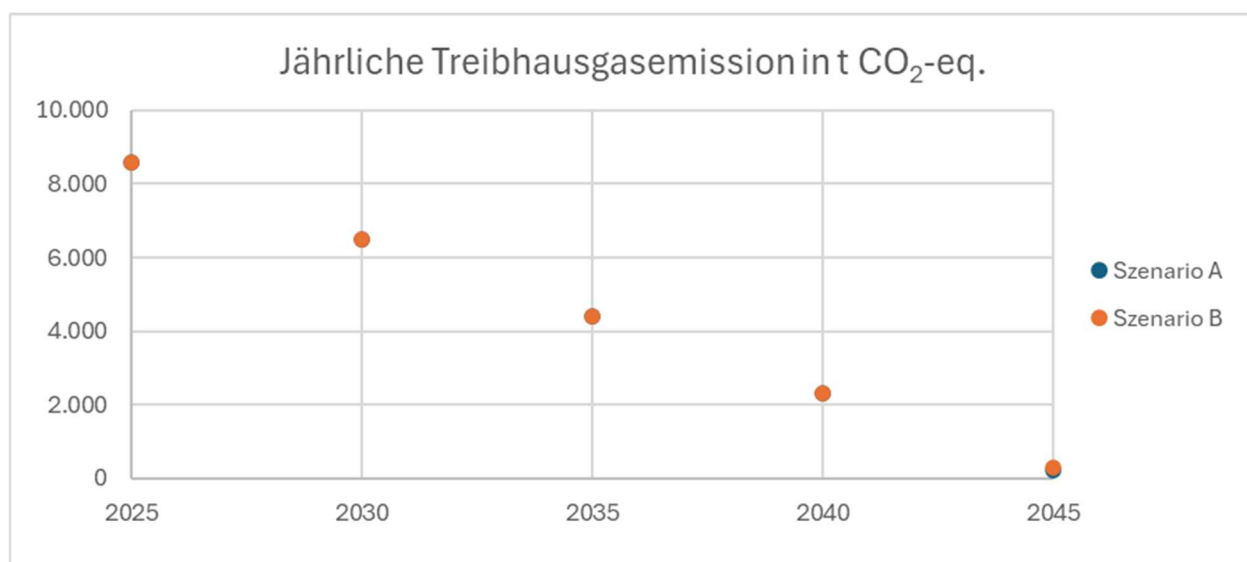


Abbildung 32: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen über die Stützjahre bis 2045

Durch die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energiequellen wird eine starke Abnahme der damit verbundenen Treibhausgasemissionen erwartet. Die mit den Szenarien verbundene Entwicklung der eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 33 gezeigt.

