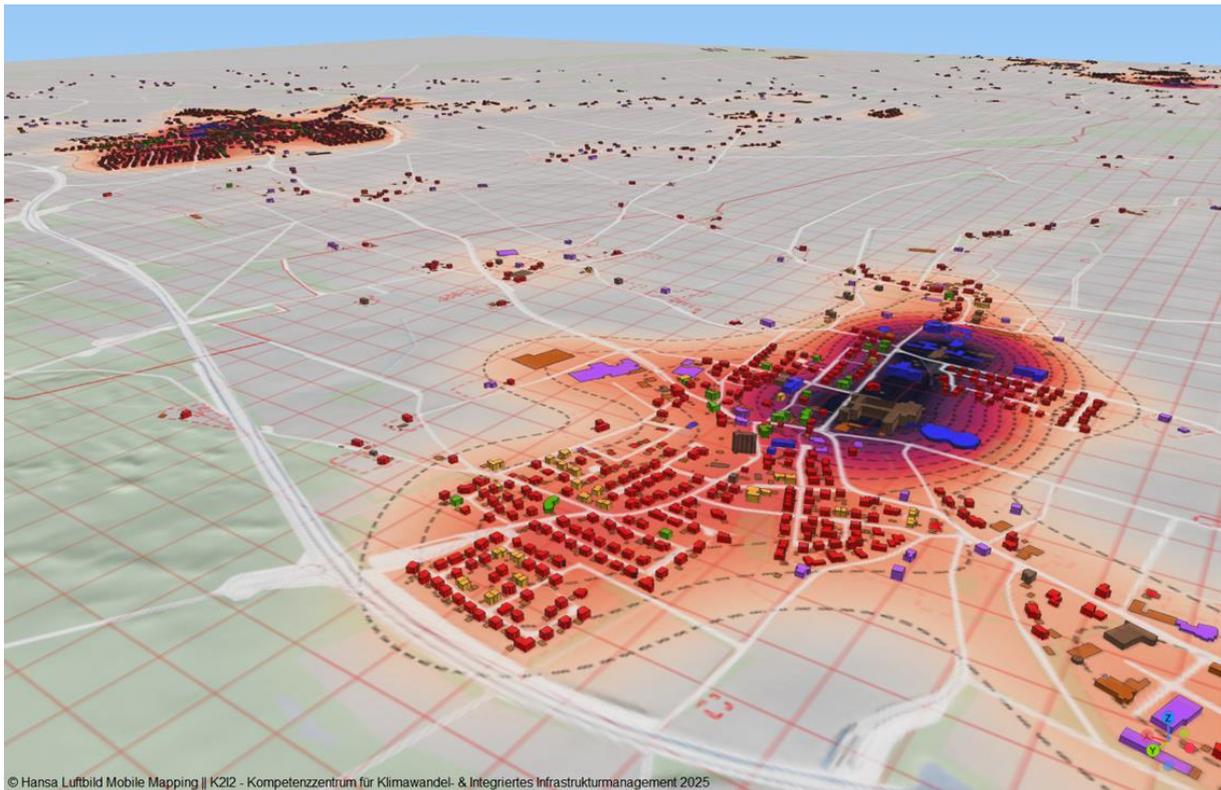


Kommunaler Wärmeplan für die Samtgemeinde Freren

Zwischenbericht zur Bestands- und Potenzialanalyse



Kommunaler Wärmeplan für die Samtgemeinde Freren

Projektpartner

Das Projekt „Kommunale Wärmeplanung“ wurde in Kooperation zwischen der Samtgemeinde Freren und der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH - K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - & Infrastrukturmanagement e.U. durchgeführt.

Auftraggeber:

Samtgemeinde Freren

Markt 1
49832 Freren

Tel.: 05902 950-214

Ansprechpersonen:

Paul Thünemann
David Weltring
Sonja Ahrend

Auftragnehmer:

Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH
K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - &
Infrastrukturmanagement e.U.

Nevinghoff 20
48147 Münster

Tel.: 0251-2330-0

Ansprechpersonen:

Dr. Paul Stampfl
Johannes Wippert
Eric Oeder



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)	7
2.1. Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine	8
2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung	9
2.3. Einbindung der relevanten Akteure*innen.....	11
3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung	12
4. Kommunikation und Partizipation.....	14
5. GIS gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement.....	15
6. Ergebnisse.....	16
6.1. Bevölkerungsentwicklung.....	16
6.2. Harmonisierung der Demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung	17
6.3. Veränderte Nutzungsanforderungen	18
7. Bestandsanalyse	19
7.1. Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet.....	19
7.2. Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung.....	21
7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung	22
7.2.2. Energiebedarfsmodellierung	23
7.2.3. Heizwärmedichte	26
7.2.4. Baublockcharakterisierung.....	26
7.2.5. Wärmelinien-dichte	27
7.3. Gebäudebestand – Anzahl Gebäude	28
7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen	31
7.4.1. Vorbildfunktion der Samtgemeinde Freren.....	34
7.5. Heizwärmebedarf.....	35
7.6. Energieträgerverteilung	39
7.7. Treibhausgasbilanz	40
8. Potentialanalyse	41
8.1. Potentiale erneuerbarer Energiequellen	41
8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Samtgemeinde Freren	42
8.3. Ergebnisse zu den Potentialen erneuerbarer Energiequellen	43
8.3.1. Geothermie	43

8.3.1.1	Oberflächennahe Geothermie.....	43
8.3.1.2	Tiefengeothermie	43
8.3.2.	Luftwärmepumpen	45
8.3.3.	Windkraft.....	47
8.3.4.	Solarenergie	49
8.3.5.	Bioenergie	52
8.3.6.	Kreislaufwirtschaft	52
8.3.7.	Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung	53
8.3.8.	Wasserstoff	54
8.3.9.	Abwärme	55
8.3.10.	Weitere erneuerbare Energiequellen	56
8.4.	Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung	57

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine.....	8
Abb. 2:	Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans.....	12
Abb. 3:	Geographische Merkmale und Basisstatistiken	16
Abb. 4:	Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Samtgemeinde Freren	16
Abb. 5:	Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung	21
Abb. 6:	Verorteter Gebäudebestand in QGIS.....	22
Abb. 7:	Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen...	23
Abb. 8:	Die „Heatmap“ als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster.....	24
Abb. 9:	Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/Jahr	25
Abb. 10:	Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung dargestellt auf dem 100x100-m-Zensusgitter.....	25
Abb. 11:	Wärmelinien-dichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen..	27
Abb. 12:	Gebäudebestand nach Gebäudekategorie	28
Abb. 13:	Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert)	29
Abb. 14:	Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)	30
Abb. 15:	Nutzfläche beheizter Gebäude pro Gebäudekategorie nach Epochen	31
Abb. 16:	Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen	32
Abb. 17:	Anteil Nutzfläche nach Gebäudekategorie.....	33
Abb. 18:	Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr).....	35
Abb. 19:	Heizwärmebedarf der Wohngebäude (in MWh/Jahr)	36
Abb. 20:	Durchschnittlicher Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter	37
Abb. 21:	Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf des Sektors Wohnen	38

Abb. 22: Energieträgerverteilung zur Deckung des Heizwärmebedarfs	39
Abb. 23: CO ₂ -Emissionen [t CO ₂ eq] nach Gebäudekategorie	40
Abb. 24: Max. Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestandssanierung	57

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Energieinfrastruktur	42
Tab. 2: Solarenergie - technische Potentiale und gegenwärtige Produktion	49

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS:	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG:	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BMDV:	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BISKO:	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMWK:	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB:	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
C:	Kohlenstoff
CO ₂ :	Kohlenstoffdioxid
DGNB:	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EEA:	European Energy Award
EFH:	Einfamilienhaus
ETS:	EU-Emissionshandelssystem
EZFH:	Ein- und Zweifamilienhaus
GEG:	Gebäudeenergiegesetz
GIS:	Geografisches Informationssystem
FW:	Fernwärme
KfW:	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK:	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP:	Kommunale Wärmeplanung
MaStR:	Marktstammdatenregister
MFH:	Mehrfamilienhaus
MVA:	Müllverbrennungsanlage
NWG:	Nichtwohngebäude
PV:	Photovoltaik
PW:	Prozesswärme
RH:	Reihenhaus
RW:	Raumwärme
TAB:	Thermische Abfallbehandlungsanlage
TABULA:	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
THG:	Treibhausgas
WG:	Wohngebäude
WPG:	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung
WW:	Warmwasser

1. Einleitung

Hintergrund zur kommunalen Wärmeplanung

Die Samtgemeinde Freren, verortet im Landkreis Emsland in Niedersachsen, hat sich entschieden, die Herausforderungen des Klimaschutzes und der Energiewende aktiv anzugehen. Um eine klimafreundliche und nachhaltige Wärmeversorgung sicherzustellen, beantragte die Samtgemeinde Fördermittel aus dem Klima- und Transformationsfonds. Diese wurden im Rahmen der Kommunalrichtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) bereitgestellt. Mit der Erstellung des Wärmeplans nimmt die Samtgemeinde Freren eine Vorreiterrolle im kommunalen Klimaschutz ein. Die Samtgemeinde setzt damit nicht nur die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) um, sondern liefert auch ein Beispiel für andere Kommunen, wie die Wärmewende effektiv gestaltet werden kann.

Rechtlicher Rahmen

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Samtgemeinde Freren basiert auf den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), das seit dem 1. Januar 2024 in Kraft ist. Das WPG verpflichtet alle deutschen Kommunen, eine strategische Planung für die Wärmeversorgung zu erstellen, um die nationalen Klimaziele zu erreichen und die Dekarbonisierung des Wärmesektors voranzutreiben. Der rechtliche Rahmen des WPG stellt sicher, dass die kommunale Wärmeplanung im Einklang mit den nationalen Klimazielen steht und die Umsetzung durch finanzielle Mittel unterstützt wird. Der Beschluss zur Annahme eines kommunalen Wärmeplans ist in der Regel nicht rechtlich bindend, sondern dient als strategische Orientierung. Rechtsverbindlichkeit entsteht erst durch explizite Gemeinde- oder Gemeinderatsbeschlüsse, etwa zur Ausweisung von Wärmenetzgebieten oder zur Einführung eines Anschluss- und Benutzungszwangs. Die kommunale Wärmeplanung ist somit ein dynamisches Instrument, das regelmäßig überprüft und an technologische sowie regulatorische Entwicklungen angepasst wird, um die Wärmewende nachhaltig und effizient zu gestalten.

Verpflichtungen der Kommunen

Gemäß dem WPG müssen alle Städte und Gemeinden bis spätestens Ende Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung vorlegen. Für größere Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt eine verkürzte Frist bis Ende Juni 2026. Ziel ist es, konkrete Maßnahmen zu entwickeln, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und den Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Technische und inhaltliche Vorgaben

Das WPG stellt klare Anforderungen an die Inhalte der Wärmeplanung.

Dies beinhaltet,

- die Bestandsaufnahme mit Erhebung und Analyse der bestehenden Wärmeversorgung, des Energiebedarfs und der genutzten Energieträger

- die Potentialanalyse mit der Untersuchung der Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Reduzierung des Energieverbrauchs
- die Szenarientwicklung zur Darstellung verschiedener Entwicklungspfade zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und ihrer wirtschaftlichen sowie ökologischen Auswirkungen
- eine Umsetzungsstrategie basierend auf konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität bis spätestens 2045

Diese Anforderungen gewährleisten eine einheitliche und fundierte Grundlage für die Wärmeplanung in Deutschland und tragen zur Transparenz und Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen bei.

Förderung und Finanzierung

Zur Unterstützung der Kommunen stellt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die Kommunalrichtlinie finanzielle Mittel aus dem Klima- und Transformationsfonds bereit. Diese Mittel dienen sowohl der Erstellung der Wärmepläne als auch der Finanzierung notwendiger Investitionen in die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Samtgemeinde Freren konnte durch diese Fördermittel die Erstellung des kommunalen Wärmeplans sicherstellen.

2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Samtgemeinde Freren wird ein klar strukturiertes Prozess- und Kommunikationsmanagement implementiert, das sicherstellt, dass alle relevanten Akteure*innen effektiv eingebunden werden und die Umsetzung zielgerichtet verläuft. Die Projektleitung und -koordination liegt bei der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild – K2I2, die in enger Abstimmung mit der Samtgemeinde Freren arbeitet. Ein Kernteam, bestehend aus der Samtgemeinde Freren (Bauamt) sowie dem Projektteam der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild – K2I2, trifft sich regelmäßig in Jour-fixe-Meetings, um den Projektfortschritt zu überprüfen und die nächsten Schritte abzustimmen. Ergänzt wird dieser Prozess durch einen Arbeitskreis, der sich aus Vertretern aller politischen Fraktionen und weiteren Verwaltungsmitarbeitenden zusammensetzt. Dieses Gremium sorgt für die strategische Lenkung und stellt sicher, dass die Maßnahmen mit den politischen, wirtschaftlichen und sozialen Anforderungen vor Ort abgestimmt werden. Zusätzlich wird durch eine fortlaufende Information über Zwischenergebnisse sowie eine öffentliche Abschlussveranstaltung Transparenz geschaffen und die Akzeptanz in der Öffentlichkeit nachhaltig gefördert. Diese regelmäßige Kommunikation, kombiniert mit einer strukturierten Zusammenarbeit zwischen den Akteuren*innen, legt die Basis für eine methodische und transparente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und trägt entscheidend zur Zielerreichung bei.

2.1. Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine

Arbeitspaket (AP) / Zeitplan	2024		2025							
	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August
AP0 - Projektmanagement										*9
AP1 - Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz			*2							
AP2 - Potentialanalyse				*3	*4					
AP3 - Strategie und Maßnahmenkatalog						*5				
AP4 - Beteiligung Verwaltungseinheiten und weiterer Akteure										
AP5 - Verstetigungsstrategie							*6			
AP6 - Controlling-Konzept							*7			
AP7 - Kommunikationsstrategie		*1								
AP8 - Endredaktion und Druck								*8		
AP9 - Akteursbeteiligung										
AP10 - Begleitende Öffentlichkeitsarbeit										

Geplante Meetings (Veranstaltungen)																				
Kernteamsitzung / optionale Termine zur Ergebnispräsentation in den relevanten Gremien und Einbindung des Steuerungskreises, ggfs. zur Unterstützung von Arbeitsgruppen in Stadtteilen und Fokusgebieten	x	0	x	x	x	x	x	x	(0)	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x
Kick-off Veranstaltung (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik) im Workshop-Format (interaktive Gruppenarbeit)	0																			
Meeting des Steuerungskreises	x/(0)				(x)/(0)	<--(x)/(0)-->			<--(x)/(0)-->											
Präsentation der Ergebnisse aus AP2 & AP3 sowie Vorschau auf AP4 & AP5 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik), ggfs. unter Einbindung interessierter Bürgerinnen & Bürger						x/(0)														
Workshop "Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog" inkl. Präsentation der Ergebnisse aus AP2 - AP4 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik), unter Einbindung der Öffentlichkeit									<-- 0 -->											
Abschlussveranstaltungen mit Präsentation des Wärmeplans unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik) und der Bürgerinnen & Bürger																			<-- 0 -->	

0 Termin vor Ort
 x Video Konferenz
 (x)/(0) optionale Termine



Meilensteine
*1 Vorlage Entwurf Beteiligungs- und Kommunikationsstrategie inkl. begleitender Öffentlichkeitsarbeit
*2 Abschluss und Präsentation der Ergebnisse aus AP2 - <u>1. Zwischenbericht</u> zur Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
*3 Abschluss und Präsentation AP3 - <u>2. Zwischenbericht</u> - Potentialanalyse Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien
*4 Festlegung Zielszenario
*5 Vorlage Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog - <u>3. Zwischenbericht</u>
*6 Vorlage Verstetigungsstrategie
*7 Vorlage Controlling-Konzept
*8 Druck des Wärmeplans
*9 Finale Übergabe & Abschluss der Wärmeplanung

Abb. 1: Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine

2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt das übergeordnete Ziel, eine klimaneutrale Wärmeversorgung vor Ort zu erreichen und dabei eine nachhaltige, ökologisch verantwortungsvolle und wirtschaftlich tragfähige Energieinfrastruktur zu schaffen.

Die übergeordneten Zieleetzungen der kommunalen Wärmeplanung sind:

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung:** Reduktion von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien und effizienter Technologien
- **Einhaltung von Klimazielen und gesetzlichen Vorgaben:** Beitrag zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzziele und Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen wie dem Wärmeplanungsgesetz
- **Erhöhung der Energieeffizienz:** Optimierung des Energieeinsatzes in Gebäuden und Versorgungssystemen
- **Stärkung der Versorgungssicherheit und Resilienz:** Aufbau einer stabilen, zukunftsfähigen Energieinfrastruktur, die auch auf klimatische und wirtschaftliche Herausforderungen vorbereitet ist
- **Regionale Wertschöpfung und Wirtschaftlichkeit:** Förderung lokaler Energielösungen und Stärkung der kommunalen Wirtschaft durch Investitionen in nachhaltige Projekte

Aufbauend auf diesen Zielsetzungen wird die kommunale Wärmeplanung für die Samtgemeinde Freren entwickelt. Ziel ist es, eine fundierte GIS-gestützte Datenbasis sowie belastbare Entscheidungsgrundlagen für die integrierte Entwicklung des Wärmesektors und nachfolgende Investitionen zu schaffen. Ein regelmäßiger Austausch im Kernteam und im Arbeitskreis, gezielte Maßnahmen wie der Maßnahmenworkshop sowie die Einbindung von Stakeholder-Rückmeldungen tragen maßgeblich dazu bei, die erforderlichen Grundlagen für den Wärmeplan zu erarbeiten. Als Ergebnis dieses Prozesses werden die nachfolgend aufgelisteten zentralen Aufgaben sowie Instrumente und Strategiefelder definiert.

Zentrale Aufgaben der kommunalen Wärmeplanung in der Samtgemeinde Freren sind:

- Identifikation von Gebieten, die aufgrund ihrer Wärmebedarfsdichte und Bebauungsstruktur für den Aufbau eines Wärmenetzes geeignet sind
- Klarheit darüber zu schaffen welche Versorgungsoptionen wie Wärmenetze, dezentrale erneuerbare Technologien oder Hybridsysteme in den jeweiligen Gemeindegebieten möglich und am besten geeignet sind
- Abschätzung, welche potenziellen Kosten mit unterschiedlichen Wärmeversorgungsoptionen verbunden sind
- Festlegung von Umsetzungsmaßnahmen, um eine klimaneutrale und kosteneffiziente Wärmeversorgung bis 2045 zu erreichen

Instrumente und Strategiefelder der kommunalen Wärmeplanung sind:

- **Finanzierung**
 - Nutzung von Förderprogrammen des Bundes und der Länder
 - Entwicklung kommunaler Anreizprogramme, um die Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme zu fördern
- **Planung und Organisation**
 - Aufbau eines Wärmekatasters, um den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf zu analysieren und darzustellen
 - Sicherstellung einer effektiven Personalplanung und -organisation, um die notwendigen Kompetenzen und Kapazitäten für die Planung und Umsetzung bereitzustellen
- **Rechtliches**
 - Integration der Wärmeplanung in Bebauungs- und Flächennutzungspläne, um rechtliche Grundlagen für die Umsetzung zu schaffen
 - Nutzung von Regulierungen und Vorschriften, um klimafreundliche Bau- und Sanierungsstandards zu fördern
- **Kommunikation und Information**
 - Intensive Öffentlichkeitsarbeit durch die Kommune, um Bürger*innen sowie Gewerbetreibende über die Vorteile und Anforderungen der Wärmeplanung zu informieren
 - Bereitstellung von Informationsmaterialien und Beratungsangeboten, z. B. zu Fördermöglichkeiten und technischen Lösungen
- **Kooperation und Beteiligung**
 - Einbindung lokaler Akteure*innen, wie Energieversorger und Unternehmen in den Planungsprozess
 - Aufbau von Klimaschutz-Netzwerken, um Synergien zwischen verschiedenen Akteuren*innen zu nutzen und gemeinsame Projekte zu fördern
- **Technologien**
 - Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie oder Biomasse in die Wärmeversorgung
 - Einsatz von Energiespeichern, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und saisonale Schwankungen auszugleichen
 - Nutzung von Abwärme aus Gewerbe oder Industrie zur Deckung des lokalen Wärmebedarfs

2.3. Einbindung der relevanten Akteure*innen

Die relevanten Akteure*innen der kommunalen Wärmeplanung werden im Rahmen einer umfassenden Akteursbeteiligung aktiv in die Umsetzung eingebunden. Dabei stehen die spezifischen Bedürfnisse und Perspektiven der Kommune, der Netzbetreiber, Energieversorger, Unternehmen sowie der Bürger*innen im Fokus. In Workshops und Expertenrunden werden ihre Anliegen aufgenommen und in die Erstellung des kommunalen Wärmeplans integriert. Diese Zusammenarbeit stellt sicher, dass die Ergebnisse des Wärmeplans nicht nur die strategischen Ziele der Kommune, sondern auch die betriebswirtschaftlichen Anforderungen der Energieversorger sowie die Bedürfnisse der Bürger*innen berücksichtigt. Der kommunale Wärmeplan generiert somit einen umfassenden Mehrwert, indem er die Interessen und Anforderungen aller beteiligten Akteure*innen miteinander verknüpft und zielgerichtete Lösungen für eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung schafft.

