



# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Windberg



Im Auftrag der Gemeinde Windberg

# Abschlussbericht

Nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes vom 01.01.2024

# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Windberg

**Auftraggeber:** Gemeinde Windberg  
Sollacher Str. 4  
94336 Hunderdorf

**Ansprechpartner:** Markus Wolf, Klimaschutzmanager

**Auftragnehmer:** LUXGREEN Climadesign GmbH  
Kumpfmühler Straße 3  
93047 Regensburg  
www.luxgreen.de

**Verfasser:** LUXGREEN Climadesign GmbH  
Matthias Trauner  
Luisa Kupillas  
Lovis Toutouly  
Stefan Riepl



**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2025 – 30.11.2025

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) gefördert. Die Förderung erfolgte über die Kommunalrichtlinie, die speziell die Erstellung kommunaler Wärmepläne unterstützt.

**Förderkennzeichen:** 67K27701

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Dokument auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet; sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Redaktionsschluss: November 2025

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

<b>Grußwort .....</b>	<b>VI</b>
<b>1. Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Kommunale Wärmeplanung .....</b>	<b>3</b>
2.1 Rechtlicher Rahmen.....	3
2.2 Vorgehensweise und Methodik .....	4
<b>3. Projektstruktur und Beteiligungsprozess.....</b>	<b>5</b>
3.1 Beteiligungskonzept.....	5
3.2 Beteiligungsprozesse .....	6
<b>4. Bestandsanalyse .....</b>	<b>7</b>
4.1 Datengrundlage.....	7
4.2 Windberg in Zahlen .....	8
4.3 Energieverbrauchsstruktur .....	11
4.3.1. Kennzahlen der bestehenden Wärmeversorgung.....	11
<b>4.3.2. Treibhausgase .....</b>	<b>12</b>
4.3.3. Bedarfs- und Verbrauchswerte.....	13
4.3.4. Endenergieverbräuche nach Energieträgern und Sektoren.....	15
4.4 Infrastruktur.....	16
4.4.1. Energieerzeugungs- und Verteilstruktur .....	16
4.4.2. Kälteinfrastruktur .....	17
4.4.3. Abwasserinfrastruktur .....	18
4.4.4. Sonstige Infrastruktur .....	18
<b>5. Potenzialanalyse.....</b>	<b>19</b>
5.1 Restriktionsflächen.....	20
5.2 Datengrundlage.....	21
5.3 Energieeinsparpotenziale durch Bedarfsreduktion .....	22
5.4 Abwärmepotenziale .....	25
5.5 Umweltwärme und erneuerbare Energien.....	26
5.5.1. (Außen-) Luftwärme .....	26

5.5.2.	Abwasserwärme .....	27
5.5.3.	Gewässerwärme .....	28
5.5.4.	Geothermie.....	28
5.5.5.	Solarthermie .....	32
5.5.6.	Biomasse.....	33
5.5.7.	Erneuerbare Gase: Wasserstoff und Biomethan .....	35
5.6	Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung .....	36
5.6.1.	Photovoltaik .....	36
5.6.2.	Windkraft.....	37
5.6.3.	Wasserkraft .....	37
5.6.4.	Tiefe Geothermie zur Stromerzeugung .....	37
<b>6.</b>	<b>Zielszenario .....</b>	<b>38</b>
6.1	Eignungsgebiete .....	40
6.1.1.	Methodik der Gebietszuweisung .....	40
6.1.2.	Zukünftige Versorgung der Gebiete .....	40
6.2	Auswertung des Zielszenarios .....	45
6.2.1.	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs .....	45
6.2.2.	Energiebilanz .....	46
6.2.3.	Emissionsbilanz .....	46
<b>7.</b>	<b>Wärmewendestrategie (Umsetzungsstrategie) .....</b>	<b>47</b>
7.1	Maßnahmen.....	47
7.2	Übergeordnete Maßnahmen.....	49
7.2.1.	Untersuchung der Eignung für Grundwasserwärme .....	49
7.2.2.	Einrichtung Beratungsangebot für Sanierung und Heizungstausch mit Fokus auf dezentrale Gebiete .....	49
7.2.3.	Einrichtung einer Arbeitsgruppe Wärmewende.....	50
7.2.4.	Erhebung des Holzaufkommens zur Vermeidung von Überforstung.....	51
7.2.5.	Untersuchung lokaler Stromerzeugung für die Wärmepumpenoffensive .....	51
7.2.6.	Beratung zur Gründung von Energiegenossenschaften.....	52
7.3	Gebietsspezifische Maßnahmen .....	53
7.3.1.	Machbarkeitsstudie Erweiterung Bestandsnetz „Am Anger“ .....	53
7.3.2.	Planung und Bau einer neuen Heizzentrale nach Förderende .....	54

---

7.3.3. Nachverdichtung der Nahwärme im Ortskern .....	55
7.3.4. Etablierung kleiner Nahwärmenetze in dezentralen Gebieten .....	55
7.4 Verfestigungsstrategie .....	57
7.5 Controlling Konzept .....	57
<b>8. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>i</b>
<b>9. Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>ii</b>

---

## Grußwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

unsere Gemeinde Windberg steht vor der Aufgabe, ihre Wärmeversorgung neu auszurichten. Die kommunale Wärmeplanung ist dafür unser Einstieg: Sie soll aufzeigen, wie wir in den kommenden Jahren heizen können – klimaverträglich, bezahlbar und möglichst verlässlich planbar.

Im Mittelpunkt steht dabei Orientierung für Sie als Eigentümerinnen und Eigentümer, Mieterinnen und Mieter sowie für unsere Betriebe. Die Planung soll deutlich machen, welche Optionen in den einzelnen Gebieten überhaupt in Frage kommen: Wo kann ein Wärmenetz eine Perspektive sein, wo werden eher individuelle Lösungen direkt am Gebäude im Vordergrund stehen?

Gemeinsam mit einem Fachbüro und Partnern aus der Region analysieren wir hierzu die heutige Situation: bestehende Heizungen, vorhandene Leitungen, dicht bebaute Bereiche und eher verstreute Lagen. Auf dieser Grundlage entstehen Vorschläge, die sich an den konkreten Bedingungen vor Ort orientieren - der historische Ortskern braucht oft andere Wege als ein Neubaugebiet.

Ein wichtiger Baustein wird der direkte Austausch mit Ihnen sein. In einem späteren Schritt werden Wärmenetzbetreiber auf Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer zugehen, um mögliche Anschlussvarianten, zeitliche Abläufe und Rahmenbedingungen zu besprechen. Ziel ist nicht, fertige Entscheidungen „von oben“ zu verkünden, sondern transparent zu machen, welche Wege realistisch sind und welche Folgen sie haben könnten.

Die Wärmewende ist kein abstraktes Projekt, sie betrifft unseren Alltag ganz direkt. Deshalb ist es mir wichtig, Sie frühzeitig zu informieren und Ihre Fragen aufzunehmen. Wer die grobe Richtung kennt, kann Investitionen besser planen und muss nicht unter Zeitdruck entscheiden.

Ich lade Sie ein, diesen Prozess aufmerksam zu begleiten - mit Interesse, kritischen Nachfragen und eigenen Anregungen. Wenn Gemeinde, Bürgerschaft, Fachleute und Unternehmen zusammenarbeiten, können wir Windberg so aufstellen, dass die Wärmeversorgung auch in Zukunft zuverlässig ist und zu unserer Gemeinde passt.

Ihr

Helmut Haimerl jun.

Erster Bürgermeister

# 1. Zusammenfassung

Die Gemeinde Windberg hat mit der kommunalen Wärmeplanung eine strategische Grundlage erarbeitet, um die lokale Wärmeversorgung langfristig klimaneutral zu gestalten. Aufbauend auf dem bestehenden integrierten Klimaschutzkonzept wurde die Planung zwischen April 2025 und November 2025 unter Federführung des Planungsbüros Luxgreen Climadesign GmbH durchgeführt. Grundlage der fachlichen Arbeit war der bundeseinheitliche Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung des BMUKN.

Die Gemeinde Windberg ist in der Verwaltungsgemeinschaft mit Neukirchen und Hunderdorf tätig und weist eine ländlich geprägte Struktur auf. Der Hauptort Windberg sowie die Gemeindeteile Meidendorf und Oberbuchta bilden die größten Siedlungseinheiten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden mehrere markante lokale Ressourcen identifiziert. Hervorzuheben ist das hohe Potenzial zur Solarthermie und Geothermie im Gemeindegebiet, das vor allem für dezentrale, erneuerbare Wärmelösungen in Frage kommt.

Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der darauffolgenden Szenarienentwicklung und Maßnahmenidentifikation wurden im Laufe des Projekts regelmäßig mit Verwaltung, Fachakteuren und Energieversorgern abgestimmt.

## Bestandsanalyse

Die Analyse der aktuellen Wärmesituation zeigt einen Wärmebedarf von 10,6 GWh pro Jahr, davon entfällt der Großteil mit rund 85,3% auf private Wohngebäude. Der Wärmebedarf wird zum Großteil von Heizöl mit rund 34,1% gedeckt. Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen liegen bei 1,8 kt pro Jahr.

## Ausgangslage

Da 45,7% der Gebäude in der GEG-Effizienzklasse D oder schlechter liegen ergibt sich ein deutlicher Sanierungs- und Modernisierungsbedarf, insbesondere mit Hinblick auf gesetzliche Anforderungen wie etwa § 72 GEG (Austauschpflicht alter Heizkessel).

Die Wärmeinfrastruktur ist heterogen. Es besteht ein Wärmenetz sowie viele dezentrale Einzelheizlösungen.

Die Bestandsanalyse von Windberg lieferte folgende zentrale Erkenntnisse:

- Der derzeitige Wärmebedarf liegt bei 10,6 GWh/Jahr
- 85,3% des Wärmebedarfs fallen auf private Wohngebäude
- 34,1% des Wärmebedarfs werden durch Heizöl gedeckt
- 4,3% des Wärmebedarfs werden durch Gas gedeckt
- 45,7% der Gebäude sind in GEG-Effizienzklasse D oder schlechter

## Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse der Gemeinde Windberg liefert erhebliche Potenziale für die Energiewende im Wärmesektor.

- 3,4 GWh/Jahr Potenzial zur Reduzierung des Heizbedarfs
- 10,3 GWh/Jahr Potenzial zur Nutzung von Luftwärmepumpen
- 526 GWh/Jahr oberflächennahes Geothermie-Potenzial
- 354 GWh/Jahr Photovoltaik-Potenzial
- 11,3 GWh/Jahr Biomasse-Potenzial

## Zielszenario

Das Zielszenario stellt einen gerichteten Pfad zur Erreichung von klimaneutraler Wärmeversorgung in Windberg dar. Bis 2040 kann der Wärmebedarf in Windberg durch Sanierung voraussichtlich um 15,3% auf 9,7 GWh/Jahr reduziert werden. Im Zieljahr besteht die Wärmeversorgung zu 31,0% mittels Wärmenetz, zu 17,1% mittels dezentralen Luft- und Erdwärmepumpen und zu 51,8% mittels dezentralen Biomasseheizungen.

Während Wärmenetze insbesondere in den Eignungsgebieten ausgebaut werden können, kommt dezentralen Lösungen wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen außerhalb dieser Zonen eine zentrale Rolle zu.

## Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie wird in folgende Maßnahmen aufgeteilt:

### Übergeordnete Maßnahmen:

- Untersuchung der Eignung für Grundwasserwärme
- Einrichtung Beratungsangebot für Sanierung und Heizungstausch mit Fokus auf dezentrale Gebiete
- Einrichtung einer Arbeitsgruppe Wärmewende
- Erhebung des Holzaufkommens zur Vermeidung von Überforstung
- Untersuchung lokaler Stromerzeugung für die Wärmepumpenoffensive
- Beratung zur Gründung von Energiegenossenschaften

### Gebietsspezifische Maßnahmen:

- Machbarkeitsstudie Erweiterung Bestandsnetz „Am Anger“
- Planung und Bau einer neuen Heizzentrale nach Förderende
- Nachverdichtung der Nahwärme im Ortskern
- Etablierung kleiner Nahwärmenetze in dezentralen Gebieten

## 2. Kommunale Wärmeplanung

### Infobox

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales strategisches Instrument zur Umsetzung der Energiewende auf lokaler Ebene. Sie verfolgt das Ziel, eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 zu realisieren und leistet damit einen maßgeblichen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Angesichts des hohen Anteils des Wärmesektors am Gesamtenergieverbrauch und an den CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt den Städten und Gemeinden eine Schlüsselrolle zu. Sie sind gefordert, tragfähige und lokal angepasste Lösungen für die zukünftige Versorgung ihrer Bürgerinnen und Bürger mit Raumwärme und Warmwasser zu entwickeln.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden bestehende Infrastrukturen – etwa Wärmeerzeuger, Netze und Gebäudebestand – systematisch analysiert. Aufbauend auf dieser Bestandsanalyse werden Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Abwärmenutzung sowie zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert. Ziel ist es, eine praxisorientierte und technologisch fundierte Strategie zu erarbeiten, die die Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gleichermaßen berücksichtigt.

Dabei werden nicht nur der aktuelle Zustand, sondern auch zukünftige Entwicklungen – beispielsweise im Bereich Neubau, Sanierung, demografischer Wandel oder technologische Innovationen – in die Betrachtung einbezogen. So entsteht eine vorausschauende Planung, die auf eine resiliente, klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung abzielt.

Die Kommunen übernehmen im Prozess eine koordinierende und steuernde Funktion. Sie führen die relevanten Akteure zusammen, stellen die erforderlichen Daten bereit und verantworten die Fortschreibung des Wärmeplans gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG). Der vorliegende Bericht versteht sich dabei als Grundlage für kommunale Entscheidungsprozesse: Er enthält konkrete Handlungsempfehlungen für die Umsetzung und zeigt auf, welche Versorgungsoptionen – etwa Wärmenetze, Wärmepumpen oder dezentral erneuerbare Systeme – in welchen Gebieten technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll sind.

Mit der kommunalen Wärmeplanung werden somit die strukturellen Voraussetzungen geschaffen, um die Klimaziele vor Ort wirksam umzusetzen und eine zukunftsfähige, nachhaltige Energieversorgung langfristig zu sichern.

### 2.1 Rechtlicher Rahmen

Seit Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) im Januar 2024 ist die kommunale Wärmeplanung bundesweit verpflichtend. Das Gesetz soll die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien koordinieren und verbindlich gestalten – mit Blick auf das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045.

Nach § 4 WPG müssen alle Kommunen unter 100.000 Einwohnern bis spätestens 30. Juni 2028 einen Wärmeplan erstellen. Für kleinere Gemeinden unter 10.000 Einwohnern gilt ein vereinfachtes Verfahren (§ 22), das methodische Erleichterungen erlaubt.

Verbindliche Bestandteile sind u. a. die Bestands- und Potenzialanalyse, die Darstellung geeigneter Gebiete und ein Zielszenario. Eine Fortschreibung ist alle fünf Jahre vorgesehen (§ 25), begleitet von strukturierter Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 13). Das Bundesgesetz wird durch landesrechtliche Regelungen ergänzt. In Bayern konkretisiert seit Januar 2025 eine Änderungsverordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften die Umsetzung, insbesondere das vereinfachte Verfahren.

Nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) entstehen nach dem Wärmeplan Fristen für den Heizungseinbau: Es verlangt beim Heizungseinbau die Nutzung von mindestens 65 % erneuerbarer Energie. Für Bestandsgebäude gilt diese Pflicht in Windberg ab 01.07.2028. Der Wärmeplan selbst weist keine verbindlichen Gebiete aus, sondern stellt potenzielle Wärme- oder Wasserstoffnetzgebiete dar. Erst wenn der Gemeinderat auf Basis

des Plans solche Gebiete zusätzlich und offiziell ausweist, greift eine Sonderregelung: In diesen Gebieten greift die 65%-Regel im auf den Beschluss folgenden Monat. Dies ist in Windberg nicht geplant.

## 2.2 Vorgehensweise und Methodik

Die kommunale Wärmeplanung wird in unterschiedliche, aufeinander aufbauende Phasen unterteilt:

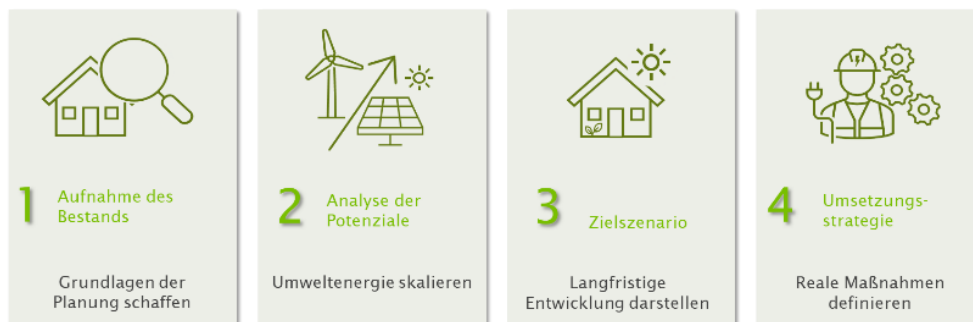


Abbildung 1: Phasen der Wärmeplanung

### Bestandsanalyse nach §15 WPG

In der Bestandsanalyse werden systematisch die bestehenden Strukturen der Wärmeversorgung erfasst und so aufbereitet, dass auf dieser Grundlage fundierte Planungsentscheidungen getroffen werden können. Dabei geht es nicht nur um die Erhebung von Einzelwerten, sondern um eine integrierte Betrachtung der gebäudebezogenen, infrastrukturellen und energetischen Ausgangslage. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse sind maßgeblich für die spätere Bewertung von Netzeignung, Potenzialen und Umsetzungsmöglichkeiten.

### Potenzialanalyse nach §16 WPG

Nachfolgend wird eine Potenzialanalyse durchgeführt. Sie erweitert die Bestandsanalyse um eine zukunftsgerichtete Perspektive und identifiziert Handlungsmöglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs sowie zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen. Im Fokus steht dabei die Frage, welche lokal verfügbaren Potenziale für eine nachhaltige, versorgungssichere und treibhausgasarme Wärmeversorgung genutzt werden können.

### Zielszenario nach §17-19 WPG

Das Zielszenario stellt das zentrale strategische Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung dar. Es beschreibt, wie die Wärmeversorgung im Zieljahr im Gemeindegebiet gestaltet sein soll. Dabei handelt es sich nicht um eine bloße Fortschreibung des Ist-Zustands, sondern um eine normativ geleitete Vision, die auf fundierten Annahmen, technischen Potenzialen, politischen Zielvorgaben und wirtschaftlicher Tragfähigkeit basiert.

### Umsetzungsstrategie nach §20 WPG

Die Umsetzungsstrategie stellt den operativen Teil der kommunalen Wärmeplanung dar. Sie konkretisiert, mit welchen Mitteln, in welchen Zeiträumen und unter welcher Verantwortung das im Zielszenario definierte Zielbild tatsächlich erreicht werden kann. Während das Zielszenario eine langfristige Vision entwirft, übersetzt die Umsetzungsstrategie diese in konkrete Handlungspläne - abgestimmt auf die Ressourcen und Realitäten der Kommune.

In allen Phasen der Wärmeplanung wurden zuständige Fachbereiche der Gemeindeverwaltung einbezogen, um lokale Gegebenheiten zu plausibilisieren und die Umsetzbarkeit geplanter Maßnahmen sicherzustellen.

## 3. Projektstruktur und Beteiligungsprozess

### Infobox

Die kommunale Wärmeplanung wurde als offener und strukturierter Prozess gestaltet, in dem sowohl Bürgerinnen und Bürger als auch zentrale Akteure und Verwaltungseinheiten einbezogen wurden.

Zu Beginn wurden alle relevanten Gruppen identifiziert – darunter Energieversorger, Eigentümervertretungen, Umweltverbände, Wohnungswirtschaft und städtische Fachabteilungen. Diese Akteure wurden gezielt angesprochen und in Fachgespräche, Steuerungskreise und Arbeitsgruppen eingebunden. Verwaltungseinheiten beteiligten sich aktiv über regelmäßige interne Abstimmungen und Stellungnahmen.

Auch die Öffentlichkeit wurde frühzeitig informiert und einbezogen. Die Beteiligung erfolgte entlang eines klar strukturierten Zeitplans mit definierten Meilensteinen: von der Bestands- und Potenzialanalyse bis zur Maßnahmenentwicklung. Informations- und Beteiligungstermine wurden über verschiedene Kanäle angekündigt, sodass eine breite Beteiligung möglich war.

Konkret kamen folgende Beteiligungsformate zum Einsatz:

- **Presse- und Online-Kommunikation:** Regelmäßige Mitteilungen über die kommunale Webseite und Pressebeiträge zu Stand und Fortschritt der Planung.
- **Öffentliche Veranstaltungen:** Drei Ratssitzungen und eine Bürgerversammlung boten die Möglichkeit zur aktiven Beteiligung und zum Dialog mit den Planenden.
- **Öffentliche Auslegung:** Der Entwurf des kommunalen Wärmeplans wird im Stadt- oder Gemeinderat vorgestellt und anschließend zur öffentlichen Einsichtnahme ausgelegt. Bürger konnten Stellungnahmen einreichen.

Durch die Kombination aus strukturiertem Beteiligungskonzept, frühzeitiger Kommunikation und zielgruppenspezifischer Ansprache wird gewährleistet, dass fachliche Expertise, lokale Kenntnisse und öffentliche Anliegen in den Wärmeplan einfließen. Das Ergebnis ist ein Plan, der technisch fundiert, sozial akzeptiert und umsetzungsorientiert ist.

### 3.1 Beteiligungskonzept

Im Rahmen der Wärmeplanung wurde die Gemeinde mit allen Ihren Fachabteilungen beteiligt.

1. Bürgermeister
2. Klimaschutzmanagement/Energiemanagement (Steuerungskreis)
3. Abwasserbeseitigung/ Kläranlage

Der Steuerungskreis begleitet die kommunale Wärmeplanung entlang der Projektabschnitte fachlich und organisatorisch:

- **Datenermittlung:** Unterstützung bei der Akteursanalyse, insbesondere zur Identifikation relevanter lokaler Akteure und Datenquellen.
- **Bestandsanalyse:** Vermittlung zwischen Planungsteam und kontaktierten Akteuren, Sensibilisierung für die Relevanz der Wärmeplanung.
- **Zielszenario:** Sicherstellung, dass die formulierten Ziele realistisch und umsetzbar sind – in technischer, wirtschaftlicher und zeitlicher Hinsicht.
- **Maßnahmenentwicklung:** Prüfung auf Realitätsbezug und Abstimmung mit bestehenden kommunalen Strukturen und Kapazitäten.

Der Steuerungskreis dient dabei auch als Schnittstelle zur Verwaltung und Politik und bereitet die Inhalte für politische Entscheidungen vor.

Aufgrund der Kommunengröße und dem Auftreten der Kommune als potenzieller Wärmenetzbetreiber wurde keine Facharbeitsgruppe gebildet. Die Tätigkeiten der Facharbeitsgruppe wurden von der Steuerungsgruppe übernommen. Diese gewährleisten, dass die Wärmeplanung an bestehende Planung hinsichtlich der Infrastrukturen erfolgt. Sie unterstützen des Weiteren während des Projektablaufs:

- Datenerhebung: Bereitstellung und Validierung von Daten zu Energieverbrauch, Wärmeerzeugung, Netzinfrastrukturen und bestehenden Versorgungssystemen. Einschätzung der Datenqualität und Hinweise zu technischen Randbedingungen.
- Bestandsanalyse: Rückmeldung zur Interpretation der Datenergebnisse, Plausibilitätsprüfung, fachliche Einordnung bestehender Versorgungsstrukturen. Die Gruppe liefert Informationen über laufende Planungen, Ausbauvorhaben oder Restriktionen im Netzbetrieb.
- Zielszenario: Technisch-fachliche Bewertung der Szenarienvorschläge. Prüfung auf Netzverträglichkeit, technische Machbarkeit und mögliche Umsetzungshorizonte. Einschätzung, welche Versorgungsoptionen realistisch sind und wo lokale Potenziale sinnvoll genutzt werden können.
- Maßnahmenentwicklung: Identifikation technisch geeigneter und wirtschaftlich tragfähiger Maßnahmen, z. B. Netzausbau, Transformation bestehender Erzeugungsanlagen oder Integration erneuerbarer Quellen. Die Facharbeitsgruppen prüfen Umsetzbarkeit, Ressourcenbedarf und Abstimmung mit laufenden Vorhaben.

## 3.2 Beteiligungsprozesse

### Beteiligung der Öffentlichkeit

In Windberg wurde die Öffentlichkeit in Form von Magazinartikeln im Gemeindeblatt beteiligt. Des Weiteren wurde eine Umfrage durchgeführt. Die Beteiligung an der Umfrage erfolgte über verschiedene Kanäle der Gemeinde. Trotz der geringen Rücklaufquote verdeutlichte die Besucherzahl der Informationsveranstaltung, dass die Thematik in der Bürgerschaft durchaus wahrgenommen wurde.

### Beteiligung der Verwaltungseinheiten

Die Verwaltungseinheiten in Windberg wurden regelmäßig in die Entwicklung des Wärmeplans eingebunden. Dabei ist zusätzlich die Beteiligung mit kommunalen Mitarbeitern im Bereich des Klimaschutzmanagement bzw. Energiemanagement zu erwähnen.