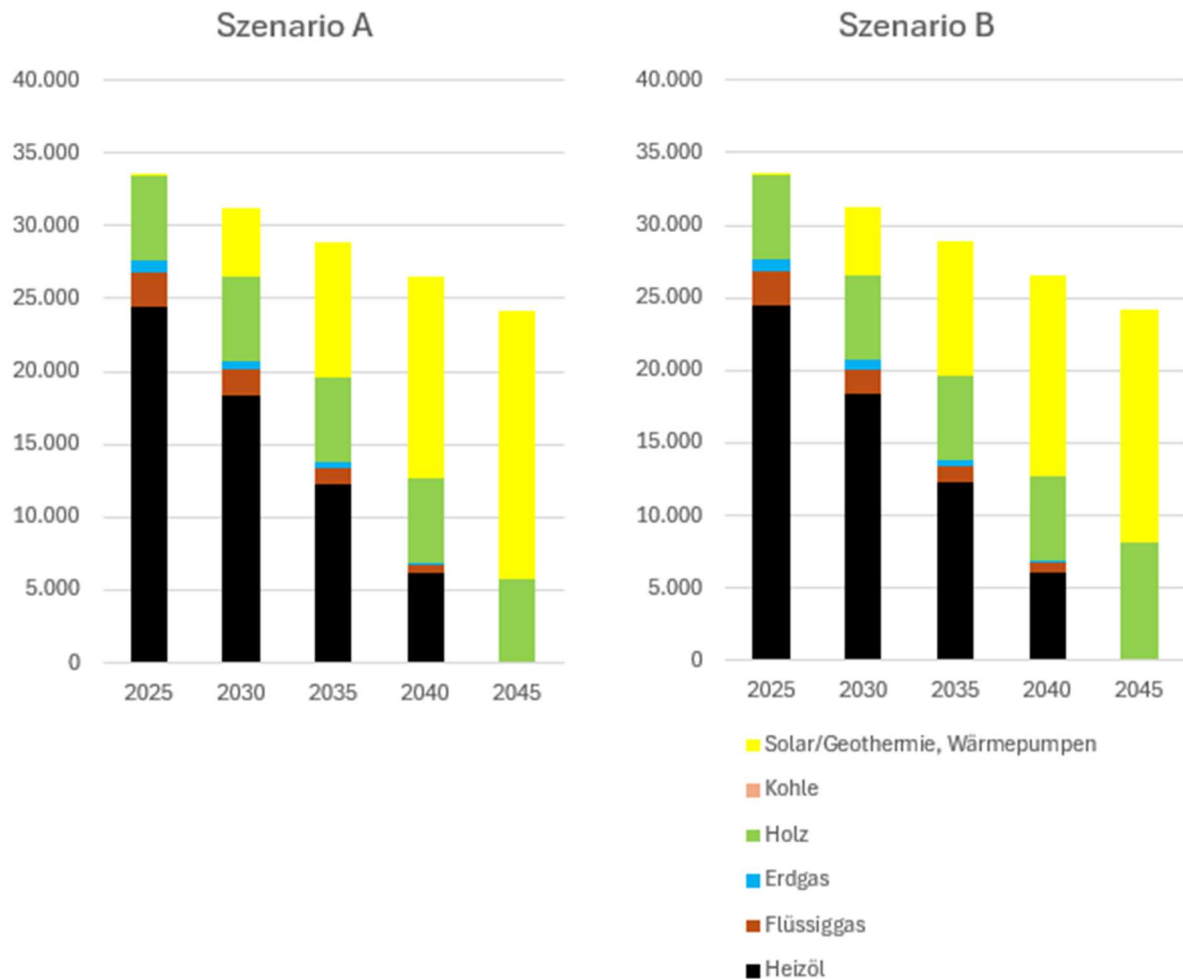


Abbildung 33: Prognostizierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Wärmeversorgung in MWh/a nach Energieträgern in der Gemeinde Meißen

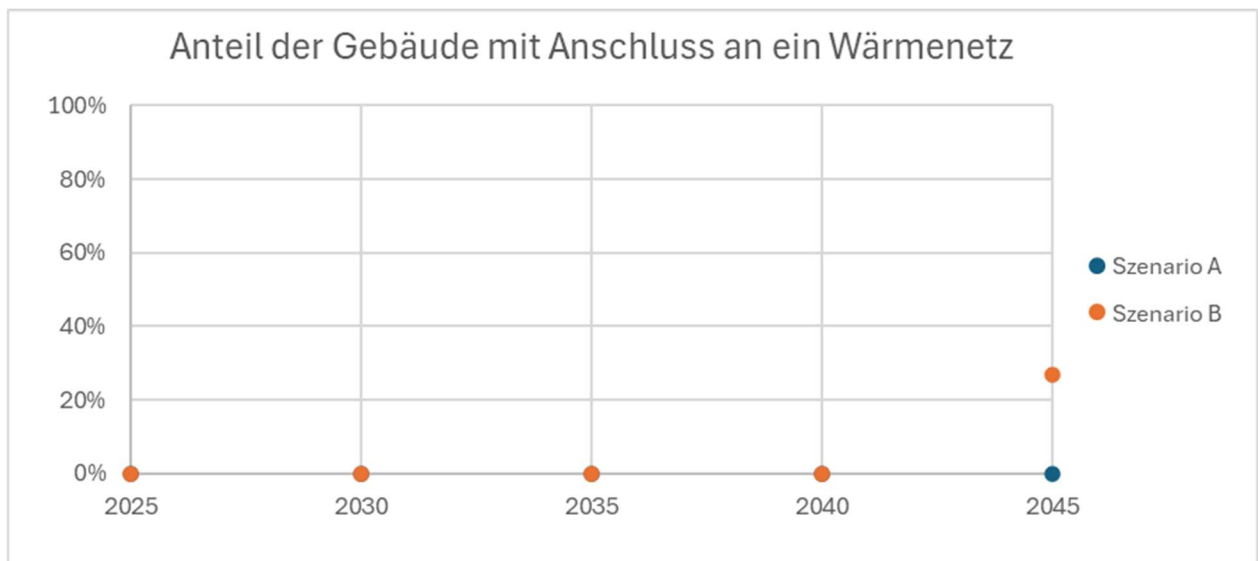


Abbildung 34: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz in %

Abbildung 34 zeigt den erwarteten Anteil der Gebäude mit einer Wärmeversorgung über ein Wärmenetz.