- **Für die Kommune** bietet die Wärmeplanung eine Grundlage für die strategische Entwicklung der städtischen Energieinfrastruktur und unterstützt die gezielte Planung von Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wärmesektors.
- **Für Netzbetreiber und Energieversorger** liefert die Wärmeplanung wichtige Erkenntnisse, um Planungen und Investitionen in den Umbau und die Anpassung der Wärmeinfrastruktur zu priorisieren.
- **Für Unternehmen** schafft der kommunale Wärmeplan Planungssicherheit und reduziert Kosten durch die Nutzung klimafreundlicher Wärmequellen. Gleichzeitig stärkt er die Wettbewerbsfähigkeit durch eine verbesserte ökologische Bilanz und fördert den Standort durch eine zukunftsfähige Wärmeinfrastruktur.
- **Für Bürger*innen** schafft der kommunale Wärmeplan Transparenz und Orientierung hinsichtlich verfügbarer, klimafreundlicher und kosteneffizienter Wärmeversorgungsoptionen.

3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung

Der kommunale Wärmeplan in der Samtgemeinde Freren wird in einem klar strukturierten und prozessorientierten Ablauf umgesetzt, der auf die kontinuierliche Zusammenarbeit verschiedener Akteure*innen und Arbeitspakete aufbaut. Die in der **Abb. 2** dargestellten Phasen spiegeln die einzelnen Schritte wider, die systematisch und koordiniert zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans beitragen.



Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans

Der gesamte Prozess wird entlang der in der Abb.2 gezeigten Phasen und Arbeitspakete umgesetzt, die durch einen iterativen Charakter und regelmäßigen Austausch geprägt sind. Die Umsetzung wird von einem engen Austausch zwischen der Arbeitsgemeinschaft *Hansa Luftbild - K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - & Infrastrukturmanagement e.U.* und dem Kernteam begleitet und umfasst die folgenden methodischen Hauptschritte:

Bestandsanalyse mit Energie- & Treibhausgasbilanz

Im ersten Arbeitsschritt, der Bestandsanalyse, wird der Ist-Zustand der Wärmeversorgung detailliert analysiert. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der GIS-gestützten Gebäudebestandskartierung, um die energetische Struktur der Samtgemeinde präzise zu erfassen. Darüber hinaus wird der Heizwärmebedarf für unterschiedliche Gebäudetypen und Sektoren abgeschätzt sowie die Brennstoffverteilung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen untersucht. Diese sektorale Treibhausgasbilanz dient als Grundlage, um den Status quo der CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung zu quantifizieren. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse bilden die Datengrundlage für die weiteren Projekt-schritte. Während das Kernteam die operative Arbeit übernimmt, sorgt der Arbeitskreis für die strategischen Leitlinien und evaluierte die Ergebnisse.

Potentialanalyse zu Energieeinsparpotentialen & erneuerbaren Energien

In der zweiten Phase werden mögliche Energieeinsparpotentiale und die Nutzung erneuerbarer Energien untersucht. Dabei werden Energieeinsparpotentiale durch Sanierungsmaßnahmen bewertet, während erneuerbare Energien wie Solarthermie, Photovoltaik und Biomasse lokalisiert und quantifiziert werden. Gleichzeitig analysiert man technologische und infrastrukturelle Optionen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit. Um die Ergebnisse anschaulich darzustellen und leichter kommunizieren zu können, werden verschiedene statistische Auswertungen erstellt und die Erkenntnisse mithilfe von Graphen, Diagrammen und interaktiven Kartenwerken visualisiert. Diese Phase legt den Grundstein für die Entwicklung von Szenarien und strategischen Maßnahmen.

Zielszenarien & Entwicklungspfade

Auf Basis der Potentialanalyse werden in dieser Phase alternative Zielszenarien und Entwicklungspfade erarbeitet. Dabei orientiert man sich an den im Projekt „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Langfristszenarien 3) definierten T45-Strom Szenarien, die von einer starken Elektrifizierung des Energiesystems ausgehen. Die festgelegten Entwicklungsszenarien skizzieren die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungspfade auf die zukünftigen Wärmedichten und zeigen auf, welche Wärmenetztypen und Technologien aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll wären. Der Arbeitskreis validiert die entwickelten Szenarien, um sicherzustellen, dass diese sowohl mit den lokalen Gegebenheiten als auch mit den übergeordneten Klimazielen vereinbar sind.

Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Im nächsten Arbeitsschritt wird schließlich auf Grundlage der definierten Instrumente und Strategiefelder eine Umsetzungsstrategie entwickelt, die konkrete Maßnahmen und deren Priorisierung festlegt. Hierbei werden zeitliche, technische und finanzielle Aspekte berücksichtigt, um die erarbeiteten Maßnahmen schrittweise und prozessorientiert in die Realität umzusetzen. Die fortlaufende Information über Zwischenergebnisse und Workshops mit Beteiligung der Stakeholdergruppen schaffen Transparenz und stärken die Akzeptanz der erarbeiteten Maßnahmen. Durch diese Herangehensweise kann eine tragfähige und langfristig anwendbare Entscheidungsgrundlage zur Erreichung der Klimaneutralität in der Samtgemeinde Freren geleistet werden.

Verstetigung und Monitoring

Die Wärmeplanung ist ein dynamischer Prozess, der kontinuierlich überwacht und alle fünf Jahre überprüft werden muss (vgl. Wärmeplanungsgesetz, 22.12.2023, §25, Abs.1), um sicherzustellen, dass die Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung umgesetzt werden und den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes entsprechen. Die Verstetigungsstrategie des kommunalen Wärmeplans in der Samtgemeinde Freren zielt darauf ab, die erarbeiteten Maßnahmen langfristig in die kommunalen Planungspro-

zesse und politischen Entscheidungen zu integrieren. Das Controlling-Konzept stellt sicher, dass die Umsetzung des Wärmeplans kontinuierlich überwacht und überprüft wird. Zentrale Indikatoren wie CO₂-Ausstoß, der Anteil erneuerbarer Energien und die Sanierungsquote werden fortlaufend analysiert und alle fünf Jahre einer Überprüfung unterzogen.

4. Kommunikation und Partizipation

Die Kommunikationsstrategie im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dient dazu, Information und Partizipation zielgruppenspezifisch zu gestalten und so eine breite Akzeptanz und aktive Mitgestaltung zu fördern. U.a. wird auch darauf geachtet, Personenkreise aus den Bereichen Politik, Schornsteinfegerinnung, Gewerbe und der Öffentlichkeit mit in den Ablauf einzubinden, um die Verbreitung der Informationen in ihren Netzwerken zu erhöhen. Die Kommunikation nutzt bewährte und reichweitenstarke Kanäle wie die Website der Samtgemeinde und Social-Media-Plattformen, insbesondere Instagram und Facebook. Diese Kanäle bieten kontinuierliche Updates, sensibilisieren die Öffentlichkeit und laden zur aktiven Beteiligung ein.

Ein besonderer Fokus liegt auf interaktiven Formaten, um Transparenz zu schaffen und wertvolle Rückmeldungen von Unternehmen, Bürger*innen und politischen Vertretern*innen einzuholen. Dazu gehören:

- Stakeholder-Mapping zur Identifikation relevanter Akteure*innen und Netzwerke
- Workshops wie Szenarien- und Maßnahmenworkshops mit Beteiligung der relevanten Stakeholdergruppen und der Öffentlichkeit, um konkrete lokale Potentiale und Prioritäten zu erarbeiten
- Unternehmensbefragungen, um spezifische Anforderungen und Erwartungen zu berücksichtigen
- Präsentationen in politischen Gremien, um die politische Unterstützung zu sichern

Zur Sicherstellung der Effektivität der Kommunikationsstrategie finden regelmäßige Abstimmungen im Kernteam statt. Die Abschlusspräsentation fasst die Ergebnisse anschaulich zusammen und fördert die Akzeptanz für die politische Beschlussfassung und Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen. Die weiterführende Öffentlichkeitsarbeit ist darauf ausgerichtet, die Umsetzung der Maßnahmen transparent zu begleiten. Regelmäßige Fortschrittsberichte und öffentliche Updates im Rahmen der Verstetigung und Monitoring sollen das Vertrauen der Bevölkerung stärken und die nachhaltige Umsetzung der Maßnahmen fördern.

5. GIS gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement

Im Rahmen des Projektmanagements wird ein umfassendes Datenmanagement eingerichtet, um den komplexen Anforderungen der Wärmeplanung gerecht zu werden. Hierbei werden alle relevanten Daten zur Wärmeversorgung, Energieinfrastruktur und Gebäudestruktur der Samtgemeinde systematisch erfasst, analysiert und in einer zentralen PostGIS/PostgreSQL-Geodatenbank integriert. Die Einrichtung dieser Geodatenbank folgt einem strukturierten Prozess, der mit der systematischen Recherche, Sichtung und Beschaffung energierelevanter Daten beginnt. In diesem Kontext wird eine Daten- und Indikatorenmatrix erstellt, die eine klare Übersicht über verfügbare Datenquellen und deren Relevanz für die Wärmeplanung bietet. Diese Matrix dient als zentrale Grundlage für die weitere Datenintegration und Analyse. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Analyse und Integration des Raumwärmebedarfsmodells 2022, welches vom Bundesland bereitgestellt und fortlaufend aktualisiert wird. Dieser GIS-Datensatz ermöglicht die gebäudescharfe Modellierung des Heizwärmebedarfs und bildet die Ausgangsbasis für die energetische Bewertung des Gebäudebestandes. Basierend auf dieser Datenbasis wird ein aggregiertes Gebäudemodell entwickelt und angewendet, um eine GIS-basierte sektorale Energie- und CO₂-Emissionsbilanz für das gesamte Samtgemeindegebiet zu erstellen. Dabei werden Gebäude hinsichtlich ihrer Typologie, Baualtersklasse und Nutzung analysiert. Die Aufbereitung absoluter und spezifischer Energieverbrauchswerte sowie CO₂-Emissionen nach verschiedenen Verbrauchergruppen und Sektoren erfolgt ebenfalls auf Basis der zentralen Datenbank. Hierbei werden ergänzend geltende Standards wie BSKO (vgl. Hertle, H. et al., 2019), das endenergiebasierte Territorialprinzip und die Berechnung von THG-Emissionsfaktoren (inklusive Vorketten) die Gebäudekartierung und Wärmebedarfsmodellierung nach TABULA-Standard (vgl. IWU, 2022) berücksichtigt. Dieser Ansatz ermöglicht eine detaillierte Wärmebedarfsanalyse und eine präzise Abbildung der energetischen Eigenschaften des Gebäudebestands. Die zentrale Speicherung und standardisierte Aufbereitung der Daten in einem GIS-kompatiblen Format lässt nicht nur die nahtlose Verknüpfung unterschiedlicher Datenquellen und den Datenfluss ohne Medienbruch zu, sondern schafft auch die Basis für die mögliche zukünftige Erstellung eines digitalen Zwillinges. Dieser ist in der Lage, die realen Raum- und Gebäudestrukturen als interaktives Modell abzubilden und weitreichende Potentiale für Szenario-Simulationen und räumliche Analysen zu bieten.

Abschließend werden die Ergebnisse statistisch aufbereitet und kartographisch in verständlicher Form dargestellt. Mit dem Abschluss des Projekts werden sämtliche aufbereiteten GIS-Daten und Karten an die Samtgemeinde Freren übergeben. Diese Übergabe gewährleistet, dass die Samtgemeinde über eine fundierte und umfassende Datengrundlage verfügt, die sie für zukünftige Planungen und Maßnahmen nutzen kann.

6. Ergebnisse

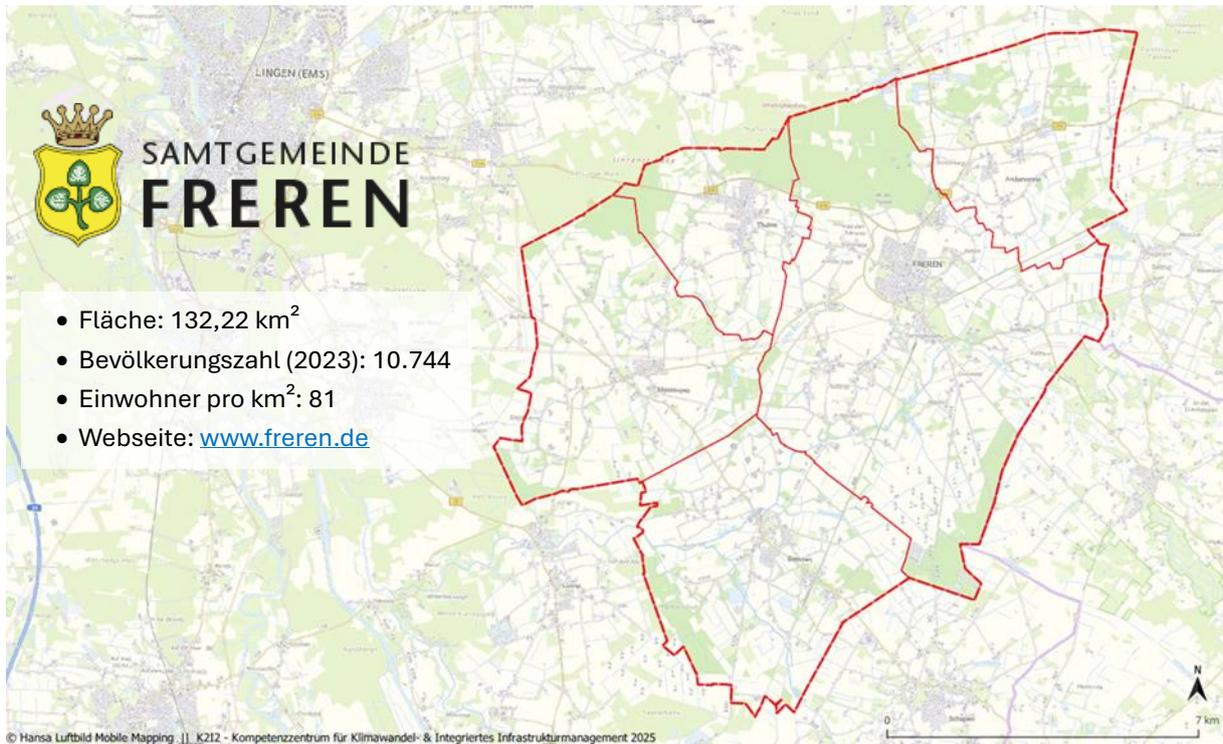


Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken

Die Samtgemeinde Freren ist eine kreisangehörige Samtgemeinde des Landkreises Emsland in Niedersachsen und umfasst eine Fläche von rund 132 km².

6.1. Bevölkerungsentwicklung

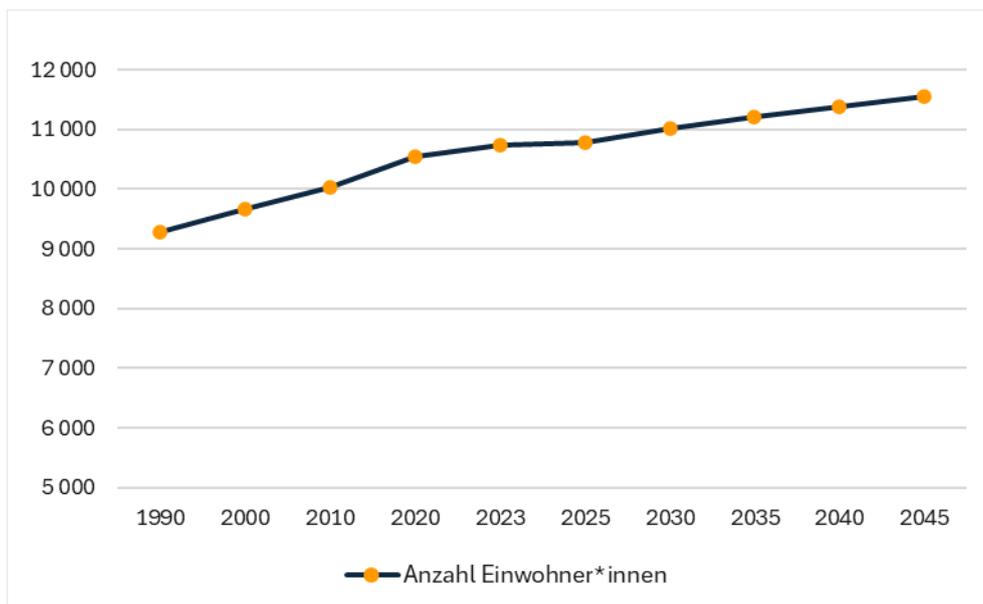


Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Samtgemeinde Freren

Die Samtgemeinde Freren verzeichnet ein kontinuierliches Bevölkerungswachstum, das ihre Attraktivität als Wohnstandort unterstreicht. Aktuelle Zahlen zufolge beträgt die Bevölkerungszahl im Jahr 2023 10.744, was einer Bevölkerungsdichte von 81 Einwohner*innen pro km² entspricht. Basierend auf dem aktuellen Wachstumstrend wird die Bevölkerung voraussichtlich bis 2045 auf rund 11.600 Einwohner*innen ansteigen. Dies macht eine strategische und vorausschauende Wärmeplanung erforderlich.

6.2. Harmonisierung der Demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung

Die geringe Besiedlungsdichte der Samtgemeinde Freren stellt eine Herausforderung für den wirtschaftlichen Betrieb großflächiger Wärmenetze dar. Die Kosten für die Errichtung und den Betrieb solcher Netze sind in weniger dicht besiedelten Gebieten oft schwer zu amortisieren. Dennoch bieten die Bevölkerungsentwicklung und das Wachstumspotential der Samtgemeinde Chancen, um den Ausbau erneuerbarer Energien und innovativer Technologien voranzutreiben. Maßnahmen wie der Einsatz solarthermischer Anlagen, Wärmepumpen und Biomasse können nicht nur die Wärmeversorgung langfristig sichern, sondern auch die Attraktivität der Samtgemeinde als zukunftsfähigen Wohnstandort steigern. Die Bevölkerungsentwicklung ist ein zentraler Faktor, der den zukünftigen Energiebedarf in der Samtgemeinde Freren prägt. Der erwartete Anstieg der Einwohnerzahl führt zu einem wachsenden Bedarf an Wohnraum, Heizenergie und infrastrukturellen Anpassungen.

Aus diesen Tatsachen lassen sich folgende zu betrachtende Aspekte ableiten:

Wohnraumbedarf und Energienutzung

- Der Zuwachs an Bevölkerung erfordert die Planung neuer Wohngebiete sowie Nachverdichtung in bestehenden Ortsteilen. Hierbei bietet die geringe Besiedlungsdichte die Chance, energieeffiziente Neubauten zu entwickeln, die optimal an nachhaltige Wärmeinfrastrukturen angeschlossen werden können.
- Gleichzeitig bleibt die Sanierung des Gebäudebestands entscheidend, um Energieverluste zu minimieren und fossile Brennstoffe schrittweise durch klimafreundlichere Alternativen zu ersetzen.

Demografische Entwicklung und Energieverbrauch

- Der demografische Wandel hin zu einer älteren Bevölkerung führt zu einer verstärkten Nachfrage nach barrierefreien und energieeffizienten Wohnkonzepten. Wartungsarme und kostengünstige Heizlösungen wie Wärmepumpen sind hier mögliche Lösungsansätze.
- Die sinkende Haushaltsgröße in Kombination mit einer alternden Bevölkerung könnte den spezifischen Energieverbrauch pro Person erhöhen und erfordert angepasste Versorgungslösungen.

6.3. Veränderte Nutzungsanforderungen

Mit dem Bevölkerungswachstum steigt der Bedarf an kommunaler Infrastruktur, etwa Schulen, Gewerbeflächen und öffentlichen Einrichtungen. Diese tragen erheblich zum Gesamtenergiebedarf bei und erfordern eine abgestimmte Wärmeversorgung, die Wirtschaftlichkeit und Klimaziele gleichermaßen berücksichtigt.

Trotz der Herausforderungen durch die geringe Besiedlungsdichte bietet die Samtgemeinde Freren Potentiale, durch innovative Ansätze die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten:

- **Dezentrale und hybride Systeme**

In weniger dicht besiedelten Gebieten können dezentrale Einzelheizsysteme wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder kleinere Nahwärmenetze effizient eingesetzt werden. Diese Systeme sind flexibel und können gezielt durch die Kombination verschiedener Energiequellen und Technologien an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden.

- **Integration erneuerbarer Energien**

Der Ausbau solarthermischer Anlagen, Biomasse und Wärmepumpen trägt entscheidend zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bei. Diese Technologien sind besonders geeignet, um kleinere Netzstrukturen oder Einzelversorgungen wirtschaftlich zu gestalten.

- **Clusterlösungen**

In Neubaugebieten oder dichten besiedelten Ortsteilen können Wärmenetzcluster entstehen, die durch Kombination mit erneuerbaren Energien sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch sinnvoll betrieben werden.