### Beteiligung der Akteure

Die Bayernwerk AG wurde im Rahmen der Bestandsanalyse hinsichtlich der Stromversorgung und der Beheizungsart beteiligt. Im Rahmen der Wärmeplanung konnte die Kommune als Wärmenetzbetreiber auftreten und nicht nur über Netzerweiterungen Auskunft geben, sondern auch neue Überlegungen hinsichtlich einer Erweiterung der Heizzentrale teilen.

#### Beispielhafte Fragestellungen, die dabei mit Windberg diskutiert wurden, waren:

1. Ist es geplant, das Bestandswärmenetz zu erweitern?
2. In welcher Reihenfolge und welchem Zeitplan sind die Erweiterungen geplant?
3. Besteht Interesse, ein neues Wärmenetz aufzubauen?

Im Rahmen der ersten Wärmebedarfsberechnungen wurden Großverbraucher mit hohem Energie- und Wärmeverbrauch identifiziert. Zur Ermittlung von Abwärme- und Energieeffizienzpotenzialen sind Gewerbe-, Industriebetriebe und die öffentliche Hand verpflichtet, Informationen zu ihrem Endenergiebedarf, Wärmebedarf und -verbrauch bereitzustellen. Im Gemeindegebiet liegen keine Großverbraucher vor.

## 4. Bestandsanalyse

### Infobox

Die Bestandsanalyse dient der Erfassung des aktuellen Zustands der Wärmeversorgung im beplanten Gebiet, einschließlich des Wärmebedarfs, der genutzten Energieträger und der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen. Gemäß § 15 des Wärmeplanungsgesetzes wird diese Analyse systematisch durchgeführt, um die Grundlage für die Potenzialanalyse und die Entwicklung eines Zielszenarios zu schaffen.

Die gewonnenen Daten ermöglichen eine fundierte Planung der zukünftigen Wärmeversorgung und helfen, technische sowie wirtschaftliche Optimierungspotenziale zu identifizieren. Im Rahmen der Wärmeplanung wird ein Überblick über die vorhandenen Potenziale geschaffen. Im späteren Verlauf können damit unter den potenziellen Wärmequellen diejenigen ausgewählt werden, welche dann auch aus wirtschaftlichen, kommunalen und weiteren Gründen erschlossen werden.

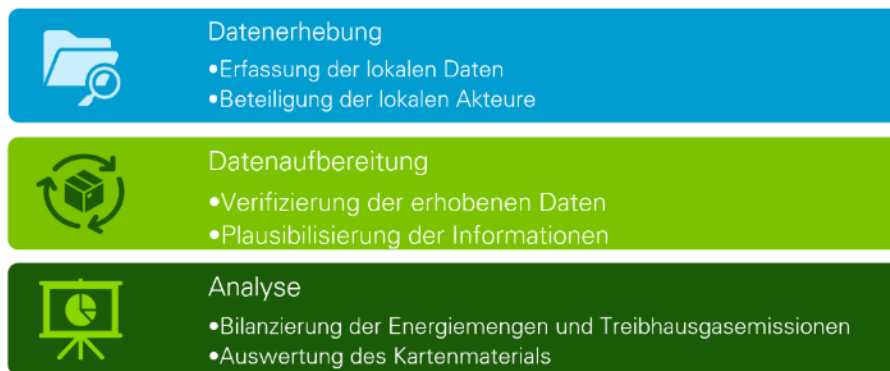


Abbildung 2: Vorgehensweise bei der Bestandsanalyse

### Gemeindebild in Windberg

Die Gemeinde Windberg liegt ca. 20 km nordöstlich von Straubing im Landkreis Straubing-Bogen und umfasst mit 27 Gemeindeteilen eine Fläche von rund 7,97 km<sup>2</sup>. Die Umgebung wird geprägt durch eine Mischung aus landwirtschaftlichen Flächen, Siedlungsstrukturen mit überwiegend Ein- und Zweifamilienhäusern sowie historischen Sehenswürdigkeiten wie der Klosteranlage des Klosters Windberg. Im Dezember 2024 lebten etwa 1023 Menschen im Gemeindegebiet. Die Nähe zur Stadt Straubing sowie die gute verkehrliche Anbindung an die Autobahn A3 machen Windberg zu einem attraktiven Wohnstandort in ländlicher Lage.

#### 4.1 Datengrundlage

Folgende Datenquellen werden im Rahmen der Wärmeplanung kontaktiert und um Stellungnahme gebeten:

#### Kommunalverwaltung

Zu Beginn der Bearbeitung werden allgemeine Daten der Kommunalverwaltung von den zuständigen Fachbereichen und Ämtern angefordert. Im Wesentlichen sind das digitale Liegenschaftskataster mit Angaben zu Gebäudegrundflächen, Funktionen, Adressen, Flurstücken und Flächennutzungen sowie ergänzende Informationen wie:

- Bebauungspläne
- Energieberichte kommunaler Liegenschaften
- Quartierskonzepte
- Geplante Neubaugebiete
- Energie- und Klimaschutzkonzepte

- Listen denkmalgeschützter und kommunaler Gebäude

## Bezirksschornsteinfeger

Daten zu Heizungsanlagen werden von Bezirksschornsteinfegern erfasst, dokumentiert und den Kommunen zur Verfügung gestellt. Bereitgestellt werden u. a.:

- Adresse (Kommune, Straße, Hausnummer)
- Feuerstättenart und -nummer
- Brennstoff und Heizwert/Brennwert
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Heizungsart (Zentral-/Einzelraumheizung)

## Energieversorger

Der kommunale Wärmebedarf wird über Verbrauchsdaten oder Bedarfskennzahlen ermittelt, wo-bei Verbrauchsdaten die tatsächlichen Nutzungsanforderungen abbilden. Energieversorger stellen aggregierte Verbrauchsdaten für Strom (Heiz- und Wärmepumpenstrom), Wärme (Wärmenetze) und Gas bereit. Zusätzlich liefern sie wichtige Infrastrukturinformationen, etwa zu Wärmenetzen oder Heizzentralen:

- Energieanlagen & -infrastrukturen
- Abwasser-, Strom-, Gas- und Wärmenetze
- KWK-Leistung, Speicher (elektrisch/thermisch), PV-Anlagen
- Wärmezentralen (Temperaturen, Erzeugerleistung, Netzabnahme, Wärmemenge)
- Verbrauchsdaten
- Gasverbrauch
- Wärmeverbrauch (Wärmenetze)
- Wärmestromverbrauch (Direktstrom und WP-Strom)

## Großverbraucher

Im Rahmen der ersten Wärmebedarfsberechnungen werden Großverbraucher mit hohem Energie- und Wärmeverbrauch identifiziert. Zur Ermittlung von Abwärme- und Energieeffizienzpotenzialen sind Gewerbe-, Industriebetriebe und die öffentliche Hand verpflichtet, Informationen zu ihrem Endenergiebedarf, Wärmebedarf und -verbrauch bereitzustellen. Diese Großverbraucher wurden schriftlich kontaktiert, bei Bedarf erfolgt eine vertiefte Analyse durch qualifizierende Interviews.

Die zugrundeliegenden Daten in Windberg wurden aus einer Vielzahl verschiedener Quellen erarbeitet. Zu kommunalen Dienstleistern und Energieversorgern gehören:

- Gemeinde Windberg
- Bayernwerk Netz GmbH (Stromversorger)

In Zusammenarbeit mit der Gemeinde Windberg wurde über das Landesamt für Statistik eine Erhebung von Kkehrbuchdaten durchgeführt. In dem Gebiet der Gemeinde befindet sich keine Kläranlage.

## 4.2 Windberg in Zahlen

Der Gebäudebestand wurde anhand frei zugänglichem Kartenmaterial, dem aktuellen Zensus 2022, ALKIS-Daten sowie Daten der Gemeindeverwaltung analysiert. Insgesamt umfasst der Gebäudebestand etwa 396 Adressen, wovon 93,2% auf Wohngebäude entfallen. Zudem bildet die Industrie & Produktion 5,9% der Gebäude ab. Gewerbe, Handel und Dienstleistungen machen im Gemeindegebiet Windberg ca. 0,1% aus (Abbildung 3).

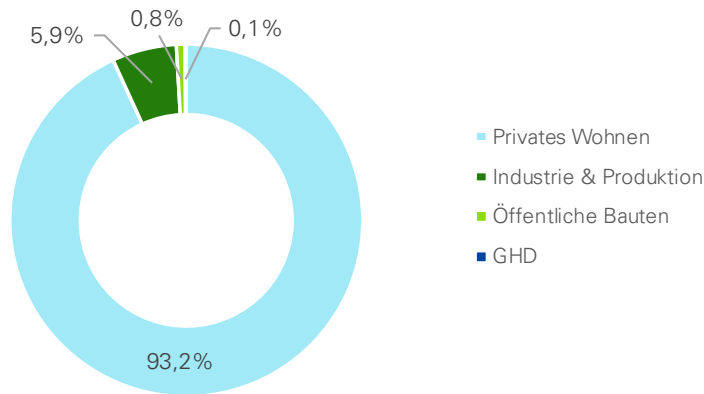


Abbildung 3: Gebäudebestand

Innerhalb der Wohngebäude dominieren Ein- und Zweifamilienhäuser, gefolgt von Mehrfamilienhäusern. Mit einem Anteil von 36% besteht der Gebäudebestand von Windberg zum Großteil aus Gebäuden der Baualterklasse 1949 bis 1978. Diese Baualterklasse hat aufgrund ihres Alters ein hohes Potenzial zur Reduzierung des Heizbedarfes. Die vor 1919 gebauten Gebäude, machen im Gemeindegebiet insgesamt 3,7% aus und haben, sofern sie nicht oder nur geringfügig energetisch saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf.

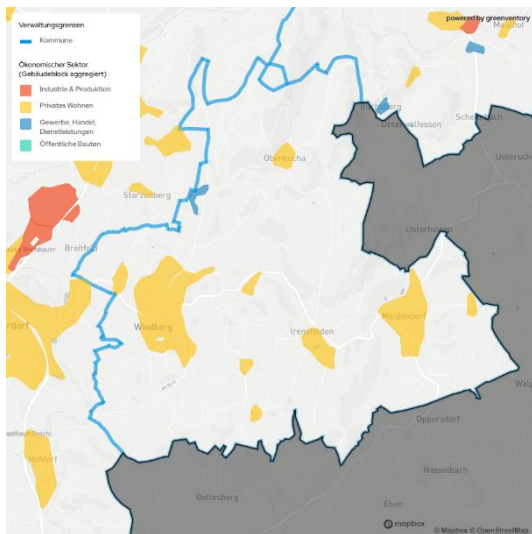


Abbildung 4: Gebäudeverteilung nach Sektoren

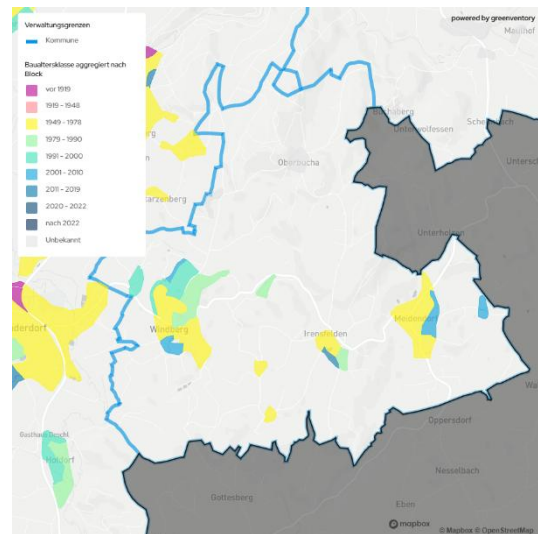


Abbildung 5: Gebäudebestand nach Baualterklasse

Diese Baualterklasse ist durch die meist solide Bauweise sehr attraktiv für Sanierungen, da hier die größten Einsparungen zu erwarten sind. Jedoch ist es im Einzelfall möglich, dass Fenster, Dächer oder Fassaden durch den Denkmalschutz geschützt sind und somit nicht saniert werden dürfen.

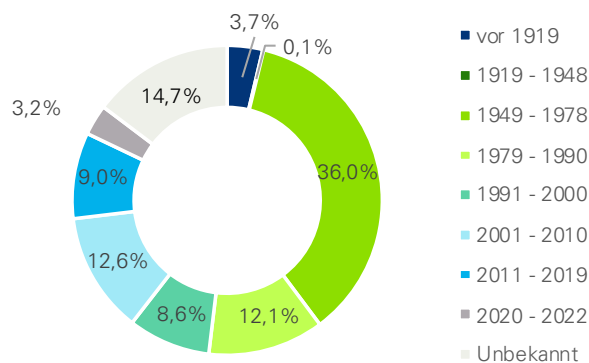


Abbildung 6: Gebäudebestand nach Baujahrsklasse

Die Effizienzklassen nach dem Gebäudeenergiegesetz zeigen, wie es um den energetischen Zustand eines Gebäudes steht. Dabei wird jedes Gebäude in Energieklassen (A+ bis H) eingeteilt, welche durch das Gebäudeenergiegesetz geregelt sind. Diese sind ein Indikator für den flächenspezifischen Energiebedarf des jeweiligen Gebäudes. Die Einteilung in die unterschiedlichen GEG – Effizienzklassen erfolgt dabei durch den jährlichen Endenergiebedarf. Wohngebäude der Effizienzklasse A+ benötigen eine Endenergie  $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , während Gebäude der Effizienzklasse H eine Endenergie  $> 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  beanspruchen. Die Klassen A+, A und B bestehen in der Regel aus Neubauten, die nach einem besonders energieeffizienten Standard geplant wurden. In der Klasse C finden sich ebenfalls Neubauten, jedoch auch energetisch sanierte Gebäude wieder. Die Gebäude der Klassen D, E, F; G und H sind meistens ältere Gebäude, die noch nicht, oder nur geringfügig saniert wurden.

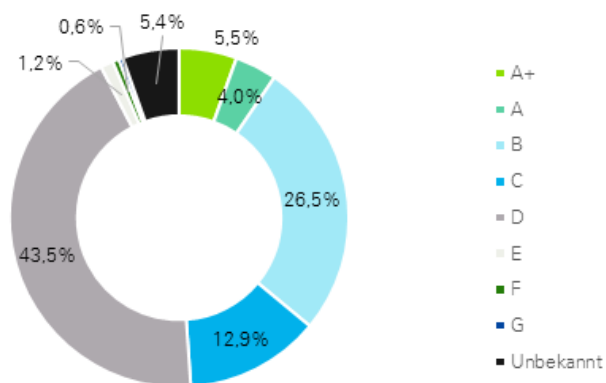


Abbildung 7: GEG – Effizienzklassen

Bei der Betrachtung der GEG-Effizienzklassen im Gemeindegebiet Windberg fällt auf, dass der Großteil der Gebäude (58,6%) in den Klassen C und schlechter liegt. Dies zeigt ein Potenzial zur Senkung des Heizbedarfes durch Sanierungen. In den Effizienzklassen A+, A und B finden sich 36% der beheizten Wohngebäude wieder. Das Gemeindegebiet Windberg besteht größtenteils aus Einfamilien- und Reihenhäusern. Im weiteren Gemeindegebiet sind auch Land- und Forstwirtschaftliche Betriebe zu finden.

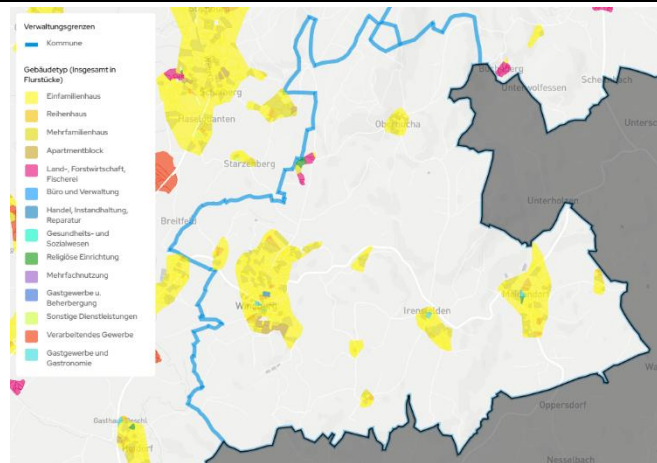


Abbildung 8: Gebäudetypen (Darstellung im Gebäudeblock)

### 4.3 Energieverbrauchsstruktur

Bei der Energieverbrauchsstruktur werden Kennzahlen der bestehenden Wärmeversorgung sowie die Bedarfs- und Verbrauchswerte ermittelt. Dies ist bei der Bestandsanalyse von großer Bedeutung, um in der darauf aufbauenden Potenzialanalyse exakte Ergebnisse zu erhalten. Die Endenergieverbräuche nach Energieträgern werden ebenfalls behandelt.

#### 4.3.1. Kennzahlen der bestehenden Wärmeversorgung

##### Infobox

Die Kennzahlen der bestehenden Wärmeversorgung umfassen die **Wärmelinienichte** sowie die **Treibhausgas- und CO2 Emissionen**.

Die Wärmelinienichte ist ein Indikator für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Sie bildet den Quotienten aus der Wärmemenge eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher innerhalb eines Jahres und der Länge dieses Leitungsabschnitts. Für die Berechnung der Wärmelinienichte wird der Wärmebedarf jedes Gebäudes dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet, summiert und auf die Straßenlänge bezogen.

In Windberg lassen sich keine besonders hohe Wärmelinienichten aufweisen. Lediglich im Bereich des Klosters ist eine hohe Wärmelinienichte festzustellen, was sich durch den erhöhten Wärmebedarf der überwiegend älteren und unsanierten, zudem großflächigen Klostergebäude erklären lässt.

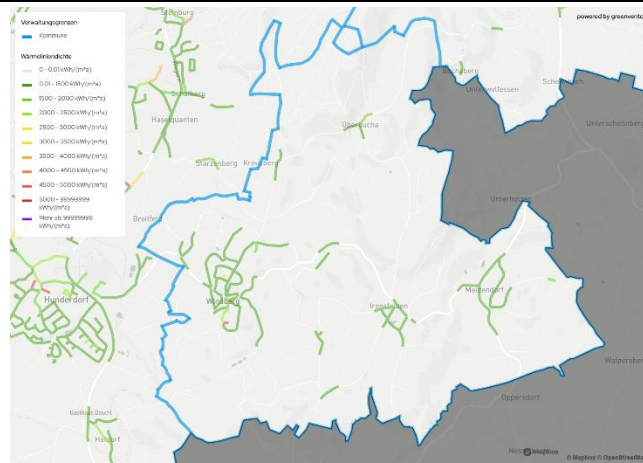


Abbildung 9: Wärmelinien (Darstellung auf Straßenabschnittsebene)

### 4.3.2. Treibhausgase

#### Infobox

Treibhausgase sind gasförmige Substanzen in der Atmosphäre, die zur Erwärmung der Erde beitragen. Sie entstehen sowohl durch natürliche Prozesse als auch durch menschliche Aktivitäten - etwa die Verbrennung fossiler Energieträger. Diese Gase, darunter vor allem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), lassen Sonnenstrahlen zur Erdoberfläche durch, verhindern aber teilweise die Rückstrahlung der Wärmestrahlung ins Weltall. Die Folge ist ein Temperaturanstieg in der Atmosphäre - ein Effekt, der als Treibhauseffekt bezeichnet wird. Steigt die Konzentration dieser Gase, verstärkt sich dieser Effekt, was zur globalen Erderwärmung führt.

Insgesamt betrachtet verursacht der Wärmesektor Windbergs ca. 1,8 kt/a CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Das ergibt pro Kopf Emissionen von ca. 1.500 kg/a. Davon macht der Wirtschaftssektor „Privates Wohnen“ etwa 86,6%, der Sektor „Öffentliche Bauten“ etwa 1,5% und der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ etwa 11,6% aus. Die Analyse der Daten zeigt deutlich auf, dass der Wohnsektor eine zentrale Rolle bei der Wärmewende einnimmt. Kommunale Gebäude weisen absolut gesehen einen relativ kleinen Anteil auf, jedoch besteht durch die Größe der einzelnen Gebäude ein hohes Einsparpotenzial.

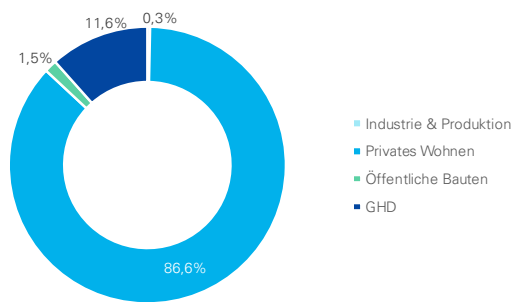


Abbildung 10: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

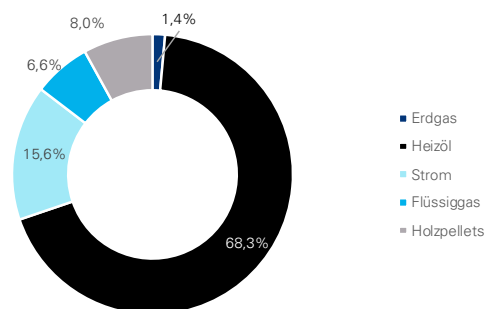


Abbildung 11: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Art des Energieträgers steuert maßgeblich zu den Treibhausgasemissionen bei. In Windberg macht das Heizöl mit 68,3% mit Abstand den größten Anteil der Emissionen aus. Strom liegt mit 15,6% gesamtheitlich bei den zweithöchsten Emissionen, da es einer der meistverwendete Energieträger ist. Die ausgestoßenen CO<sub>2</sub> Emissionen sind ebenfalls eine wichtige Kennzahl der bestehenden Wärmeversorgung, um einen

Überblick zu erhalten, in welchem Gebiet auffällig viele entstehen. Deutlich herausstehend sind hierbei Gebäudeblöcke welche große – potenziell unsanierte – Gebäude beinhalten.

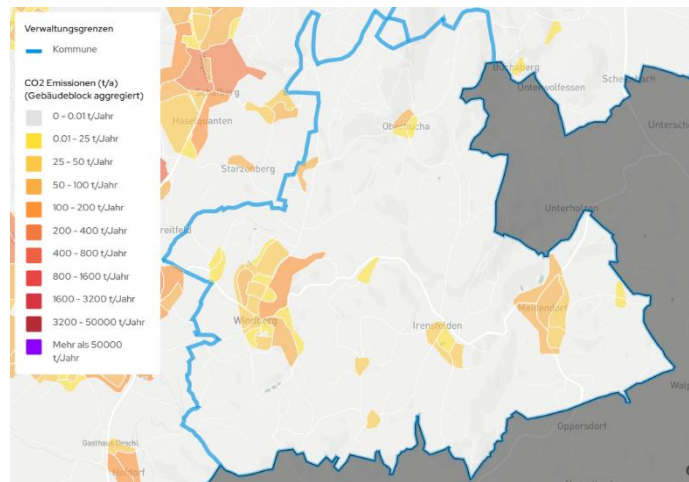


Abbildung 12: CO<sub>2</sub>-Emissionen (Darstellung im Gebäudeblock)

### 4.3.3. Bedarfs- und Verbrauchswerte

Die Analyse und Darstellung der Bedarfs- und Verbrauchswerte stellen einen entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung dar. Ziel ist es, den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf in der Kommune genau zu ermitteln, um eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten. Dabei werden Daten zum Wärmeverbrauch, zur Gebäudestruktur sowie zu klimatischen Bedingungen erfasst, um saisonale Schwankungen und zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen.

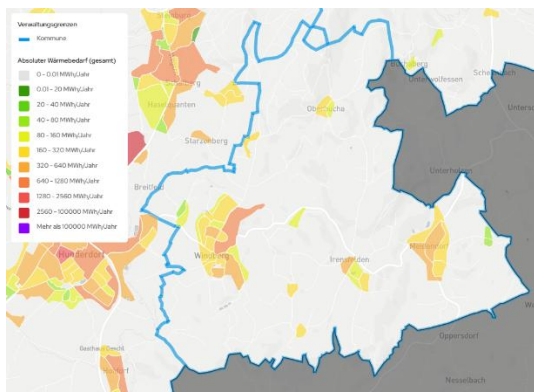


Abbildung 13: absoluter Wärmebedarf (Darstellung im Gebäudeblock)

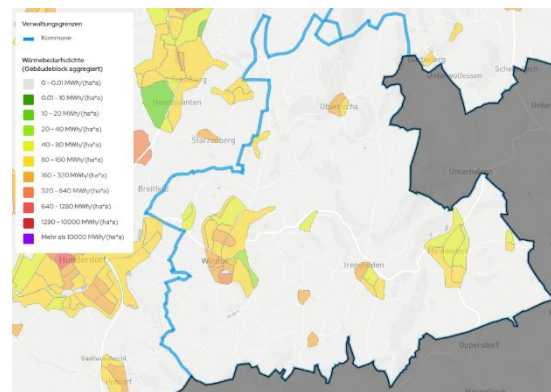


Abbildung 14: Wärmebedarfsdichte (Darstellung im Gebäudeblock)

Im Gemeindegebiet Windberg ist der absolute Wärmebedarf in den Bereichen um große, alte Gebäude am höchsten. Der Wärmebedarf im gesamten Gemeindegebiet beträgt 11,5 GWh/Jahr.