6 Umsetzungsstrategie und Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen sollen der kommunalen Verwaltung als Leitfaden für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in den nächsten Jahren dienen und sind als Steckbriefe formuliert.

Nr. 1	Technische Bewertung zur Einbindung der Abwärme Kalkwerk				
Zielsetzung	Beurteilung der technischen Machbarkeit zur Nutzung der Abwärme des Kalkwerks - Köhler Kalk GmbH - bei Vockerode für die Wärmeversorgung				
Vorgehen	- Erstellung einer technischen Studie – Prüfung von Fördermöglichkeiten hierzu - Nutzung der Ergebnisse in der Fortschreibung der Wärmeplanung				
Zeithorizont	- 18-24 Monate - davon ca. 6 Monate Vor- und Nachbereitung - Umsetzung soll bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 abgeschlossen sein				
Priorisierung	☐	☐	☐	☐	☐
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Nutzung Abwärmepotenzial - Umstellung der Wärmeversorgung Vockerode von Öl und Flüssiggas auf erneuerbare Wärmequellen. Nutzung der Abwärme des Kalkwerks zur Speisung in ein Wärmenetz.				
CO₂-Einsparpotenzial	☐	☐	☐	☐	☐
Kosten	☐	☐	☐	☐	Eigenmittel, Förderung in Höhe von bis zu 50 %

Nr. 2	Machbarkeitsstudie Wärmenetze mit Förderprogramm effiziente Wärmenetze (BEW)				
Zielsetzung	Durchführung von BEW-Machbarkeitsstudien zur Bewertung der Möglichkeit für Wärmenetz im Gemeindegebiet (vorrangig Vockerode, Germerode, Wellingerode und Abterode) - Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Projekts				
Vorgehen	- Suche nach potenziellen Betreibern/ Investoren - Umfassende Bürgerbefragung zur Anschlussbereitschaft - Beschlussfassung zur Fördermittelbeantragung und Beantragung von Fördermitteln bei der BAFA; Freigabe von Haushaltsmitteln - Erstellung BEW-Studie Modul 1 - Beschlussfassung über die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen - Nutzung der Ergebnisse in der Fortschreibung der Wärmeplanung				
Zeithorizont	- 18-24 Monate - davon ca. 6 Monate Vor- und Nachbereitung - Umsetzung soll bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung 2030 abgeschlossen sein				
Priorisierung					
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung				
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Umstellung der Wärmeversorgung von Öl und Flüssiggas auf erneuerbare Wärmequellen. Einbeziehung der Ergebnisse zur Nutzung der Abwärme und/oder Trocknungsöfen des Kalkwerks zur Speisung in ein Wärmenetz.				
CO₂-Einsparpotenzial					
Kosten	Eigenmittel, Förderung in Höhe von bis zu 50 %				

Nr. 3	Informationskampagne zum Thema „Energetische Gebäudesanierung“					
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur Gebäudesanierung durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung					
Vorgehen	- Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater					
Zeithorizont	Langfristig					
Priorisierung						
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer					
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen					
CO₂-Einsparpotenzial						
Kosten						Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 4	Informationskampagne zum Thema „Photovoltaik und Solarthermie“					
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur regenerativen Wärme- und Stromerzeugung durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung					
Vorgehen	- Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater					
Zeithorizont	Langfristig					
Priorisierung						
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer					
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen					
CO₂-Einsparpotenzial						
Kosten						Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 5	Informationskampagne zum Thema „Dezentrale Wärmeversorgung: Möglichkeiten für Einzelhauslösungen“					
Zielsetzung	Aktivierung der Bürger zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien durch Beratung, insbesondere in den Gebieten mit zukünftig dezentraler Wärmeversorgung					
Vorgehen	- Beratung und Aufklärung der Immobilienbesitzer über technische und wirtschaftliche Vorteile - Erstellung von Informationsmaterial - Informationskampagne auf der Website der Gemeinde - Unterstützung durch externe Berater					
Zeithorizont	Langfristig					
Priorisierung						
Verantwortlichkeit	regionale Energieberater, Fachplaner, Heizungsbauer					
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- Erhöhung der Sanierungsrate - deutliche Energie- und damit Treibhausgaseinsparungen - eine Substitution der fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle führt auch ohne Energieeinsparung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen					
CO₂-Einsparpotenzial						
Kosten						Eigenmittel, Konnexitätszahlung