- **Schrittweiser Rückbau des bestehenden Gasnetzes**

Eine langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung erfordert einen schrittweisen Umbau des bestehenden Gasnetzes, um die gesetzlich vorgeschriebene Dekarbonisierung bis spätestens 2045 zu erreichen. Neben einem möglichen Rückbau der bestehenden Netzinfrastrukturen können Übergangslösungen wie die schrittweise Einspeisung von grünem Wasserstoff und die Nutzung von Biomethan dazu beitragen, die Klimaziele zu erfüllen. Diese Optionen ermöglichen es, das bestehende und funktionierende Gasnetz in den kommenden Jahrzehnten effizient weiterzuentwickeln, während parallel alternative Wärmesysteme und erneuerbare Technologien ausgebaut werden. Bis 2030 könnten erste Beimischungen von Wasserstoff und Biomethan in bestehende Netze realisiert werden, während der vollständige Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Gase (Biomethan) bis spätestens 2045 angestrebt wird. Der Umbau des fossilen Gasnetzes und die Transformation hin zu einem klimaneutralen Energiesystem sollten dabei mit klar definierten Meilensteinen erfolgen, um eine kontinuierliche Anpassung an technologische Fortschritte und gesetzliche Vorgaben zu ermöglichen. Die Umstellung erfordert eine

enge Abstimmung zwischen Energieversorger und den betroffenen Kundengruppen, um wirtschaftliche und technische Lösungen anzubieten, die den Übergang erleichtern und eine hohe Akzeptanz fördern. So wird es möglich, fossile Energien schrittweise zu ersetzen und gleichzeitig eine zuverlässige und zukunftsfähige Wärmeversorgung sicherzustellen.

- **Errichtung eines Wasserstoffnetzes**

Die Samtgemeinde Freren könnte mittelfristig von der Entwicklung eines überregionalen Wasserstoffnetzes profitieren. Grundlage dafür ist das durch Bund und EU geförderte Projekt GET H2/H2LIN, das in der benachbarten Stadt Lingen realisiert wird. Das Projekt verfolgt das Ziel, eine vollständige Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff in Nordwestdeutschland aufzubauen – von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zum Transport und zur Anwendung in Industrie, Mobilität und kommunaler Energieversorgung. Die Versorgung soll zunächst über Tankfahrzeuge erfolgen, mittelfristig ist jedoch der Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Pipelinenetzes geplant, das auch die Versorgung angrenzender Kommunen – darunter perspektivisch auch die Samtgemeinde Freren – ermöglichen soll. Für die Samtgemeinde Freren eröffnet sich damit die Möglichkeit, in absehbarer Zeit an eine klimaneutrale Wasserstoffinfrastruktur angebunden zu werden. Einsatzmöglichkeiten könnten insbesondere in den Bereichen kommunale Wärmeversorgung, industrielle Prozesse, Mobilität (z. B. ÖPNV oder Landwirtschaft) sowie perspektivisch auch für dezentrale KWK-Anlagen bestehen.

7. Bestandsanalyse

Die kommunale Wärmeplanung für das Samtgemeindegebiet wird mit einem umfassenden und datenbasierten Ansatz erstellt, der eine detaillierte Bestandsanalyse, räumliche Visualisierung und sektorale Bilanzierung kombiniert. Das Arbeitspaket der Bestandsanalyse dient der grundlegenden Erfassung und Bewertung der Energiewirksamkeit der Raum- und Gebäudestruktur im Samtgemeindegebiet. Ziel ist es, eine gebäudescharfe Datengrundlage zu schaffen, die den Heizwärmebedarf sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen präzise analysiert und räumlich verortet darstellt.

7.1. Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet

Die kommunale Wärmeplanung für die Samtgemeinde Freren basiert auf einer differenzierten Betrachtung der relevanten Maßstabs- und Informationsebenen. Dabei wird zwischen dem einzelnen Gebäude und dem Baublock als aggregierte Einheit unterschieden, um sowohl detaillierte als auch strategische Planungsgrundlagen zu schaffen. Diese Her-

angehensweise ermöglicht es, sowohl die individuelle Gebäudeperspektive zu berücksichtigen als auch das Potential für Wärmeversorgungssysteme auf Baublock- oder Ortsteilebene systematisch zu analysieren.

Das individuelle Gebäude als Grundlage der Analyse

Das individuelle Gebäude bildet die primäre Maßstabs- und Informationsebene und stellt die Grundlage für eine differenzierte Analyse dar, insbesondere bei der Ermittlung des Wärmebedarfs und der Sanierungspotentiale. Auf dieser Ebene wurden spezifische Gebäudemerkmale erfasst, darunter:

- Gebäudetyp (z. B. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nichtwohngebäude)
- Nutzung (Wohngebäude, Gewerbe, öffentliche Nutzung)
- Gebäudealter und energetischer Zustand
- Nutzfläche und Heizsystem
- Anzahl der Bewohner*innen

Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene

Der Baublock repräsentiert die aggregierten Merkmale aller Gebäude innerhalb eines bestimmten Bereichs. Diese Daten werden räumlich verortet und sowohl statistisch-tabellarisch als auch kartografisch (z. B. mittels GIS) aufbereitet. Ein „Baublock“ ist ein städtebaulicher Begriff und bezeichnet eine räumliche Einheit innerhalb einer Gemeinde oder Siedlung, die durch Straßen, Wege oder andere physische Barrieren (z. B. Eisenbahnlinien oder Fließgewässer) begrenzt ist. Innerhalb eines Blocks befinden sich in der Regel mehrere zusammenhängende oder freistehende Gebäude.



Zur Charakterisierung eines Baublocks im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gehören Indikatoren, wie der dominierende Gebietstyp (z.B. Wohn-, Gewerbe-, Mischgebiet), die Bauepoche, die Wärmedichteklasse und die genutzten Energieträger oder die infrastrukturelle Erschließung. Diese Merkmale ermöglichen eine präzise Analyse der energetischen Situation und bilden die Grundlage für die Wärmeversorgungsplanung.

Basierend auf der Bewertung der Baublöcke wird abgeleitet, welche Wärmeversorgungsart am geeignetsten ist – beispielsweise die Ausweisung als Wärmenetzgebiet oder als Gebiet für eine dezentrale Wärmeversorgung. Gleichzeitig wird eine zeitliche Planung erarbeitet, die die Verfügbarkeit der empfohlenen Versorgungsart im Zeitverlauf abbildet. Hierbei fließen technische, wirtschaftliche und klimapolitische Kriterien und Abwägungen ein.

Generell gilt, dass auf folgenden Abbildungen, auf denen auf Karten analysierte Daten aggregiert auf der Baublockebene gezeigt werden, solche Baublöcke aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden, in denen es weniger als 4 Adresspunkte gibt.

Kategorisierung der Baublöcke

Die Baublöcke werden für die weitere Bearbeitung drei Kategorien zugeordnet:

- **Siedlungskerngebiet**, das sich aufgrund der Siedlungsstruktur und der höheren Bedarfsdichten potenziell für die Errichtung eines Wärmenetzes eignet
- **Einzelgebäude mit dezentraler Energieversorgung**, die auf die individuellen Anforderungen der Gebäude abgestimmt ist
- **Gebäudecluster** ab 5 Adresspunkten, die Potential für die Bildung organisierter Energiegemeinschaften bieten und der Betrieb eines Mikronetzes eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellen kann.

7.2. Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung

Die adresspunktgenaue Erfassung des Gebäudebestandes umfasst eine systematische Erhebung und Analyse auf Basis von ALKIS-Daten, Open Street Map (OSM), Zensusdaten (2022), 3D-Gebäudemodell, Adresspunktverortung sowie weiteren relevanten Datensätzen, um eine detaillierte Grundlage für die Planung und Bewertung energetischer Maßnahmen zu schaffen.

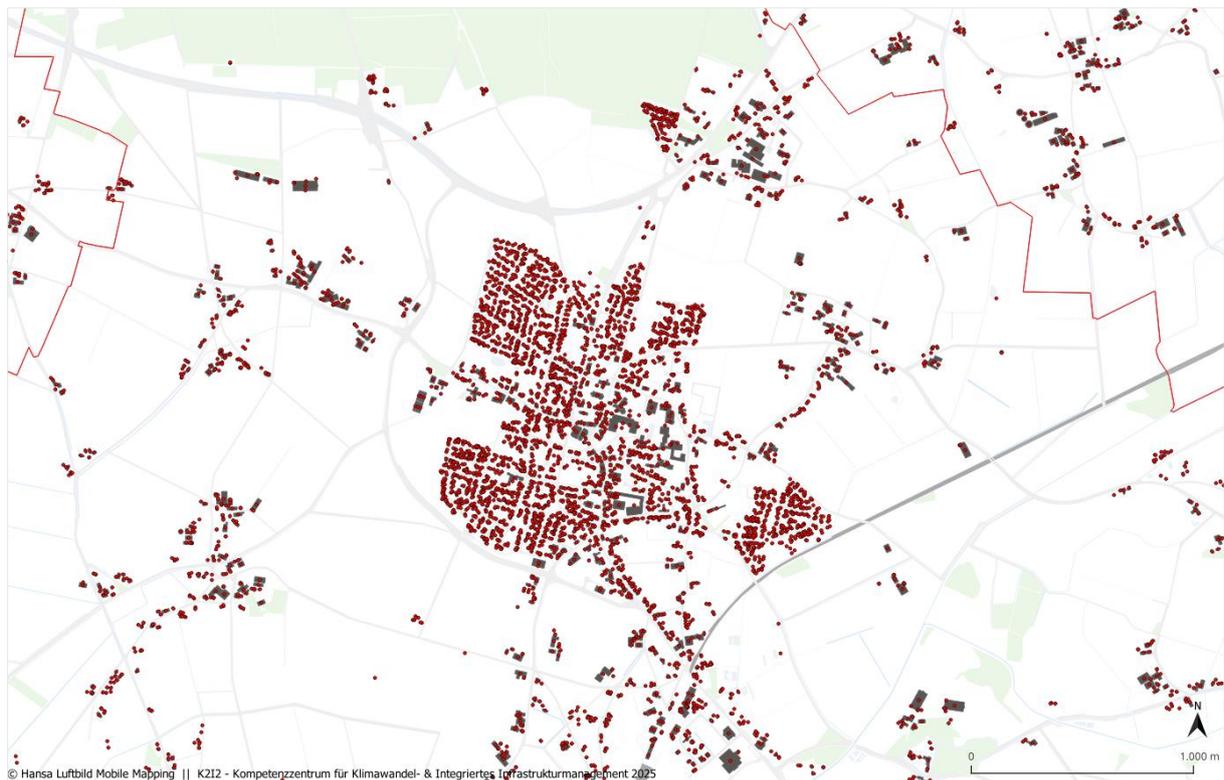


Abb. 6: Verorteter Gebäudebestand in QGIS

7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung

Die relevanten Gebäudeeigenschaften wie Baualterklassen, Gebäudetypen, Nutzungsarten und vorhandene Heizsysteme wurden umfassend analysiert, um eine fundierte Grundlage für die Wärmeplanung zu schaffen. Ergänzend werden Daten zur Netzinfrastruktur und bestehenden Wärmeversorgungsanlagen integriert, wodurch ein vollständiges Bild der energetischen Ausgangslage entstand.

Zur systematischen Visualisierung und Analyse der Ergebnisse wird ein zensuskonformes 100 x 100 Meter Raster generiert. Dieses Raster ermöglicht die anonymisierte Darstellung von Zensusergebnissen und aggregierten Daten, sodass personenbezogene Informationen geschützt bleiben. Gleichzeitig dient es als Basis für erste räumliche und statistische Auswertungen, die wertvolle Einblicke in lokale Gegebenheiten und Entwicklungspotentiale liefern. Diese Arbeitsschritte werden erfolgreich durchgeführt und bilden eine wichtige Grundlage für die weitere Planung und Entscheidungsfindung.

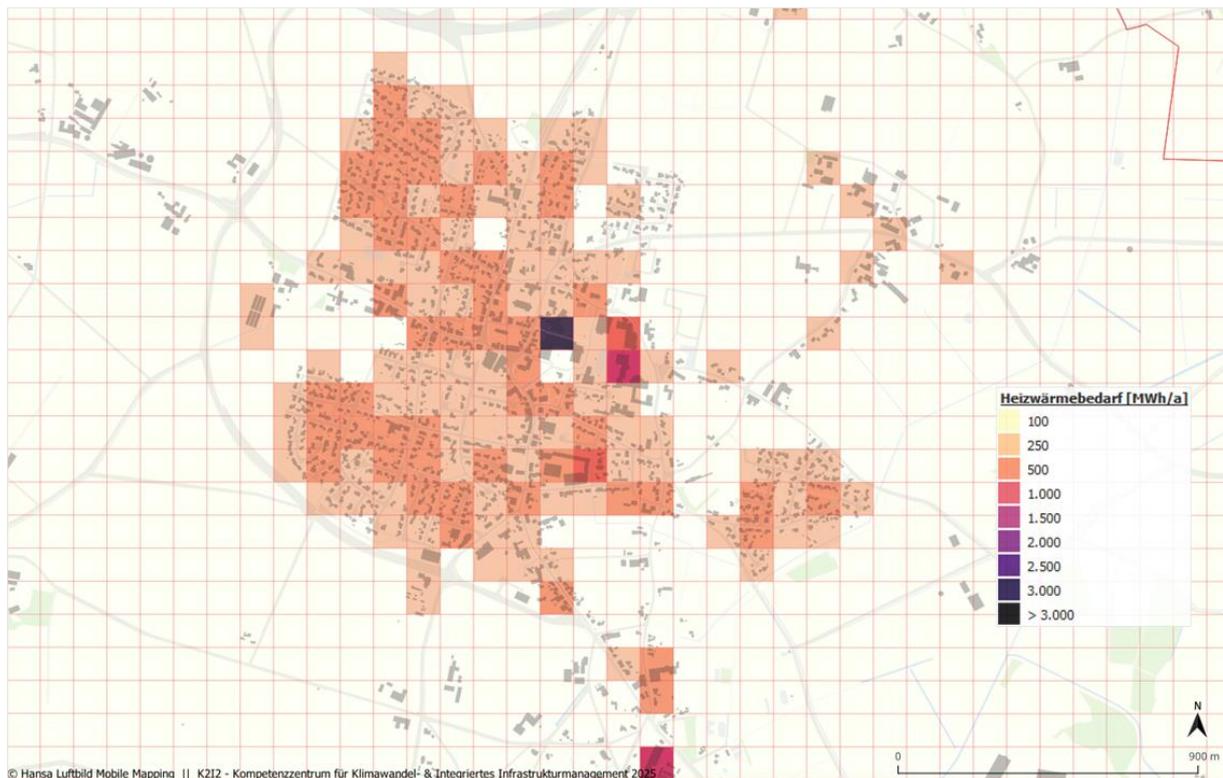


Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen

7.2.2. Energiebedarfsmodellierung

Der Heizwärmebedarf wird sektoren- und gebäudegruppenspezifisch auf Basis etablierter Modelle und Datenquellen ermittelt. Dieser methodische Ansatz ermöglicht eine präzise und belastbare Berechnung der spezifischen Wärmebedarfe für unterschiedliche Gebäudetypen und Sektoren.

Im nächsten Schritt werden die ermittelten Daten auf Straßenzug-, Ortsteil- und Samtgemeindeebene aggregiert. Dadurch können energetische Hotspots identifiziert werden, etwa Cluster älterer Gebäude, Gebiete mit einem hohen Anteil fossiler Energieträger oder Bereiche mit einer besonders hohen Wärmebedarfsdichte. Diese Informationen sind essenziell, um gezielte Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu entwickeln.

Zur Verdeutlichung der räumlichen Muster und Konzentrationen der Heizwärmebedarfe wird eine Heatmap (**Abb. 8**) erstellt. Diese zeigt anschaulich die Verteilung der Bedarfe im Untersuchungsgebiet und erleichtert die Identifikation prioritärer Handlungsfelder. Ergänzend dazu wird der Gebäudebestand in einer 3D-Visualisierung dargestellt, um die Raumstrukturen und energetischen Herausforderungen noch plastischer und verständlicher abzubilden. Diese Visualisierungen unterstützen nicht nur die Analyse, sondern auch die Kommunikation mit Stakeholdern und die strategische Planung von Maßnahmen.

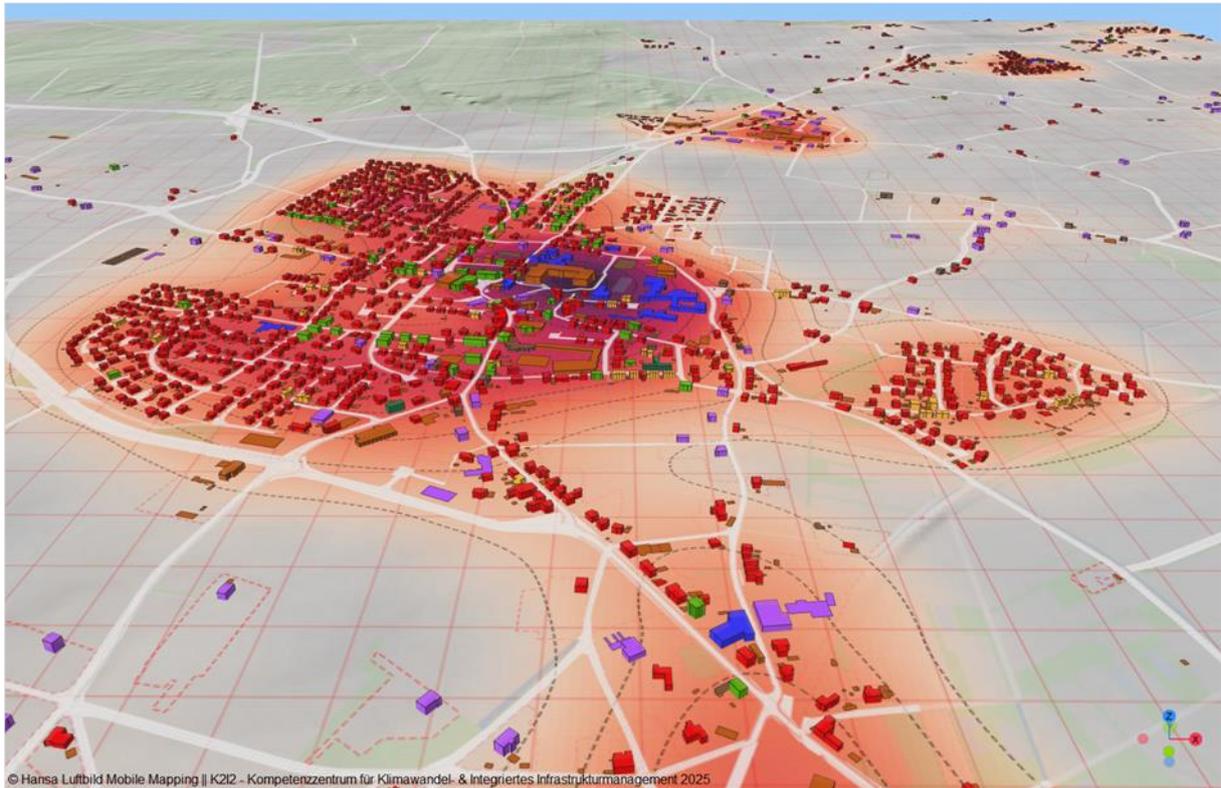


Abb. 8: Die „Heatmap“ als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden Baublöcke als zentrale Planungselemente eingesetzt, um räumlich zusammenhängende Bereiche mit ähnlichen energetischen Profilen zu identifizieren. Für jeden Baublock entsteht eine detaillierte Energie- und Treibhausgasbilanz, die eine fundierte Bewertung der energetischen Ausgangslage ermöglicht. Die Ergebnisse werden kartografisch aufbereitet, um räumliche Muster und priorisierte Handlungsfelder übersichtlich darzustellen und so eine gezielte Planung von Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen. **Abb. 9** illustriert den ermittelten Heizwärmebedarf. Grundlage der Darstellung ist eine baublockweise Analyse, bei der der Heizwärmebedarf in MWh/Jahr erfasst wird.



Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/Jahr

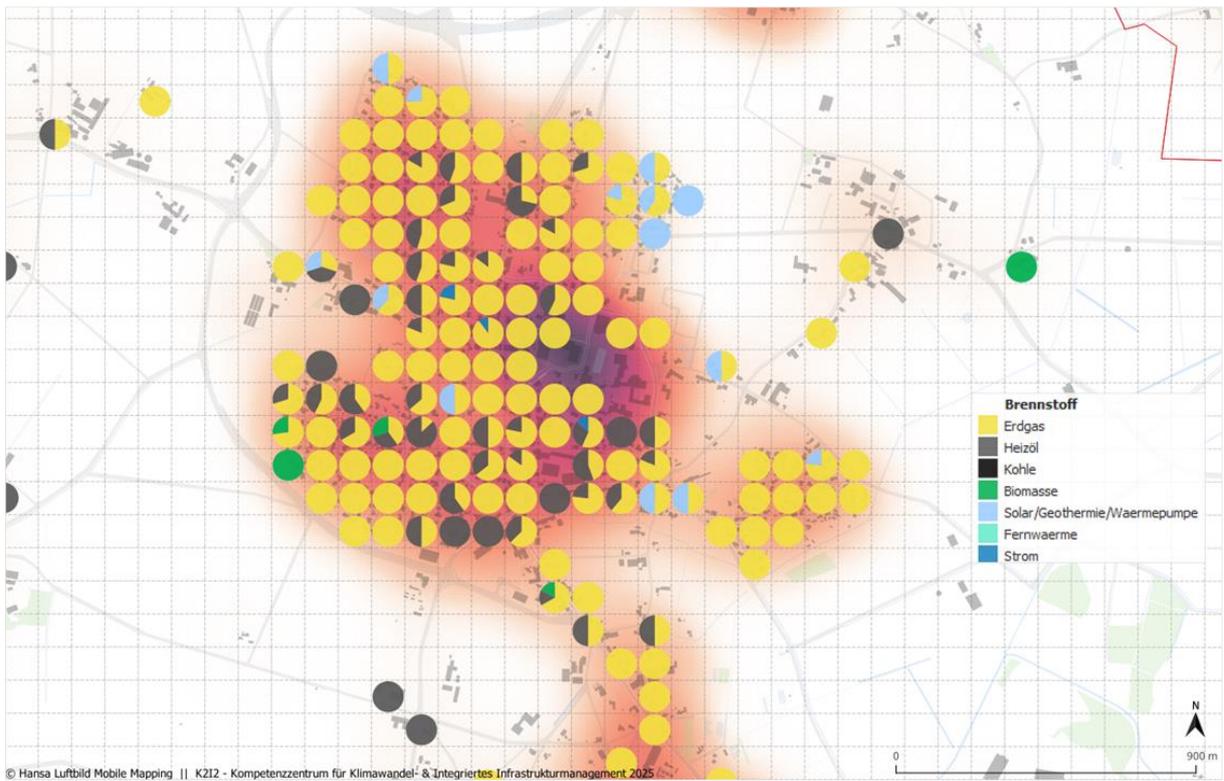


Abb. 10: Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung dargestellt auf dem 100x100-m-Zensusgitter

Der Heizwärmebedarf innerhalb der Baublöcke wird unter anderem mit Daten zu Heizsystemen und Brennstoffen abgeglichen. Dies ermöglicht die räumliche Darstellung und Verortung der dominierenden Energieträger auf Baublockebene oder im 100x100-m-Zensusgitter (siehe **Abb. 10**) sowie die Berechnung der daraus resultierenden spezifischen CO₂-Emissionen.