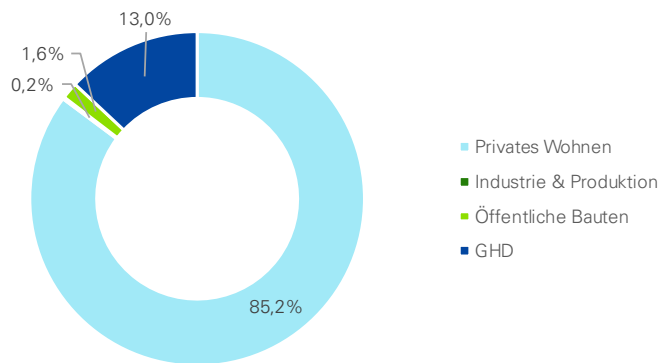


Abbildung 15: Wärmebedarf nach Wirtschaftssektor

Bei der Aufteilung des Wärmebedarfs auf die verschiedenen Wirtschaftssektoren entfallen 85,2% (9 GWh/Jahr) auf privates Wohnen und 0,2% (0,018 GWh/Jahr) auf Industrie & Produktion. Der Anteil von Gewerbe, Handel & Dienstleistungen beträgt 13% (1,4 GWh/Jahr) und der des öffentlichen Dienstes beträgt 1,6% (0,2 GWh/Jahr).

Die Wärmebedarfsdichte gibt den Raumwärmebedarf in MWh/(ha\*a) an. Mithilfe dieser Werte lässt sich abschätzen, ob ein hoher oder ein geringer Wärmebedarf in den jeweiligen Gebäudeblöcken vorhanden ist und ob sich die Blöcke mit einem Fern-, Nahwärmenetz oder separaten Systemen für die Erschließung eignen. Im betrachteten Gebiet ist die Wärmebedarfsdichte demnach im östlichen Gemeindekern von Windberg höher als im restlichen Gemeindegebiet.

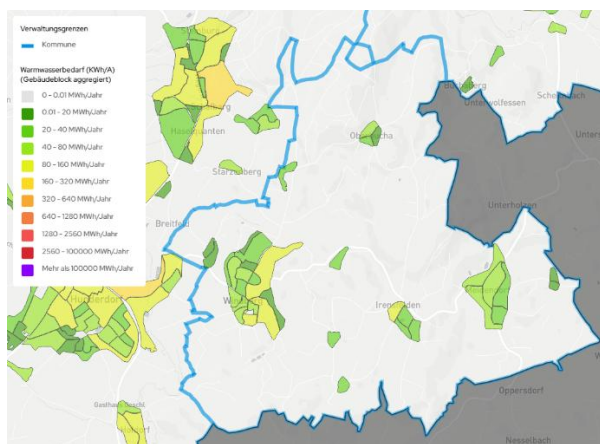


Abbildung 16: Warmwasserbedarf (Darstellung im Gebäudeblock)



Abbildung 17: Prozesswärmebedarf (Darstellung im Gebäudeblock)

Der Warmwasserbedarf wird in kWh/a angegeben und beschreibt den Wärmeverbrauch für Warmwasser. Im betrachteten Gebiet ist ein lediglich erhöhter Warmwasserbedarf im Gemeindekern Windbergs anzumerken. Dieser ist erneut auf die älteren Gebäude zurückzuführen.

Der Prozesswärmebedarf beschreibt eine Vielzahl industrieller Prozesse. Darunter fällt z.B. die Herstellung, Weiterverarbeitung, Veredelung und viele weitere. Daraus folgend, ist der Prozesswärmebedarf größtenteils in wirtschaftlich genutzten Bereichen, mit den dort ansässigen Unternehmen, gegeben.

### 4.3.4. Endenergieverbräuche nach Energieträgern und Sektoren

#### Infobox

Der Endenergieverbrauch bzw. Endenergiebedarf gibt die Verwendung von Energieträgern in den einzelnen Sektoren an, wenn diese zur Erzeugung von Nutzenergie verwendet werden. Nutzenergie wird vom Endverbraucher direkt genutzt wie beispielsweise Licht, Raumwärme und Warmwasser.

Die Brennstoffkategorien sind bei der Erfassung des Gebäudebestandes nützlich, um einen Überblick über die betrachtete Kommune zu erhalten. In der Gemeinde Windberg sind dabei Öl, Strom, vereinzelt Gas und die Beheizung durch ein Wärmenetz, die am meisten verwendeten Brennstoffkategorien. In den umliegenden Gemeinden wird hauptsächlich Biomasse und Heizöl verwendet.

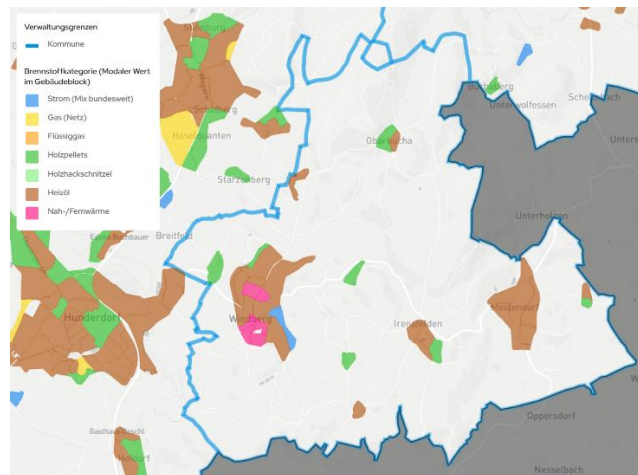


Abbildung 18: Brennstoffkategorie (Darstellung im Gebäudeblock)

Bei der Aufschlüsselung des Wärmebedarfs nach Energieträger ist anzumerken, dass Heizöl 34,2% (3,9 GWh/Jahr) den größten Anteil des gesamten Wärmebedarfs (11,5 GWh/Jahr) ausmacht. Weitere große Energieträger bilden Biomasse mit 32,3% (3,7 GWh/Jahr) und Strom mit 10,2% (1,2 GWh/Jahr). Bestehende Wärmenetze liefern bislang 19% des Wärmebedarfs (2,2 GWh/Jahr) in der Gemeinde Windberg.

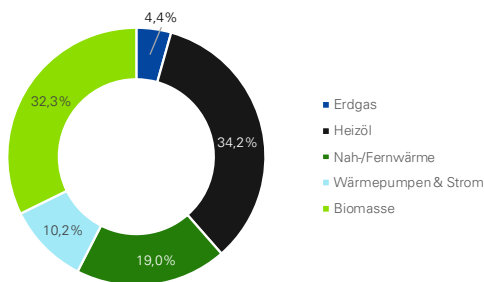


Abbildung 19: Wärmebedarf nach Energieträger

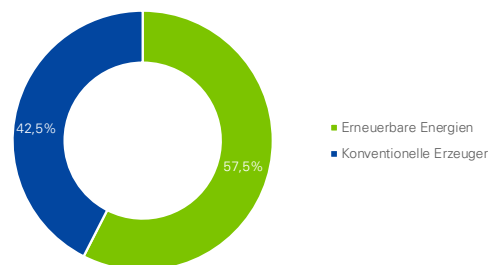


Abbildung 20: Gegenüberstellung Energieträger

Die Gegenüberstellung der Wärmebedarfe nach Energieträgern in Bezug auf konventionelle Erzeuger und Erneuerbare Energien macht deutlich, dass die erneuerbaren Energien im betrachteten Gebiet einen verhältnismäßig hohen Anteil von 57,5% ausmachen.

## 4.4 Infrastruktur

### 4.4.1. Energieerzeugungs- und Verteilstruktur

Die Energieerzeugungs- und Verteilstruktur in der kommunalen Wärmeplanung umfasst die bestehenden und geplanten Systeme zur Wärmebereitstellung für die Kommune. Dazu gehören Energiezentralen, Wärmenetze und Wärmespeicher, die über zentrale Anlagen Wärme erzeugen, speichern und verteilen. Die Analyse dieser Infrastruktur bildet die Grundlage für die strategische Planung und Optimierung der Wärmeversorgung, um eine nachhaltige, kosteneffiziente und umweltfreundliche Energieversorgung für die Zukunft zu sichern.

#### 4.4.1.1. Wärmenetze, Wärmespeicher und Energiezentralen

Im Rahmen der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurde eine detaillierte kartografische Darstellung der bestehenden und geplanten Wärmenetze auf Straßenabschnittsebene erstellt. Diese enthält Informationen zu den wesentlichen Merkmalen der Wärmenetzinfrastruktur.

Durch diese detaillierte kartografische Erfassung wird eine fundierte Grundlage für die Analyse der Versorgungseffizienz und die Planung zukünftiger Erweiterungen und Optimierungen der Wärmenetze geschaffen. Sie dient als wichtiges Instrument zur Identifikation von Verbesserungspotenzialen in der Energieversorgung und unterstützt die langfristige, nachhaltige Wärmeplanung auf kommunaler Ebene.

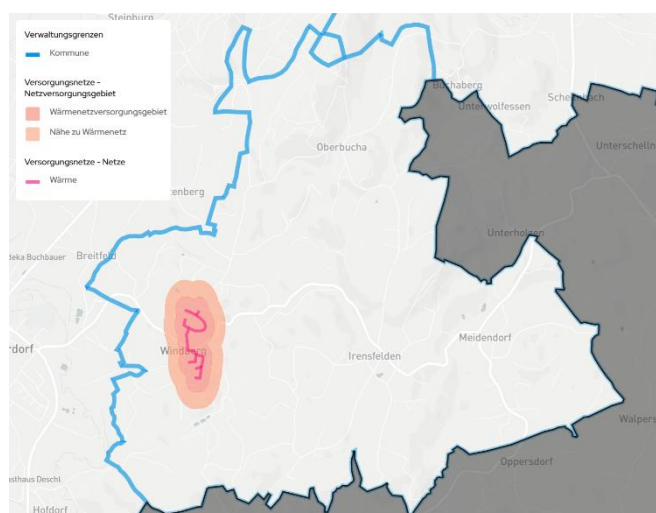


Abbildung 21: Gebiete mit Wärmenetzanschlüssen in unmittelbarer Nähe

In dieser kartografischen Darstellung bestehender Wärmenetze auf Straßenabschnittsebene wird eine datengeschützte, visuelle Übersicht der Wärmenetzinfrastruktur Windbergs dargestellt. Sie zeigt die Lage der Netze in der Gemeinde und Gebiete in deren unmittelbaren Nähe. Die Erweiterungen werden in der Umsetzungsstrategie berücksichtigt.

Im betrachteten Gebiet gibt es folgende Wärmenetze:

- Nahwärmenetz Windberg

Tabelle 1: Übersicht der Wärmenetze

Name	Art	Jahr der Inbetriebnahme	Vorlauf-/Rücklauf-temperatur in °C	Trassenlänge in km	Gesamtanzahl der Anschlüsse
<b>Wärmenetz Windberg</b>	Wasser	2014	76/56	2,00	55

#### 4.4.1.2. Gaserzeugungsanlagen

Biogasanlagen erzeugen Gas, das in Blockheizkraftwerken zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung genutzt oder nach Gasreinigung als Erdgas-Ersatz verwendet wird. Die entstehende Abwärme kann über ein Wärmenetz an Gebäude verteilt und zum Heizen genutzt werden.

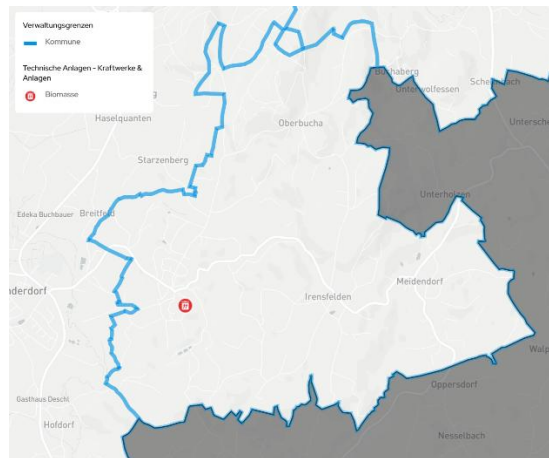


Abbildung 22: Biogasanlage in Windberg

In Windberg ist bislang nur eine Biomasseanlage vorhanden. Weitere bestehende oder geplante Gaserzeugungsanlagen sind nicht vorhanden.

#### 4.4.1.3. Gasnetze und Gasspeicher

Im Gemeindegebiet Windberg ist keine zentrale Erdgasinfrastruktur vorhanden.

#### 4.4.2. Kälteinfrastruktur

Im Gemeindegebiet Windberg ist keine zentrale Kälteinfrastruktur vorhanden.

### 4.4.3. Abwasserinfrastruktur

#### Infobox

Kläranlagen stellen in der Wärmeplanung eine Wärmequelle dar. Zur Einschätzung der Belastung von Abwasser wird ein sog. Einwohnerwert (EW) herangezogen. Ein EW gilt als Maß für die durchschnittlich von einem Einwohner in das Abwasser abgegebene Menge organischer Verbindungen und wird unter anderem zur Bemessung der Anlagenkapazität einer Kläranlage verwendet. Je nach EW werden diese schließlich einer von fünf verschiedenen Größenklassen zugeordnet.

Kläranlagen werden in fünf Größenklassen unterteilt. Diese haben bei den Größenklassen 1 (< 1.000 EW) und 2 (1.000 bis 5.000 EW) Anforderungen an die Anzahl der Einwohner, den Biochemischen Sauerstoffbedarf, sowie den chemischen Sauerstoffbedarf. Bei der Größenklasse 3 (5.001 bis 10.000 EW) muss zusätzlich der Gehalt an Ammonium – Stickstoff reduziert werden. Ab Größenklasse 4 (10.001 – 100.000 EW) gelten zusätzliche Vorgaben an den gesamten Stickstoff Gehalt und den gesamten Phosphor Gehalt. Die Anlagenkapazität gibt dabei die mögliche Kapazität der Kläranlagen an.

Kläranlagen können den im Abwasserreinigungsprozess anfallenden Klärschlamm nutzen, um in einem Faul-turm Klärgas zu erzeugen. Dieses kann lokal in einem Blockheizkraftwerk verwertet werden. Das dabei entstehende Klärgas wird in Form von Strom und Wärme nutzbar gemacht. Die erzeugte Energie kann intern verwendet oder über ein Wärmenetz an externe Verbraucher weitergeleitet werden. Zudem entsteht aus dem Temperaturniveau des zulaufenden Abwassers ein thermisches Potenzial. Dieses wird weiter in Kapitel 5 betrachtet.

Im Gemeindegebiet Windberg befindet sich keine Kläranlage. Das Abwasser wird in die Kläranlage der benachbarten Kommune Hunderdorf eingeleitet. Sie wurde im Jahr 2022 saniert und ist mit der Größenklasse 3 in Betrieb genommen und hat eine Anlagenkapazität von 5500 Einwohnerwerten (EW) (Tabelle 3).

Tabelle 2: Übersicht der Kläranlagen

Anlage	Baujahr	Größenklasse	Anlagenkapazität
KA Hunderdorf	Sanierung 2022	3	5500 EW

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt ab einem Abwasser-Leitungsdurchmesser von DN800 eine genaue Analyse der Trockenwetter-Abflusswerte vor. Abwasserleitungen dieser Art sind in Windberg nicht vorhanden.

### 4.4.4. Sonstige Infrastruktur

Die sonstige Infrastruktur, wie etwa Glasfaser, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht untersucht.

## 5. Potenzialanalyse

### Infobox

Die Potenzialanalyse nach §16 WPG dient dazu, die im Gemeindegebiet verfügbaren Ressourcen für eine nachhaltige, klimaneutrale Wärmeversorgung systematisch zu erfassen und zu bewerten. Ziel ist es, eine belastbare Grundlage für die Auswahl und Priorisierung geeigneter Wärmeversorgungsoptionen zu schaffen.

Im Fokus stehen dabei erneuerbare Energiequellen wie Solarthermie, Biomasse, Geothermie und Umweltwärme sowie die Nutzung unvermeidbarer Abwärme – beispielsweise aus Industrieanlagen oder Rechenzentren. Ergänzend wird auch untersucht, in welchem Maß Effizienzsteigerungen durch energetische Sanierung des Gebäudebestands oder der Ausbau bestehender Infrastrukturen, etwa Wärmenetze, zur Zielerreichung beitragen können.

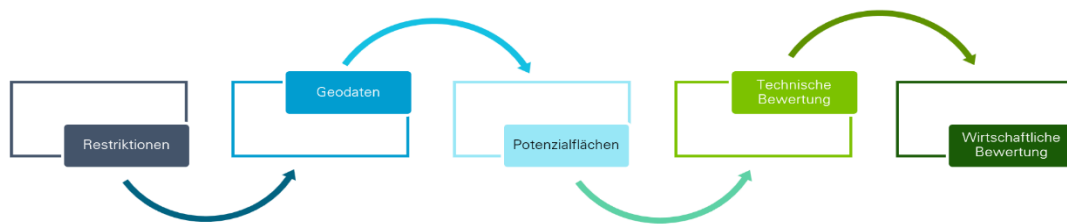


Abbildung 23: Ablauf der Potenzialanalyse

Eine fundierte Datengrundlage ist hierfür ebenso unerlässlich wie die frühzeitige Einbindung relevanter lokaler Akteure. Nur so können realistische, rechtlich umsetzbare Potenziale identifiziert und akzeptanzfähige Maßnahmen entwickelt werden.

Der Begriff „Potenzial“ kann unterschiedlich definiert werden, abhängig davon, welche Rahmenbedingungen und Einschränkungen berücksichtigt werden. Die folgende Übersicht erläutert die verschiedenen Potenzialarten.

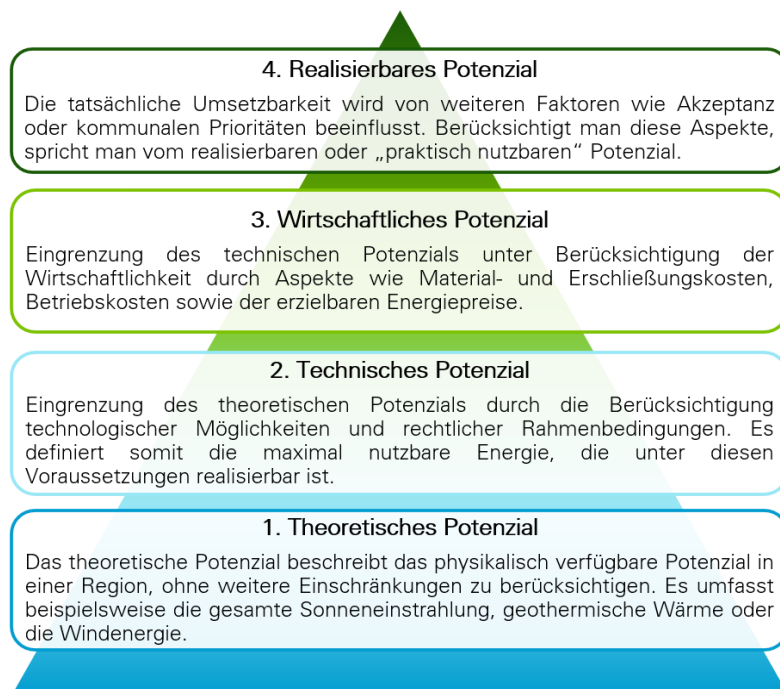


Abbildung 24: Potenzialpyramide

**Infobox**

Im Rahmen der Wärmeplanung wird ein Überblick über die vorhandenen Potenziale geschaffen. Im späteren Verlauf können damit unter den potenziellen Wärmequellen diejenigen ausgewählt werden, welche dann auch aus wirtschaftlichen, kommunalen und weiteren Gründen erschlossen werden.

Aus diesem Grund wird im Folgenden, falls nicht anders angegeben, das theoretische Potenzial in verschiedenen Aspekten untersucht. Neben den Wärmequellen wird auch das Einsparpotenzial durch Sanierung untersucht.

## 5.1 Restriktionsflächen

**Infobox**

Restriktionsflächen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sind Gebiete, auf denen bestimmte Technologien zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien oder zur Wärmespeicherung aus rechtlichen, technischen, ökologischen oder planerischen Gründen nicht oder nur eingeschränkt genutzt werden dürfen. Diese Flächen werden bei der Potenzialermittlung systematisch identifiziert und ausgeschlossen, um realistische und rechtssichere Potenziale abzuleiten.

**Typische Restriktionsflächen umfassen:**

- Naturschutzgebiete (z.B. Natura 2000-Gebiete)
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiete
- Vogelschutzgebiete
- Wasserschutzgebiete
- Heilquellengebiete
- Grünzüge und andere ökologisch sensible Bereiche



Abbildung 25: Restriktionsgebiete (Quelle: Bayern Atlas)

## Trinkwasserschutzgebiete und Überflutungsgebiete

Trinkwasserschutzgebiete sind Bereiche im Nahbereich von Wassergewinnungsanlagen sowie im Einzugsgebiet, in denen zusätzliche Nutzungsbeschränkungen gelten. In Neukirchen befindet sich ein festgesetztes Trinkwasserschutzgebiet im nördlichen Teil des Gemeindegebiets. Des Weiteren befinden sich im Gemeindegebiet laut Bayernatlas keine Überschwemmungsgebiete. Im Gemeindegebiet Windberg befinden sich kein festgesetztes Trinkwasserschutz- und Überflutungsgebiet.

## Landschaftsschutzgebiete

Es bestehen keine Einschränkungen durch FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete oder regionale Grünzüge. Naturschutzgebiete existieren nicht, jedoch gibt es Landschaftsschutzgebiete, die größere Einschränkungen für Vorhaben aufweisen, die das Landschaftsbild oder den Schutzzweck beeinträchtigen könnten. Diese Gebiete gelten im Bericht als „bedingt geeignet“, und beispielsweise ist die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen nur nach Einzelfallprüfung möglich. Besonders betroffen sind der Ortskern und angrenzende Gemeindeteile.

## Einfluss der Restriktionen auf die Ermittlung von energetischen Potenzialen

Im nächsten Schritt wird das energetische Potenzial für das Windberger Gemeindegebiet näher betrachtet. Dabei werden die Flächen bereits um jene Bereiche reduziert, auf denen eine Nutzung aus rechtlichen, ökologischen oder planerischen Gründen nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Das theoretische Potenzial verringert sich somit auf das technische Potenzial. Es umfasst jene Flächen, die unter Berücksichtigung der Restriktionen als geeignet oder bedingt geeignet eingestuft werden können und somit realistisch für die künftige Wärmeversorgung in Betracht kommen.

## 5.2 Datengrundlage

Als Datengrundlage für die Potenzialanalyse waren folgende Punkte ausschlaggebend:

- Energieeinsparpotenziale durch Bedarfsreduktion
  - TABULA, Energie Atlas Bayern, digitaler Zwilling (Software der greenventory GmbH)
- Abwärme
  - Nutzung unvermeidbarer Abwärme: Unternehmensfragebögen, BfEE
- Umweltwärme
  - Oberflächengewässer: Bundesanstalt für Gewässerkunde, LfU Bayern, digitaler Zwilling (Software der Firma greenventory GmbH)
  - (Außen-) Luftwärme: TA-Lärm, digitaler Zwilling (Software der Firma greenventory GmbH)
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen
  - Geothermie: Energie Atlas Bayern, G.POT Geothermal Potenzial, Geo Network Geodatenkatalog, Digitaler Zwilling (Software der Firma greenventory GmbH)
  - Solarthermie: Global Solar Atlas, Energie Atlas Bayern, Digitaler Zwilling (Software der greenventory GmbH)
  - Biomasse: Open Street Maps, Nasa Shuttle Radar Topography Mission, digitaler Zwilling (Software der greenventory GmbH)
- Nutzung erneuerbarer Stromquellen
  - Photovoltaik/ Windkraft/Wasserkraft: Global Solar Atlas, Energie Atlas Bayern, digitaler Zwilling (Software der greenventory GmbH)

### 5.3 Energieeinsparpotenziale durch Bedarfsreduktion

**Infobox**

**Welche Maßnahmen zur Sanierung von Gebäuden sind möglich?**

Die nachfolgende Grafik, dient als Orientierung. Aufgrund unterschiedlicher Gebäudestrukturen ist eine einzelne Betrachtung des Bestands notwendig.

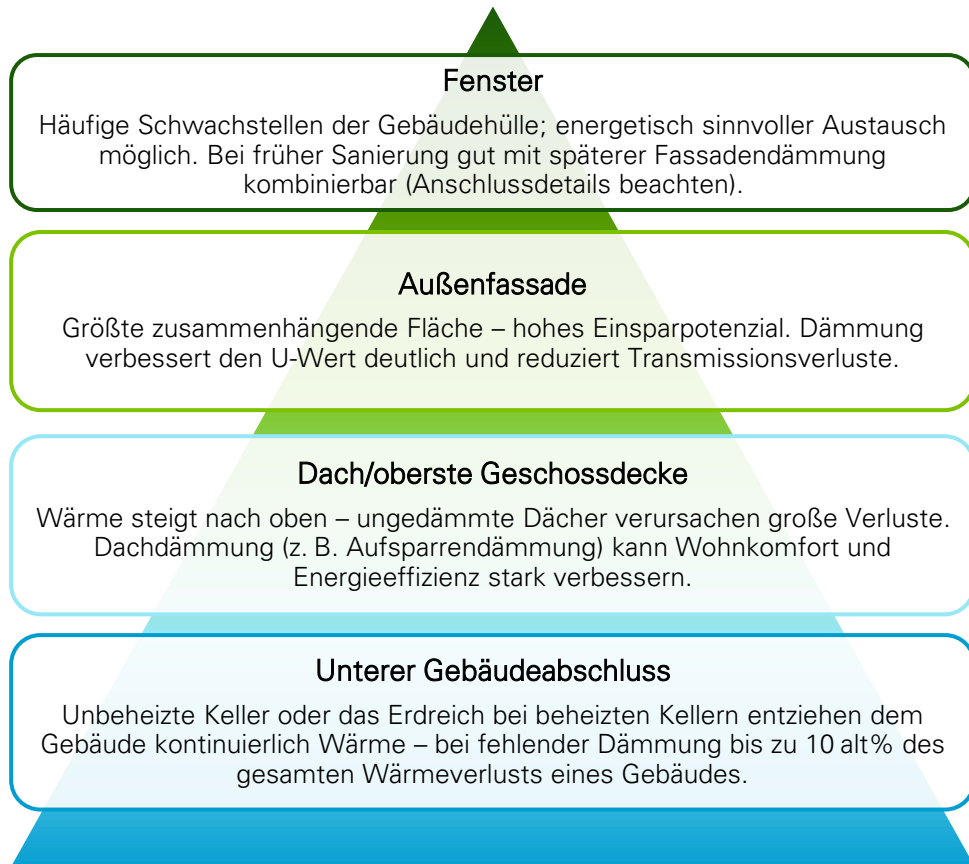


Abbildung 26: Dämmmaßnahmen

**Welche Maßnahmen führen zu einer Reduktion des Wärmebedarfs durch Nutzungsverhalten?**

Um nutzerseitig den Bedarf zu reduzieren, eignen sich folgende Maßnahmen:

- Richtiges Lüften: Stoßlüften statt Kipplüften spart Energie und verhindert Feuchteschäden.
- Heizkörper freihalten: Keine Möbel oder Vorhänge davor platzieren, damit die Wärme ungehindert zirkulieren kann.
- Heizverhalten optimieren: Heizzeiten an den Bedarf anpassen, z. B. mit programmierbaren Thermostaten.