Nr. 6	Flächen für potenzielle zentrale Versorgung mittels regenerativer Versorgungstechnik sichern					
Zielsetzung	Die zentrale Versorgung von Gebäuden über Wärmenetze ist immer auch mit einem höheren Flächenbedarf für z.B. Sondenfelder oder Solarthermie-Anlagen verbunden, genau wie die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien über z.B. Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Die Gemeinde sollte frühzeitig den Kauf geeigneter Flächen absichern.					
Vorgehen	- Systematische Ermittlung geeigneter Flächen - Priorisierung von Flächen mit Nähe zu Baublöcken mit hoher Wärmeverbrauchsichte - Ansprache von Flächeneigentümern - Anpassung des Flächennutzungsplans					
Zeithorizont	Langfristig					
Priorisierung						
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung, Investoren, potenzielle Wärmenetzbetreiber					
Auswirkungen auf Ziele des WPG	Aneignung von Freiflächen für eine potenzielle Installation von regenerativen Wärme- und/oder Stromerzeugungsanlagen					
CO₂-Einsparpotenzial						
Kosten						Eigenmittel, Investoren

Nr. 7	Sanierungsfahrpläne für kommunale Gebäude					
Zielsetzung	Durchführung von Energieberatungen und Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude.					
Vorgehen	- Identifikation der kommunalen Liegenschaften, für die noch kein Energieausweis vorliegt - die Reihenfolge und Priorisierung sollte anhand des Gebäudealters und dem absoluten Energieverbrauch erfolgen - Beauftragung eines externen Beraters zur Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für die kommunalen Liegenschaften, die noch nicht energetisch saniert wurden - Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen aus dem Sanierungsfahrplan					
Zeithorizont	- kurzfristig					
Priorisierung						
Verantwortlichkeit	Gemeindeverwaltung, Gemeinderat					
Auswirkungen auf Ziele des WPG	- es wird davon ausgegangen, dass 10-15 % des Wärmeverbrauchs der kommunalen Liegenschaften eingespart werden kann					
CO₂-Einsparpotenzial						
Kosten						Finanzierung aus Eigenmitteln