7.2.3. Heizwärmedichte

Da die generierten Baublöcke unterschiedliche Größen aufweisen, wird für die weiterführenden Analysen die Heizwärmedichte berechnet. Diese ist definiert als Heizwärmebedarf pro Hektar Baublockfläche. Hohe Heizwärmedichten deuten auf eine intensive Energie- oder Wärmenutzung hin (z.B. in dicht bebauten Gebieten), während niedrige Dichten auf einen geringeren Bedarf (z.B. in ländlichen oder locker bebauten Gebieten) hinweisen. Die Normalisierung ermöglicht es, Energiekennzahlen unabhängig von der Baublockgröße zu bewerten und zu vergleichen. Dies bildet eine wesentliche Grundlage für die Auswahl potenzieller Planungs- und Fokusgebiete, insbesondere zur Identifikation von Gebieten, die sich aufgrund hoher Heizwärmedichten für den Ausbau eines Wärmenetzes eignen.

7.2.4. Baublockcharakterisierung

Im Rahmen der Analyse wird der nächste Schritt unternommen, um die spezifischen Merkmale jedes Baublocks detailliert auszuwerten und für jeden Baublock eine umfassende bauliche und energetische Charakterisierung vorzunehmen. Hierfür werden verschiedene nachfolgend gelistete Indikatoren und Kennzahlen berechnet sowie individuelle Steckbriefe pro Baublock erstellt.

Aufbereitete und analysierte Baublockmerkmale und -indikatoren

- Anzahl der Gebäude und Adresspunkte
- Gebäudekategorie und Gebäudetyp (z. B. Wohnen oder Nicht-Wohnen)
- Wohngebäudetyp und Bauepoche/Baualtersklasse (minimales, dominierendes und maximales Baujahr)
- Baublockfläche, Nutzung sowie versiegelte und nicht versiegelte Flächenanteile
- Kennzahlen wie Grundflächenzahl (GRZ) und Geschossflächenzahl (GFZ)
- Gebäudeeigenschaften wie Gebäudehöhe, A/V-Verhältnis (Verhältnis Außenfläche Gebäude zu Gebäudevolumen), Hüllfläche und Sanierungspotential
- Energetische und klimarelevante Indikatoren, darunter:
 - Raumwärmebedarf
 - Heizwärmebedarf
 - Strombedarf
 - Art des Brennstoffs
 - Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen)
- Nutzflächenanteile sowie die Anzahl der Bewohner*innen pro Baublock

Darüber hinaus wird eine Reihe spezifischer Kennzahlen ermittelt, die eine genauere Beurteilung der baulichen und energetischen Situation ermöglichen. Dazu zählt beispielsweise der Flächenverbrauch pro Person und der Energiebedarf pro Quadratmeter Nutzfläche. Diese Indikatoren bieten eine Grundlage für spezifische Steckbriefe und ermöglichen eine fundierte Beurteilung in Bezug auf städtebauliche, energetische und infrastrukturelle Fragestellungen sowie die differenzierte Bewertung und die Ableitung gezielter Umsetzungsmaßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung und Dekarbonisierung.

7.2.5. Wärmelinienichte

Zur weiteren Unterstützung der Wärmeplanung wird die Wärmelinienichte visualisiert, die eine präzise Analyse der Wärmebedarfe entlang von Straßenabschnitten ermöglicht. Dabei werden die ermittelten Heizwärmebedarfe ins Verhältnis zur Länge der jeweiligen Straßenabschnitte bzw. zur für die Wärmeversorgung relevanten Trassenlänge gesetzt. Diese Methode bietet nicht nur eine anschauliche Darstellung der Wärmeverteilung, sondern ermöglicht auch die Identifikation erster möglicher Wärmenetztypen und Trassenführung sowie den Abgleich mit geplanten größeren Infrastrukturprojekten (z.B. im Bereich Straßenbau).



Abb. 11: Wärmelinienichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen

Die Visualisierung der Wärmelinienichten leistet somit einen Beitrag zur Planung effizienter Wärmeversorgungs-lösungen und unterstützt gleichzeitig eine ganzheitliche, orts-

bauliche und integrierte Infrastrukturplanung. Dies schafft Synergien zwischen unterschiedlichen Handlungsbereichen und sorgt für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Gestaltung kommunaler Versorgungsstrukturen.

7.3. Gebäudebestand – Anzahl Gebäude

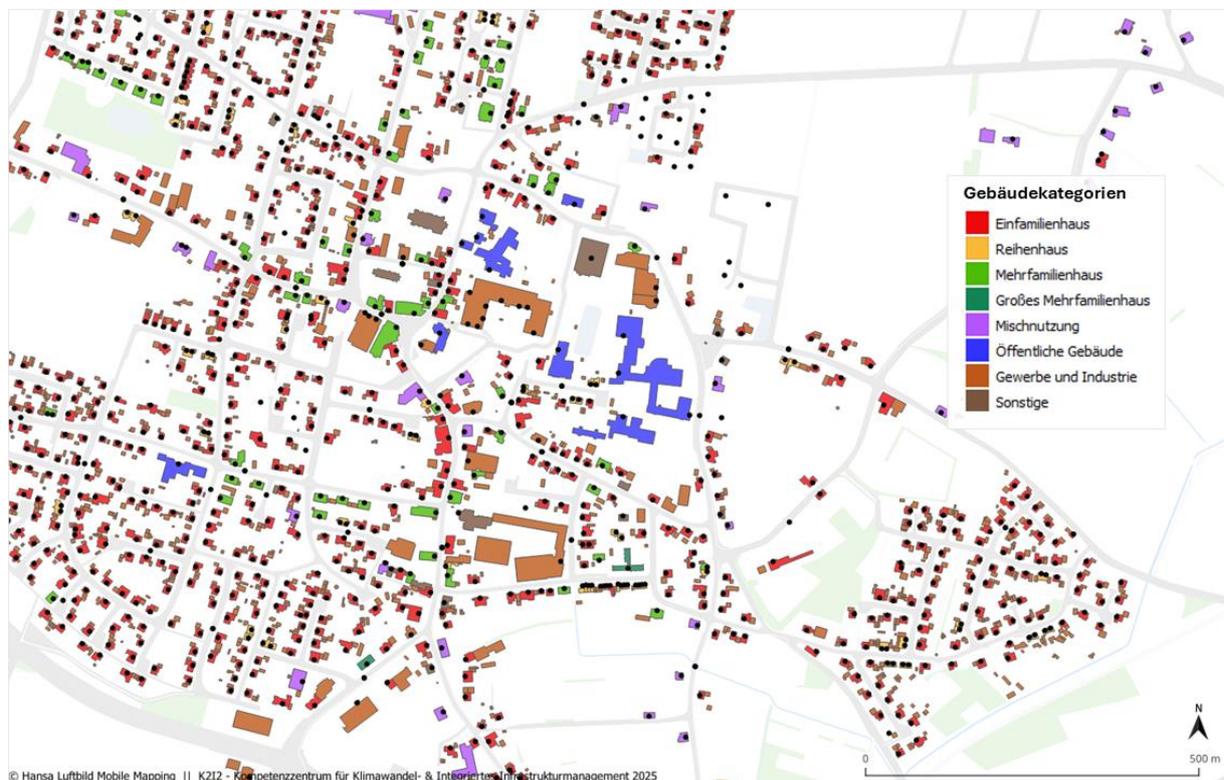


Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie

Die Anzahl der in der Samtgemeinde Freren als beheizt erfassten Hauptgebäude mit Adresse beträgt rund 3.200. Diese Zahl stellt eine wichtige Referenzgröße für die kommunale Wärmeplanung dar, da sie eine verlässliche Annäherung an die beheizte Nutzfläche und den damit verbundenen Heizwärmebedarf ermöglicht.

Für Wohnhäuser, Gewerbeimmobilien und öffentliche Gebäude sind sowohl die Datengrundlagen als auch die räumliche und geometrische Zuordnung sehr präzise. Bei Mischnutzungen sowie insbesondere bei industriell genutzten Gebäuden und Lagerhallen, die teilweise als Neben- oder Anbauten klassifiziert sind, können jedoch größere Abweichungen auftreten. Solche Gebäude sind oft nur teilweise beheizt oder benötigen keine kontinuierliche Wärmezufuhr.

Darüber hinaus befinden sich in diesen Bereichen häufig zentrale Verteiler- oder Anschlusspunkte, die mehrere Gebäude gleichzeitig versorgen. Dies führt zu einer Unschärfe in der Ermittlung und Zuordnung der beheizten Flächen und des Energiebedarfs zu einzelnen Gebäudeeinheiten, da nicht jedes Gebäude individuell erfasst oder adressiert ist. In der Gesamtbilanz wird dies unter anderem durch den Abgleich mit aggregierten realen Energieverbrauchszahlen (Gas- und Strom) geprüft und kalibriert.

Entwicklung der Gebäudeanzahl

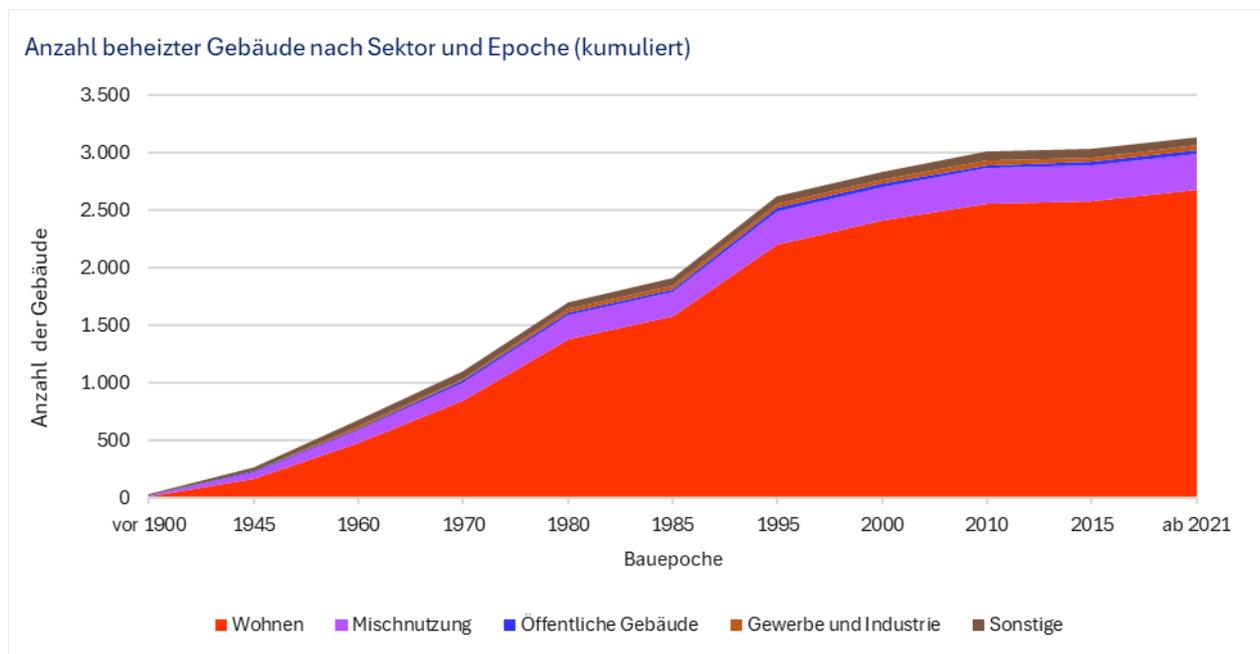


Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert)

Abb. 13 zeigt die kumulierte Entwicklung der Anzahl beheizter Gebäude in der Samtgemeinde Freren, differenziert nach Sektoren und Bauepochen. Besonders auffällig ist der signifikante Anstieg der Gebäudezahlen im Wohnsektor und bei den Mischnutzungen, der seit 1945 in beiden Kategorien kontinuierlich zugenommen hat. Diese Entwicklung steht in direktem Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum und der steigenden Nachfrage nach Wohnraum in dieser Zeit. Der Wohnsektor dominiert die Gebäudestruktur mit Abstand, was seinen zentralen Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung unterstreicht. Reine Gewerbe- und Industriebauten zeigen hingegen ein kontinuierliches Wachstum. Nach 2010 flachte die Neubautätigkeit etwas ab, doch seit 2015 ist wieder ein leichter Anstieg zu erkennen. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Entwicklung der beheizten Wohngebäude (**Abb. 14**), wobei Einfamilienhäuser mit Abstand am häufigsten vertreten sind.

Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in den energetischen Anforderungen und Sanierungsbedarfen wider, da Gebäude aus Bauphasen vor 1980 häufig einen höheren Wärmebedarf aufweisen. Die Analyse dieser Entwicklung liefert eine wichtige Grundlage für die Wärmeplanung, da sie aufzeigt, welche Gebäudetypen und Bauepochen besonders relevant für Maßnahmen zur energetischen Optimierung sind.

Anzahl beheizter Wohngebäude

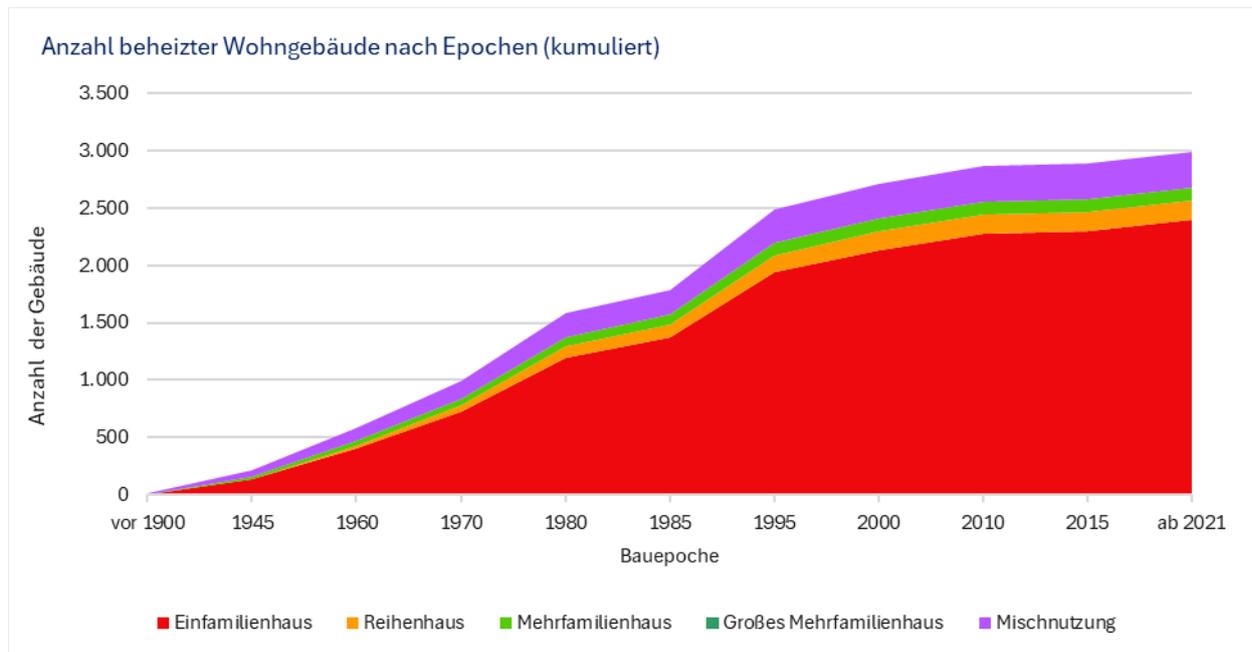


Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)

Abb. 14 zeigt die kumulierte Anzahl beheizter Wohngebäude nach Baualtersklassen. Der Wohnsektor, inkl. gemischt genutzter Gebäude, dominiert mit rund 3.000 Gebäuden im Jahr 2022 den Gebäudebestand und stellt damit den wichtigsten Bereich für die Wärmeplanung dar. Rund 2.400 Einfamilienhäuser machen den größten Teil des Bestandes aus. Zwischen 1945 und 1995 kam es – mit einer kurzen Unterbrechung in den 1980er-Jahren – zu einem kontinuierlich starken Anstieg der Neubautätigkeit. Dies prägt maßgeblich den heutigen Gebäudebestand. Auch Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser verzeichnen seit den 1960er-Jahren ein moderates Wachstum. Mehrfamilienhäuser und gemischt genutzte Gebäude mit Wohn- und Gewerbeflächen nahmen ebenfalls in dieser Zeit zu, bleiben aber im Vergleich zum Einfamilienhaussektor anteilig deutlich kleiner. Seit den 2000er-Jahren zeigt sich eine weiterhin konstante, aber langsamere Neubautätigkeit, die sich in den letzten Jahren nur leicht verstärkt hat.

Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in den energetischen Anforderungen und Sanierungsbedarfen wider. Besonders Gebäude aus den Bauphasen vor 1980 weisen häufig höhere Wärmebedarfe auf und bieten damit ein besonders hohes Potenzial für energetische Sanierungsmaßnahmen.

7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen

Entwicklung der Gebäudenutzflächen

Ein präziseres Bild der Heizwärmebedarfe ergibt sich durch die Analyse der Nutzflächen der verschiedenen Gebäudetypen. Die beheizte Gebäudenutzfläche in der Samtgemeinde Freren beträgt rund 1.000.000 m². Insbesondere der Wohnsektor dominiert die Wärmeplanung, sowohl durch seine große Nutzfläche als auch durch die Anzahl der Gebäude. Die Analyse der beheizten Nutzflächen nach Bauepochen liefert dabei wertvolle Erkenntnisse über den energetischen Zustand der Gebäude und deren spezifischen Heizwärmebedarf. Ältere Gebäude, insbesondere solche aus Bauepochen vor 1980, weisen aufgrund niedriger energetischer Standards häufig einen höheren Wärmebedarf auf. Neuere Gebäude hingegen profitieren meist von besseren Dämmungen und effizienteren Heizsystemen, wodurch ihr Heizenergiebedarf reduziert wird.

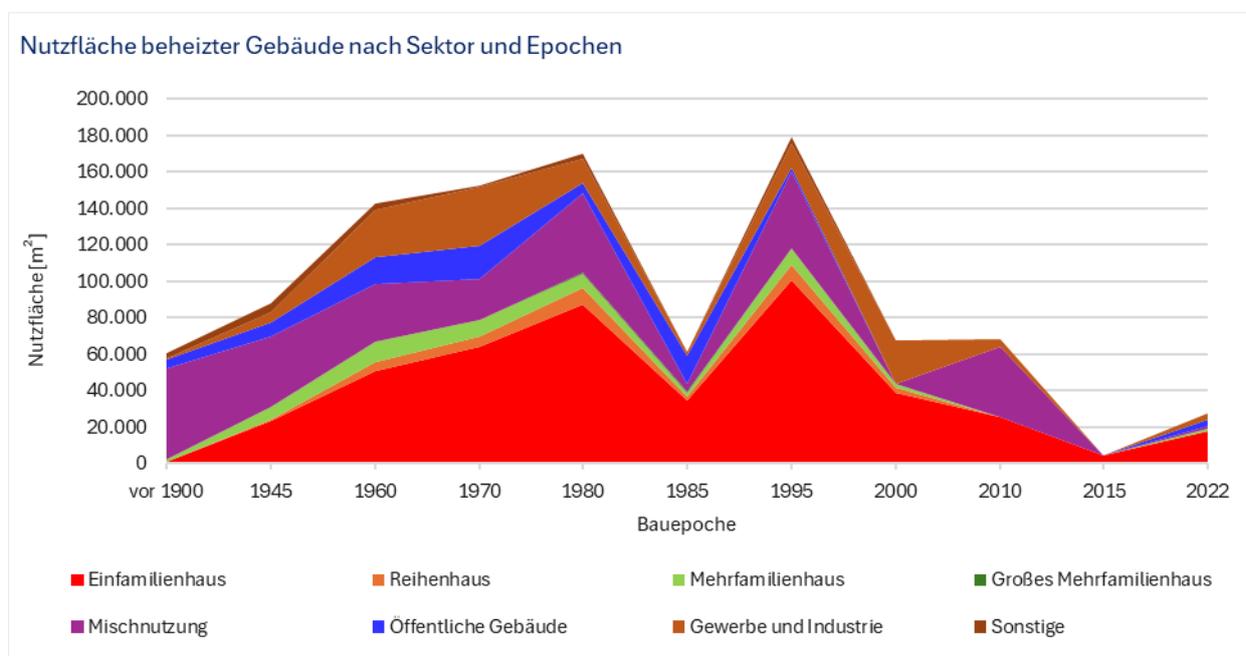


Abb. 15: Nutzfläche beheizter Gebäude pro Gebäudekategorie nach Epochen

Abb. 15 zeigt die Zuordnung der aktuell beheizten Nutzflächen zu den Bauepochen, in denen die jeweiligen Gebäude ursprünglich errichtet wurden. Dabei wird deutlich, dass insbesondere die Bauphasen zwischen 1945 und 1980 sowie die 1990er-Jahre einen signifikanten Anteil an der Gesamtnutzfläche ausmachen. Die Grafik zeigt zwei markante Höchstwerte in den 1980er- und 1990er-Jahren, gefolgt von einem starken Rückgang der neu errichteten beheizten Flächen nach dem Jahr 2000. Besonders auffällig ist, dass sowohl Einfamilienhäuser als auch Mischnutzungen, öffentliche Gebäude und Gewerbe- und Industriegebäude in diesen Zeiträumen erhebliche Nutzflächenzuwächse verzeichneten. Nach 2000 ist die Nutzflächenentwicklung stark rückläufig, da weniger Neubauten

errichtet wurden. Gleichzeitig erfüllen neuere Gebäude in der Regel bereits höhere energetische Standards, sodass der Fokus zukünftiger Sanierungsmaßnahmen insbesondere auf den älteren Beständen aus den 1940er- bis 1990er-Jahren liegen sollte.