Die Analyse der Bedarfsreduktion in Wohngebäuden ermöglicht eine Prognose über die Entwicklung des Energieverbrauchs im Wohnsektor nach Umsetzung energetischer Sanierungen. Dabei wird die zukünftige Reduktion des Wärmebedarfs maßgeblich von der Sanierungsrate bestimmt, welche die jährliche Modernisierung eines bestimmten Anteils des Gebäudebestands beschreibt.

Die Sanierungsraten in Deutschland liegen gemittelt bei ca. 0,9% p.a., um jedoch eine Treibhausgasneutralität im Privaten Wohnen zu bewirken müsste die Sanierungsrate bei > 2% liegen. Kommunale Aktivitäten wie etwa Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen stellen zentrale Instrumente zur Steigerung der Sanierungsrate dar. 2% können jedoch als nicht realistisch betrachtet werden.



Abbildung 27: Einflussfaktoren auf die Sanierungsrate

Aufgrund dessen wurde die Annahme der Sanierungsrate auf 1,0% reduziert, womit man immer noch über dem aktuellen, deutschlandweiten Mittelwert liegt. Basierend auf dieser Rate erfolgt eine lineare Berechnung der sanierten Gebäudeanzahl und der damit verbundenen Energieeinsparungen über den betrachteten Zeitraum. Die Berechnung des Sanierungspotenzials beschreibt das Potenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle. Die Berechnung erfolgt gebäudescharf mit einer anschließenden Aggregation.

Die Einteilung in die Sanierungspotenzialklassen unter anderem mittels TABULA. Gebäude mit einem hohen Wärmebedarf, bezogen auf Referenzgebäude werden dabei zuerst saniert. Bei der Sanierung wird der gesamte Wärmebedarf (Raumwärme, Warmwasserbedarf und Prozesswärme) reduziert. Nichtwohngebäude werden auf Basis der jeweiligen Sektoren und den nachfolgend dargestellten Reduktionsfaktoren aus der ZSW-Studie zu Energie- und Klimaschutzzielen ermittelt.

- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD): 37%
- Industrie: 29%
- Öffentliche Gebäude: 33%

Im Folgenden ist eine Karte mit den **Sanierungspotenzialklassen** zu sehen. Die Potenzialklasse korreliert nicht nur mit dem Gebäudealter, sondern auch mit weiteren Einflussfaktoren wie der Größe und dergleichen. Je höher diese Klasse, umso schlechter ist der Gebäudebestand im aktuellen Zustand.

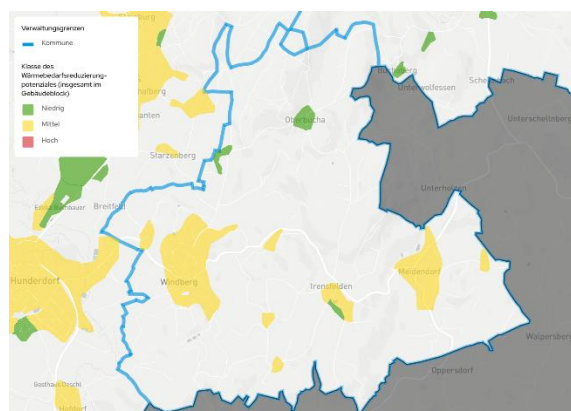


Abbildung 28: Sanierungspotenzialklassen (Darstellung im Gebäudeblock)

Wie in der Abbildung zu erkennen, besteht im Gemeindegebiet Windberg allgemein ein mittleres Sanierungspotenzial. Die höhere Klassifizierung ist unter anderem auf das Baualter zurückzuführen.

Bei Bedarf wären somit genauere Untersuchungen sinnvoll.

Neben dieser Klassifizierung gibt es noch das **Sanierungspotenzial**. Dieses gibt keine Unterteilung wie die Sanierungspotenzialklassen, sondern einen geschätzten Wert der durch Sanierung theoretisch erreichbaren

Heizenergieeinsparung in MWh/Jahr an. Folgende Darstellung des Sanierungspotenzials verdeutlicht dies im Gemeindegebiet von Windberg.

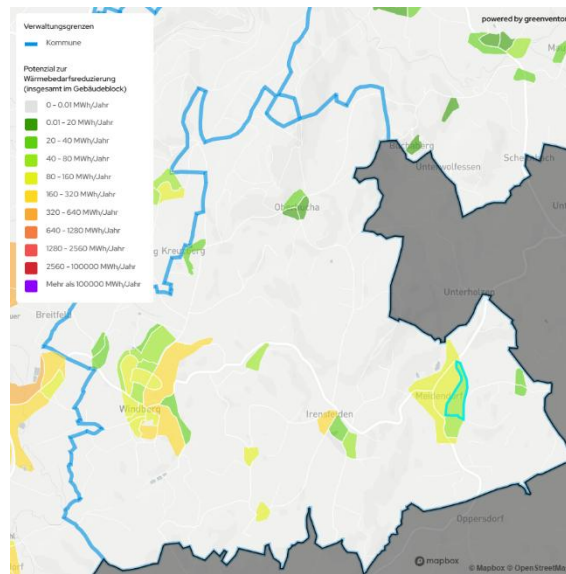


Abbildung 29: Wärmebedarfsreduzierungs­potenzial (Darstellung im Gebäudeblock)

Auch hier zeigt die Farbgebung die Höhe der Energieeinsparung. Je grüner die Flächen gefärbt sind, desto geringer eine mögliche Einsparung durch Sanierung; je rötlicher die Farbe, desto höher die entsprechende potenziell erreichbare Ersparnis.

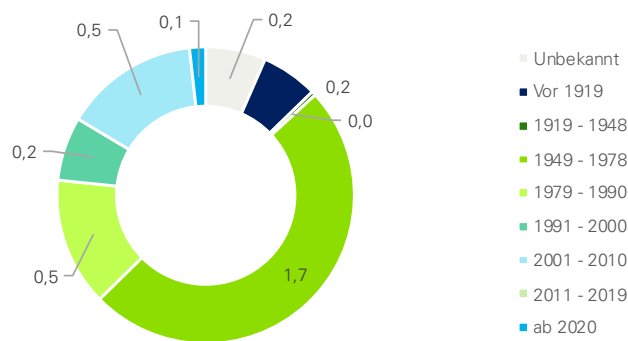


Abbildung 30: Potenzial zur Reduzierung des Heizbedarfs nach Bau­alters­klasse in GWh/Jahr

Die Auswertung zeigt, dass durch Sanierungsmaßnahmen, wie die Verbesserung der Gebäudedämmung, den Austausch ineffizienter Heizsysteme und die Modernisierung von Fenstern und Türen ein Gesamteinsparpotenzial von 3,4 GWh/Jahr realisiert werden kann. Dies entspricht einem Anteil von etwa 32% des aktuellen Wärmebedarfs im Gemeindegebiet.

Bei der detaillierten Betrachtung der Potenziale zur Reduzierung des Heizbedarfs ist anzumerken, dass die größten Einsparpotenziale innerhalb der Baualtersgruppe von 1949 bis 1978 zu finden sind. Diese Gebäude zeichnen sich durch eine geringe energetische Effizienz aus, bedingt durch fehlende oder unzureichende Wärmedämmung und veraltete Heiztechnik. Verbesserungen der thermischen Hülle o.Ä. sind hierbei besonders wirksam, da der Heizbedarf vor allem bei älteren Gebäuden deutlich gesenkt werden kann.

Betrachtet man nun den Wärmebedarf und die mögliche Reduktion auf Sektorebene, wird deutlich, dass in jedem Sektor Einsparmöglichkeiten gegeben sind. Diese sind im Sektor „Privates Wohnen“ mit fast 91,4%

und 3,2 GWh/Jahr am größten. Ferner besteht in „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ ein Einsparpotenzial von 0,24 GWh/Jahr und im Öffentlichen Sektor bis zu 0,04 GWh/Jahr.

## 5.4 Abwärmepotenziale

### Infobox

Abwärme wird grundsätzlich unterschieden in vermeidbare und unvermeidbare Abwärme.

Vermeidbare Abwärme entsteht durch ineffiziente Prozesse oder mangelnde Rückgewinnungstechnologien. Sie könnte durch technische Maßnahmen wie Prozessoptimierung, Wärmerückgewinnung oder energieeffiziente Technologien reduziert oder vollständig vermieden werden. Vermeidbare Abwärme stellt daher ein technisches und wirtschaftliches Optimierungspotenzial dar.

Unvermeidbare Abwärme ist nach § 3 Absatz 1 Nummer 13 WPG ein Nebenprodukt, welches in einer Stromerzeugungsanlage, in einer Industrieanlage oder generell im tertiären Sektor anfällt. Abwärme wird als unvermeidbar bezeichnet, solange sie nicht weiterverwendet werden kann. Gründe hierfür können einen wirtschaftlichen oder sicherheitstechnischen Hintergrund haben. Auch wenn Abwärme im Produktionsprozess nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann, gilt sie als unvermeidbar.

Da sich bei einigen Unternehmen industrielle Abwärme-Temperaturen, saisonale Verfügbarkeit, Lage und Wärmeverbräuche stark unterscheiden, erweist sich dabei die Bestimmung eines tatsächlich nutzbaren Gesamt-Abwärmepotenzials in einigen Fällen als besonders diffizil.

Abwärmequellen unterscheiden sich in folgenden Kriterien: Art, Temperaturniveau und Zeitprofil der Wärmequelle, Lage der Quelle relativ zu Wärmekunden, Vorhandensein eines Wärmenetzes, potenzieller Betreiber eines Wärmenetzes, Eigentümerstruktur des Unternehmens, Größe der Kommune und lokaler Wärmeabsatz.

Unvermeidbare Abwärme, die innerbetrieblich nicht nutzbar ist, aber technisch und wirtschaftlich für eine Einspeisung in Wärmenetze geeignet erscheint, sollte systematisch in die lokale Wärmewendestrategie eingebunden werden. Bei größeren Abwärmemengen ist darüber hinaus eine Berücksichtigung im Rahmen interkommunaler Wärmeplanungen geboten.

Die erfolgreiche Erschließung entsprechender Potenziale hängt wesentlich von der Kooperationsbereitschaft der betreffenden Unternehmen ab. Je nach Temperaturniveau der Abwärme bieten sich unterschiedliche Integrationsoptionen:

- Nieder- und mittelkalorische Abwärmequellen können über Großwärmepumpen oder in Kombination mit kalten Nahwärmenetzen und dezentralen Wärmepumpen nutzbar gemacht werden.
- Hochkalorische Abwärmequellen eignen sich oftmals für eine direkte Einspeisung in bestehende oder geplante Wärmenetze.

Diese differenzierte Herangehensweise ermöglicht eine zielgerichtete Nutzung industrieller Abwärme zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

### Abwärmepotenziale in Windberg

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden sämtliche Unternehmen Windbergs, die theoretisch ein Abwärmepotenzial aufweisen könnten, kontaktiert. Die Untersuchung ergab, dass in Windberg bei keinem vorhandenen Unternehmen ein Abwärmepotenzial vorhanden ist.

## 5.5 Umweltwärme und erneuerbare Energien

### Infobox

Energiequellen werden als erneuerbar bezeichnet, wenn sie im menschlichen Zeithorizont unerschöpflich, oder verhältnismäßig schnell erneuernd zur Verfügung stehen. Erneuerbare Energiequellen können auf unterschiedliche Arten genutzt werden. Nachfolgend sind Geothermie, Grundwasser, Solarthermie und Biomasse dargestellt.

Umweltwärme umfasst nutzbare thermische Energie aus Außenluft, oberflächennahem Erdreich und Grundwasser. Sie stellt eine flächenverfügbare, erneuerbare Energiequelle dar, deren Nutzung mittels Wärmepumpentechnologie erfolgt. Dabei wird durch Wärmepumpen die vorhandene Umweltwärme technisch nutzbar gemacht, indem sie auf die für Heizzwecke erforderliche Temperatur angehoben wird.

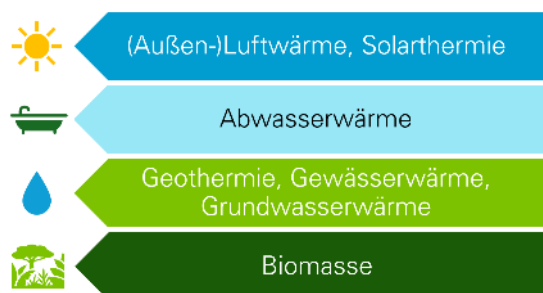


Abbildung 31: Übersicht Erneuerbarer Energien

Die Effizienz der Nutzung ist stark standort- und systemabhängig. Wesentliche Einflussfaktoren sind:

- Quelltemperaturniveau und -konstanz,
- Wärmeabgabesystem (Niedertemperatur bevorzugt),
- Gebäudestandards (u. a. Dämmung, Heizlast),
- Strombereitstellung (Strommix, Eigenstromnutzung).

Luftwärmepumpen bieten einfache Umsetzbarkeit, sind jedoch stärker witterungsabhängig. Grundwasser- und Sole-Wärmepumpen liefern stabilere Leistungszahlen (JAZ), erfordern jedoch höhere planerische und genehmigungsrechtliche Anforderungen (z. B. Wasserrecht).

Im Kontext kommunaler Wärmeplanung sind Umweltwärmepotenziale insbesondere für dezentral versorgte Quartiere und Bestandsgebäude mit Sanierungsperspektive relevant. In Kombination mit PV-Anlagen kann eine weitgehend treibhausgasneutrale Versorgung erreicht werden.

### 5.5.1. (Außen-) Luftwärme

Unter Umweltwärme versteht man die Nutzung thermischer Energie aus der Umgebung, insbesondere aus der Außenluft (aerothermische Umweltwärme). Diese Energiequelle steht grundsätzlich flächendeckend zur Verfügung, auch im innerstädtischen Bereich. Ein wesentlicher Vorteil von Luftwärmepumpen liegt in der einfachen Erschließbarkeit: Im Gegensatz zu geothermischen Systemen oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen sind keine Bohrungen oder wasserrechtlichen Genehmigungen erforderlich. Damit sind sie insbesondere für die dezentrale Wärmeversorgung in Einzelgebäuden oder kleineren Quartieren attraktiv.

Jedoch sind einige Rahmenbedingungen zu beachten:

- Lärmschutz: Die TA-Lärm legt für Wohngebiete verbindliche Grenzwerte fest. Die Standortwahl und schalltechnische Maßnahmen müssen dies berücksichtigen.
- Brandschutz: Abstandsregelungen, insbesondere bei Außeneinheiten, können Einschränkungen bei der Platzierung bedeuten.
- Umweltauflagen: In Wasserschutzgebieten kann der Einsatz bestimmter Kältemittel beschränkt sein.

Darüber hinaus spielt die Netzinfrastruktur eine entscheidende Rolle. Luftwärmepumpen benötigen elektrische Energie – ihre Zahl ist damit begrenzt durch die zur Verfügung stehende Leistung im Stromnetz, insbesondere an den Umspannwerken. Die tatsächliche Anzahl anschließbarer Systeme hängt von der mittleren Leistungsaufnahme je Wärmepumpe sowie der Gleichzeitigkeit ihres Betriebs ab.

Für die Gemeinde Windberg zeigt die Potenzialanalyse, dass Luftwärmepumpen in großen Teilen des Ortsgebiets ein relevantes Element der zukünftigen Wärmeversorgung darstellen können. Vor allem die am Ortsrand gelegenen, lockerer bebauten Bereiche bieten sehr gute Voraussetzungen. Hier sind die baulichen und akustischen Anforderungen in der Regel leichter zu erfüllen.

Für Windberg ergibt sich ein beachtliches technisches Potenzial. Der rechnerische Gesamtwert für die aerothermische Umweltwärmenutzung beträgt rund 10,3 GWh/Jahr. Luftwärmepumpen stellen damit ein zentrales Element zur Deckung der Wärmegrundlast in Einzelversorgungsgebieten dar - insbesondere dort, wo weder Wärmenetze noch geothermische Optionen zur Verfügung stehen.

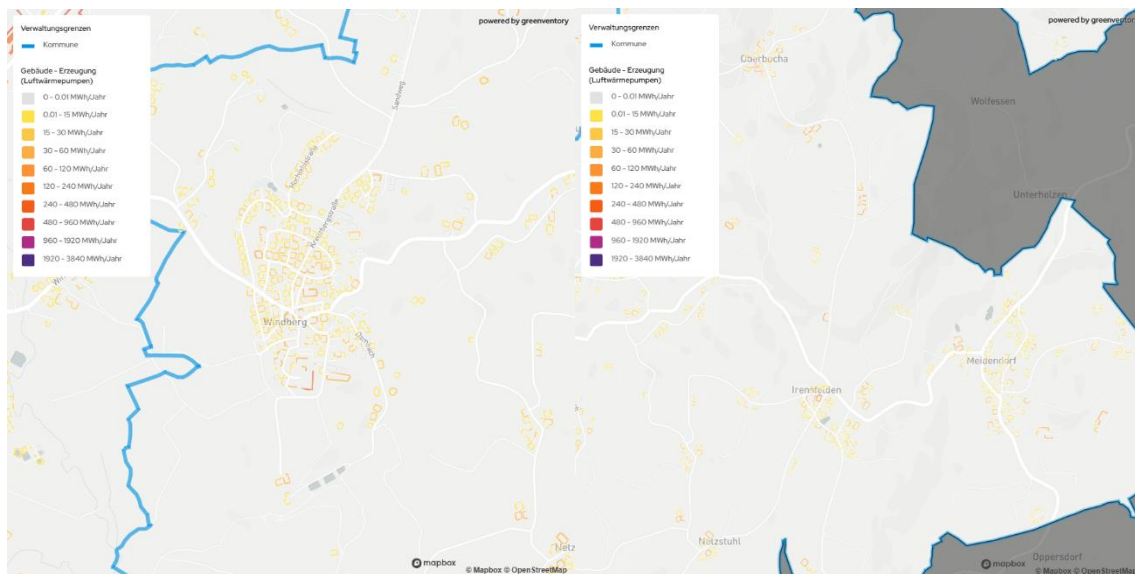


Abbildung 32: Potenziale zur Wärmeerzeugung durch Luftwärmepumpen in Windberg

### 5.5.2. Abwasserwärme

Bei der Nutzung von Abwasserwärme werden Wärmetauscher eingesetzt, um Wärmeenergie aus dem Abwasser zu extrahieren. Das Abwasser fließt auf der Primärseite des Wärmeübertragers, während ein Wärmeträgermedium, wie Wasser oder Sole, auf der Sekundärseite des Wärmeübertragers strömt. Dabei findet eine Wärmeübertragung statt, bei der die Wärmeenergie des Abwassers auf das Wärmeträgermedium übertragen wird. Das erwärmte Wärmeträgermedium kann dann als Quelle für eine Wärmepumpe zur Anhebung auf ein nutzbares Temperaturniveau für die Versorgung von Heizkreisläufen oder zur Erzeugung von Warmwasser verwendet werden. Die Temperatur des Abwassers ist zwar im Sommer niedriger als bei anderen Methoden der Wärmeerzeugung, aber bleibt über das ganze Jahr relativ konstant und ist im Winter - verglichen mit Flüssen und Seen noch relativ warm. Allerdings sollte die Wassertemperatur nach Wärmeentzug mindestens 12 °C betragen, um den Klärprozess nicht zu stören, wodurch diese für den Betrieb im Winter technisch nur bedingt geeignet ist. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die hier dargestellte Temperatur am Eingang der Kläranlage gemessen wurde, wo bereits Wärmeverluste bestehen können. Würde ein Kanal im innerstädtischen Gebiet verwendet werden könnten die Temperaturen höher ausfallen. Der Trockenwetterabfluss der Gemeinde Windberg liegt bei bis zu 10 l/s. Dieser ist dabei stark abhängig von der Jahreszeit und dem Grundwasserstand.

Eine Bewertung des Potenzials der Abwasserwärmenutzung im Jahresverlauf konnte im Rahmen der Potenzialanalyse nicht vorgenommen werden, da seitens der zuständigen Stelle keine ausreichenden Informationen bereitgestellt wurden. Die übermittelten Daten waren für eine belastbare Auswertung nicht geeignet. Zudem wurde angegeben, dass eine bauliche Umsetzung zur Nutzung von Abwasserwärme nicht möglich sei. Diese Aussage konnte im Rahmen der Wärmeplanung jedoch nicht unabhängig verifiziert werden. Zudem wird die bestehende Kläranlage umgebaut.

### 5.5.3. Gewässerwärme

Ähnlich wie die Potenzialerhebung von Grundwasser mit geothermischen Brunnenanlagen erfordert auch die Erfassung der Potenziale von Wärme aus Flüssen und Seen immer eine Einzelfallprüfung. Mittels Großwärmepumpen können bei geeigneten Durchflussmengen, bzw. Reservoirgrößen, z.B. durch Entnahme und Rückgabe in die jeweiligen Gewässer erhebliche technische Potenziale bestehen, die dann zusätzlich im kommunalen Wärmeplan dargestellt werden.

Für die hydrothermische Wärmeengewinnung werden im Ort und im Gemeindegebiet Windberg fließende und stehende Gewässer untersucht. Relevant ist in jedem Fall die Wassertemperatur und bei fließenden Gewässern der Abfluss in m<sup>3</sup>/s. Auch der Wasserpegel ist eine relevante Größe.

#### Stehende Oberflächengewässer

Es sind laut Bayeratlas keine stehenden Gewässer im Gemeindegebiet bekannt.

Nach den Vorgaben des Bayerischen Landesamts für Umwelt können auch kleinere Fließgewässer technisch erschlossen werden, wenn Mindestrestwassermengen, Temperaturschutzgrenzen und ökologische Belange eingehalten werden. Die abschließende Bewertung muss daher im Rahmen einer spezifischen Machbarkeitsstudie und unter Berücksichtigung hydrologischer und wasserrechtlicher Daten erfolgen.

Das einzige größere Fließgewässer, der Bogenbach, fließt in den angrenzenden Gemeinden Hunderdorf und Neukirchen.

Zu anderen, kleinen Gewässern liegen keine Messwerte vor.

### 5.5.4. Geothermie

#### Infobox

Geothermie beschreibt die Nutzung der Erdwärme mittels verschiedener Technologien. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen drei Nutzungstiefen:

- Oberflächennahe Geothermie (bis ca. 100 Meter Tiefe): Sie erschließt Erdwärme über Erdwärmesonden, horizontale Flächenkollektoren oder Grundwasser-Brunnenanlagen.
- Mitteltiefe Geothermie (ca. 400 bis 1.000 Meter Tiefe): Sie nutzt Thermalwasser mit Temperaturen zwischen etwa 40 und 60 °C.
- Tiefen-Geothermie (ab ca. 1.000 bis 4.500 Meter Tiefe): Hier werden höhere Temperaturen (60 bis über 120 °C) aus tiefen Aquiferen oder Gesteinsschichten genutzt.

Geothermie zählt zu den erneuerbaren Energiequellen und zeichnet sich durch eine besonders hohe Versorgungssicherheit aus. Im Gegensatz zu sonnen- oder windabhängigen Technologien steht geothermische Energie ganzjährig und wetterunabhängig zur Verfügung. Sie eignet sich damit hervorragend zur Deckung der Grundlast in der Wärmeversorgung.

Die technische Umsetzung erfolgt je nach geologischen Gegebenheiten durch verschiedene Verfahren. Bei der hydrothermalen Nutzung werden heiße Grundwasserleiter (Aquifere) angezapft. Die petrothermale Geothermie hingegen nutzt die gespeicherte Wärme in trockenen, tiefen Gesteinsschichten, meist unter Einsatz stimulierender Maßnahmen.

Im Bereich der oberflächennahen Nutzung sind zwei Systeme verbreitet:

- Erdwärmesonden: vertikal in den Boden eingebrachte Rohre, in denen ein Wärmeträgermedium zirkuliert.
- Flächenkollektoren: horizontal verlegte Rohrsysteme, meist in 1,2 bis 1,5 Meter Tiefe. Diese werden in Schleifenform im Erdreich verlegt und entziehen dem Boden über großflächige Areale Wärme.