7 Abkürzungsverzeichnis

ABK	Abwasserbeseitigungskonzept
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
EZFH	Ein-/Zweifamilienhaus
DN 800	Abwasserrohre mit Innendurchmesser 80cm
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
HKO	Hauskoordinaten
HLNUG	Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie
I	Industrie
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH
JAZ	Jahresarbeitszahl
KWP	Kommunale Wärmeplanung/ Wärmeplan
LNG	Flüssiggas (liquefied natural gas)
MFH	Mehrfamilienhaus
MS	Mittelspannung
NS	Niederspannung
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
RLM	Registrierende Leistungsmessung
UBA	Umweltbundesamt
QGIS	Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation
VKA	Verbandskläranlage
WAZV	Wasser-Abwasser-Zweckverband
WMS	Web Map Service
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Gemeinde Meißner in Hessen und im Werra-Meißner-Kreis.....	7
Abbildung 2: 7 Ortsteile der Gemeinde Meißner und jeweilige Einwohnerzahl (Stand 31.12.2024)	7
Abbildung 3: Aktueller Endenergieverbrauch von Wärme in einzelnen Ortsteilen der Gemeinde Meißner	9
Abbildung 4: monatlicher Endenergiebedarf für Wärme im Gemeindegebiet.....	9
Abbildung 5: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet nach Energieträger	11
Abbildung 6: Art und installierte Leistung der dezentralen Wärmeerzeuger	13
Abbildung 7: Wärmeverbrauchsichte je Baublock.....	14
Abbildung 8: Wärmelinienichte je Straßenabschnitt.....	15
Abbildung 9: Verteilung der zur Wärmeversorgung der Wohngebäude genutzten Energieträger je Ortsteil	16
Abbildung 10: Überwiegender Gebäudetyp (Wohngebäude, öffentliche Gebäude, Wirtschaft oder Gewerbe) je Baublock	18
Abbildung 11: überwiegende Baualtersklasse der Gebäude je Baublock	19
Abbildung 12: Darstellung der Großverbraucher von Wärme und Gas im Gemeindegebiet.....	20
Abbildung 13: Lage der Gasnetzinfrastruktur im Gemeindegebiet	21
Abbildung 14: Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme im Gemeindegebiet für drei Szenarien zur Bedarfsreduktion nach (4)	24
Abbildung 15: Entwicklung der Gesamtbevölkerung in der Gemeinde Meißner der Jahre 2000 - 2024 ...	26
Abbildung 16: Entwicklung der Bevölkerung in der Gemeinde Meißner nach Altersgruppen	27
Abbildung 17: Freiflächen Gemeinde Meißner	29
Abbildung 18: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Bewertung von Standorten zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie im Gemeindegebiet (16).....	30
Abbildung 19: Prinzipdarstellung zur Ermittlung verfügbarer Flächen für dezentrale Sondenbohrungen .	31
Abbildung 20: Petrothermale Potenzialebene ab 3.500 m im Gemeindegebiet	32
Abbildung 21: Hydrothermale Potenzialebene ab 4.000 m im Gemeindegebiet	32
Abbildung 22: Beispielschaltung einer PVT-Anlage (19)	35
Abbildung 23: Flächen mit Acker- bzw. Grünlandzahl bis 40.....	37
Abbildung 24: genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz Deutschland	40
Abbildung 25: Übersicht und Detailansicht der Aquifer-Wärmespeicher im Gemeindegebiet.....	41
Abbildung 26: Wärmeverbrauchsichte je Baublock im Jahr 2045.....	47
Abbildung 27: Wärmeverbrauchsichte je Baublock im Jahr 2045 größer als 175 MWh/(ha*a)	48
Abbildung 28: Prüfgebiet Wärmenetze.....	49
Abbildung 29: Eignung der Teilgebiete für die Versorgung über ein Wärmenetz im Jahr 2045	50
Abbildung 30: Einteilung der Ortsteile in Wärmeversorgungsgebiete.....	53
Abbildung 31: Prognostizierte Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs für Wärme durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Sektoren bis 2045.....	54
Abbildung 32: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen über die Stützjahre bis 2045	54
Abbildung 33: Prognostizierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Wärmeversorgung in MWh/a nach Energieträgern in der Gemeinde Meißner	55
Abbildung 34: Anteil Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz in %	56

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gemeinde Meißen – Allgemein (1).....	6
Tabelle 2: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung	10
Tabelle 3: Abschätzung der mittels erneuerbarer Energien bereitgestellten Wärme.....	12
Tabelle 4: Verteilung der Energieträger je Feuerstätte - Gemeinde Meißen gesamt	16
Tabelle 5: Verteilung der Energieträger je Feuerstätte – Ortsteilbezogen	17
Tabelle 6: Baualtersklassen der beheizten Gebäude im Gemeindegebiet	19
Tabelle 7: Jahresarbeitszahlen verschiedener Wärmepumpen-Technologien (4).....	27
Tabelle 8: Übersicht der technischen Potenziale zur Wärmeversorgung im Zieljahr 2045	42
Tabelle 9: Klassifizierung der Wärmebedarfsdichte (Endenergie) nach potenzieller Eignung für Wärmenetze	48
Tabelle 10: Wärmebedarf 2045 und potenzielle Freifläche der Wärmenetz Prüfgebiete	50
Tabelle 11: Ermittelte Wärmegestehungskosten je Wärmeversorgungsgebiet	52