Die Daten verdeutlichen, wie stark die Bautätigkeit der Nachkriegszeit und der Wachstumsphasen der 1980er- und 1990er-Jahre die heutige Verteilung der beheizten Nutzflächen geprägt hat.

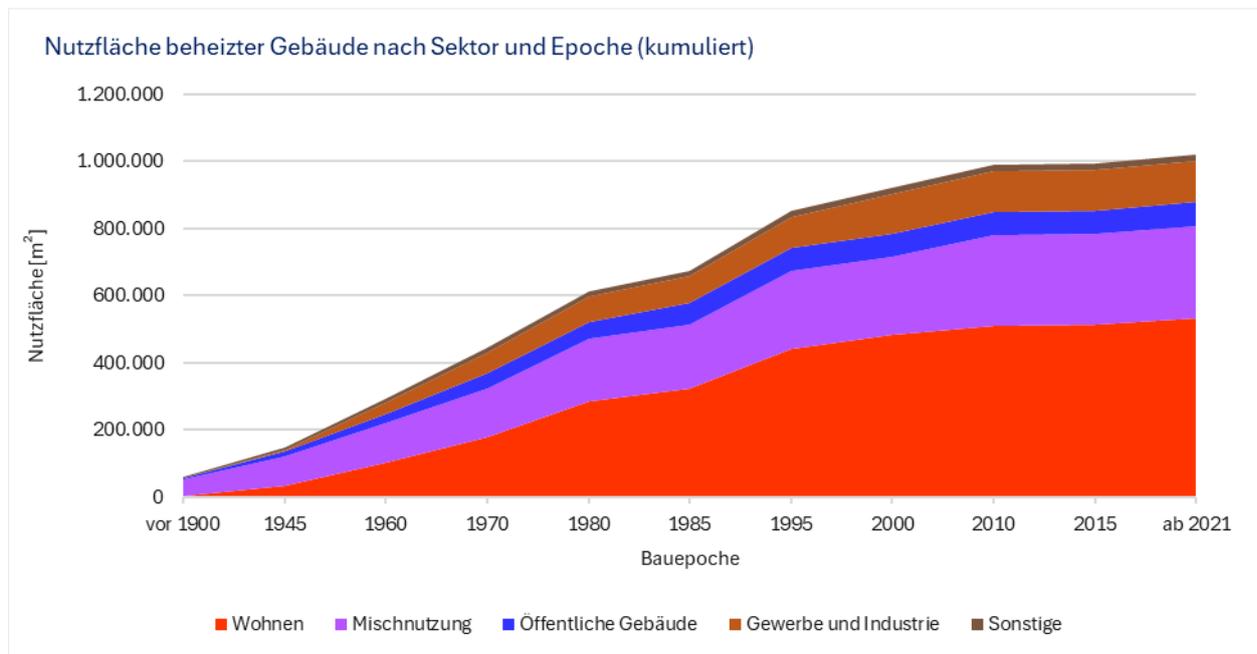


Abb. 16: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen

Abb. 16 zeigt die Entwicklung der kumulierten beheizten Nutzflächen in der Samtgemeinde Freren über verschiedene Bauepochen, differenziert nach Nutzungsarten wie Wohnen, Mischnutzung, öffentliche Gebäude, Gewerbe und Industrie sowie sonstige Gebäude. Ein deutlicher Anstieg der Wohnflächen ist ab den 1950er-Jahren zu erkennen, der sich bis in die 1980er-Jahre fortsetzt. Danach verlangsamt sich das Wachstum, bevor es ab den 1990er-Jahren erneut zunimmt. Seit den 2010er-Jahren ist eine Stagnation zu beobachten, wobei sich ab 2015 wieder ein leichter Anstieg abzeichnet. Der Wohnsektor stellt mit großem Abstand den größten Anteil der beheizten Nutzflächen dar und macht den dominierenden Anteil im Gesamtbestand aus. Auch die Mischnutzung sowie der Industrie- und Gewerbesektor verzeichnen kontinuierliche Zuwächse, wenngleich auf einem niedrigeren Niveau. Besonders der Sektor der öffentlichen Gebäude zeigt eine stetige, aber moderate Flächenzunahme. Diese Entwicklung unterstreicht die zentrale Bedeutung des Wohnsektors für die Wärmeplanung und verdeutlicht, dass insbesondere die älteren Gebäude mit größeren beheizten Flächen im Fokus energetischer Maßnahmen stehen sollten.

Wohngebäude – Nutzflächen

Anteile der Gebäudekategorien am Heizwärmebedarf

In der Samtgemeinde Freren entfallen derzeit die größten Nutzflächenanteile auf die Kategorie der Einfamilienhäuser, die eine Fläche von rund 450.000 m² einnehmen. An zweiter Stelle folgen mit rund 270.000 m² Gebäude mit Mischnutzung sowie Gewerbe- und Industriegebäude mit ca. 125.000 m². Reihen- und Mehrfamilienhäuser weisen im Vergleich zwar geringere Flächenanteile auf, verfügen jedoch gemeinsam über mehr als 80.000 m² und haben somit ebenfalls einen relevanten Einfluss auf den Gesamtwärmebedarf.

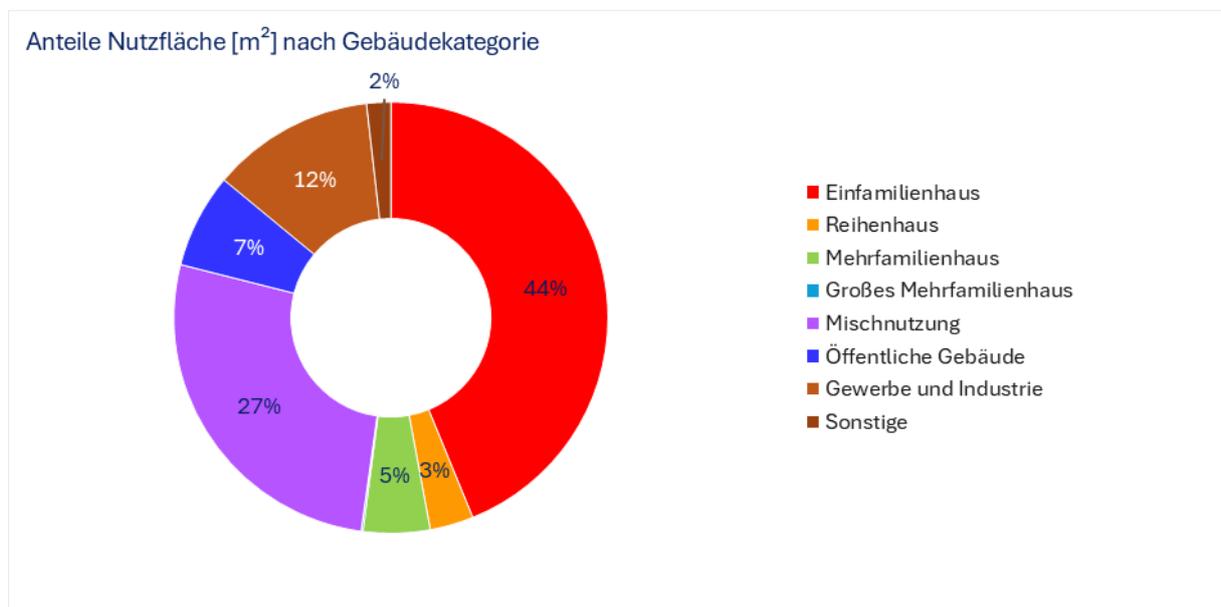


Abb. 17: Anteil Nutzfläche nach Gebäudekategorie

Ein Nutzflächenanteil von ca. 44 % an der beheizten Gesamtnutzfläche von rund 1.000.000 m² unterstreicht die zentrale Bedeutung der Einfamilienhäuser für die Heizwärmebereitstellung in der Samtgemeinde Freren. Dieser Gebäudetyp dominiert nicht nur den Energiebedarf bei den Wohngebäuden, sondern bietet zugleich das größte Potential für Maßnahmen zur Reduktion von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – sei es durch energetische Sanierungen oder den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Mischnutzungen, die rund 27 % der Gesamtnutzfläche ausmachen, stellen eine besondere Herausforderung dar, da sie sowohl Wohn- als auch Gewerbe-, Industrie- und sonstige Flächen umfassen können. Diese Gebäude erfordern flexible und kombinierte Versorgungskonzepte, die mehreren Nutzungsarten gerecht werden. Mehrfamilienhäuser, die etwa 5 % der Gesamtnutzfläche ausmachen, ermöglichen durch ihre meist zentrale Wärmeversorgung oftmals einfachere technische Lösungen. Die Analyse der Nutzflächen und Bauepochen machen deutlich, dass Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung und die Umstellung auf erneuerbare Energien vorrangig im Wohnsektor ansetzen sollten. Die Verteilung der Nutzflächen nach Bauepochen ist somit ein zentraler Indikator für die Priorisierung von Maßnahmen im Rahmen der Wärmeplanung.

7.4.1. Vorbildfunktion der Samtgemeinde Freren

Obwohl öffentliche Gebäude in der Samtgemeinde Freren nur einen geringen Anteil an der gesamten beheizten Nutzfläche ausmachen, spielen ihre Sanierung und ihr Neubau eine zentrale Rolle. Als Eigentümer und Verwalter dieser Gebäude übernimmt die öffentliche Hand eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung nachhaltiger und energieeffizienter Lösungen. Öffentliche Einrichtungen wie Gebäude der Gemeindeverwaltung, Schulen oder Sporthallen sind nicht nur bedeutende Orte des Gemeinwesens, sondern auch Vorzeigeprojekte, die die Relevanz von klimafreundlichem Bauen und Sanieren verdeutlichen. Investitionen in die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude sind aus wirtschaftlicher Sicht besonders sinnvoll, da sie den Energiebedarf reduzieren und die Betriebskosten minimieren.

In der Samtgemeinde Freren wird diese Verantwortung konsequent wahrgenommen. Die Sanierung und der Neubau öffentlicher Gebäude sind wichtige Bausteine der kommunalen Wärmeplanung und des Klimaschutzes. Durch ihre Nutzung und Symbolkraft tragen diese Gebäude wesentlich dazu bei, nachhaltige Entwicklungsziele zu fördern. Mit Projekten wie diesen demonstriert die Samtgemeinde, wie energieeffiziente und zukunftsorientierte Lösungen umgesetzt werden können, um langfristig einen Beitrag zur Klimaneutralität zu leisten. Diese Maßnahmen sollen private Hausbesitzer*innen und Unternehmen dazu ermutigen, ähnliche Maßnahmen umzusetzen, und tragen gleichzeitig dazu bei, die Lebensqualität und den Komfort für die Bürger*innen in der Samtgemeinde Freren nachhaltig zu erhöhen.

7.5. Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf korreliert direkt mit den beheizten Nutzflächen, wodurch sich die zuvor analysierten Gebäudekategorien und ihre Nutzung auch in den energetischen Kennzahlen widerspiegeln. Diese Betrachtung ermöglicht eine detaillierte Einschätzung der Wärmebedarfe, die insbesondere im Wohnsektor dominieren, und schafft eine Grundlage für die strategische Ausrichtung der Wärmeplanung.

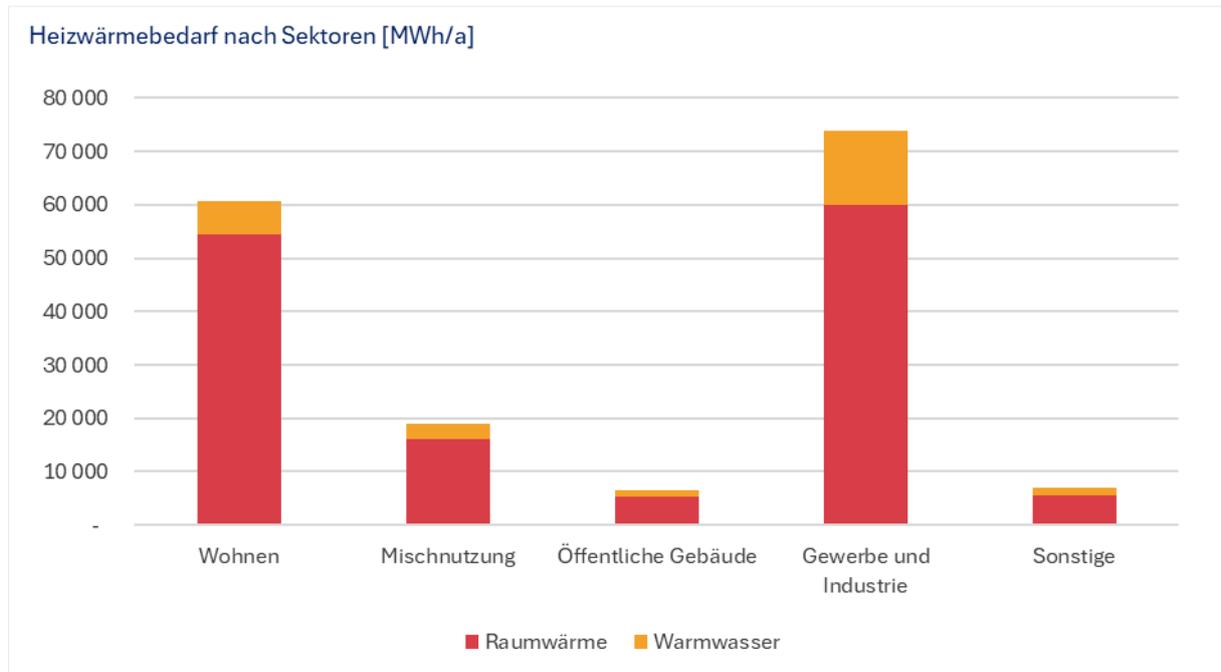


Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr)

Abb. 18 zeigt den jährlichen Heizwärmebedarf (in MWh) der verschiedenen Sektoren, unterteilt in Raumwärme und Warmwasser. Gewerbe und Industrie weisen dabei neben dem Wohnungssektor den größten Heizwärmebedarf auf, wobei die Raumwärme den dominierenden Anteil bildet. Insgesamt beträgt der Gesamtheizwärmebedarf rund 167 GWh pro Jahr. Der Sektor "Mischnutzung" trägt mit einem deutlich geringeren, aber dennoch relevanten Beitrag bei, während öffentliche Gebäude und sonstige Sektoren bei der Raumwärme im Vergleich eine untergeordnete Rolle spielen. Der Warmwasseranteil mit in Summe rund 25 GWh macht rund 15 % des Heizwärmebedarfs aus.

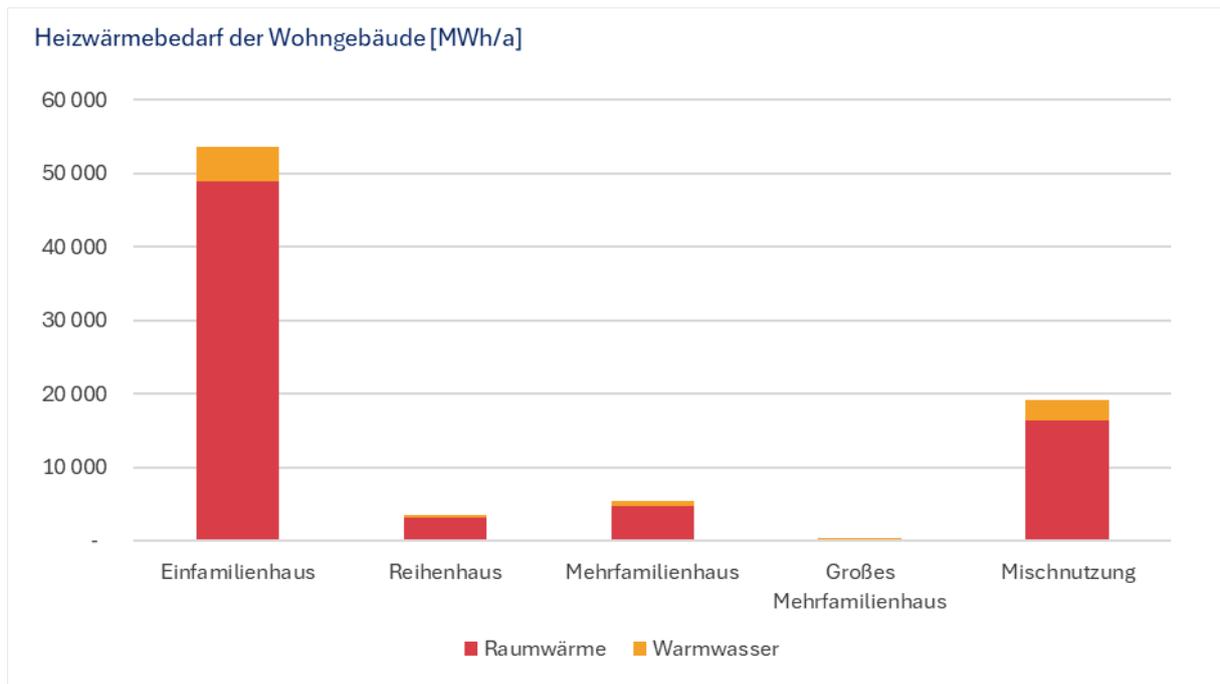


Abb. 19: Heizwärmebedarf der Wohngebäude (in MWh/Jahr)

Abb. 19 zeigt, dass die Raumwärme in allen Gebäudekategorien der dominierende Faktor beim Heizwärmebedarf ist. Besonders die Kategorie der Einfamilienhäuser, mit einem Heizwärmebedarf von rund 52 GWh pro Jahr, hebt sich hervor, da sie aufgrund ihres größeren Anteils an beheizter Fläche den höchsten Raumwärmebedarf aufweist. Diese Verteilung verdeutlicht die Bedeutung einer gezielten Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere im Einfamilienhausbereich, um Klimaziele zu erreichen und die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern. Warmwasser spielt im Vergleich zur Raumwärme eine untergeordnete Rolle, ist jedoch ebenfalls eine wichtige Komponente, insbesondere im Hinblick auf die Integration und Nutzung erneuerbarer Energien wie Solarthermie und Photovoltaik zur Warmwasseraufbereitung. Der Einsatz dieser Technologien kann die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern im Privatbereich verringern und zur nachhaltigen Energieversorgung beitragen.