Die Installation erfordert genaue Planung, insbesondere hinsichtlich der Abstände zu bestehenden Leitungen, Gebäuden und wasserrechtlich sensiblen Bereichen. Zudem sind standortbezogene geologische Untersuchungen notwendig, um das geothermische Potenzial sowie die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Technologie verlässlich zu bewerten.

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als gut geeignet charakterisiert, die sich in direkter Umgebung zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen befinden.

## Oberflächennahe Geothermie

Durch die weitgehend stabilen Temperaturen im oberflächennahen Erdreich kann ganzjährig mithilfe einer Wärmepumpe Energie entzogen werden. Technisch kommen dafür vertikale Erdwärmesonden oder in geringerer Tiefe verlegte, horizontale Flächenkollektoren zum Einsatz.

Für die Abschätzung des oberflächennahen Geothermie-Potenzials werden Flächen innerhalb eines festgelegten Abstands zu Siedlungen oder bestehenden Wärmenetzen betrachtet.

Ausgeschlossen sind:

- Bereits versiegelte oder bebaute Flächen (Gebäude, Straßen).
- Naturschutzrechtlich geschützte Bereiche (z. B. FFH-Gebiete, Biosphärenreservate).
- Wasser- und Überschwemmungsgebiete, da Bohrungen dort Risiken für das Grundwasser bergen.

Die Potenziale wurden anhand von ortsspezifischen geophysikalischen Kenngrößen unter Zugrundelegung der G.POT-Methodik und einer jährlichen Betriebsdauer von 1.800 Volllaststunden berechnet.

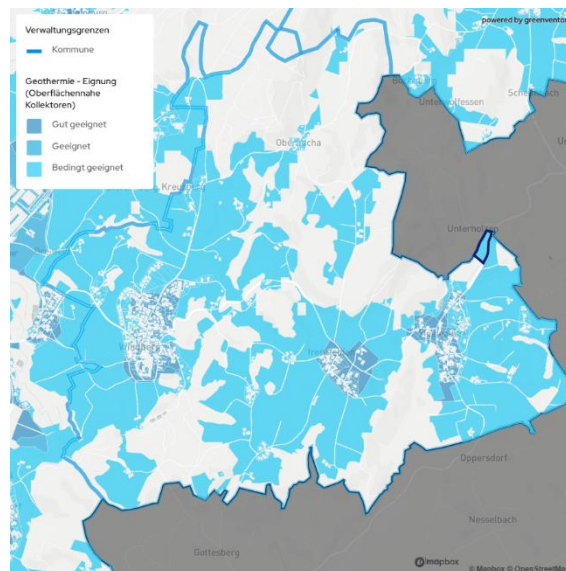


Abbildung 33: Geothermiepotenzial - Flächen mit Eignung für oberflächennahe Kollektoren

Die Karte zeigt eine Beurteilung des Einsatzes von oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme für die Deckung des Wärmebedarfes aller Gebäude mit ihrem jetzigen Sanierungsstand.

Besonders die großen Flächen außerhalb des Ortes Windsberg bieten großes Potenzial für diese Energieerzeugung. Alles zusammengenommen ergibt sich ein Potenzial von 324 GWh/Jahr für Geothermie durch Kollektoren.

## Grundwasserwärme

Zur geothermischen Wärmeengewinnung kann Grundwasser als Energiequelle genutzt werden. Dabei wird Wasser über einen Entnahmebrunnen (Saugbrunnen) gefördert, thermische Energie mittels einer Wärmepumpe entzogen und das abgekühlte Wasser über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt.

Das Gemeindegebiet Windsberg weist großflächig grundsätzlich geeignete Bedingungen für diese Nutzung auf, wobei die potenziellen Nutzungsflächen weitgehend jenen der oberflächennahen Geothermie entsprechen. (Abbildung 34).

Eine potenzielle Umsetzung erfordert zwingend:

- Eine detaillierte fachliche Prüfung und entsprechende wasserrechtliche Genehmigungen sowie
- Die Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers (z. B. wegen Verockerungsgefahr).

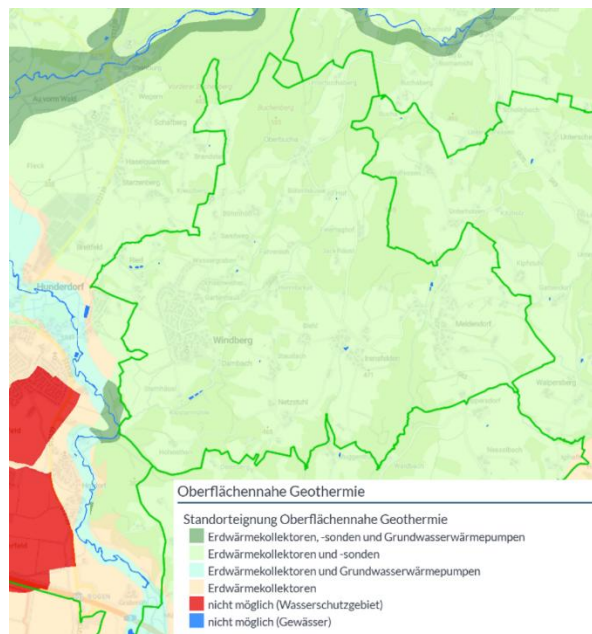


Abbildung 34: Grundwasserpotenzial (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Derzeit liegen für das Gemeindegebiet Windsberg keine kontinuierlich erfassten Temperaturdaten des Grundwassers vor. Eine belastbare Bewertung erfordert daher die Durchführung systematischer Temperaturmessungen über einen repräsentativen Zeitraum. Es ist anzumerken, dass laut Energie Atlas Bayern bereits einige Grundwasserwärmepumpen in Betrieb sind. Für die weitere Potenzialentwicklung ist ein intensiver Erfahrungsaustausch zwischen den Bewohnern im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sowie die Erstellung von Messreihen in Bestandsanlagen anzuraten.

## Tiefe Geothermie

Die Tiefe Geothermie nutzt höhere Temperaturen zur direkten Wärme- oder Stromgewinnung. Die dargestellte Eignungskarte stuft die Ortskerne bzw. deren Umgebung als gut geeignet ein, da hier kurze Transportwege für die erzeugte Wärme möglich sind.

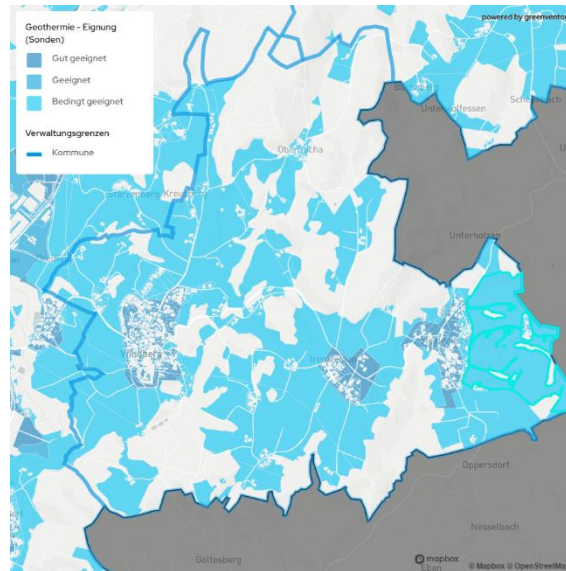


Abbildung 35: Geothermieeignung - tiefe Geothermie (Sonden)

Hier ist stets im Einzelfall zu prüfen, ob sich der Einsatz von tiefer Geothermie lohnt, da besonders hier einige Besonderheiten in der Praxis zu berücksichtigen sind. Die Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen die Temperaturverteilung in der Region.



Abbildung 36: Temperaturverteilung in 1.000 m unter NHN  
(Quelle: GeotIS)

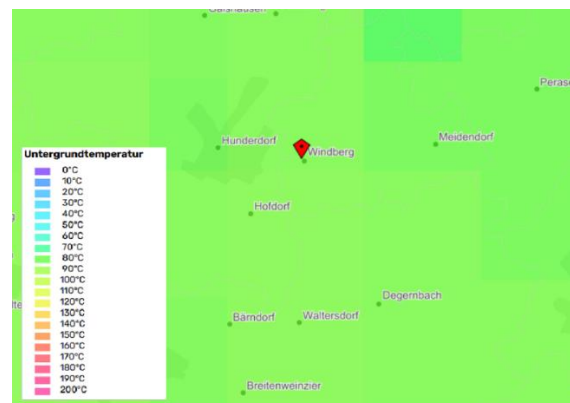


Abbildung 37: Temperaturverteilung in 2.600 m unter NHN  
(Quelle: GeotIS)

In ca. 1.000 m Tiefe liegt die Temperatur in weiten Teilen bei rund  $40\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ .

In ca. 2.600 m Tiefe liegt die Temperatur in weiten Teilen bei rund  $80\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ .

Trotz positiver Temperaturprognosen sind mit dieser Tiefe erhebliche technologische und wirtschaftliche Herausforderungen verbunden:

- Hohe Investitionen und aufwändige technische Maßnahmen.
- Geologisches Risiko (z. B. in Bezug auf Wasserführung und Ergiebigkeit).
- Umfangreiche und zeitintensive Planungs- und Genehmigungsverfahren.

Die entscheidende Frage ist, ob sich die erforderlichen Bohrtiefen im konkreten Fall wirtschaftlich darstellen lassen. Eine fundierte Machbarkeitsstudie ist zwingend erforderlich, um die Ergiebigkeit, die Wärmenachfrage und die Wirtschaftlichkeit verlässlich zu klären.

Das Gesamtpotenzial der durch Geothermiesonden theoretisch erzeugbaren Wärmemenge für das abgebildete Gebiet beträgt 526 GWh/Jahr.

### 5.5.5. Solarthermie

Solarthermie, ob auf Frei- oder auf Dachflächen, bietet ein sehr großes Potenzial. Für die kommunale Wärmeplanung unterscheiden sich die Herangehensweisen für Solarthermie auf Freiflächen („Große Solarthermie“) von der für Dachflächen.

Im Zuge der Wärmeplanung muss das Solarthermiepotenzial mit dem Photovoltaikpotenzial abgeglichen werden. Eine Vereinfachung kann dabei getroffen werden: In Wärmenetz-Eignungsgebieten kann das Dachflächenpotenzial für Solarthermie vernachlässigt werden. Vorgeschlagen wird ein pauschaler Flächenertrag von 410 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche jährlich. Prinzipiell werden entweder Röhren- oder Flächenkollektoren mit unterschiedlichen spezifischen Kosten und Temperaturniveaus verwendet.

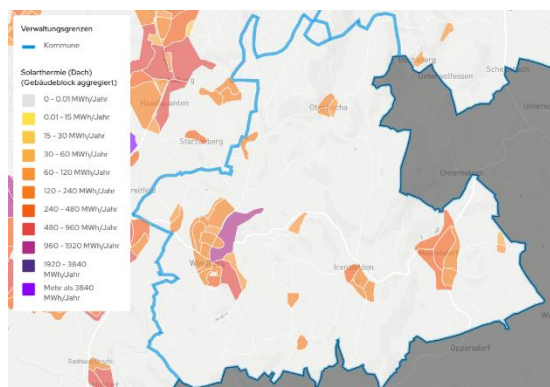


Abbildung 38: Solarthermisches Wärmepotenzial (Darstellung im Gebäudeblock)

Die Karte oben zeigt das Solarthermiepotenzial aller Gebäude in Form der Wärmemenge, die maximal mit der vorhandenen Dachfläche unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erreicht werden kann. Je rötlicher die Farbgebung, desto höher die theoretisch erzeugbare Wärmemenge. Die dunklen Violetttöne zeigen die höchsten Werte an.

Die gesamten Dächer würden theoretisch ein Solarthermiepotenzial von 11,4 GWh/Jahr aufweisen, wenn man diese Wärme von den Gebäudedächern beziehen würde. Neben der Dachsolarthermie existiert noch die Möglichkeit, auf Freiflächen die Aufstellung der Solarkollektoren vorzunehmen. Dies betrifft vor allem das Umland von Windberg und den Nachbarorten im Gemeindegebiet.

Je dunkler der Blauton, desto besser geeignet ist das entsprechend gefärbte Gebiet. Die wenigen hellblauen Flächen sind für Freiflächensolarthermie bedingt geeignet. Grund für diese niedrigere Einstufung wären etwa Landschaftsschutzgebiete, wie bei den Restriktionsflächen bereits erklärt wurde. Erkennbar sind auch die Linien bzw. Punkte, welche von den Fernleitungen des Stromnetzes stammen.

Klar zu erkennen ist, dass die Fläche im Umkreis der größeren Orte als geeignet und gut geeignet eingestuft wurden. An dieser Stelle sei, wie bei den anderen Potenzialen auch, wieder auf den Potenzialbegriff hingewiesen. Für die tatsächliche Umsetzung müssen weitere Untersuchungen erfolgen.

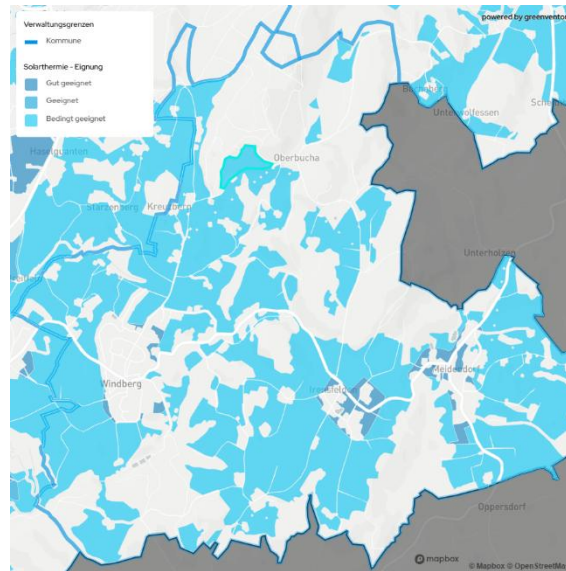


Abbildung 39: Solarthermie - Eignung (Freiflächen)

Betrachtet man nun die mögliche Erzeugungsleistung der Freiflächensolarthermieanlagen (Abbildung 40), ergibt sich folgendes:

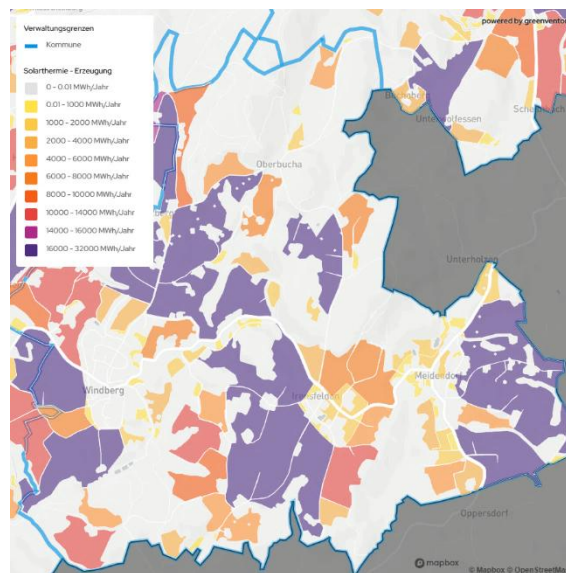


Abbildung 40: Solarthermie – Erzeugung (Freiflächen)

Bei der Veranschaulichung der Erzeugung der Solarthermie wird deutlich, dass der Großteil der Flächen in den beiden höchsten Darstellungsklassen liegt (16.000 bis 32.000 MWh/Jahr). Dies zeigt auf, dass im betrachteten Gebiet durchaus Solarthermiepotenzial vorhanden ist, welches zukünftig zur Wärmeabgewinnung genutzt werden könnte. Das theoretische Solarthermiepotenzial für alle Freiflächen beträgt 630 GWh/Jahr. Dies wäre zudem auch der höchste Wert unter den theoretischen Potenzialen zur Wärmeerzeugung.

### 5.5.6. Biomasse

Biomassepotenziale lassen sich grundsätzlich unabhängig vom Standort und damit überörtlich nutzen. Nutzungseinschränkungen können zum Beispiel durch Emissionsanforderungen, Zufahrtsmöglichkeiten oder kommunale Vorgaben begründet sein, die hier aber nicht weiter berücksichtigt werden.

In die Betrachtung des Biomassepotenzials werden Energiepflanzen von landwirtschaftlichen Flächen, Waldflächen, Grünschnitt und von Wohngebieten der Haus- bzw. Biomüll einbezogen. Von der Potenzialuntersuchung ausgeschlossen werden Gebiete, von denen aus zugänglichen Quellen deren Schutzbedürftigkeit festgelegt wurde (z.B. FFH-Gebiete, Überschwemmungsgebiete etc.). Für den Fall, dass Biomassepotenziale später näher betrachtet werden sollten, sind auch die Besitz-/Eigentumsverhältnisse zu klären.

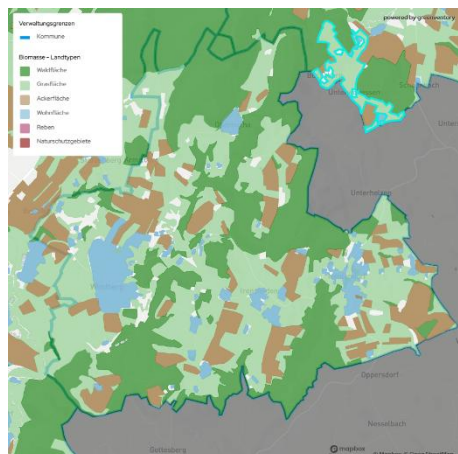


Abbildung 41: Biomasse - Landflächen

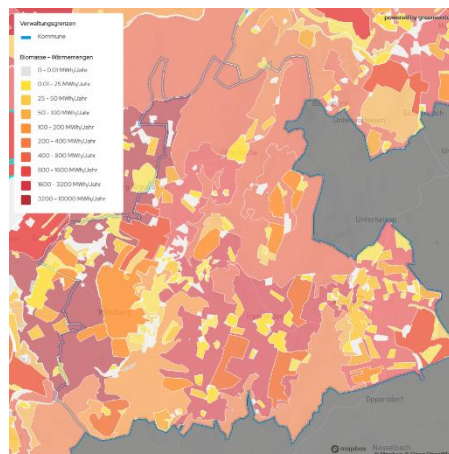


Abbildung 42: Biomasse - Potenzialflächen (Wärmemengen)

Die beiden nebeneinander dargestellten Abbildungen zeigen zum einen die theoretischen Biomassepotenziale, eingeteilt in Wald-, Gras-, Acker- und Wohnflächen, zum anderen die räumliche Verteilung der potenziell damit erzeugbaren Wärmemengen im Gemeindegebiet. Von den Wohnflächen wird der Bio- und Hausmüll als potenziell verwertbare Biomasse angesehen – je mehr Einwohner, desto höher die möglichen Mengen. Erkennbar überwiegen im Gemeindegebiet die Anteile an Acker- und Waldflächen.

Gemäß dem bayerischen Landesamt für Statistik hatte die Gemeinde im Jahr 2023 eine Gesamtfläche von 797 ha. Davon waren 389 ha landwirtschaftlich genutzte Flächen (48,8%) und 276 ha Waldfläche (34,6%). Für Siedlung und Verkehr entfielen 71 ha (8,9%). Je rötlicher die Flächen sind, desto höher sind die theoretisch damit erzeugbaren Wärmemengen. Gut erkennbar ist das Ortsgebiet von Windberg, dessen Hausabfälle ein recht hohes Energiepotenzial bergen. Die land- und forstwirtschaftlichen Flächen bergen ebenfalls einiges an Potenzial für Biomasse.

An dieser Stelle kann eine Abschätzung speziell für Biogasanlagen getroffen werden. Ist die erzeugte Energiemenge mit den Energiepflanzen innerhalb des Gebietes erzeugt worden, oder besteht hierfür Bedarf nach äußeren Flächen?

Laut Statistik Bayern war im Jahr 2023 im Gemeindegebiet eine Fläche von 389 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche vorhanden; die Wärmeproduktion aus Biogasanlagen ist laut Betreibern nicht bekannt. Aus diesem Grund ist keine einfache Abschätzung möglich, ob das Einzugsgebiet übernutzt wird oder nicht. Die Maisfläche entsprach 2023 etwa 18 ha, was zum Erfassungszeitpunkt ca. 7,5% des gesamten Ackerlandes (240 ha) ausmachte.

Bei Konkretisierung ist vorher die Verwendung mit den jeweiligen Beteiligten zu erfragen und das Vorgehen im weiteren Verlauf genauer abzustimmen. Nimmt man die realistisch erfassten Biomassepotenziale für Wald-erholz des gesamten Gebiets zusammen, ergibt sich ein Wert von 11,2 GWh/Jahr.

## 5.5.7. Erneuerbare Gase: Wasserstoff und Biomethan

### Infobox

#### Hintergrund

Im Rahmen der Energiewende gewinnen klimaneutrale Energieträger wie Wasserstoff und Biomethan an Bedeutung. Die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung fördert den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft zur Dekarbonisierung und Diversifizierung der Energieversorgung. Biomethan aus regionalen Biogasanlagen ist ebenfalls erneuerbar, klimafreundlich und in bestehenden Gasnetzen als Ersatz nutzbar.

#### Technische Potenziale: Wasserstoff

Dezentrale Elektrolyseanlagen – etwa mit lokalem Solarstrom – könnten langfristig eine unabhängige Versorgung ermöglichen. Förderprogramme wie BayFELI unterstützen entsprechende Projekte.

#### Technische Potenziale: Biomethan

Landwirtschaftliche Strukturen bieten Potenzial für die Biomethanherzeugung. Bestehende Anlagen und Heizungen können mit Biomethan ohne Probleme betrieben werden.

#### Wirtschaftliche und infrastrukturelle Potenziale

Wasserstoff und Biomethan bieten wirtschaftliche Chancen. Während Biomethan auf Basis regionaler Ressourcen zur lokalen Wertschöpfung beitragen kann, ist Wasserstoff vor allem perspektivisch durch stetig sinkende Erzeugungskosten interessant. Beide Optionen erfordern Investitionen, deren Wirtschaftlichkeit stark von technologischen Entwicklungen und Förderkulissen abhängt.

### Status Quo

Das nationale Wasserstoff-Kernnetz („Hydrogen Backbone“) befindet sich im Ausbau und soll bis 2032 rund 9.040 km umfassen. Es verbindet Industriezentren, Importpunkte und Speicher, teils durch Umstellung bestehender Erdgasleitungen. Auch Bayern sollen bestehende Gasleitungen umgestellt und neu gebaut werden.

Nach Aussage des zuständigen Gasnetzbetreibers kann eine künftige Wasserstoffversorgung grundsätzlich entweder über den Bezug aus der vorgelagerten Fernleitungsebene oder über eine lokale Erzeugung und Einspeisung auf Verteilnetzebene, beispielsweise durch Elektrolyseure, erfolgen. Voraussetzung hierfür ist jedoch der Aufbau eines leistungsfähigen Anschluss- und Verteilnetzes, da das Wasserstoff-Kernnetz primär als überregionale Transportinfrastruktur dient. Der Netzbetreiber befindet sich derzeit noch in grundlegenden Prüf- und Bewertungsprozessen, unter anderem zur potenziellen Eignung von Standorten für lokale Elektrolyseure; konkrete Umsetzungszusagen bestehen aktuell nicht.

Für die Kommune Windberg liegt das vorläufige Kernnetz nach Auswertung der veröffentlichten Karte im nächstgelegenen Bereich im Raum Weiden/Rothenstadt; daraus ergibt sich eine Luftlinienentfernung von ca. 88 km zu einem möglichen Anbindepunkt. Der konkrete Leitungsverlauf und mögliche Abzweige werden jedoch erst in nachgelagerten Planungs- und Genehmigungsverfahren festgelegt. Zudem ist derzeit nicht bekannt, wie kleine, ländlich gelegene Kommunen über nachgelagerte Verteilnetze an das Kernnetz angebunden werden sollen; Transformationspläne für den ländlichen Raum liegen aktuell nicht vor.

Für ländlich gelegene Dörfer wie Windberg ist eine direkte Versorgung vor 2040 derzeit nicht verlässlich absehbar. Bei fehlendem Gasnetz ist eine Anbindung zusätzlich an den Neubau einer lokalen Verteilinfrastruktur geknüpft.

## 5.6 Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung

Erneuerbare Stromquellen stehen nahezu unendlich zur Verfügung und regenerieren sich selbst. Dazu zählen Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft.



Abbildung 43: Übersicht erneuerbare Stromquellen

### 5.6.1. Photovoltaik

Bei der Betrachtung der Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Stromquellen spielt Photovoltaik auf Freiflächen und Dachanlagen ebenfalls eine Rolle. Photovoltaik beschreibt die direkte Umwandlung von Lichtenergie durch Solarzellen in elektrische Energie. Bei der Veranschaulichung der geeigneten Gebiete für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen ist zu beachten, dass Wohn-, Infrastruktur- und Waldflächen hierbei hinsichtlich der Neigung, bzw. Beschaffenheit des Bodens, und der damit verbundenen technischen Herausforderungen beim Aufstellen der Photovoltaik – Anlagen ausgegraut, bzw. als bedingt geeignet dargestellt werden.

In der unteren Karte wird deutlich, dass sich hier die PV-Freiflächen außerhalb Windbergs auf den Ackerflächen im Umkreis befinden. Der Großteil der dargestellten Flächen im Gemeindegebiet wird dabei als „bedingt geeignet“ klassifiziert.

Bezieht man nun zusätzlich noch die Nennleistung der Freiflächen-PV mit ein, so wird deutlich, dass im Gemeindegebiet Windberg Flächen mit großem Nennenertrag (10.000 bis 30.000 MWh/Jahr) vorhanden sind.