10 Literaturverzeichnis

1. Meißner, Gemeinde. Gemeinde Meißner. [Online] [Zitat vom: 08. 12 2025.] <https://www.gemeinde-meissner.de>.
2. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG). [Online] 20. 12 2023. [Zitat vom: 16. 10 2025.] <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html#BJNR18A0B0023BJNG000100000>.
3. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Leitfaden Wärmeplanung. [Online] 06 2024. [Zitat vom: 18. 11 2025.] <https://www.ifeu.de/publikation/leitfaden-waermeplanung-fuer-kommunen-und-andere-planungsverantwortliche>.
4. Prognos AG / ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH / Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER). Technikkatalog Wärmeplanung & Begleitdokument. [Online] <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument>.
5. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Plattform für Abwärme. [Online] [Zitat vom: 22. 09 2025.] https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datentabelle_excel.html?nn=1616544.
6. OpenStreetMap. [Online] [Zitat vom: 03. 11 2025.] <https://www.openstreetmap.org/copyright>.
7. Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation. Bodenmanagement Geoinformation. [Online] [Zitat vom: 03. 11 2025.] <https://hvb.g.hessen.de/geoinformation/afis-alkis-atkis-modell/amtliches-liegenschaftskatasterinformationssystem>.
8. LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH. Wärmeatlas Hessen. [Online] [Zitat vom: 03. 11 2025.] <https://www.waermeatlas-hessen.de>.
9. Foundation, Open Source Geospatial. QGIS Geographic Information System. [Online] [Zitat vom: 03. 11 2025.] <https://qgis.org/>.
10. Geoinformation, Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und. Geodaten Online. [Online] [Zitat vom: 09. 09 2025.] https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/Default-Start.
11. Bundesamt für Wirtschaft und Klimaschutz - BMWK. Langfristszenarien 3. [Online] 07 2024. [Zitat vom: 12. 11 2025.] <https://langfristszenarien.de/enertile-explorer-de>.
12. Umweltbundesamt. Projektionsbericht 2023 für Deutschland. [Online] 08 2023. [Zitat vom: 12. 11 2025.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023_08_21_climate_change_39_2023_projektionsbericht_2023_0.pdf.
13. Hessisches Statistisches Landesamt. Die Bevölkerung der hessischen Gemeinden am 31. Dezember 2020. [Online] Juli 2021. [Zitat vom: 25. 09 2025.] https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/HEHeft_derivate_00010435/AI2_All_AIII_AV_20-2hj_a.pdf.

14. HA Hessen Agentur GmbH. Gemeindedatenblatt: Meißner (636008). [Online] Oktober 2024. [Zitat vom: 25. 09 2025.] https://www.hessen-gemeindelexikon.de/gemeindelexikon_PDF/636008.pdf.
15. Erdwärmenutzung in Hessen - Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen. [Online] 2019. https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/geologie/erdwaerme/Leitfaden_Erdwaerme_6._Auflage_gesamt.pdf.
16. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). GruSchu Hessen. [Online] 2022. <https://gruschu.hessen.de/>.
17. Prognos AG und Hamburg Institut. *Perspektive der Fernwärme - Maßnahmenprogramm 2030*. 2020.
18. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Geologie Viewer. [Online] [Zitat vom: 12. 11 2025.] <https://geologie.hessen.de>.
19. sunmaxx. [Online] Sunmaxx PVT GmbH. [Zitat vom: 27. 01 2026.] <https://sunmaxx-pvt.com/de/>.
20. Boese, Lothar, Reichart, Isolde und Dr. Rumpler, Johann. *Mehrfährige Energiepflanzen im Vergleich (in LOP 6/2016)*. Bernburg : s.n., 2016.
21. Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Kurzumtriebsplantagen - LWF-Wissen 70. [Online] [Zitat vom: 5. Dezember 2025.] <https://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassenutzung/033642/index.php>.
22. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. Wasserstoff-Kernnetz. [Online] [Zitat vom: 24. 11 2025.] <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>.
23. Stemmle et.al. Geothermal Energy. Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany. [Online] 17. 10 2022. [Zitat vom: 24. 11 2025.] <https://speichercity.geo.uni-halle.de/files/2023/12/Stemmle-et-al.-Geothermal-Energy.pdf>.
24. Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg von der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden. [Online] Dezember 2020. https://www.ptka.kit.edu/files/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung.pdf?utm_source=chatgpt.com.
25. Ausfuhrkontrolle, Bundesamt für Wirtschaft und. Informationsblatt CO2-Faktoren. [Online] 20. 05 2025. [Zitat vom: 01. 10 2025.] https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2025.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
26. Bracke, R. (Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie) und Huenges, E. (Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum). *Roadmap tiefe Geothermie für Deutschland*. 2022.