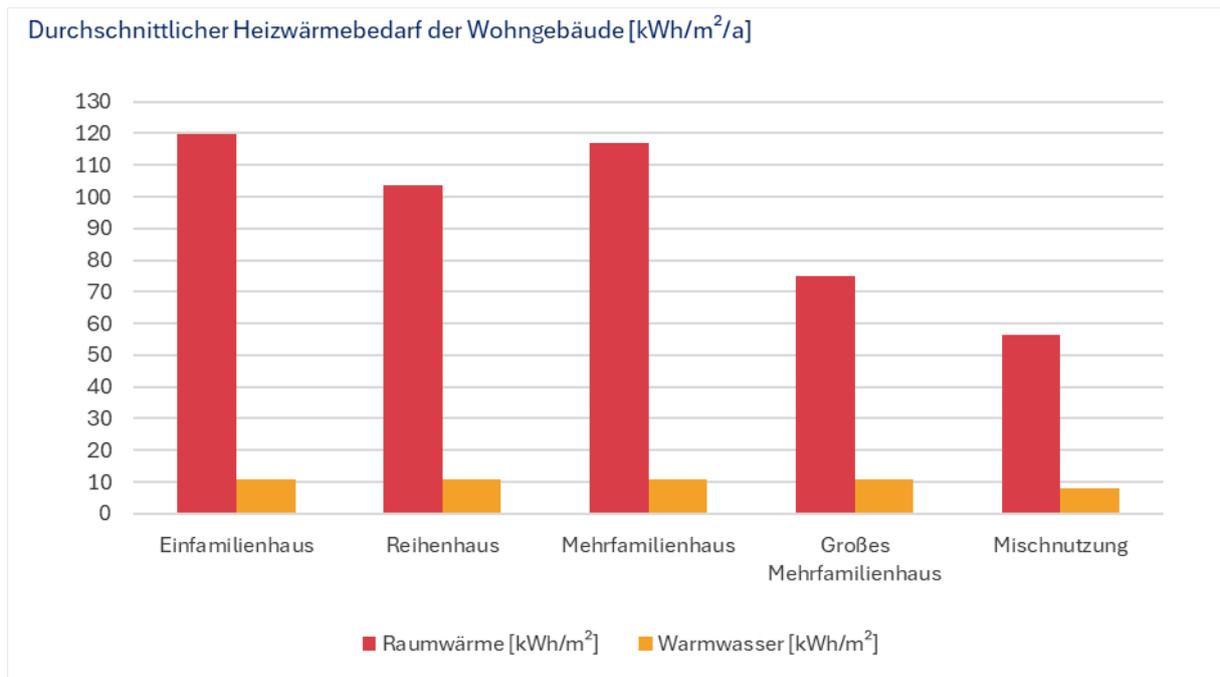


Abb. 20: Durchschnittlicher Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter

Abb. 20 zeigt den spezifischen Energiebedarf der Wohngebäudekategorien. Der durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarf pro Quadratmeter und Jahr, bestehend aus Raumwärme und Warmwasser, beträgt über alle Wohngebäudekategorien hinweg rund 96 kWh/m². Dabei entfällt der größte Anteil auf den spezifischen Raumwärmebedarf, der im Durchschnitt bei 84 kWh/m² liegt. Dieser Wert verdeutlicht ein erhebliches Sanierungspotential, insbesondere bei älteren Gebäuden, die häufig nicht den aktuellen energetischen Standards entsprechen. Abweichungen zwischen den einzelnen Gebäudekategorien resultieren hauptsächlich aus Unterschieden im Gebäudealter, der energetischen Bauqualität sowie den verschiedenen Wohnungsgrößen und Nutzflächen. Insbesondere ältere Gebäude mit größeren beheizten Flächen und unzureichender Dämmung weisen tendenziell höhere spezifische Energiebedarfe auf. Eine energetische Sanierung dieser Gebäude bietet nicht nur die Möglichkeit, den Gesamtenergieverbrauch deutlich zu reduzieren, sondern trägt auch erheblich zur Erreichung der Klimaziele bei. Gleichzeitig wird durch eine verbesserte Wärmeversorgung die Effizienz gesteigert und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert.

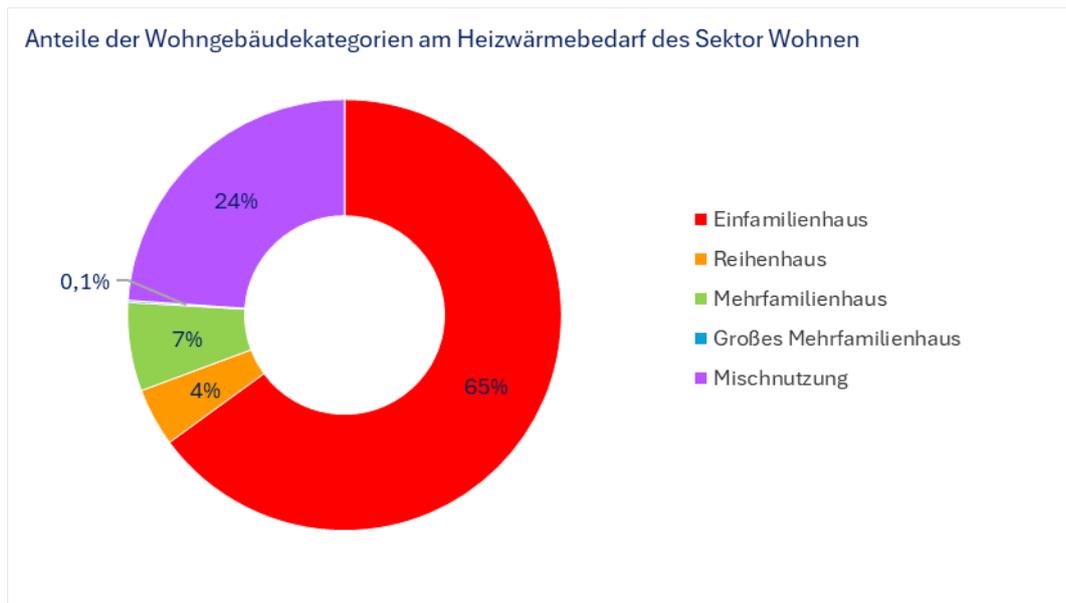


Abb. 21: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf des Sektors Wohnen

Abb. 21 zeigt, dass Einfamilienhäuser mit einem Anteil von 65 % am Heizwärmebedarf der Wohngebäude eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung der Samtgemeinde Freren spielen. Dieser Gebäudetyp dominiert im Wohnsektor den Heizenergiebedarf deutlich und bietet zugleich das größte Potential für Energieeinsparungen und die Reduktion von Treibhausgasemissionen durch energetische Sanierungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien. Gebäude mit Mischnutzung, die 24 % des Heizwärmebedarfs ausmachen, können eine besondere Herausforderung darstellen, da sie aufgrund unterschiedlicher Nutzungsprofile flexiblere und effizientere technische Versorgungskonzepte erfordern. Diese Gebäude vereinen z.B. Wohn- und Gewerbeflächen, die jeweils spezifische Wärmebedarfe und zeitliche Nutzungsanforderungen haben. Für eine optimale Wärmeversorgung sind daher Wärmeversorgungssysteme notwendig, die sowohl die konstanten Bedarfe der Wohnbereiche als auch die variablen und teils intensiveren Anforderungen der Gewerbeflächen berücksichtigen. Dies erfordert innovative Ansätze, wie die Nutzung von Wärmespeichern oder digital gesteuerten Versorgungslösungen. Trotz ihres vergleichsweise geringen Anteils können gezielte Maßnahmen, wie die Optimierung zentraler Wärmeversorgungssysteme, in diesen Gebäuden ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung des Gebäudebestandes, um die strategische Wärmeplanung in der Samtgemeinde Freren gezielt auf die wichtigsten Handlungsfelder auszurichten und somit die Energieeffizienz sowie die Klimaziele effektiv zu fördern.

7.6. Energieträgerverteilung

Der Heizwärmebedarf in der Samtgemeinde Freren stellt eine zentrale Komponente des Gesamtenergieverbrauchs der Samtgemeinde dar. Die zur Bereitstellung der Heizwärme eingesetzten Brennstoffe haben dabei einen erheblichen Einfluss auf die Menge der entstehenden Treibhausgasemissionen.

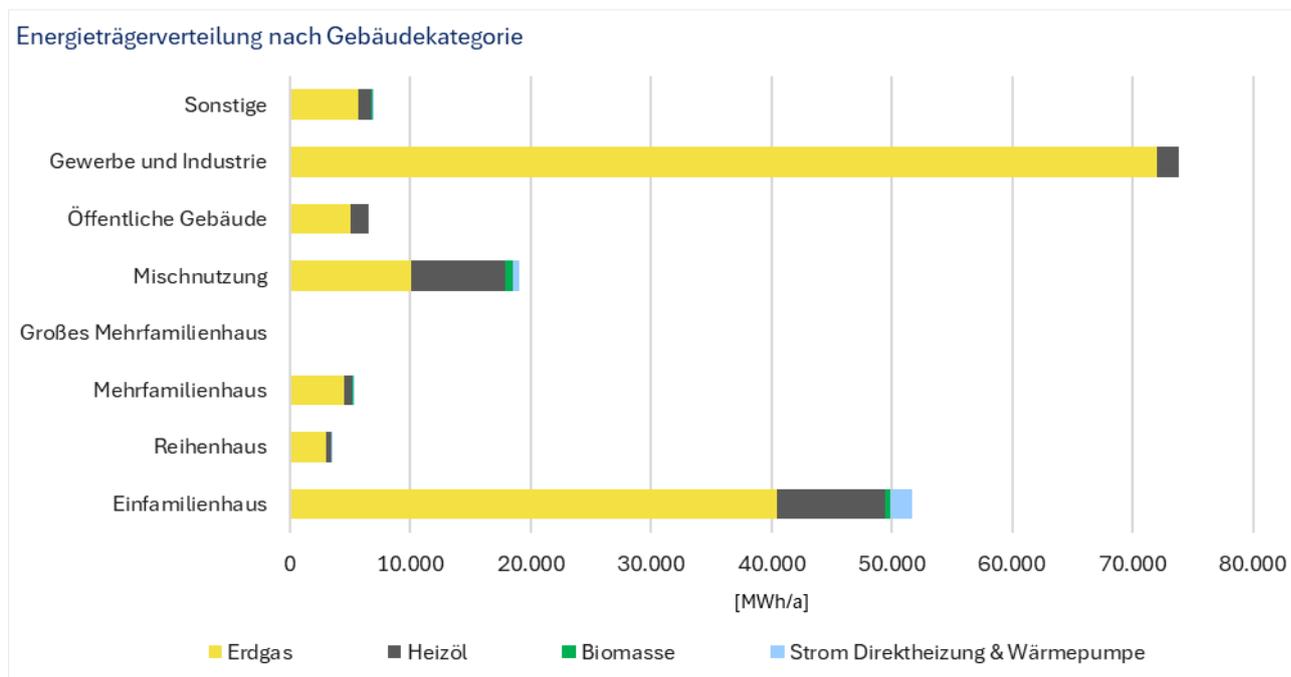


Abb. 22: Energieträgerverteilung zur Deckung des Heizwärmebedarfs

Abb. 22 verdeutlicht, dass Erdgas, mit einem Anteil von über 84 %, der dominierende Energieträger ist und den größten Teil des Energiebedarfs abdeckt. Heizöl, mit einem Anteil von rund 13 %, ist der zweitwichtigste Energieträger, was die weiterhin hohe Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht. Erneuerbare Energien, wie Biomasse und Umweltwärme (Wärmepumpen), spielen mit einem gemeinsamen Anteil von ca. 3 % aktuell eine untergeordnete Rolle im Energiemix. Diese Verteilung macht die starke Abhängigkeit der Samtgemeinde Freren von fossilen Brennstoffen deutlich, unterstreicht jedoch zugleich das Potential für eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Eine Umstellung auf nachhaltigere Energieträger ist daher entscheidend, um den Heizwärmebedarf klimafreundlicher zu gestalten und die Treibhausgasemissionen nachhaltig zu reduzieren.

7.7. Treibhausgasbilanz

Die Reduktion der durch den Verbrauch fossiler Energieträger verursachten Treibhausgasemissionen stellt die zentrale Aufgabe und Zielsetzung der kommunalen Wärmeplanung dar. Die Treibhausgasemissionen in der Samtgemeinde Freren, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt wurden, sind maßgeblich durch den Heizwärmebedarf und die Verteilung der genutzten Energieträger geprägt.

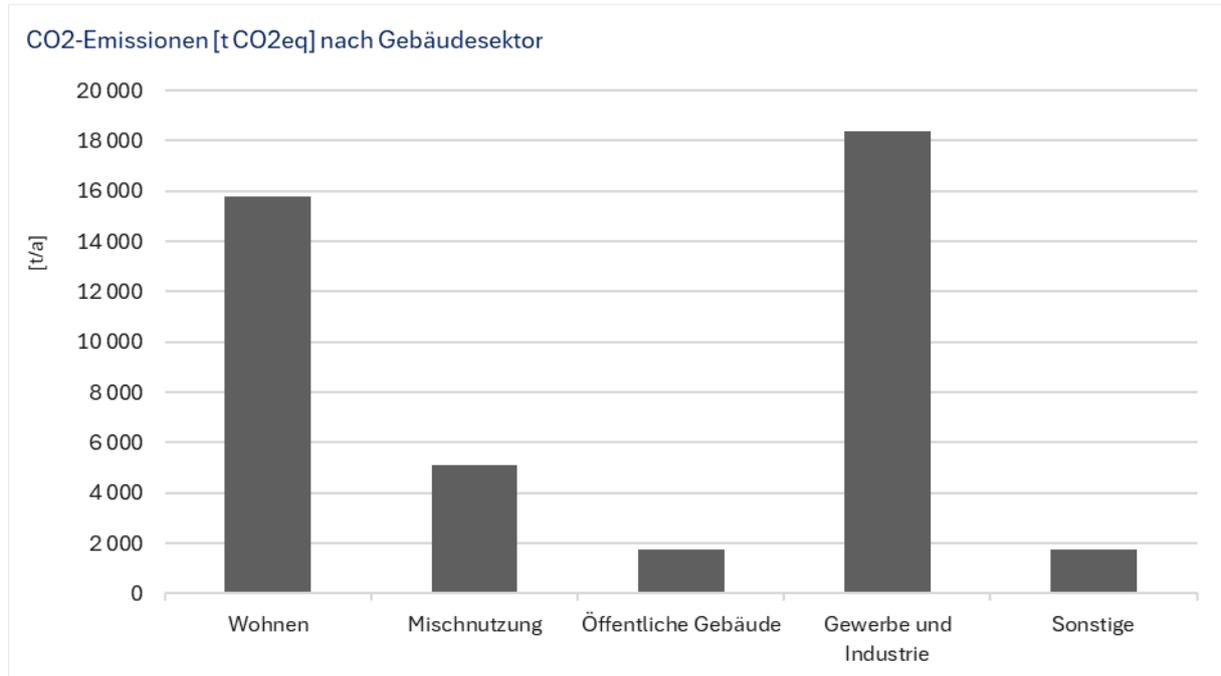


Abb. 23: CO₂-Emissionen [t CO₂eq] nach Gebäudekategorie

Abb. 23 zeigt die CO₂-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten (t CO₂eq), aufgeschlüsselt nach Gebäudenutzung. Gewerbe und Industrie verursachen mit rund 18.300 t CO₂eq den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Dies ist vor allem auf die intensive Nutzung von Erdgas zurückzuführen. Wohngebäude tragen rund 15.800 t CO₂eq bei, was nahezu vollständig auf den Verbrauch von Erdgas und Heizöl zurückzuführen ist. Gebäude mit Mischnutzung sowie Öffentliche Gebäude und Gebäude mit sonstiger Nutzung verursachen zusammen ca. 8.600 t CO₂eq, wobei ebenfalls fossile Brennstoffe dominieren. Insgesamt wird die sektorale Emissionsbilanz von fossilen Energieträgern geprägt. Die Nutzung erneuerbarer Energien, wie Biomasse, Umweltwärme und Direktstrom, bleibt in allen Sektoren gering. Diese Ergebnisse unterstreichen die Dringlichkeit, insbesondere im Bereich der Wohngebäude und der Industrie, Maßnahmen zur Reduktion fossiler Energieträger zu ergreifen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern.

8. Potentialanalyse

Zielsetzung der Potentialanalyse

Lokale erneuerbare Energiequellen werden in der Samtgemeinde Freren eine zentrale Rolle in der künftigen Wärmeversorgung spielen. Daher ist die Analyse der Potentiale ein essenzieller Bestandteil des Wärmeplans. Die Potentialanalyse hat folgende Zielsetzungen:

- Eine präzise Abschätzung der Potentiale zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren und unvermeidbaren Wärmequellen zu erstellen
- Die Potentiale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion zu bewerten
- Flächen mit hoher Bedeutung für die Energieproduktion und -versorgung zu identifizieren
- Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential zu erkennen und in die weiteren Planungen einzubeziehen
- Wärmeversorgern und Verbrauchern konkrete Hinweise für potenzielle Energiequellen und zukünftige Detailplanungen zu geben.

Sämtliche Daten und Analysen wurden GIS- und datenbankgestützt erarbeitet und aufbereitet, um eine präzise räumliche und thematische Auswertung sicherzustellen.

8.1. Potentiale erneuerbarer Energiequellen

Die Potentiale erneuerbarer Energiequellen basieren auf den verfügbaren Flächen, deren raumzeitlicher Verfügbarkeit sowie der technischen Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Technologien. Darüber hinaus beeinflussen Faktoren wie lokale klimatische Bedingungen, rechtliche Rahmenbedingungen (z. B. Bauvorschriften und Naturschutzauflagen), gesellschaftliche Akzeptanz und mögliche Förderprogramme die Nutzung erneuerbarer Energien.

Die Grundlage der Potentialanalyse bildete ein GIS-gestütztes Flächenscreening, bei dem Flächen identifiziert wurden, die für die Produktion erneuerbarer Energien ungeeignet sind oder Einschränkungen aufweisen. Aus der Flächenbilanz wurden unter anderem Naturschutz- und Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen.

Die Ergebnisse zeigen, dass aus technischer Sicht signifikante Produktionssteigerungen erneuerbarer Energien möglich sind und fossile Energieträger in allen Anwendungsbereichen schrittweise ersetzt werden können. Damit verfügt die Samtgemeinde Freren über ein erhebliches Entwicklungspotenzial für eine nachhaltige und klimafreundliche Energieversorgung.

8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Samtgemeinde Freren

Die Energieversorgung in der Samtgemeinde Freren ist durch eine gut ausgebaute Infrastruktur aus Gas-, Strom- und Erzeugungsanlagen geprägt. **Tab. 1** fasst die bestehende Energieinfrastruktur zusammen.

Tab. 1: Bestehende Energieinfrastruktur

Kategorie	Details
Gasnetz	2.200 Gaszählpunkte, 150 km Netzlänge
Stromnetz	3.700 Stromzählpunkte, 460 km erdverlegte Stromleitungen im Mittelspannungsbereich
Stromerzeugungsanlagen	2.128 netzgekoppelte Anlagen
Photovoltaik (PV)	1.479 PV-Anlagen mit 31,5 MW installierter Nettoleistung
Batteriespeicher	548 Batteriespeicher mit 3,4 MW Nettoleistung
Solarthermieanlage	590 Anlagen mit 5,9 MW Nennleistung
Biogasanlagen	7,5 MW installierter elektrischer Leistung
Windkraft	32 Windkraftanlagen mit 80,9 MW Nennleistung in Betrieb

Quellen: Marktstammdatenregister (MaStR) und Westnetz GmbH; Eigene Daten und Berechnungen HL-MM/K2I2

Das Stromnetz mit 3.700 Zählpunkten und 460 km erdverlegten Mittelspannungsleitungen gewährleistet eine zuverlässige Stromverteilung. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind 2.128 netzgekoppelte Stromerzeugungsanlagen in Betrieb, darunter 1.479 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Nettoleistung von 31,5 MW. Ergänzt wird diese Kapazität durch 548 Batteriespeicher mit einer Nettoleistung von 3,4 MW, die eine effiziente Speicherung und Nutzung überschüssiger Energie ermöglichen.

Wärmepumpen spielen mit 172 Zählpunkten und einer Nettoleistung von ca. 0,8 MW derzeit noch eine untergeordnete, aber zunehmend wichtigere Rolle in der klimafreundlichen Wärmebereitstellung. Die Windkraft ist eine tragende Säule der erneuerbaren Energieversorgung und umfasst 32 bestehende Anlagen mit einer Gesamtleistung von 80,9 MW.

Um die Energieversorgung in der Samtgemeinde Freren klimafreundlicher zu gestalten, müssen der Ausstieg aus dem fossil geprägten Gasnetz sowie die Dekarbonisierung der KWK-Anlagen durch den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energien vorangetrieben werden. Die Potenziale und Möglichkeiten der erneuerbaren Energiequellen, die zu dieser Transformation beitragen können, werden nachfolgend erläutert.

8.3. Ergebnisse zu den Potentialen erneuerbarer Energiequellen

8.3.1. Geothermie

Die Geothermie zählt zu den vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen und bietet durch die Nutzung der in der Erde gespeicherten Wärme eine nachhaltige und umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen. Ein wesentlicher Vorteil der Geothermie gegenüber Wind- und Solarenergie ist ihre ständige Verfügbarkeit, unabhängig von Tageszeit oder Jahreszeit. In der Tiefe ab etwa 5 m bleibt die Temperatur konstant, wodurch Wärme und Strom rund um die Uhr bereitgestellt werden können.

Die Nutzung der Geothermie wird in zwei Hauptkategorien unterteilt:

8.3.1.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt Wärmequellen aus bis zu 400 m Tiefe und wird hauptsächlich zur direkten Wärmeversorgung von Gebäuden eingesetzt. Wärmepumpen spielen dabei eine zentrale Rolle: Sie entziehen die gespeicherte Energie aus der Umgebung – sei es aus der Luft, dem Grundwasser oder dem Erdreich – und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau, um sie für Heizungszwecke nutzbar zu machen. Für diesen Prozess benötigt die Wärmepumpe Strom. Im Normalbetrieb kann sie aus einer Kilowattstunde Strom etwa vier Kilowattstunden Wärme erzeugen. Dieses Verhältnis wird als Jahresarbeitszahl (JAZ) bezeichnet und ist ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe. Je höher die JAZ, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Die oberflächennahe Geothermie bietet zwei effiziente Möglichkeiten zur Wärmegewinnung:

- **Erdwärmesonden:** Vertikal installierte Sonden reichen bis zu 400 m Tiefe und ermöglichen die Nutzung der konstanten Temperaturen des Untergrunds. Sie sind besonders platzsparend und eignen sich gut für dicht besiedelte Gebiete.
- **Erdwärmekollektoren:** Diese nutzen die oberflächennahen Schichten des Bodens zur Wärmegewinnung. Sie erfordern jedoch größere Grundstücksflächen und sind besonders für größere Liegenschaften oder Neubaugebiete geeignet.