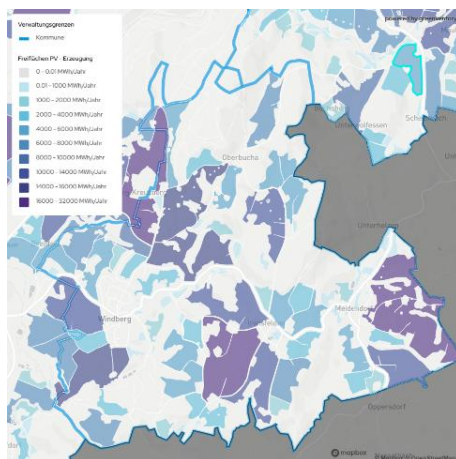


Abbildung 44: Freiflächen PV - Nennleistung

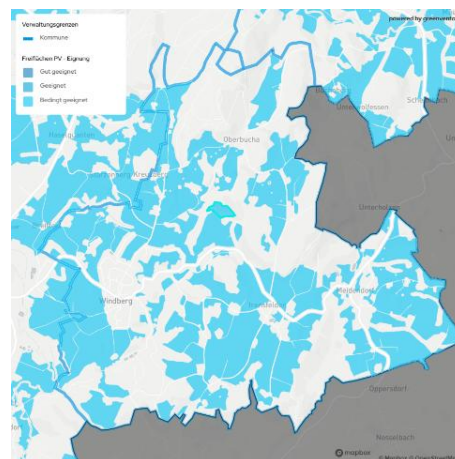


Abbildung 45: Freiflächen PV - Eignung

Würden alle vorgeschlagenen Freiflächen mit PV belegt, so würde dabei eine potenzielle Jahresstrommenge von 354 GWh/Jahr erzeugt werden können. Durch Sektorenkopplung ist es zudem möglich, den Photovoltaikstrom gegebenenfalls zur Wärmeproduktion zu nutzen. Ob dies auch schon mit den bereits jetzt schon vorhandenen Solarflächen möglich ist, oder ob andere Herangehensweisen nötig wären, müsste im späteren Verlauf noch genauer untersucht werden.

Bei der Potenzialanalyse der erneuerbaren Energien wird neben dem Potenzial von Photovoltaik auf Freiflächen ebenfalls das Potenzial auf Dachflächen beurteilt.

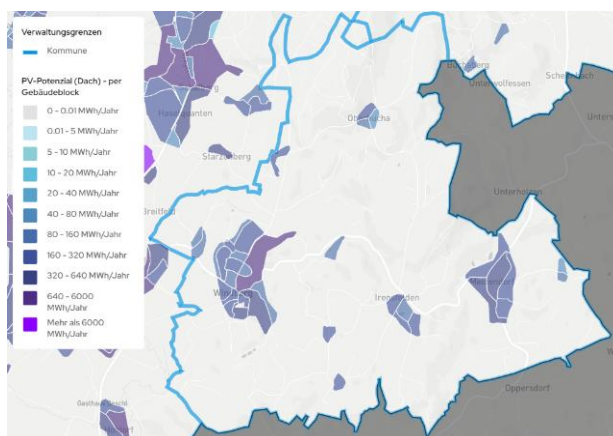


Abbildung 46: PV - Strompotenzial (Darstellung im Gebäudeblock)

Bereiche mit hohem PV-Potenzial befinden sich vermehrt in Windberg, jedoch sind auch Potenziale in den Gemeindeteilen Meidendorf, Irensfelden und Oberbucha vorhanden. Der Großteil des Strompotenzials liegt dabei zwischen 200 und 500 MWh/Jahr.

Insgesamt betrachtet ist im Windberger Gebiet ein theoretisches Potenzial zur Stromerzeugung von 11,4 GWh/Jahr durch die Photovoltaik-Flächen auf den Dächern vorhanden. Dieser Wert ist entsprechend um einige Größenordnungen kleiner als bei den Freiflächen.

### 5.6.2. Windkraft

Windkraftanlagen wandeln die Bewegungsenergie des Windes in elektrische Energie um. Im Gemeindegebiet von Windberg befinden sich derzeit keine Windkraftanlagen.

Über vorrangige Gebiete in Windberg ist nichts bekannt. Das Gemeindegebiet weist in Höhenlagen zwischen 100 m und 200 m eine schlechte bis mittlere Standortgüte für eine wirtschaftliche Windnutzung auf.

### 5.6.3. Wasserkraft

Bei der Nutzung von erneuerbaren Stromquellen ist auch die Wasserkraft zu nennen. In Windberg gibt es einige bestehende Wasserkraftanlagen, die alle eine geringe Bruttoleistung unterhalb von 25 kW aufweisen.

Die Darstellung von Potenzialen für die Nutzung von Wasserkraft bedarf einer eigenen Prüfung. Ob Windberg angesichts ihrer Abflussmenge und ihres Wasserpegels für Krafterzeugung geeignet ist, ist im Gegensatz zur hydrothermischen Nutzung fraglich. Im Rahmen der Wärmeplanung werden diese Potenziale nicht ermittelt.

### 5.6.4. Tiefe Geothermie zur Stromerzeugung

Für die Stromerzeugung aus tiefer Geothermie sind Temperaturen über 100 °C erforderlich, die in geothermisch günstigen Gebieten vorkommen. In Deutschland sind Bohrtiefen von 4.000 bis 5.000 Metern notwendig, doch oft werden die erforderlichen Temperaturen oder Fördermengen nicht erreicht, was die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt. Die tiefen Bohrungen sind teuer und risikobehaftet, wodurch die Investitionen im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien höher sind. Daher gibt es nur begrenzte Möglichkeiten für den Bau von Geothermiekraftwerken zur Stromerzeugung.

## 6. Zielszenario

### Infobox

Mit dem Zielszenario kann eine Zuordnung der Lösungen in den Eignungsgebieten und der reale Dekarbonisierungspfad dargestellt werden. Es bündelt die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse zu einem kohärenten Zukunftsbild der lokalen Wärmeversorgung. Ziel ist es, eine räumlich differenzierte und technisch sowie wirtschaftlich tragfähige Perspektive für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 aufzuzeigen. Dabei fungiert das Zielszenario als strategische Leitlinie, an der sich die zukünftigen Maßnahmen und Investitionen orientieren.

Das Zielszenario differenziert zwischen dem Ist-Zustand (2025), zwei transformativen Stützjahren (2030, 2035) und dem Zielbild (2040) (siehe Abbildung 47). Dadurch lässt sich die Transformation der Wärmeversorgung nicht nur als statisches Endziel, sondern als dynamischer Entwicklungsprozess nachvollziehen.

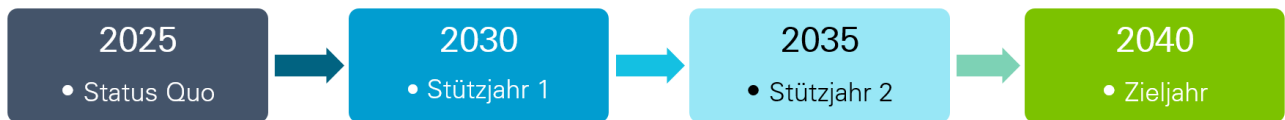


Abbildung 47: Zielszenario zeitlich

Grundlage der Gebietseinteilung und der Auswahl geeigneter Wärmeversorgungsarten ist eine detaillierte Eignungsprüfung, in der alle Teilgebiete hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte bewertet werden.

Die Ausarbeitung erfolgt im engen Dialog mit lokalen Akteuren wie der Kommunalverwaltung, Energieversorgern und der Industrie. Diese Zusammenarbeit sichert nicht nur die Akzeptanz, sondern stellt auch die Machbarkeit der Maßnahmen sicher. Die im Zielszenario vorgeschlagenen Maßnahmen - von der Verdichtung und Erweiterung bestehender Wärmenetze über den Aufbau neuer Wasserstoffinfrastrukturen bis hin zur Förderung dezentraler Technologien - dienen als Fundament für eine schrittweise, aber konsequente Umsetzung.

So legt das Zielszenario den Grundstein für eine zukunftsfähige, resiliente und klimafreundliche Wärmeversorgung - mit konkreten Schritten, klaren Verantwortlichkeiten und realistischen Umsetzungspfaden.

Für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung wird das Gemeindegebiet anhand charakteristischer Merkmale in Teilgebiete unterteilt. Die Eignung dieser Gebiete für diverse Wärmeversorgungsarten wird folglich hinsichtlich dreier Hauptkriterien (siehe Abbildung 48) qualitativ bewertet

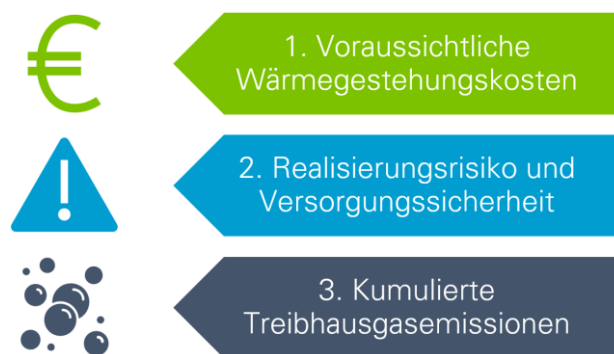


Abbildung 48: Übergeordnete Bewertungskriterien

Diese Kriterien werden wiederum in einen Katalog an Unterkriterien aufgeteilt und jedes bezüglich der Eignung einer Gebietsart bewertet.

**Infobox**

**Kriterium 1: Voraussichtliche Wärmegestehungskosten:**

- Wärmeliniendichte
- Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz
- Erwarteter Anschlussgrad
- Stofflicher H2-Bedarf
- Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet
- Spezifischer Investitionsaufwand für Netzbau/-Ausbau
- Preisentwicklung Wasserstoff
- Potenziale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmenutzung
- Anschaffungs-/ Investitionskosten für Anlagentechnik

**Kriterium 2: Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit:**

- Risiken bez. Auf- / Aus- / Umbau der Infrastruktur
- Risiken bez. rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher Infrastrukturen
- Risiken bez. rechtzeitiger Verfügbarkeit v. Energieträgern / Wärmequellen
- Robustheit bez. veränderlicher Rahmenbedingungen

**Kriterium 3: Qualitative Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen**

- Ableitung der Eignungsstufen
- Bewertung von Wärmegestehungskosten, Realisierungsrisiko, Versorgungssicherheit und kumulierten Treibhausgasemissionen

Basierend auf dem jeweiligen Gesamtergebnis wird jedes Gebiet eindeutig einer voraussichtlichen Versorgungsart zugeteilt. Gebiete, die auf Basis der Bewertung keiner Versorgungsmethode eindeutig zugeordnet werden können, werden dabei zunächst als Prüfgebiete ausgewiesen. Diese bleiben vorerst technologieoffen und müssen bei Fortschreibung der Wärmeplanung erneut evaluiert werden (siehe Abbildung 49).

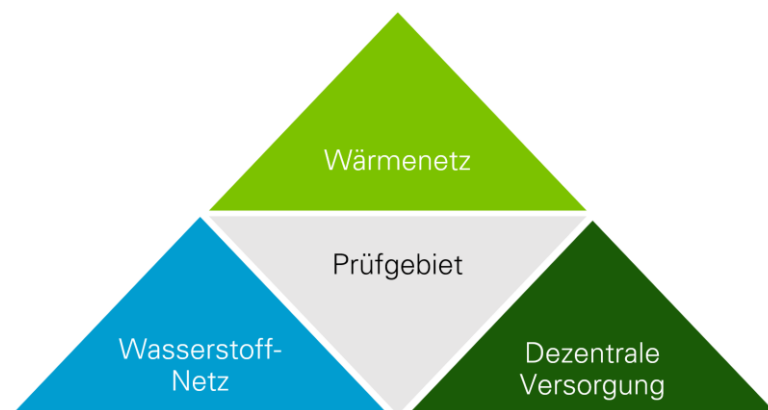


Abbildung 49: Gebietsarten

## 6.1 Eignungsgebiete

### 6.1.1. Methodik der Gebietszuweisung

Die Einteilung der Gebiete erfolgt nach zuvor genanntem Kriterienkatalog. Nach Prüfung jedes Einzelgebiets ergeben sich folgende Ergebnisse:

Tabelle 3: Eignungsbewertung

	Eignung		
	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Windberg Ortskern	Hohe Eignung	Geringe Eignung	Mittlere Eignung
Windberg Ortschaft	Mittlere Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Ried	Mittlere Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Meidendorf	Mittlere Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Irensfelden	Mittlere Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Oberbucha	Geringe Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Unterbucha	Geringe Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung
Alle weiteren Ortschaften	Geringe Eignung	Geringe Eignung	Hohe Eignung

### 6.1.2. Zukünftige Versorgung der Gebiete

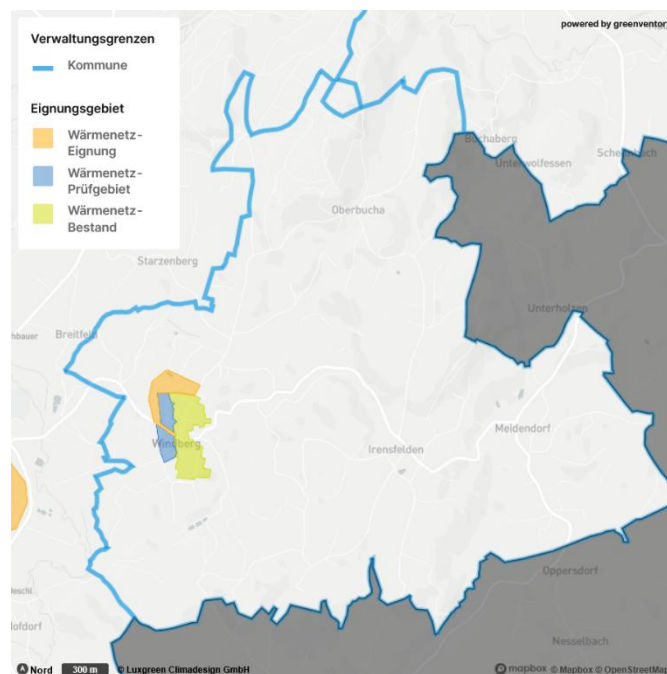


Abbildung 50: Gebietseinteilung Windberg Zielszenario

Als Folge der qualitativen Bewertung der Teilgebiete und der Absprache mit zentralen Akteuren entstand die in Abbildung 50 dargestellte Gebietseinteilung. Alle Teilgebiete in Windberg, die weder als Wärmenetz-Eignungsgebiet noch als Wärmenetz-Erweiterungsgebiet oder Prüfgebiet ausgewiesen sind, werden als Gebiete

mit dezentraler Wärmeversorgung eingeordnet. Das Bestandswärmenetz in Windberg wird der Straßenzug „Am Anger“ erweitert, welches sich über die Hundersdorfer Str. anbietet. Ein Teilstraßenzug in die Straße „Schmiedfeld“ und ein Zug über die Bergstraße und Riedfeld wird auf eine Wärmenetzumsetzung untersucht.

Bei Betrachtung der dargestellten Gebiete ist zu berücksichtigen, dass eine Vielzahl von Aspekten, wie sich fortlaufend verändernde Rahmenbedingungen politischer, technischer und wirtschaftlicher Natur, das Fortschreiten der Umsetzung beeinflusst. Im kurzen Zeithorizont einer Wärmeplanung können vor allem Faktoren wie Finanzierbarkeit und Anschlussinteresse nur mittelfristig abgeschätzt werden.

### 6.1.2.1. Wärmenetzgebiete

#### Infobox

##### Definition

Gebiete, in denen unter Berücksichtigung einer zu erwartenden Anschlussquote eine langfristige Versorgung über ein bestehendes oder neu zu errichtendes Wärmenetz als technisch realisierbar und wirtschaftlich gerechtfertigt eingestuft wird.

##### Untersuchungskriterien

- Hohe Wärmeliniedichte
- Hohe Besiedlungsdichte
- Hohe Baualtersklasse
- Hohes Heizungsalter
- Ankerkunden mit hohem Wärmebedarf
- Potenziale erneuerbarer Energien oder industrieller Abwärme

Wärmenetze sind insbesondere relevant zur Erschließung großer Potenziale an erneuerbaren Energien, wie Gewässer- & Abwasserwärme, Tiefengeothermie, usw. Ein weiterer Anwendungsbereich bei der Nutzung von Wärmenetzen ist Sektorenkopplung. So kann beispielsweise vorhandener Überschussstrom mit Power-to-Heat nutzbar gemacht und dessen Energie ggf. in großen Wärmespeichern zur späteren Verwendung der Wärmeenergie aufbewahrt werden.

Allerdings stellen insbesondere Gebiete mit geringen Wärmedichten oder infrastrukturellen Gegebenheiten wie Denkmalschutz große Hürden für die technische Umsetzbarkeit und ökonomische Relevanz eines Wärmenetzes dar. Außerdem ist zu beachten, dass z.B. Neubauten häufig bereits über eine effiziente und ressourcenschonende Heizung verfügen und daher in naher Zukunft womöglich keinen Bedarf an einem Wärmenetzanschluss haben.

##### Planungsrahmen im Zielszenario

In der theoretischen Vorplanung eines Wärmenetzgebiets muss ein Anschlussgrad herangezogen werden. Zumeist wird mit einem mittleren Anschlussgrad von 40 - 60% im Zieljahr gerechnet, um ein generisches Bevölkerungsverhalten abzubilden. In Gebieten mit Bestandswärmenetz und zukünftiger Wärmenetzverdichtung sind dabei tendenziell höhere Anschlussgrade vorzusehen als in denen mit potenziellem Wärmenetz-Neubau.

### Wärmenetzgebiete in Windberg

In Windberg wurden im Wesentlichen ein erweitertes Gebiet der Versorgung mit einem Wärmenetz zugeteilt. Einerseits ist dies das bereits bestehende Wärmenetz, das sich derzeit vom Süden aus der Klostergasse Windbergs über das gesamte Gemeindezentrum erstreckt. Angrenzende Bereiche mit hoher Wärmeliniedichte, wie der Straßenzug „Am Anger“, oder einer mittleren Wärmeliniedichte wie in der Hundersdorfer Straße.

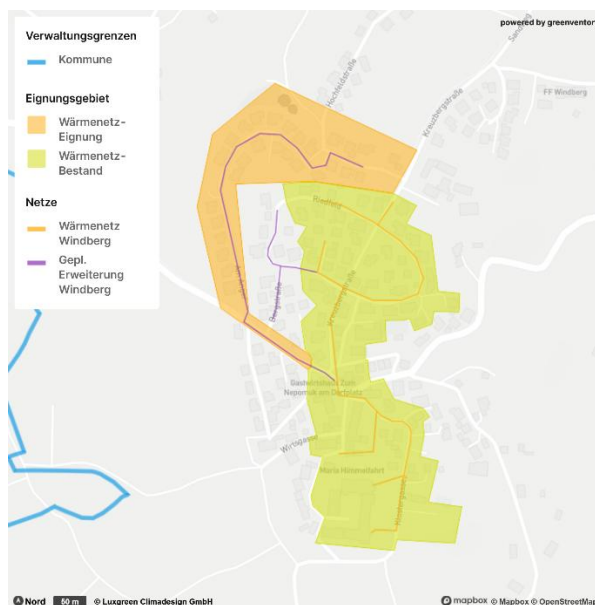


Abbildung 51: Wärmenetzgebiete in Windberg

### 6.1.2.2. Gebiete mit dezentraler Versorgung

#### Infobox

#### Definition

Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung sind Gebiete, in denen langfristig weder der Anschluss an ein Wärmenetz noch an ein Wasserstoffnetz vorgesehen ist. Die Wärmeversorgung erfolgt über individuelle, gebäudeeigene Heizsysteme, wie Luft-Wasser-Wärmepumpen, Biomasseheizungen, Solarthermie oder auch elektrische Direktheizungen.

#### Charakteristische Gebietsstruktur

- Ländliche Streusiedlungen
- Niedrige Bebauungsdichte
- Geringe Wärmedichte
- Topographisch herausforderndes Gelände

#### Planungsrahmen bei dezentraler Versorgung

Die Heizungen in Gebieten mit dezentraler Versorgung werden im Zielszenario zu 20% mit Luft-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen abgebildet, da diese in gedämmten Gebäuden sehr effizient und ohne lokale Emissionen arbeiten. Da allerdings das Stromnetz nicht zu stark überlastet werden soll und eine gewisse Diversität gezeigt werden soll, wird ebenfalls ein Anteil von 80% Biomasse-Heizungen vorgesehen, da diese auch Gebäude mit geringeren Effizienzstandards mit geringer Abhängigkeit vom Stromnetz mit Wärme versorgen können. Bei einem Teil der Gebäude mit dezentraler Versorgung wird zudem Solarthermie eingesetzt, um die Hauptheizung bei der Deckung des Warmwasserbedarfs zu unterstützen.

Es ist zu beachten, dass neben Biomasseheizungen und Wärmepumpen auch weitere Technologien zur Wärmeversorgung in Betracht gezogen werden können. Im Zielszenario wurde aus Gründen der Vereinfachung der Prognose primär mit Biomasse und Wärmepumpe gerechnet. Dabei wird jedoch auch der Einsatz von Solarthermie sowie geothermischen Potenzialen, insbesondere Grundwasserwärme und oberflächennaher Geothermie, berücksichtigt, die ebenfalls als wichtige ergänzende Technologien zur Erreichung der Klimaneutralität in der Wärmeversorgung zur Verfügung stehen.

## Gebiete mit dezentraler Versorgung in Windberg

Die Kommune Windberg besteht aus insgesamt 27 Gemeindeteilen, von denen viele nur eine geringe Einwohnerzahl aufweisen. Im Zuge der Analyse wurden Bereiche abgegrenzt, die vorrangig für eine dezentrale bzw. individuelle Wärmeversorgung geeignet sind.

In locker bebauten Strukturen steht in der Regel ausreichend Fläche für den Einsatz von Wärmepumpen, oberflächennaher Geothermie sowie Biomasseheizungen einschließlich der notwendigen Brennstofflager zur Verfügung. Die Anlieferung von Biomasse gestaltet sich in diesen Gebieten ebenfalls meist unkompliziert, da hier häufig gut ausgebaute Straßen vorhanden sind.

Als weiteres wesentliches Kriterium ist das Baualter der Gebäude zu nennen: In neueren Siedlungsbereichen kann in der Regel auf einen Anschluss an Wärmenetze verzichtet werden, da dort bereits überwiegend regenerativere Heizsysteme genutzt werden.

Alle Teilgebiete in Windberg, die weder als Wärmenetz-Eignungsgebiet noch als Wärmenetz-Erweiterungsgebiet oder Prüfgebiet ausgewiesen sind, werden als Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung eingeordnet.

### 6.1.2.3. Wasserstoffnetzgebiete

#### Infobox

##### Definition

Gebiete, in denen perspektivisch eine Versorgung mit Wasserstoff über ein Wasserstoffnetz in Betracht gezogen wird. Die Nutzung dient dabei primär der Wärmeversorgung durch wasserstofffähige Heizanlagen.

##### Charakteristische Gebietsstruktur

- Bestehende Gasinfrastruktur mit H<sub>2</sub>-Eignung
- Hohe Verbräuche pro Haushalt oder viele Großverbraucher
- Langfristiger Prozesswärmebedarf >200°C
- Gewerbe- oder Industriecluster mit stofflichem Wasserstoffbedarf

Wasserstoffnetzgebiete haben den Vorteil, dass nur ein geringer Platzbedarf im Gebäude besteht, da eine gewisse Lastflexibilität gegeben ist. Außerdem ist eine Sektorenkopplung mit den stofflichen Verbräuchen durch die Industrie, oder kommenden Mobilitätskonzepten denkbar. Allerdings besteht bei der Wärmeversorgung mit Wasserstoff eine derzeitige Unsicherheit über die künftig verfügbaren Mengen an grünem Wasserstoff.

Der Ausbau dafür benötigter Elektrolyseure steht gegenwärtig noch am Anfang. Die tatsächlichen Produktionsmengen in Deutschland sind bislang nur sehr gering und Importe sind erst langfristig geplant. Daher ist die Planung eines dedizierten Wasserstoffnetzgebietes bisher nur in Einzelfällen mit langfristig gesichert wirtschaftlicher Verfügbarkeit sinnvoll.

### Wasserstoffnetzgebiete in Windberg

Bei Wasserstoff ist davon auszugehen, dass dieser zunächst vorrangig Großkunden wie Industrieunternehmen und Energiezentralen zur Verfügung gestellt wird und daher die Bildung von Wasserstoffclustern zur direkten Versorgung von Endverbrauchern derzeit eher unwahrscheinlich erscheint.

Da es in Windberg kein Gasnetz vorhanden ist, wird diese Variante zum aktuellen Stand ausgeschlossen. Bei fehlendem Gasnetz ist eine Anbindung zusätzlich an den Neubau einer lokalen Verteilinfrastruktur geknüpft.

## 6.1.2.4. Prüfgebiete

### Infobox

#### Definition

Gebiete, in denen zum Planungszeitpunkt keine eindeutige Zuordnung zu einer Versorgungsmethode möglich ist. Sie erfordern eine vertiefte Untersuchung hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Versorgungslösungen.