Durch ihre Vielseitigkeit und hohe Effizienz stellt die oberflächennahe Geothermie eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgungsoption dar, die sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung von Bestandsgebäuden Anwendung finden kann.

8.3.1.2 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt die in großen Tiefen gespeicherte Erdwärme aus Tiefen von bis zu 5.000 m, um sowohl Wärme als auch Strom bereitzustellen. Mit zunehmender Tiefe steigt die Temperatur des Gesteins aufgrund des geothermischen Gradienten – durchschnittlich um etwa 3 °C pro 100 m Tiefe. In großen Tiefen lassen sich daher Temperaturen von 100–200 °C oder höher erreichen, die für verschiedene Energieanwendungen nutzbar

gemacht werden können. Gegenwärtig ist jedoch keine Nutzung der Tiefengeothermie in der Region bekannt.

Informationsgrundlagen

Das kostenfreie Niedersächsische Bodeninformationssystem, kurz NIBIS, bietet detaillierte Informationen zu geothermischen Potentialen und zur Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Es befindet sich im Aufbau, weshalb derzeit noch für mitteltiefe und tiefe Geothermie in der Samtgemeinde Freren keine Daten vorliegen. Die Analyse konzentriert sich daher auf die oberflächennahe Geothermie bis zu einer Tiefe von 100 m. Der NIBIS-Kartenserver liefert Informationen zur Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds, die eine wichtige Grundlage für die Bewertung der geothermischen Potentiale bilden. In der Samtgemeinde Freren liegt die Wärmeleitfähigkeit in relevanten Tiefenstufen bei 1,9-2,5 W/mK, was einer moderaten bis guten Effizienz für geothermische Anwendungen entspricht. Die Einheit W/mK (Watt pro Meter und Kelvin) gibt an, wie effizient der Untergrund Wärme leitet: Sie beschreibt, wie viel Wärmeenergie pro Sekunde durch einen Meter Boden fließt, wenn ein Temperaturunterschied von einem Kelvin besteht, und ist damit ein zentraler Indikator für die Eignung des Bodens für geothermische Anwendungen.

Potentiale

Ausgehend von rund 730ha verfügbarer, nicht versiegelter Fläche im Siedlungsgebiet der Samtgemeinde Freren ergibt sich bei einer Betriebsannahme von 2.000 Volllaststunden pro Jahr ein beachtliches Potential für die Nutzung von Erdwärmesystemen zur Wärmeversorgung. Für Erdwärmesonden, deren Leistung stark von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds abhängt, wurde auf Grund der bestehenden Wärmeleitfähigkeit eine spezifische Leistung von 50 W/m angenommen. Bei einem angenommenen Mobilisierungsfaktor von 20 % ergibt sich daraus ein technisches Potential von rund 65.000 MWh/a an Wärmebereitstellung.

Für Erdwärmekollektoren, die Wärme aus den oberflächennahen Schichten des Bodens gewinnen, beträgt die spezifische Leistung 20–30 W/m². Bei einem deutlich niedrigeren angenommenen Mobilisierungsfaktor von 5 % resultiert eine effektiv nutzbare Fläche von ca. 37 ha. Diese Fläche bietet ein Wärmebereitstellungspotential von rund 18.000 MWh/a. Das Ergebnis mit einem Gesamtpotential von rund 83 GWh verdeutlicht, dass die oberflächennahe Geothermie einen bedeutenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Freren leisten kann.

Kosten

Die Vollkosten für eine Erdwärmesonde liegen typischerweise zwischen 20.000 und 30.000 €, abhängig von den geologischen Gegebenheiten, der Bohrtiefe, der benötigten Wärmepumpenleistung und dem Umfang der Installationsarbeiten. Für die Erdwärmekollektoren sind die Kosten aufgrund der geringeren Erschließungskosten etwa 20 % niedriger. Damit stellen sie eine kostengünstigere Alternative dar, sofern ausreichend Grundstücksfläche zur Verfügung steht. Die Investitionskosten lassen sich durch gezielte Fördermaßnahmen erheblich senken, wodurch die Technologie langfristig wirtschaftlich und

nachhaltig wird. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind detaillierte Standortanalysen erforderlich, um die geologischen Gegebenheiten optimal zu berücksichtigen und die Planung auf die jeweiligen Bedingungen vor Ort abzustimmen.

Fazit:

- Die oberflächennahe Geothermie bietet in der Samtgemeinde Freren eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgungsoption und stellt eine sinnvolle Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energiesystemen dar.
- Erdwärmekollektoren sind besonders geeignet für größere Grundstücke sowie kommunale Gebäude, da sie eine ausreichende Fläche zur Installation benötigen und technisch vergleichsweise einfach umzusetzen sind.
- Erdwärmesonden stellen die effiziente Alternative in dicht besiedelten Gebieten dar, da sie weit weniger Platz benötigen und vertikal installiert werden können. Sie profitieren von konstanten Temperaturen in der Tiefe, was eine zuverlässige Wärmeversorgung ermöglicht.
- Allerdings sind bei Erdwärmesonden die Investitionskosten für Bohrungen zu berücksichtigen. Die Kosten liegen in der Regel bei 50–70 € pro Meter Tiefe, abhängig von den geologischen Bedingungen.
- Durch eine sorgfältige Kosten-Nutzen-Analyse, professionelle technische Beratung und die Nutzung bestehender Förderprogramme können sowohl Erdwärmekollektoren als auch Erdwärmesonden einen bedeutenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in der Samtgemeinde Freren leisten. Die Effizienz der Wärmeversorgung kann durch eine Kombination mit Solarthermie oder Wärmepuffersystemen zusätzlich gesteigert werden.

8.3.2. Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme

Die Nutzung von Umweltwärme über Luftwärmepumpen stellt eine wichtige Säule der nachhaltigen Energieversorgung dar. Luftwärmepumpen gewinnen Wärme aus der Umgebungsluft und machen sie für Heizung und Warmwasserbereitung nutzbar. Sie sind besonders flexibel einsetzbar, benötigen keine tiefen Bohrungen oder großen Flächen und können sowohl in Neubauten als auch in Bestandsgebäuden integriert werden.

Potentiale der Luftwärmepumpen-Nutzung in der Samtgemeinde Freren

Luftwärmepumpen erfordern keine besonderen geologischen Voraussetzungen und können praktisch auf jedem Grundstück installiert werden. Sie eignen sich sowohl für Einfamilienhäuser als auch für größere Wohngebäude oder Gewerbeobjekte. Wie Erdwärme ist die Umweltwärme eine klimafreundliche Energiequelle, die unerschöpflich und kostenlos zur Verfügung steht. In Verbindung mit grünem Strom können Luftwärmepumpen

eine nahezu emissionsfreie Wärmeversorgung gewährleisten. Ein besonderer Vorteil ist, dass Luftwärmepumpen keine zusätzlichen Installationen wie Bohrungen (wie bei Erdwärme) oder Kollektoren (wie bei Solarthermie) erfordern. Sie sind somit ideal geeignet für Gebiete mit geringem Platzangebot oder schwierigen geologischen Bedingungen. Der Gebäudebestand in der Samtgemeinde Freren besteht aus einer großen Zahl an Ein- und Mehrfamilienhäusern, die auf Luftwärmepumpen umgerüstet werden könnten. Für Neubaugebiete bietet sich die Möglichkeit, Luftwärmepumpen standardmäßig in die Bauplanung zu integrieren.

Herausforderungen der Luftwärmepumpen-Nutzung

- Die Effizienz von Luftwärmepumpen ist stark von der Außentemperatur abhängig. An kalten Wintertagen sinkt die Effizienz im Vergleich zu Erdwärme- oder Wasserpumpen deutlich. Daher sind Optimierungen der Gebäudedämmung notwendig, um niedrige Vorlauftemperaturen zu gewährleisten und die Effizienz der Wärmepumpen zu erhöhen.
- Luftwärmepumpen benötigen elektrische Energie für den Betrieb. Um klimafreundlich zu bleiben, sollte dieser Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Hier bietet sich der Ausbau lokaler Photovoltaik-Anlagen als nachhaltige und wirtschaftliche Lösung an.
- Die Anschaffungskosten für Luftwärmepumpen sind zwar geringer als für Erdwärmesonden, können aber im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen zunächst hoch erscheinen. Eine sorgfältige Kosten-Nutzen-Analyse und die Einbindung von Fördermitteln sind entscheidend, um die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.
- Die Außeneinheiten von Luftwärmepumpen erzeugen Betriebsgeräusche, die in dicht besiedelten Gebieten problematisch sein können. Eine sorgfältige Standortwahl und gegebenenfalls Schalldämpfungsmaßnahmen sind erforderlich, um die Geräuschentwicklung zu minimieren.

Fazit:

Luftwärmepumpen bieten für die Samtgemeinde Freren ein enormes Potential zur nachhaltigen Wärmeversorgung. Durch ihre flexible Einsetzbarkeit, die geringen Flächenanforderungen und die einfache Installation sind sie eine zukunftsfähige Lösung, besonders in Kombination mit Photovoltaik. Allerdings sind einige Herausforderungen zu beachten:

- Ein hoher energetischer Gebäudestandard oder umfassende Sanierungsmaßnahmen sind notwendig, um niedrige Vorlauftemperaturen zu gewährleisten und die Effizienz der Wärmepumpe zu optimieren.
- An Tagen mit niedrigen Außentemperaturen sinken die Arbeitszahl (JAZ) und die Effizienz von Luftwärmepumpen erheblich.
- Eine professionelle Beratung und korrekte Dimensionierung des Wärmepumpensystems sind entscheidend, um die Leistung optimal an den Heizbedarf des Gebäudes anzupassen und Effizienzverluste zu vermeiden.

8.3.3. Windkraft

Die Windenergie spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung der Klimaschutzziele und der Umstellung auf eine nachhaltige Energieversorgung. Sie gehört zu den effizientesten und wirtschaftlichsten Möglichkeiten zur klimafreundlichen Stromerzeugung. Aufbauend auf die bestehende Nutzung stellt die Windkraft eine wichtige Säule der lokalen Energiewende dar. Ein zentrales Element sollte dabei die finanzielle Beteiligung der Kommune und die Bürgerbeteiligung über Nachrangdarlehen oder Bürgerenergiegenossenschaften sein, die es den Bürgerinnen und Bürgern ermöglicht, nicht nur die Akzeptanz für die Projekte zu stärken, sondern auch wirtschaftlich zu profitieren.

Beschreibung der Windenergiepotentiale in der Samtgemeinde Freren

Aktuell sind bereits 31 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 75 MW in Betrieb. Diese Anlagen leisten einen wesentlichen Beitrag zur regenerativen Stromerzeugung in der Region und verdeutlichen die bereits weit fortgeschrittene Nutzung des Windkraftpotenzials vor Ort. Ein möglicher weiterer Ausbau wird voraussichtlich innerhalb der bestehenden Vorranggebiete erfolgen. Die dort noch verfügbaren Flächen bieten ein zusätzliches technisches Potenzial. Unter Annahme eines realistischen Ertragsszenarios – mit modernen Windkraftanlagen der 6-MW-Klasse, einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 7 m/s in 150 m Höhe, einem 4-fachen Rotordurchmesser als Abstand sowie etwa 3.000 Volllaststunden pro Jahr – ergibt sich folgendes Gesamtpotential:

- Verfügbare Vorrangfläche: 749 ha
- Bestehender Anlagenbestand: 31 mit rund 75 MW Nennleistung und ca. 225 GWh Stromertrag pro Jahr

- Zusätzlich Installierbare Windkraftanlagen: ca. 15 bis 20 Anlagen mit je 6MW Leistung
- Gesamte installierbare Leistung: ca. 300 MW
- Gesamter technischer Stromertrag: ca. 900 GWh/Jahr

Ergebnisse und Bedeutung für die Samtgemeinde Freren

Die Errichtung weitere Windenergieanlagen erscheint – bei vollständiger Ausschöpfung der bestehenden Vorrangflächen – technisch möglich und raumplanerisch grundsätzlich realisierbar. Damit könnte ein zusätzlicher Beitrag zur lokalen und regionalen Energieversorgung geleistet werden. Der erzeugte Strom könnte einen erheblichen Teil des regionalen Bedarfs decken und die lokale Energieautarkie stärken. Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt jedoch maßgeblich von standortspezifischen Umweltprüfungen, der lokalen Akzeptanz sowie der Erschließbarkeit durch die Netzstruktur ab. Ein weiterer Ausbau, kombiniert mit einer aktiven Bürgerbeteiligung, bietet die Möglichkeit, Windenergieprojekte wirtschaftlich und sozial nachhaltig umzusetzen. Die direkte Einbindung der Bürgerinnen und Bürger trägt zur regionalen Wertschöpfung bei und fördert die Akzeptanz der Anlagen vor Ort.

Anmerkungen:

- Die Stromproduktion aus Windkraftanlagen ist stark von der Verfügbarkeit des Windes abhängig, die im Jahresverlauf erheblich schwanken kann. In windreichen Perioden wird zwar viel Energie erzeugt, doch bei Windflauten sinkt die Produktion deutlich, was die kontinuierliche Energieversorgung erschwert. Diese Schwankungen stellen nicht nur eine Herausforderung für die Stabilität der Stromnetze dar, sondern wirken sich auch auf die Langlebigkeit der Anlagen aus, da häufige Lastwechsel die mechanischen Komponenten stärker beanspruchen können. Darüber hinaus sind die übergeordneten Leitungsnetze oft noch unzureichend darauf ausgelegt, die natürlichen Schwankungen im Stromangebot effizient auszugleichen, was die Netzstabilität zusätzlich gefährdet.
- Windkraftanlagen haben akustische, visuelle und ökologische Auswirkungen, die sorgfältige Planung erfordern. Rotorgeräusche können die Lebensqualität in Wohngebieten beeinträchtigen, weshalb Lärmgrenzen und Mindestabstände vorgeschrieben sind. Die Anlagen prägen das Landschaftsbild und können Vögel und Fledermäuse gefährden, was durch Standortwahl und gesetzliche Vorgaben minimiert werden kann. Genehmigungsverfahren und Ausgleichsmaßnahmen tragen dazu bei, negative Folgen für Mensch und Natur zu begrenzen.
- Bürgerbeteiligungen bieten nicht nur finanzielle Vorteile, sondern stärken auch die lokale Gemeinschaft und die Akzeptanz für die Windkraftnutzung.

8.3.4. Solarenergie

Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern basiert Solarenergie auf einer unerschöpflichen und kostenlosen Ressource. Sie spielt eine zentrale Rolle bei der klimafreundlichen Energieversorgung und ist ein entscheidender Baustein der lokalen Energiewende. Durch technologische Fortschritte konnten in den letzten Jahren sowohl die Effizienz von Photovoltaikanlagen (PV) als auch die Kosten deutlich verbessert werden. Der Wirkungsgrad – das Verhältnis zwischen der eingestrahelten Sonnenenergie und der tatsächlich erzeugten elektrischen oder thermischen Energie – konnte dabei gesteigert werden. Moderne PV-Module nutzen dabei direkte und indirekte Strahlung und erreichen heute Wirkungsgrade von 15–22 %, während die Preise seit 2010 um über 70 % gesunken sind.

Solarenergiepotentiale in der Samtgemeinde Freren

Die Nutzung von Dachflächen ist bereits fortgeschritten, jedoch bieten private, gewerbliche und öffentliche Gebäude weitere Ausbaupotentiale. Die GIS-gestützten Auswertungen haben das technische Potential für Solarenergie in der Samtgemeinde Freren umfassend ermittelt und zeigen, dass insbesondere Dachflächen ein enormes Potential zur Stromproduktion bieten. Ergänzend bietet Solarthermie eine effiziente Möglichkeit zur Bereitstellung von Warmwasser und Heizwärme. Insbesondere bei Wohngebäuden und kommunalen Einrichtungen bietet sie eine sinnvolle Ergänzung zur Photovoltaik. Freiflächen sind bislang weitestgehend ungenutzt. Eine PV-Nutzung auf unversiegelten Flächen, Brachflächen oder als Agri-PV-Lösung könnte zusätzliche Erträge generieren und gleichzeitig die bestehende Flächennutzung ergänzen.

Tab. 2: Solarenergie - technische Potentiale und gegenwärtige Produktion

	Technisches Potential [GWh/Jahr]	Gegenwärtige Produktion [GWh/Jahr]	Grad der Nutzung
PV-Dach	360	30	8%
PV-Freifläche	78	-	0%
Solarthermie	54	2,5	5%
Summe [GWh/Jahr]	492	32,5	7%

Quelle: Solardachkataster Emsland, ergänzende Berechnungen durch HL-MM & K2I2;
*0,5 % der landwirtschaftlichen Fläche

Kostenentwicklung und Wirtschaftlichkeit

Die Anschaffungskosten für Photovoltaikanlagen sind in den letzten Jahren stark gesunken. Die Kosten pro kWp (Kilowatt-Peak, Maß für die Leistung einer Photovoltaikanlage) liegen bei 1.200–1.800 Euro, abhängig von Größe und Leistung. Die Gesamtkosten für ein Einfamilienhaus mit 4–10 kWp liegen zwischen 6.000 und 12.000 Euro. Laufende Kosten

bei Jährlich 300–400 Euro für Wartung und Versicherung. Zusätzlich 1.200–8.000 Euro für Speicherlösungen mit 4–8 kWh.

Förderprogramme und Einsparungen durch Eigenverbrauch verbessern die Wirtschaftlichkeit und machen die Solarenergie zu einer kostengünstigen und nachhaltigen Lösung. Durch die Aktivierung von Dach- und Freiflächen sowie den gezielten Ausbau von Solarthermie könnte die Solarenergieproduktion in der Samtgemeinde Freren um ein Vielfaches gesteigert werden. Die gesetzlichen Vorgaben zur Solardachpflicht, sinkende Kosten und innovative Technologien bieten zusätzliche Anreize für die Erschließung der Potentiale. In Kombination mit Förderprogrammen trägt Solarenergie maßgeblich zur lokalen Energieautarkie und zur Erreichung der Klimaschutzziele bei.

Zusätzliche Potentiale für Solarenergie in der Samtgemeinde Freren

Neben der Nutzung von Dachflächen, Freiflächen und Solarthermie gibt es weitere, bisher weniger genutzte Potentiale, die zur Steigerung der Solarenergieproduktion beitragen können. Diese betreffen innovative Konzepte, wie Fassaden-PV, Balkonkraftwerke und kombinierte Lösungen.

Fassaden-Photovoltaik (Fassaden-PV)

Moderne PV-Module können heute in Gebäudefassaden integriert werden und erweitert die Möglichkeiten der Stromerzeugung. Diese Lösungen sind besonders für Gewerbeimmobilien, öffentliche Gebäude und Neubauten geeignet, bei denen große vertikale Flächen zur Verfügung stehen. Fassadenmodule sind ästhetisch ansprechend, multifunktional (z. B. Verschattung) und ermöglichen eine Nutzung auch bei begrenzten Dachflächen.

Balkonkraftwerke (“Stecker-Solargeräte”)

Balkonkraftwerke sind kleine, steckerfertige PV-Anlagen, die sich ideal für Mietwohnungen oder kleine Eigenheime eignen. Sie bestehen aus ein bis vier Modulen und können direkt an das Hausnetz angeschlossen werden. Pro Modul lassen sich etwa 500–1000 kWh/Jahr erzeugen, abhängig von der Ausrichtung und Sonneneinstrahlung. Die Investitionskosten von etwa 400–1.500 Euro pro System sind gering. Den Bürger*innen bieten Balkonkraftwerke eine einfache Möglichkeit, aktiv zur Energiewende beizutragen und gleichzeitig ihre Stromkosten zu senken. Darüber hinaus eignen sie sich hervorragend zur schnellen und unkomplizierten Erschließung von kleinem Solarstrompotential.

Ein weiterer unschätzbare Mehrwert liegt in der Bewusstseinsbildung: Durch die Nutzung von Balkonkraftwerken setzen sich Nutzer intensiver mit ihrem Stromverbrauch, Möglichkeiten der Energieeinsparung und moderner Technologie auseinander. Diese Auseinandersetzung fördert ein nachhaltigeres Denken und Handeln im Alltag, was langfristig zur Unterstützung der Energiewende und zu einer bewussteren Energienutzung beiträgt.

Parkplatzüberdachungen mit PV (Carport-PV)

Die Integration von PV-Anlagen auf Parkplätzen bietet eine doppelte Nutzung der Fläche – Stromproduktion und Beschattung der Stellplätze. Carport-PV-Systeme können sowohl

auf öffentlichen Parkplätzen (z. B. Einkaufszentren, Schulen) als auch auf privaten Stellplätzen installiert werden. Je nach Größe der Parkfläche können 25–100 MWh/Jahr zusätzlich erzeugt werden. Parkplatzüberdachungen sind besonders wirtschaftlich bei großflächigen Stellplätzen und bieten einen sichtbaren Beitrag zur nachhaltigen Ortsentwicklung.

Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und PV

Agri-PV ermöglicht eine kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen für die Nahrungsmittelproduktion und die Stromerzeugung. Die PV-Module werden in ausreichender Höhe installiert, sodass landwirtschaftliche Maschinen weiterhin genutzt werden können. Die Vorteile sind: Erhöhung der Flächeneffizienz, Schutz vor Wetterextremen und zusätzliche Einnahmequellen für Landwirte. Agri-PV bietet besonders für landwirtschaftlich geprägte Kommunen zusätzliche Chancen zur Erschließung von erneuerbaren Energiepotentialen.