#### Charakteristische Gebietsstruktur

- Mittlere Bebauungsdichte
- Heterogene Gebäudestruktur (Alt- und Neubauten gemischt)
- Unklare Wirtschaftlichkeit eines Wärme- oder H<sub>2</sub>-Netzes
- Kein flächendeckendes Sanierungspotenzial vorhanden
- Mischung aus mehreren potenziellen Versorgungsoptionen

Der Grund für die Darstellung von Gebieten als Prüfgebiete ist primär die Unsicherheit wirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Um unter Umständen falsche, zu eilig getroffene Schritte zu vermeiden, ist es in einigen Fällen ratsam vorerst von einer eindeutigen Zuordnung abzusehen und die spätere, tiefergehende Prüfung zu empfehlen.

#### Planungsrahmen im Zielszenario

Im Zielszenario nehmen Prüfgebiete häufig mehrere Szenarien an, die verschiedene Arten der Wärmeversorgung im jeweiligen Prüfgebiet darstellen, allerdings keine finale Wertung über deren Ergebnis erlauben.

## Prüfgebiete in Windberg

Bei der Wärmeplanung von Windberg gibt es ein Gebiet, welches keiner eindeutigen Wärmeversorgungsart eindeutig zugeordnet werden konnten. Zum aktuellen Zeitpunkt kann hierfür keine Versorgungsempfehlung ausgesprochen werden. Das Gebiet wird daher als Prüfgebiet in den Wärmeplan aufgenommen.

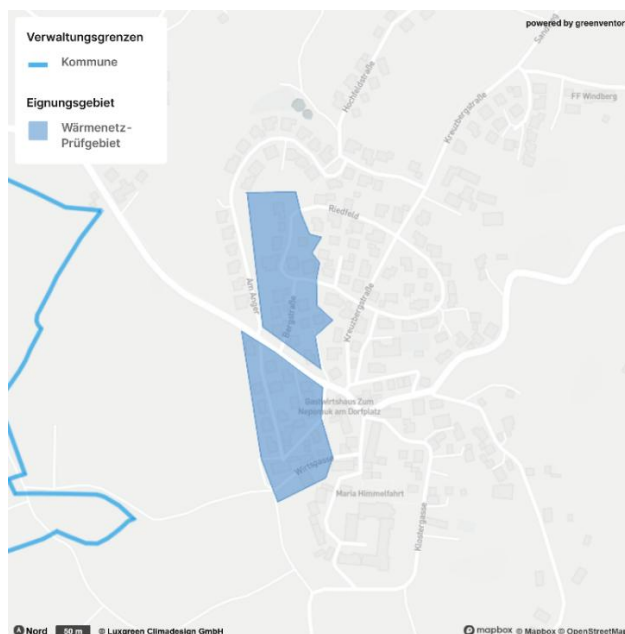


Abbildung 52: Prüfgebiet in Windberg

Das Gebiet ist der westliche Ortsteil in Windberg, wo eine mittlere bis geringe Besiedlungsdichten und Wärmeliniedichten vorliegen, was für den Bau eines Wärmenetzes unter gewissen Voraussetzungen spricht. Über einen Nebenarm an der Hauptleitung wäre eine Versorgung denkbar. Bei der Prüfung wird daher unterschieden, ob die Versorgung mit einem Wärmenetz oder über eine dezentrale Einzelversorgung erfolgt. Die

Bergstraße und Riedfeld sowie Schmidfeld wurden mit Perspektive auf eine Wärmenetzerweiterung ebenfalls der langfristigen Wärmenetzversorgung durch dieses Netz zugeteilt.

## 6.2 Auswertung des Zielszenarios

### 6.2.1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Für die strategische Weiterentwicklung der Wärmeversorgung ist der zukünftige Wärmebedarf ein zentraler Einflussfaktor. Denn in dem Maß, in dem energetische Sanierungen und Effizienzmaßnahmen in der Kommune realisiert werden, reduziert sich auch der Bedarf an bereitzustellender Energie erheblich.

Im betrachteten Szenario wird angenommen, dass jährlich rund 1,0% des Gebäudebestandes energetisch saniert werden. Es wird dabei nicht davon ausgegangen, dass jede Sanierung den höchstmöglichen Effizienzstandard erreicht. Vielmehr wird von praxisnahen, im Sanierungsalltag verbreiteten Maßnahmen ausgegangen. Dazu gehören vor allem eine Wärmedämmung, der Austausch von Fenstern oder die Erneuerung der Heizanlage. Die Annahme bezüglich der Sanierungsrate liegt leicht über dem derzeitigen bundesweiten Durchschnitt, stellt jedoch eine ambitionierte und zugleich realistisch erreichbare Zielgröße dar.

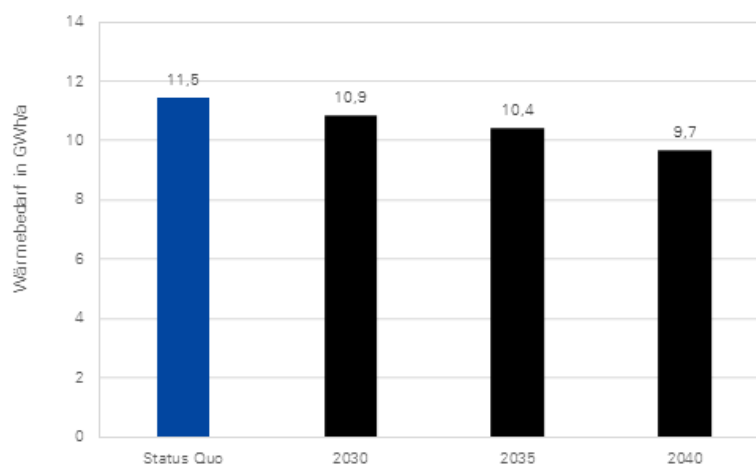


Abbildung 53: Wärmebedarfsreduktion über die Stützjahre

Die Wirkung dieser kontinuierlichen Sanierungsmaßnahmen auf den Wärmebedarf der Gemeinde zeigt (Abbildung 53).

Der aktuelle Wärmebedarf liegt bei rund 11,5 GWh pro Jahr. Bis 2040 sinkt dieser voraussichtlich auf ca. 9,7 GWh, also etwa 15,7%. Der Rückgang erfolgt stetig über die Jahrzehnte und reflektiert die Wirkung kumulierter Sanierungsmaßnahmen über den Planungszeitraum hinweg. Auch ohne maximale Sanierungstiefe ergibt sich so ein deutlich reduzierter Energiebedarf.

Im Ausgangsjahr basiert die Wärmeerzeugung zu rund 42,5% auf fossilen Energieträgern. Im Zuge der angestrebten Dekarbonisierung erfolgt bis zum Zieljahr 2040 eine grundlegende Restrukturierung des Energiemixes. Die Nutzung von Heizöl und Erdgas wird schrittweise vollständig zurückgeführt und ist im Zielzustand kein Bestandteil des Energiemixes mehr.

Parallel dazu gewinnen erneuerbare und strombasierte Energiequellen erheblich an Bedeutung. Der Anteil biogener Brennstoffe wie Holzpellets, Hackschnitzel und Restbiomasse steigt bis 2040 kontinuierlich und deckt in etwa 82,8% des gesamten Wärmebedarfs. Der steigende Anteil des Stromverbrauchs im Wärmesektor spiegelt insbesondere die zunehmende Verbreitung elektrischer Wärmeerzeuger, vor allem Wärmepumpen wider.

## 6.2.2. Energiebilanz

Basierend auf den zuvor beschriebenen Wärmeversorgungsgebieten und den entsprechend favorisierten Versorgungsarten wird der resultierende Energiemix für das Zieljahr 2040 und für die Stützjahre 2030 und 2035 aggregiert dargestellt (Abbildung 54).

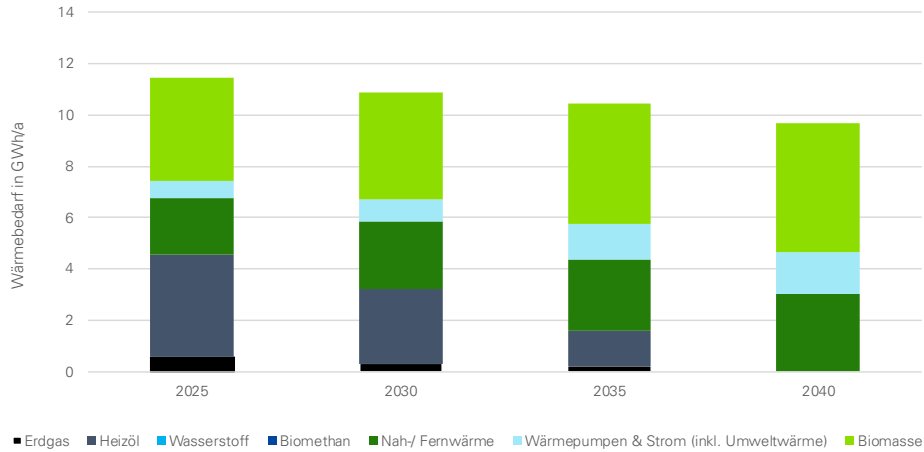


Abbildung 54: Wärmeversorgungsarten über die Stützjahre

## 6.2.3. Emissionsbilanz

Neben der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit der verschiedenen Versorgungsoptionen ist die Quantifizierung von Treibhausgasemissionen von zentraler Bedeutung zur Bewertung der Dekarbonisierung durch die Umsetzung der nachhaltigen, kommunalen Wärmeversorgung. Die Emissionsbilanz stellt dabei das prognostizierte Einsparpotenzial des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes dar, welches in Verbindung mit den zuvor beschriebenen strategischen Vorgehensweisen steht.

Bei der Berechnung wurden die derzeit gültigen Emissionsfaktoren für die jeweiligen Energieträger gemäß Technikkatalog der Wärmeplanung angesetzt. Neben der Umsetzung der Maßnahmen sind demzufolge auch die zukünftigen Emissionsfaktoren zur Bewertung des tatsächlichen Treibhausgasausstoßes zu berücksichtigen. Es ist zu erkennen, dass der Hauptanteil der Emissionen auf den Einsatz von Heizöl und Erdgas zurückzuführen ist. Jedoch sind auch mit vollständiger regenerativer Versorgung Emissionen aufgrund des Einsatzes von fossilen Energien in der Wertschöpfungskette - Anbau, Ernte, Transport und Verarbeitung - anzunehmen.

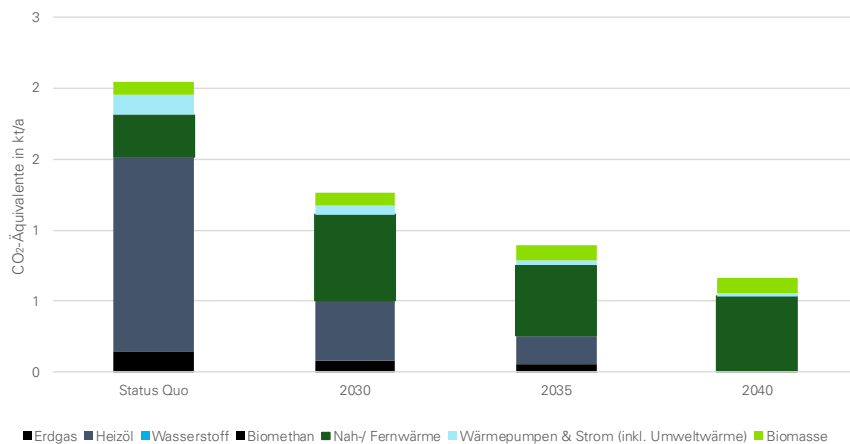


Abbildung 55: Entwicklung der Treibhausgasemissionen

## 7. Wärmewendestrategie (Umsetzungsstrategie)

### Infobox

Die kommunale Wärmeplanung endet nicht mit der Analyse des Status quo oder der Entwicklung langfristiger Zielbilder. Ihre Wirksamkeit entscheidet sich in der Umsetzungsphase: Hier werden strategische Ziele in konkrete Maßnahmen überführt, Prioritäten gesetzt, Fördermittel erschlossen und zentrale Akteure aktiviert. Die Wärmewendestrategie bildet somit das Herzstück der Umsetzung – sie legt fest, wie, wo und mit wem die Wärmeversorgung vor Ort systematisch transformiert werden kann.

Ziel dieses Kapitels ist es, die entwickelten Maßnahmen nicht nur aufzuzählen, sondern sie als koordiniertes Gesamtsystem zu strukturieren. Damit wird die Umsetzung nicht zum Zufallsprodukt einzelner Projektideen, sondern folgt einem klaren Fahrplan: abgestimmt auf technische Potenziale, wirtschaftliche Tragfähigkeit, soziale Akzeptanz und politische Steuerbarkeit.

Die Wärmewendestrategie gliedert sich in den folgenden wesentlichen Handlungsebenen.



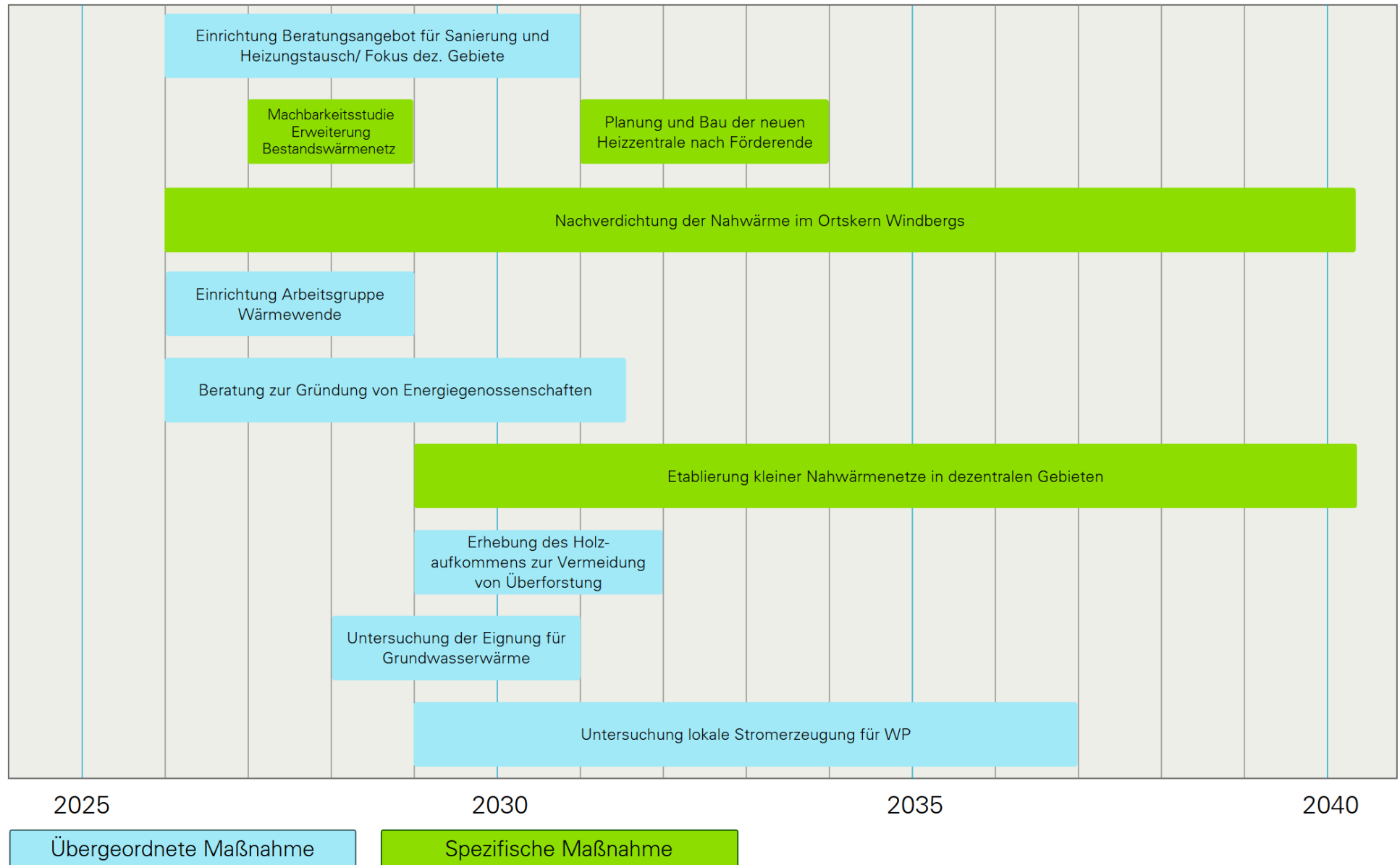
Abbildung 56: Ablauf bis zur Umsetzungsstrategie

### 7.1 Maßnahmen

Der Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung erfordert konkrete, gut abgestimmte Schritte. Dabei spielen sowohl der Ausbau von Wärmenetzen als auch dezentrale Lösungen wie Sanierung oder erneuerbare Heizsysteme eine zentrale Rolle.

Die identifizierten Maßnahmen wurden nach fachlichen Kriterien bewertet, insbesondere hinsichtlich ihrer Machbarkeit, Kosten, Wirkung auf die CO<sub>2</sub>-Reduktion und Umsetzbarkeit.

Die Maßnahmensteckbriefe enthalten Priorität, Typ, zeitliche Einordnung, Kostenschätzung sowie eine Bewertung ihres Beitrags zur Zielerreichung. Sie dienen als Orientierung für Verwaltung, Politik und weitere Akteure, ohne verbindlich zu sein – können jedoch wichtige Impulse für eine zügige Umsetzung liefern.



## 7.2 Übergeordnete Maßnahmen

### 7.2.1. Untersuchung der Eignung für Grundwasserwärme

Maßnahmentyp	Planungsvorbereitung/ Strategische Konzepterstellung	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Start 2028, Bearbeitung 1-3 Jahre		
<b>Handlungsfeld</b>	Erneuerbare Wärmequellen, Infrastrukturplanung und oberflächennahe Geothermie.		
<b>Betroffene Akteure</b>	VG Hunderdorf, Wasserwirtschaftsamt, Fachgutachter (Hydrogeologe), Eigentümer potenzieller Standorte, ggf. Umweltverbände.		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	Untersuchung von Grundwasserleiter, Wassertemperatur, Ergiebigkeit und hydrochemischen Parametern zur Abschätzung der Eignung für den Einsatz in Wärmepumpensystemen. Fokus liegt auf wirtschaftlichen nutzbaren Bereichen mit hoher Bebauungsdichte und geringem Netzanschlussaufwand.		
<b>Startmaßnahmen</b>	Auswahl potenzieller Standorte auf Basis vorliegender geologischer Karten, Abstimmung mit Wasserwirtschaftsamt, Beauftragung eines hydrogeologischen Fachbüros, Organisation notwendiger Bohrungen und Pumpversuche.		
<b>Einsparpotenzial</b>	Nicht quantifizierbar		
<b>Kostenschätzung</b>	Gutachten/Studie je nach Größe 10.000€ bis 50.000€ (je nach lokalen Gegebenheiten)		
<b>Förderung</b>	KfW – Programme, Alternativ über BEW vorbereitende Gutachten im Kontext eines späteren Transformationsplans.		
<b>Kostenträger</b>	VG Hunderdorf, evtl. interessierte Projektentwicklung oder Energieversorger		
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, Förderung		

### 7.2.2. Einrichtung Beratungsangebot für Sanierung und Heizungstausch mit Fokus auf dezentrale Gebiete

Maßnahmentyp	Beratungsangebot zur Umsetzung strategisches Konzepterstellung	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Start: ab sofort, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäudesanierung, Energieberatung, Öffentlichkeitsarbeit, Förderkulisse		
<b>Betroffene Akteure</b>	VG Hunderdorf, Handwerkskammer		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	Der Kernpunkt dieser Maßnahme ist, die energetische Sanierung im privaten Gebäudebestand gezielt zu fördern. Dafür wird eine umfassende Kommunikationsstrategie entwickelt, die über Förderprogramme, gesetzliche Anforderungen und Vorteile von Sanierungen informiert. Informationsmaterialien und Kampagnen werden in Kooperation mit der Energieagentur und regionalen Partnern		

	umgesetzt. Ergänzend wird das lokale Handwerk qualifiziert, um die Umsetzungskapazitäten zu stärken.  Die Kommune prüft ergänzend kommunale Förderinstrumente und geht mit der Sanierung eigener Liegenschaften als Vorbild voran. Parallel erfolgt eine räumliche Fokussierung auf identifizierte Quartiere mit hohem Sanierungsbedarf zur Initiierung kollektiver Maßnahmen.
<b>Startmaßnahmen</b>	Aufbau eines Koordinierungsteams für Kommunikation und Beratung Erarbeitung einer Info- und Kampagnenstrategie Kontaktaufnahme mit Handwerksvertretungen Erhebung Qualifizierungsbedarf Handwerk / Beratung Festlegung erster Schwerpunktgebiete auf Grundlage der Wärmeplanung
<b>Einsparpotenzial</b>	Nicht quantifizierbar
<b>Kostenschätzung</b>	10.000 bis 75.000 € (je nach Zeitraum, abhängig von Umfang)
<b>Förderung</b>	Förderung für Energieberatung (z.B. BAFA, Ggf. Finanzierung durch Landesprogramm)
<b>Kostenträger</b>	VG Hunderdorf
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, Förderung

### 7.2.3. Einrichtung einer Arbeitsgruppe Wärmewende

Maßnahmentyp	Planungsvorbereitung/ Strategische Konzepterstellung	Priorität:	Hoch
<b>Zeitraum</b>	Start: ab sofort, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>	Evaluation, Monitoring, Fortschreibung & Controlling		
<b>Betroffene Akteure</b>	VG Hunderdorf, Gemeinderäte, Energiegenossenschaften, Bürger, Planungsbüros, ggf. Fach – IT - Dienstleister		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<p>Zur erfolgreichen Umsetzung des kommunalen Wärmeplans wird eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe „Wärmewende“ eingerichtet. Sie koordiniert den Austausch zwischen Verwaltung, Politik, Energiegenossenschaften, Fachakteuren und Bürgern. Die Gruppe baut ein kontinuierliches Monitoring auf, bewertet regelmäßig den Fortschritt zentraler Maßnahmen und identifiziert frühzeitig Handlungsbedarfe, um die Umsetzung transparenter und effizienter zu gestalten.</p> <p>Die Gruppe setzt sich zusammen aus Gemeinderäten, Vertretern regionaler Energiegenossenschaften, Verwaltung, ggf. lokalen Energieversorgern sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.</p>		
<b>Startmaßnahmen</b>	Beschluss zur Einrichtung der Arbeitsgruppe, Auswahl und Berufung der Mitglieder, Erstinformation und Beteiligung der Öffentlichkeit, Aufbau eines Monitoringsystems (Kennzahlen, Datenquellen)		
<b>Einsparpotenzial</b>	Nicht quantifizierbar		
<b>Kostenschätzung</b>	5.000 bis 15.000 €		
<b>Förderung</b>	Kommunale Mittel, Beantragung des pauschalen Mehrbelastungsausgleichs		
<b>Kostenträger</b>	VG Hunderdorf		
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, ggf. ergänzende Förderprogramme zur digitalen Infrastruktur oder Energieeffizienzberatung.		

#### 7.2.4. Erhebung des Holzaufkommens zur Vermeidung von Überforstung

Maßnahmentyp	Planungsvorbereitung/ Erschließung regionaler Ressourcen	Priorität:	Mittel
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Start 2029, Durchführung 1 - 3 Jahre		
<b>Handlungsfeld</b>	Erneuerbare Wärmeerzeugung, Kreislaufwirtschaft, regionale Wertschöpfung, Landwirtschaft		
<b>Betroffene Akteure</b>	VG Hunderdorf, lokale Land- und Forstwirtschaft, Energiegenossenschaften, potenzielle Wärmenetzbetreiber, Sägewerke/Holzverarbeiter.		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<p>Die ländliche Lage der VG bietet oft ein hohes Biomassepotenzial (z.B. Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, landwirtschaftliche Reststoffe). Diese Maßnahme zielt darauf ab, die nachhaltig verfügbare Menge an Hackschnitzeln zu ermitteln und gleichzeitig die logistische Kette (Lagerung, Aufbereitung, Transport) zu bewerten.</p> <p>Die Analyse bewertet auch das Risiko von Nutzungskonkurrenzen (z. B. mit anderen Holzverwertern) und schlägt ein regionales Betreibermodell vor (z.B. Genossenschaft). Zusätzlich wird die lokale Wertschöpfung gestärkt.</p>		
<b>Startmaßnahmen</b>	Kontaktaufnahme mit Waldbesitzervereinigungen und Landwirtschaftsvertretern. Standortprüfung für zentrale Hackschnitzel-Lager und Heizzentralen.		
<b>Einsparpotenzial</b>	Nicht quantifizierbar (Ermittlung im Rahmen der Studie)		
<b>Kostenschätzung</b>	10.000 € bis 50.000 €		
<b>Förderung</b>	BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze) für Vorstudien, ggf. Landesprogramme zur ländlichen Entwicklung, BioWärme Bayern (osfern Biomasse-Teil).		
<b>Kostenträger</b>	VG Hunderdorf, ggf. Landwirtschafts-/Forstgenossenschaften.		
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, Förderung		

#### 7.2.5. Untersuchung lokaler Stromerzeugung für die Wärmepumpenoffensive

Maßnahmentyp	Strategische Netzplanung/ Sektorkopplung und Digitalisierung	Priorität:	Mittel
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Start 2029, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>	Regenerative Stromerzeugung, Netzinfrastruktur, Lastmanagement, Digitalisierung		
<b>Betroffene Akteure</b>	VG Hunderdorf, Netzbetreiber Bayernnetze, potenzielle Betreiber von Großwärmepumpen, Gewerbetreibende, Energiegenossenschaften, Planungsbüros		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<p>Die Maßnahme adressiert die Herausforderung, dass der notwendige Ausbau von Wärmepumpen den lokalen Strombedarf stark erhöht und das bestehende Niederspannungsnetz überlasten kann.</p> <p>Das Ziel ist eine integrierte Strategie zur netzdienlichen Einspeisung, Speicherung und Steuerung des Stromverbrauchs (Lastmanagement).</p>		

<b>Startmaßnahmen</b>	Netzstudie in Kooperation mit dem Verteilnetzbetreiber (Netzbauszenario), Erarbeitung einer Flexibilitätsstrategie für die steuerbaren Lasten
<b>Einsparpotenzial</b>	Nicht direkt quantifizierbar. Indirekt hohes Potenzial durch vermiedene, teure Netzausbaukosten und gesteigerte Versorgungssicherheit.
<b>Kostenschätzung</b>	15.000 bis 50.000 € (für Netzstudie und Smart-Grid-Konzept)
<b>Förderung</b>	BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze) für Vorstudien, ggf. Landesprogramme zur ländlichen Entwicklung.
<b>Kostenträger</b>	Kommune Hunderdorf, LfA Energiekredit Regenerativ (für Anlagen Erzeugung erneuerbarer Energie)
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, Förderung

### 7.2.6. Beratung zur Gründung von Energiegenossenschaften

Maßnahmentyp	Beratungsangebot zur Umsetzung dezentraler Versorgungsstrukturen	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Ab sofort, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>	Bürgerengagement, Aufbau einer dezentraler Wärmeversorgung für wenige Hausanschlüsse (<20)		
<b>Betroffene Akteure</b>	Bürger (als zukünftige Genossen und Abnehmer), Grundstückseigentümer, Landwirtschaft (Lieferant von Biomasse), Verwaltungsgemeinschaft, Energiegenossenschaften (Neugründung/Bestehende), Planungsbüros		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<p>Das Ziel ist die Gründung und Etablierung bürgergetragener Nahwärmenetze in den Ortsteilen oder Weilern, die nicht vom geplanten Hauptwärmenetz im Ortskern erfasst werden können (z.B. aufgrund zu großer Entfernungen, geringer Rentabilität für große Netzbetreiber).</p> <p>Die Organisationsform der Energiegenossenschaft bindet die Bürger direkt ein, sichert eine hohe Akzeptanz und ermöglicht eine lokale Wertschöpfung. Die Nahwärmenetze sollen primär auf erneuerbare Energiequellen basieren (z.B. Hackschnittel aus regionaler Waldwirtschaft, Solarthermie, Wärmepumpen/Umweltwärme).</p> <p>Zur Umsetzung sind folgende Schritte notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedarfsanalyse: Potenzielle Abnehmer und deren Wärmebedarf in den Zielgebieten ermitteln.</li> <li>- Potenzialanalyse: Verfügbarkeit regionaler erneuerbarer Energieträger (Biomasse, Solar, Abwärme) prüfen.</li> <li>- Gründung: Initiierungstreffen zur Gründung einer Energiegenossenschaft oder eines Trägervers.</li> <li>- Konzeption: Erstellung einer Machbarkeitsstudie und Detailplanung für die Trassenführung und die zentrale Erzeugungsanlage.</li> <li>- Finanzierung: Einwerbung von Genossenschaftskapital sowie kommunaler / öffentlicher Fördermittel</li> </ul>		
<b>Startmaßnahmen</b>	Aufbau eines Koordinierungsteams für Kommunikation und Beratung, Erarbeitung einer Info- und Kampagnenstrategie, Kontaktaufnahme mit bestehenden Betreibern kleiner Nahwärmenetze zur Erkenntnisgewinnung.		
<b>Einsparpotenzial</b>	Ermittlung im Rahmen der Machbarkeitsstudie		

<b>Kostenschätzung</b>	10.000 bis 50.000 € (für Machbarkeitsstudie, Gründungskosten, Rechtsberatung, Umfang)
<b>Förderung</b>	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 1 (Systemanalyse & Machbarkeitsstudien), Förderung für Energieberatung (z.B. BAFA), Fördermöglichkeiten für Genossenschaften (z.B. KfW-Darlehen oder spezielle Landesprogramme)
<b>Kostenträger</b>	Energiegenossenschaft, VG (für die Anschubfinanzierung der Studie)
<b>Finanzierung</b>	Eigenkapital der Genossen (Anteile), Genossenschaftsdarlehen, kommunale Fördermittel

### 7.3 Gebietsspezifische Maßnahmen

#### 7.3.1. Machbarkeitsstudie Erweiterung Bestandsnetz „Am Anger“

##### Studie zur Erweiterung des Wärmenetzes im Straßenzug „Am Anger“

Maßnahmentyp	Planungsvorbereitung/ Konzepterstellung	Strategische	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Ab sofort			
<b>Handlungsfeld</b>	Planung und Studie zur Erweiterung eines Nahwärmenetzes			
<b>Betroffene Akteure</b>	Eigentümer vor Ort, Kommune Hunderdorf, evtl. Energiegenossenschaften, regionale Energieberater, Ingenieur- und Planungsbüros			
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	Das Ziel der Maßnahme ist es, den Anschluss weiterer Straßenzüge an ein bestehendes Wärmenetz zu untersuchen. Die aktive Gewinnung vieler Hausanschlüsse ist dazu essenziell. Zur Umsetzung der Maßnahme braucht es eine gezielte Planungs- und Umsetzungsstrategie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Straßenzüge lassen sich technisch und wirtschaftlich sinnvoll erschließen?</li> <li>- Welche Wärmemengen kommen durch neue Anschlüsse hinzu? Welche Eigentümer sind bereit, anzuschließen?</li> <li>- Wie muss die Erzeugungsleistung im Wärmenetz angepasst werden?</li> </ul>			
<b>Startmaßnahmen</b>	Analyse der bestehenden Versorgungsdichte, Veranlassung vertiefter Grundlagenanalysen der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit potenzieller Netzverdichtungen, Eigentümerbefragung zur Gewinnung möglichst vieler Anschlüsse.			
<b>Einsparpotenzial</b>	Ermittlung im Rahmen der Studie (THG und Energie)			
<b>Kostenschätzung</b>	bis 100.000 € (abhängig von Netzlänge, Erzeugungsanlage, Anschlussquote, Bauabschnitten)			
<b>Förderung</b>	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1, ggf. ergänzend: Biowärme Bayern oder Dorferneuerungsrichtlinie			
<b>Kostenträger</b>	Wärmenetzbetreiber, Evtl. Kommune als Anschubfinanzierung			
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel			

## 7.3.2. Planung und Bau einer neuen Heizzentrale nach Förderende

## Planung und Bau einer neuen Heizzentrale zur Versorgung des wachsenden Nahwärmenetzes

Maßnahmentyp	Planungsvorbereitung/ Strategische Konzepterstellung	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	Ab 2031, Planung und Bau innerhalb 1-3 Jahre		
<b>Handlungsfeld</b>	Planung und Bau einer neuen Heizzentrale		
<b>Betroffene Akteure</b>	Eigentümer vor Ort, VG Hunderdorf, evtl. Energiegenossenschaften, regionale Energieberater, Ingenieur- und Planungsbüros		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<p>Der Aufbau eines zentralen Nahwärmenetzes im Ortskern soll eine zukunftssichere, klimafreundliche und wirtschaftlich stabile Wärmeversorgung ermöglichen. Im Mittelpunkt der technischen Anlage steht der Wärmeerzeuger.</p> <p>Der Wärmeerzeuger muss sowohl den aktuellen Wärmebedarf als auch den erwarteten Mehrbedarf durch zukünftige Neubauvorhaben oder Erweiterungen des Netzes decken. Je nach örtlichen Rahmenbedingungen können unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen, etwa Biomassekessel, Großwärmepumpen, Solarthermieanlagen oder eine Kombination mehrerer Systeme (hybride Wärmeerzeugung).</p> <p>Ziel ist die Schaffung einer leistungsfähigen Infrastruktur, die möglichst viele Gebäude einbindet und damit hohe Auslastung, niedrige Wärmeerzeugungskosten, effizienten Netzbetrieb sowie mögliche Erweiterungen sicherstellt. Zudem bietet der zentrale Ansatz die Möglichkeit, die Energieerzeugung schrittweise an technologische Entwicklungen oder geänderte klimatische und energetische Anforderungen anzupassen.</p>		
<b>Startmaßnahmen</b>	Machbarkeitsstudie zur Umsetzung eines lokalen Wärmenetzes, Umfragen für künftige Anschlussnehmer zur Einschätzung der Heizleistung		
<b>Einsparpotenzial</b>	Ermittlung im Rahmen der Studie (THG-Minderung und Primärenergiebedarf)		
<b>Kostenschätzung</b>	Mehrere 100.000 € für die Erzeugungsanlage		
<b>Förderung</b>	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1, ggf. ergänzend: Biowärme Bayern, teilweise LfA-Kredit		
<b>Kostenträger</b>	Wärmenetzbetreiber, Kommune		
<b>Finanzierung</b>	Eigenmittel, Fördermittel		

### 7.3.3. Nachverdichtung der Nahwärme im Ortskern

#### Strategische Nachverdichtung und Anschlussoptimierung im Ortskern

Maßnahmentyp		Planungsvorbereitung/ Strategische Konzepterstellung	Priorität:	Mittel
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	<b>Zeit-</b>	Ab 2030, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>		Planung und Umsetzung zur Nachverdichtung des Wärmenetzes		
<b>Betroffene Akteure</b>		Eigentümer vor Ort, VG Hunderdorf, regionale Energieberater, Ingenieur- und Planungsbüros		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<b>der</b>	Ziel der Maßnahme ist die Erweiterung der bestehenden Wärmenetzinfrastruktur durch neue Leitungsabschnitte und zusätzliche Hausanschlüsse in bislang unterversorgten Bereichen. Ein höherer Anschlussgrad erhöht die Effizienz des Netzes, senkt Energieverluste und verbessert die Wirtschaftlichkeit. Die Nachverdichtung ist kein Großprojekt mit Baubeginn und -ende, sondern ein kontinuierlicher Prozess: Trasse für Trasse, Anschluss für Anschluss wächst das Netz. Mit jedem gewonnenen Anschluss wächst die Chance auf eine zukunftsfähige, bezahlbare und klimaneutrale Wärmeversorgung.		
<b>Startmaßnahmen</b>		Analyse der bestehenden Versorgungsdichte, Systematische Identifikation infrastruktureller Schwachstellen, Entwicklung eines Priorisierungsmodells zur Gebietsauswahl, Veranlassung vertiefender Grundlagenanalysen der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit potenzieller Netzverdichtungen.		
<b>Einsparpotenzial</b>		Groß, jedoch nicht quantifizierbar		
<b>Kostenschätzung</b>		Aufgrund geringer Planungstiefe nicht kalkulierbar		
<b>Förderung</b>		BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze) für Vorstudien, ggf. Landesprogramme zur ländlichen Entwicklung.		
<b>Kostenträger</b>		Kommune, Wärmenetzbetreiber		
<b>Finanzierung</b>		Eigenmittel, Fördermittel		

### 7.3.4. Etablierung kleiner Nahwärmenetze in dezentralen Gebieten

#### Bau kleiner Nahwärmenetze (Energiegenossenschaften) in dezentralen Gebieten

Maßnahmentyp		Projektentwicklung und Umsetzung dezentraler Versorgungsstrukturen	Priorität:	Hoch
<b>Empfohlener Zeitraum</b>	<b>Zeit-</b>	Ab 2029, laufend		
<b>Handlungsfeld</b>		Bürgerengagement und Partizipation, Aufbau einer dezentraler Wärmeversorgung für wenige Hausanschlüsse (<20), Einsatz regionaler erneuerbare Energien (z.B. Hackschnitzel, Solarthermie, Biogas)		
<b>Betroffene Akteure</b>		Bürger (als zukünftige Genossen und Abnehmer), Grundstückseigentümer, Landwirtschaft (Lieferant von Biomasse), Verwaltungsgemeinschaft, Energiegenossenschaften (Neugründung/Bestehende), Planungsbüros		
<b>Beschreibung der Maßnahmen</b>	<b>der</b>	Die Maßnahme umfasst die bauliche Umsetzung kleiner, dezentraler Nahwärmenetze, die von lokalen Energiegenossenschaften getragen werden. Nachdem		

	<p>Bedarf, Energiepotenziale und organisatorische Strukturen geklärt sind, liegt der Fokus auf der technischen und praktischen Realisierung vor Ort.</p> <p>Dazu gehören die Errichtung einer gemeinsamen Wärmeerzeugungsanlage (z. B. Hackschnitzelkessel, Wärmespeicher, Solarthermieanlage oder Quartierswärmepumpe), der Bau des Leitungsnetzes innerhalb des jeweiligen Ortsteils sowie die Installation der Hausübergabestationen.</p> <p>Die Netze werden so ausgelegt, dass sie kompakt, effizient und auf die spezifischen Anforderungen kleiner Siedlungen zugeschnitten sind. Durch ihre geringe räumliche Ausdehnung und den hohen lokalen Bezug können sie besonders wirtschaftlich betrieben werden und gewährleisten eine verlässliche, erneuerbare Wärmeversorgung für abgelegene Ortsteile.</p>
<b>Startmaßnahmen</b>	<p>Festlegung des Betreiber- und Verantwortungsmodells innerhalb der Genossenschaften,</p> <p>Beauftragung eines Ingenieurs – bzw. Planungsbüros für die Planung,</p> <p>Abschluss von Wärmeliefer- und Netzanschlussverträgen mit den teilnehmenden Haushalten,</p> <p>Vorbereitung der Baustellenlogistik, Materialbeschaffung und Ausführungsplanung.</p>
<b>Einsparpotenzial</b>	<p>Ermittlung im Rahmen der Machbarkeitsstudie (insbesondere durch Substitution. Hohes Potenzial zur THG-Reduktion durch den Einsatz regionaler Biomasse.</p>
<b>Kostenschätzung</b>	<p>Mehrere 100.000€ (für Genehmigung und Umsetzung, je nach Größe)</p>
<b>Förderung</b>	<p>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 1 (Systemanalyse &amp; Machbarkeitsstudien), Förderung für Energieberatung (z.B. BAFA), Fördermöglichkeiten für Genossenschaften (z.B. KfW-Darlehen oder spezielle Landesprogramme, LfA Energiekredit Wärme (Genossenschaften sind berechtigt), Bio-Wärme Bayern)</p>
<b>Kostenträger</b>	<p>Energiegenossenschaft, (Kommune für die Anschubfinanzierung der Studie)</p>
<b>Finanzierung</b>	<p>Eigenkapital der Genossen (Anteile), Genossenschaftsdarlehen, Fördermittel, Ggf. Kommunalbürgschaft</p>

## 7.4 Verfestigungsstrategie

### Zielsetzung

Die kommunale Wärmeplanung ist kein Projekt, das mit der Übergabe des Abschlussberichts endet. Sie ist ein offener Prozess, der dauerhaft betreut, gepflegt und angepasst werden muss. Damit sie nicht als einmalige Maßnahme in der Schublade verschwindet, braucht es eine klare Struktur, wie die Inhalte langfristig gelebt und weiterentwickelt werden.

#### 1. Beteiligung weiterdenken

Ein Wärmeplan lebt davon, dass er von vielen getragen wird. Die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, Wohnungswirtschaft, Industrie, Energiedienstleistern und weiteren Akteuren ist nicht mit dem Planungsprozess abgeschlossen. Im Gegenteil: Die Umsetzung bringt erst richtig Bewegung in die Diskussion. Die Kommune sollte daher Beteiligungsformate dauerhaft etablieren. Denkbar sind z. B. ein Runder Tisch "Wärme", ein Wärmebeirat oder jährliche öffentliche Veranstaltungen zum Stand der Umsetzung. Ziel ist nicht nur Information, sondern vor allem Austausch

→ was funktioniert, was hakt, wo braucht es Unterstützung?

#### 2. Unterstützung durch Verwaltung einrichten

Die Wärmeplanung muss in der Verwaltung ankommen - fachlich wie organisatorisch. Das kann durch eine Koordinationsstelle oder die Zuordnung zu bestehenden Bereichen wie Klimaschutz oder Kommunalplanung erfolgen. Wichtig ist: Es braucht zuständige Personen, klare Zuständigkeiten und ausreichende Kapazitäten. Nur so kann die Fortschreibung und Umsetzung dauerhaft funktionieren. Die Wärmeplanung sollte außerdem regelmäßig in politischen Gremien behandelt werden, z. B. durch einen jährlichen Bericht im Bau- und Umweltausschuss.

#### 3. Transparenz und Kommunikation

Verlässliche Informationen über Wärme, Heizsysteme, Fördermöglichkeiten und Umsetzungsstand sind für die Akzeptanz entscheidend. Die Kommune sollte verständliche, niedrigschwellige Informationen bereitstellen - online wie offline. Dazu gehört auch, dass Daten aus der Wärmeplanung visuell aufbereitet und öffentlich zugänglich gemacht werden. Eine Übersicht über die aktuellen Treibhausgaseinsparungen oder den Stand beim Ausbau der Wärmenetze ist hilfreich, um Fortschritte sichtbar zu machen. Das schafft Vertrauen und zeigt, dass sich etwas bewegt.

#### 4. Fortschreibung frühzeitig organisieren

Die Annahmen und Maßnahmen der Wärmeplanung müssen regelmäßig überprüft werden. Das betrifft sowohl technische Entwicklungen (z. B. neue Förderbedingungen, Preise, Technologien) als auch lokale Veränderungen wie Neubaugebiete oder Unternehmensansiedlungen. Eine Fortschreibung alle fünf Jahre hat sich in der Praxis bewährt. Idealerweise wird sie in den Haushaltsplan aufgenommen und institutionell verankert.

## 7.5 Controlling Konzept

Ein wirksamer Wärmeplan benötigt eine kontinuierliche Beobachtung seiner Umsetzung. Das Controlling stellt sicher, dass zentrale Annahmen regelmäßig überprüft, Fortschritte dokumentiert und Zielabweichungen frühzeitig erkannt werden. Es dient als Instrument zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit und unterstützt die strategische Steuerung der Wärmewende auf kommunaler Ebene.

## 1. Zielsetzung und Funktion

Das Controlling ist das Rückgrat für jede Fortschreibung der Wärmeplanung. Es sorgt dafür, dass die Planung lebendig bleibt und auf neue Entwicklungen reagieren kann. Grundlage können ausgewählte Kennzahlen sein, die regelmäßig erhoben und bewertet werden. Wichtig: Es geht nicht um Vollständigkeit, sondern um Relevanz. Wenige, aber aussagekräftige Kennwerte reichen.

## 2. Indikatoren und Datenbasis

Für das Controlling werden zentrale Indikatoren regelmäßig aktualisiert. Die Auswahl der Kennzahlen erfolgt unter dem Kriterium der Relevanz für Steuerungsentscheidungen. Dazu zählen unter anderem:

- Anzahl neuer Gebäudeeinheiten mit Wärmenetzanschluss pro Jahr
- Sanierungsquote im Gebäudebestand, nach Nutzungsart
- Anteil erneuerbarer Wärme am Gesamtbedarf
- Treibhausgasemissionen pro Kopf im Wärmesektor
- Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Vergleich zum Zielszenario

Die Daten sollten überwiegend aus bestehenden Verwaltungs-, Abrechnungs- und Monitoring Strukturen stammen. Eine redundante Datenerhebung ist zu vermeiden.

## 3. Zuständigkeiten

Das Controlling sollte an die Stelle angebunden sein, die auch für die Wärmeplanung zuständig ist, idealerweise in enger Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement, Kommunalentwicklung und ggf. den Energieversorgern. Externe Unterstützung (z. B. durch Fachbüros) ist punktuell möglich, etwa für Auswertungen oder Fortschreibungen.

Wichtig ist die klare Aufgabenverteilung:

- Datensammlung und Pflege: Kommune, Fachämter, Versorger
- Auswertung und Interpretation: Koordinierungsstelle Wärmeplanung
- Berichterstattung: jährlich an Gemeinderat, öffentlich zugänglich

## 4. Informationsaufbereitung

Ein gutes Controlling zeigt nicht nur Zahlen, sondern macht Entwicklungen sichtbar. Eine einfache, webbasierte Visualisierung der THG-Entwicklung, Wärmenetzanschlüsse oder Fortschritte bei Sanierung und Wärmepumpen kann sehr wirksam sein - auch gegenüber der Öffentlichkeit. Wer sieht, dass sich etwas tut, ist eher bereit, sich zu beteiligen.

## 5. Adaptive Steuerung

Das Controlling ermöglicht eine dynamische Anpassung des Maßnahmenportfolios: Werden Zielwerte deutlich verfehlt, können weitere Steuerungsimpulse (z. B. Förderprogramme, ordnungsrechtliche Maßnahmen, Informationskampagnen) ausgelöst werden. Die Ergebnisse fließen systematisch in die turnusmäßige Fortschreibung des Wärmeplans ein.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Phasen der Wärmeplanung .....	4
Abbildung 2: Vorgehensweise bei der Bestandsanalyse.....	7
Abbildung 3: Gebäudebestand .....	9
Abbildung 4: Gebäudeverteilung nach Sektoren .....	9
Abbildung 5: Gebäudebestand nach Baualtersklasse.....	9
Abbildung 6: Gebäudebestand nach Baualtersklasse.....	10
Abbildung 7: GEG – Effizienzklassen .....	10
Abbildung 8: Gebäudetypen (Darstellung im Gebäudeblock) .....	11
Abbildung 9: Wärmeliniendichte (Darstellung auf Straßenabschnittsebene) .....	12
Abbildung 10: Treibhausgasemissionen nach Sektoren.....	12
Abbildung 11: Treibhausgasemissionen nach Energieträger.....	12
Abbildung 12: CO2 Emissionen (Darstellung im Gebäudeblock) .....	13
Abbildung 13: absoluter Wärmebedarf (Darstellung im Gebäudeblock) .....	13
Abbildung 14: Wärmebedarfsdichte (Darstellung im Gebäudeblock).....	13
Abbildung 15: Wärmebedarf nach Wirtschaftssektor .....	14
Abbildung 16: Warmwasserbedarf (Darstellung im Gebäudeblock).....	14
Abbildung 17: Prozesswärmebedarf (Darstellung im Gebäudeblock) .....	14
Abbildung 18: Brennstoffkategorie (Darstellung im Gebäudeblock) .....	15
Abbildung 19: Wärmebedarf nach Energieträger .....	15
Abbildung 20: Gegenüberstellung Energieträger .....	15
Abbildung 21: Gebiete mit Wärmenetzanschlüssen in unmittelbarer Nähe .....	16
Abbildung 22: Biogasanlage in Windberg .....	17
Abbildung 23: Ablauf der Potenzialanalyse .....	19
Abbildung 24: Potenzialpyramide .....	19
Abbildung 25: Restriktionsgebiete (Quelle: Bayern Atlas) .....	20
Abbildung 26: Dämmmaßnahmen.....	22
Abbildung 27: Einflussfaktoren auf die Sanierungsrate .....	23
Abbildung 28: Sanierungspotenzialklassen (Darstellung im Gebäudeblock) .....	23
Abbildung 29: Wärmebedarfsreduzierungspotenzial (Darstellung im Gebäudeblock) .....	24
Abbildung 30: Potenzial zur Reduzierung des Heizbedarfs nach Baualtersklasse in GWh/Jahr .....	24
Abbildung 31: Übersicht Erneuerbarer Energien .....	26

Abbildung 32: Potenziale zur Wärmeerzeugung durch Luftwärmepumpen in Windberg .....	27
Abbildung 33: Geothermiepotenzial - Flächen mit Eignung für oberflächennahe Kollektoren .....	29
Abbildung 34: Grundwasserpotenzial (Quelle: Energie Atlas Bayern) .....	30
Abbildung 35: Geothermieeignung - tiefe Geothermie (Sonden) .....	31
Abbildung 36: Temperaturverteilung in 1.000 m unter NHN (Quelle: GeotIS) .....	31
Abbildung 37: Temperaturverteilung in 2.600 m unter NHN (Quelle: GeotIS) .....	31
Abbildung 38: Solarthermisches Wärmepotenzial (Darstellung im Gebäudeblock) .....	32
Abbildung 39: Solarthermie - Eignung (Freiflächen) .....	33
Abbildung 40: Solarthermie – Erzeugung (Freiflächen).....	33
Abbildung 41: Biomasse - Landflächen .....	34
Abbildung 42: Biomasse - Potenzialflächen (Wärmemengen).....	34
Abbildung 43: Übersicht erneuerbare Stromquellen .....	36
Abbildung 44: Freiflächen PV - Nennertrag.....	36
Abbildung 45: Freiflächen PV - Eignung.....	36
Abbildung 46: PV - Strompotenzial (Darstellung im Gebäudeblock) .....	37
Abbildung 47: Zielszenario zeitlich .....	38
Abbildung 48: Übergeordnete Bewertungskriterien.....	38
Abbildung 49: Gebietsarten .....	39
Abbildung 50: Gebietseinteilung Windberg Zielszenario .....	40
Abbildung 51: Wärmenetzgebiete in Windberg .....	42
Abbildung 52: Prüfgebiet in Windberg.....	44
Abbildung 53: Wärmebedarfsreduktion über die Stützjahre.....	45
Abbildung 54: Wärmeversorgungsarten über die Stützjahre.....	46
Abbildung 55: Entwicklung der Treibhausgasemissionen .....	46
Abbildung 56: Ablauf bis zur Umsetzungsstrategie.....	47

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Wärmenetze .....	16
Tabelle 2: Übersicht der Kläranlagen .....	18
Tabelle 3: Eignungsbewertung .....	40