Fazit:

- Die Nutzung der Solarenergie bietet in der Samtgemeinde Freren großes Potenzial für eine nachhaltige Strom- und Wärmeerzeugung. GIS-gestützte Analysen zeigen, dass durch die Nutzung von Dach- und Freiflächen sowie innovativen Technologien wie Fassaden-PV, Balkonkraftwerken und Parkplatzüberdachungen die Energieproduktion erheblich gesteigert werden kann
- Solarenergie kann auf Dachflächen, Freiflächen, Gebäudefassaden und sogar auf landwirtschaftlichen Flächen (Agri-PV) installiert werden. Dies ermöglicht eine hohe Flächeneffizienz.
- Moderne PV-Module erreichen Wirkungsgrade von bis zu 22 %, während sich die Kosten für Photovoltaikanlagen seit 2010 um über 70 % verringert haben.
- Balkonkraftwerke und Bürgerkraftwerke ermöglichen es Bürger*innen, aktiv zur Energiewende beizutragen. Die einfache Installation und niedrigen Kosten von Balkonkraftwerken fördern die Beteiligung breiter Bevölkerungsschichten.
- Lösungen wie Carport-PV oder Agri-PV kombinieren Stromerzeugung mit zusätzlichem Nutzen wie Beschattung oder landwirtschaftlicher Produktion.
- Allerdings ist Solarenergie wie Windkraft nicht dauerhaft verfügbar, da die Stromproduktion von Sonneneinstrahlung und Wetterbedingungen abhängig ist. Diese Schwankungen erfordern ergänzende Speichertechnologien und Netzlösungen, um eine zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten.

8.3.5. Bioenergie

Die Landwirtschaft befindet sich aktuell in einem Spannungsfeld zwischen steigenden Anforderungen an die Lebensmittelproduktion, ökologischen Erfordernissen und der zunehmenden Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Energieerzeugung. Diese Nutzungskonflikte werden durch den fortschreitenden Klimawandel weiter verschärft. Veränderte Wetterbedingungen wie häufigere Dürren, Starkregenereignisse und steigende Temperaturen bedrohen die Produktivität landwirtschaftlicher Betriebe und erfordern innovative Ansätze, um sowohl die Ernährungssicherheit als auch die Erreichung der ökologischen Ziele zu gewährleisten. Gleichzeitig bieten diese Herausforderungen auch die Chance, neue Wege zu beschreiten. Durch eine verstärkte Integration nachhaltiger Technologien und interkommunaler Ansätze können Synergien geschaffen und Nutzungskonflikte entschärft werden. Die Verbindung von Energieproduktion, Klimaschutz und landwirtschaftlicher Praxis eröffnet Perspektiven, die nicht nur die Resilienz gegenüber dem Klimawandel stärken, sondern auch neue Wertschöpfungsmöglichkeiten schaffen.

Potentialabschätzung und interkommunale Ansätze zur Bioenergienutzung

Die Samtgemeinde Freren verfügt bereits über ein erhebliches Bestandspotenzial an Biogasanlagen, insbesondere durch mehrere NawaRo-Anlagen, die auf Basis nachwachsender Rohstoffe betrieben werden. Diese Anlagen leisten einen wichtigen Beitrag zur lokalen Energieversorgung sowie zur Verwertung organischer Reststoffe aus der Landwirtschaft.

Ein zukunftsweisendes Projekt stellt die geplante Abfall-Biogasanlage im Ortsteil Bardel dar. Diese Anlage soll künftig organische Reststoffe wie Bioabfälle und Gülle verwerten und könnte die regionale Energieversorgung sinnvoll ergänzen – ohne in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu treten.

Insgesamt ist das bestehende Potenzial weitgehend ausgeschöpft. Ein weiterer Ausbau herkömmlicher Biogasanlagen wird aus heutiger Sicht als unwahrscheinlich eingeschätzt, da sowohl die Verfügbarkeit geeigneter Flächen als auch die Verfügbarkeit von Inputstoffen (z. B. Maissilage) zunehmend begrenzt sind.

Während die Erschließung neuer Energiepflanzenflächen kaum noch realistisch ist, bieten die gezielte Verwertung von Reststoffen und die Rückführung organischer Nebenprodukte in landwirtschaftliche Kreisläufe weiterhin signifikante Effizienzpotenziale – ökologisch wie ökonomisch.

8.3.6. Kreislaufwirtschaft

Die Konkurrenz um Flächen zwischen der Nahrungsmittelproduktion, dem ökologischen Ausgleich und der Energieproduktion stellt eine zentrale Herausforderung dar. Eine nachhaltige Lösung bietet die Kreislaufwirtschaft, die durch die effiziente Nutzung von Ressourcen und Stoffströmen dazu beitragen kann, diese Nutzungskonflikte zu entschärfen. Sie schafft zudem Mehrwert für verschiedene Akteursgruppen, indem sie landwirtschaftliche Reststoffe, biogene Abfälle und Nebenprodukte in den Wertschöpfungskreislauf integriert.

Elemente der Kreislaufwirtschaft:

- Humusaufbauende Landwirtschaft durch Förderung der Bodenfruchtbarkeit durch die Einbringung organischer Stoffe wie Gärreste
- Kohlenstoffbindung und lokale C-Senken durch Speicherung von Kohlenstoff im Boden
- Primäre Nutzung landwirtschaftlicher Erzeugnisse für Lebensmittel und Futtermittel
- Sekundäre Nutzung von Restwertstoffen wie Gülle, Stroh, Mist und Ernterückständen für die Energieproduktion
- Tertiäre Nutzung durch Rückführung von Gärresten aus Biogasanlagen in die Landwirtschaft zur Bodenverbesserung und langfristigen Kohlenstoffspeicherung.

Interkommunale Zusammenarbeit für mehr Effizienz:

Ein zukunftsfähiger Weg liegt in der interkommunalen Zusammenarbeit, um die Effizienz der Bioenergienutzung zu steigern und die regionale Wertschöpfung zu erhöhen:

1. Gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen

Biogasanlagen können Biomasse und biogene Reststoffe aus mehreren Gemeinden verarbeiten und effizienter ausgelastet werden und die Samtgemeinde Freren könnte Biomethan aus Nachbargemeinden nutzen, während dort die Verwertung der Reststoffe erfolgt.

2. Zentralisierte Reststoffverwertung

Gülle, Mist, Ernterückstände und Biomüll könnten durch gemeinsame Absprachen gesammelt und verwertet werden, wodurch die Logistikkosten sinken, und die Ressourcenauslastung steigt.

3. Wissensaustausch und Projektentwicklung

Regelmäßige Treffen zwischen den Gemeinden, Landwirtschaft und Energieversorgern könnten den Austausch von Best Practices fördern und die Entwicklung neuer Projekte, wie die Nutzung von Gärresten oder die Biomethanproduktion als Teil einer Kreislauf-orientierten Verwertung beschleunigen.

8.3.7. Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kombination von Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) stellt eine Schlüsseltechnologie dar, um die Bioenergie effizient zu nutzen. Biomethan kann durch Vergärung organischer Stoffe erzeugt und in KWK-Anlagen zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Diese kombinierte Nutzung von Strom und Wärme steigert die Effizienz und maximiert die Ressourcenausbeute. Ein entscheidender Faktor für eine nachhaltige Bioenergienutzung ist die effiziente Nutzung der anfallenden Abwärme. Diese sollte nicht ungenutzt verloren gehen, sondern gezielt in Wärmenetze ein-

gespeist oder mit saisonalen Speichern kombiniert werden, um auch außerhalb der Produktionszeiten eine stabile Wärmeversorgung sicherzustellen. Zusätzlich bietet die Rückführung von Reststoffen in die Landwirtschaft eine weitere ökologische und ökonomische Synergie:

- Humusaufbau und Kohlenstoffspeicherung durch organische Dünger
- Schließung regionaler Stoffkreisläufe und Förderung der Bodenfruchtbarkeit
- Erhöhung der regionalen Wertschöpfung, da Rohstoffe lokal genutzt und verarbeitet werden

Die Verknüpfung von Biogas, Abwärmenutzung und saisonalen Wärmespeichern kann dazu beitragen, fossile Energieträger weiter zu reduzieren und eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu ermöglichen. Gerade mit Blick auf zukünftige niedertemperaturfähige Wärmenetze bietet diese Technologie großes Potenzial, um eine nachhaltige und wirtschaftliche Wärmeversorgung in der Region sicherzustellen.

Fazit:

Die Samtgemeinde Freren hat die Möglichkeit, durch eine verstärkte interkommunale Zusammenarbeit und die konsequente Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsansätzen die ungenutzten Potentiale der Bioenergie nachhaltig zu erschließen. Im Mittelpunkt sollte dabei nicht die quantitative Ausweitung der Energieproduktion, sondern die qualitative Weiterentwicklung bestehender Strukturen stehen – verbunden mit dem Ziel, Bodenfruchtbarkeit zu verbessern, regionale Stoffkreisläufe zu schließen und klimaaktive Wertschöpfung zu generieren. Die Kombination aus innovativen Ansätzen, gemeinsamer Projektentwicklung und einem stärkeren Fokus auf Nachhaltigkeit bietet der Samtgemeinde Freren und den Nachbargemeinden die Chance, eine Vorreiterrolle in der regionalen Energiewende einzunehmen. Dies stärkt nicht nur die ökologische, sondern auch die ökonomische Resilienz der Region.

8.3.8. Wasserstoff

Die Samtgemeinde Freren könnte bereits mittelfristig über das vom Bund und der EU geförderte Projekt Get H2/H2LIN in der Nachbarkommune Lingen in größerem Maße mit grünem Wasserstoff versorgt werden. Im Sommer 2024 hat einer der größten Energieversorger Deutschlands auf dem Gelände des Gaskraftwerks Emsland in Lingen eine 14-Megawatt-Elektrolyse-Anlage in Betrieb genommen. Dort wird auf der Basis von Strom aus Erneuerbaren Energien geplant ca. 270 kg grüner Wasserstoff pro Stunde erzeugt. Dem Projekt haben sich bisher als regionale Abnehmer mehr als 50 Unternehmen, aber auch einige Kommunen angeschlossen, die ab 2025 zunächst mit Tankfahrzeugen und später über ein (über-)regionales Wasserstoffnetz per Pipeline versorgt werden. Genauere Daten über z.B. Lieferbeginn, Volumen, etc. im Kontext der SG Freren standen bei Redaktionsschluss für diesen Zwischenbericht noch nicht fest. Die weitere Entwicklung bleibt zu beobachten, da der Zugang zu grünem Wasserstoff künftig eine strategisch relevante Rolle für die regionale Energieversorgung und Standortentwicklung spielen kann.

8.3.9. Abwärme

Industrielle Abwärme stellt ein oft nicht ausreichend berücksichtigtes Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung dar. Sie entsteht in Produktionsprozessen, in denen überschüssige Wärmeenergie freigesetzt wird, die ungenutzt bleibt oder an die Umgebung abgegeben wird. Durch die Integration industrieller Abwärme in die Wärmeversorgung können fossile Energieträger ersetzt und CO₂-Emissionen signifikant reduziert werden. Dies trägt nicht nur zur Erreichung von Klimazielen bei, sondern verbessert auch die Energieeffizienz auf kommunaler und betrieblicher Ebene.

Die Nutzung industrieller Abwärme ist jedoch mit Herausforderungen verbunden. Da die Abwärme lediglich ein Nebenprodukt industrieller Prozesse ist, kann ihre Verfügbarkeit schwanken. Dies erschwert die Planbarkeit und Risikoabschätzung. Zudem muss sichergestellt sein, dass die Wärmeabgabe durchgehend und ohne Unterbrechungen erfolgt. Unternehmen, die Abwärme bereitstellen, benötigen gesicherte rechtliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen, um Investitionen und langfristige Verpflichtungen eingehen zu können. Die Wirtschaftlichkeit hängt zudem stark von der Nähe zu potenziellen Abnehmern und den technischen Voraussetzungen der Wärmeinfrastruktur ab. Gegenwärtig gibt es in der Samtgemeinde Freren keine Hinweise auf überschüssige Abwärmepotentiale eines Gewerbe- oder Industriebetriebs und auch keine konkreten Überlegungen zur Bereitstellung von Abwärme in den Gewerbegebieten. Dennoch eröffnen Entwicklungen in niedertemperaturfähigen Wärmenetzen neue Möglichkeiten, künftig auch Abwärme mit moderaten Temperaturen effizient zu nutzen. Dies könnte die Integration industrieller Prozesse in die kommunale Wärmeplanung erleichtern.

Ein vorausschauendes Vorgehen in enger Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen, Planungsbüros und Energieversorgern könnte dazu beitragen, langfristige Lösungen zu entwickeln. So kann die Erschließung von gewerblichen und industriellen Abwärmepotentialen gezielt vorbereitet und in eine zukunftsfähige Wärmeversorgung integriert werden.

Handlungsempfehlungen:

Obwohl die Nutzung industrieller Abwärme auf Basis der im Rahmen des Projektes zur Verfügung stehenden Informationen derzeit keine kurzfristig realisierbare Option darstellt, würde eine vertiefte Untersuchung die Chance bieten, langfristige Perspektiven zu eröffnen. Dazu sind folgende Schritte und strategische Maßnahmen notwendig:

- **Durchführung einer Machbarkeitsstudie**
Eine Machbarkeitsstudie sollte technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte klären. Wichtige Punkte dabei sind:
 - **Wiederholte Prüfung des Interesses** potenzieller Abwärmeerzeuger
 - **Detaillierte Erfassung der Prozess- und betriebsinternen Abwärmennutzung** (Temperaturniveau, Wärmemenge, Medium der Abwärme, zeitliche Verfügbarkeit)

- **Prüfung des Interesses der Abnehmer und des Anschlussgrades**
Eine hohe Anschlussquote ist eine zentrale Voraussetzung für die wirtschaftliche Realisierung eines Wärmenetzes. Dazu sind Gespräche mit potenziellen Abnehmern sowie eine fundierte Nachfrageanalyse erforderlich.
- **Entwicklung eines Contracting-Konzepts**
Ein maßgeschneidertes Contracting-Modell muss entwickelt werden, um die Finanzierung und den Betrieb des Wärmenetzes sicherzustellen. Hierbei sollten mögliche Fördermittel und die Einbindung privater sowie kommunaler Partner berücksichtigt werden.
- **Strategische Maßnahmen**
Zusätzlich zur Machbarkeitsstudie und Entwicklung eines Contracting-Konzepts können gezielte Maßnahmen zur Nutzung der Abwärme langfristig Synergien schaffen und die Umsetzbarkeit verbessern:
 - **Gezielte Bautätigkeiten**
Durch die Steuerung von Neubau- und Sanierungsprojekten in unmittelbarer Nähe zu den Abwärmequellen können neue potenzielle Abnehmer geschaffen werden. Von Beginn an auf die Nutzung der Abwärme ausgelegte Gebäude und Betriebe verbessern die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit erheblich.
 - **Ansiedlung passender Betriebe**
Unternehmen, die Wärme auf niedrigen Temperaturniveaus benötigen (z. B. Gewächshäuser oder Lebensmittelverarbeitung), können gezielt in der Nähe der Abwärmequellen angesiedelt werden. Diese Betriebe profitieren von der Abwärme und schaffen eine wirtschaftliche Grundlage für den Betrieb eines Wärmenetzes.
 - **Partnerschaften**
Die Schaffung neuer Partnerschaften, in einer ersten Phase z.B. in Form einer Arbeitsgruppe, mit Beteiligung von Energieversorgern, Netzbetreibern, lokalen Betrieben, der Gemeinde und den Bürger*innen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor

8.3.10. Weitere erneuerbare Energiequellen

Aufgrund der verfügbaren Potentiale der bereits genannten erneuerbaren Energiequellen, die ein großes Potential und ein hohes Maß an technischem Umsetzungswissen erfordern, spielen weitere potenzielle Wärmequellen, wie die Nutzung von Abwärme aus Abwässern oder die Errichtung von Großwärme- oder saisonalen Speichern, aktuell keine zentrale Rolle. Die zukünftige Nutzung dieser Potentiale wird jedoch nicht ausgeschlossen und soll in den Fokus- bzw. Prüfgebieten im Rahmen von Machbarkeitsstudien und technischer Feinplanung im Einzelfall geprüft werden.

8.4. Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Gebäudebestandsanalyse und den ermittelten Wärmebedarfsdichten in den Baublöcken wurden die energetischen Einsparpotentiale in den Baublöcken untersucht. Dabei wurde die Energieeinsparung durch eine sanierungsbedingte Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudebestand ermittelt. Die potenziellen Einsparungen für Raumwärme und Trinkwarmwasser variieren je nach Nutzungsart (z. B. Einfamilienhaus, Reihenhauses, Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude), Baualter der Gebäude und Sanierungszustand.

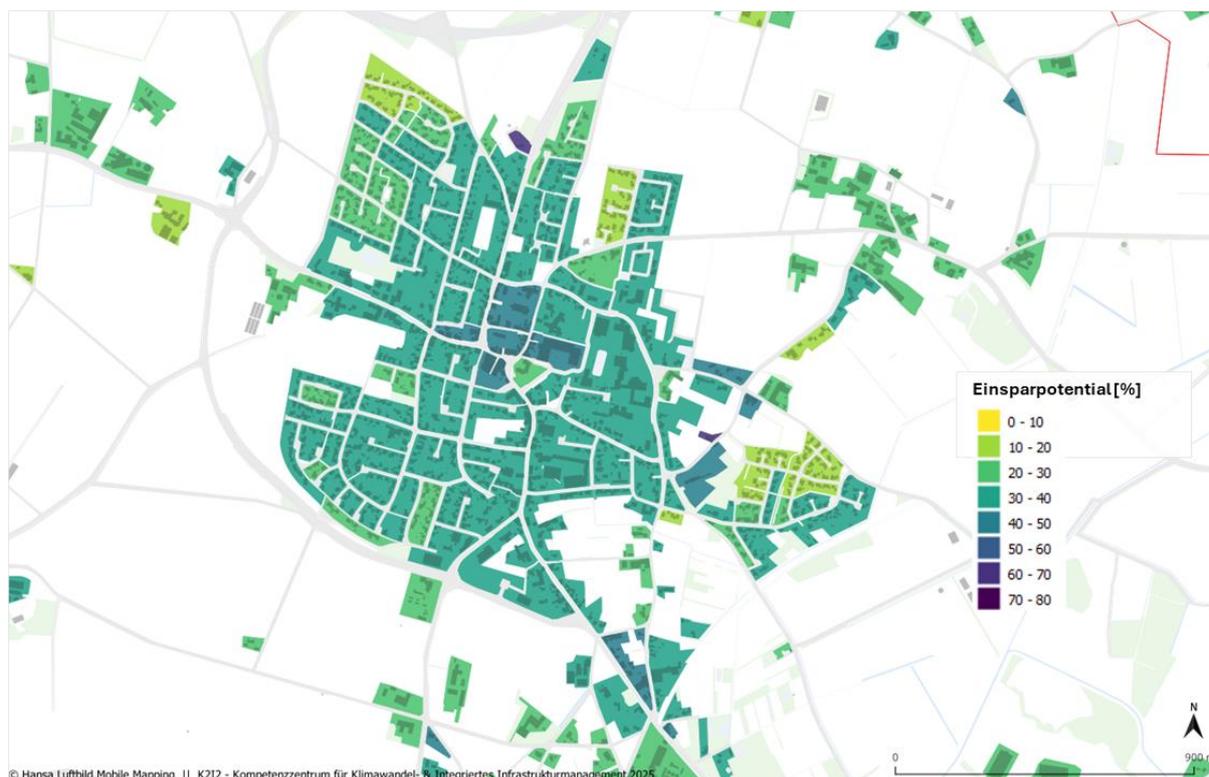


Abb. 24: Max. Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestands-sanierung

Basierend auf diesen Gebäudemerkmalen und den zugrunde liegenden Daten wurden Zielkennwerte und maximal erzielbare Einsparpotentiale abgeleitet. Diese wurden auf Baublockebene aggregiert, räumlich verortet und sowohl statistisch-tabellarisch als auch kartografisch aufbereitet.

Die ermittelten maximalen Einsparpotentiale und Wärmebedarfsdichten zeigen einen möglichen Pfad hinsichtlich der Einsparungen im Zeitverlauf bis zum Zieljahr 2045 auf. Sie bilden zudem die Grundlage für die Identifikation von Straßenzügen und Ortsteilen mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial und die Zuordnung sowie Clusterung der einzelnen Baublöcke zu Wärmeversorgungsgebieten, die potenziell für eine Wärmenetzversorgung geeignet sind.

Diese maximalen Einsparpotentiale setzen jedoch voraus, dass alle Gebäude umfassend saniert werden. Dies ist in der Praxis unrealistisch, da zahlreiche Faktoren wie Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit oder der Erhalt denkmalgeschützter Substanz die Umsetzung beeinflussen. Zukünftig könnten auch Aspekte wie die Verfügbarkeit von Baumaterialien und Fachpersonal zu Einschränkungen führen.

Sanierungsentscheidungen werden in der Regel von den Eigentümern*innen anlassbezogen getroffen, etwa bei Eigentümerwechsel, Instandhaltungsbedarf oder geplanten Modernisierungen. Dabei spielen mehrere Faktoren eine entscheidende Rolle, darunter ordnungsrechtliche Vorgaben, wie das Gebäudeenergiegesetz (GEG), finanzielle Förderinstrumente (z. B. BEG-Förderung), steuerliche Anreize, der zukünftige CO₂-Preis sowie die individuellen finanziellen Möglichkeiten und langfristigen Nutzungspläne der Eigentümer*innen.

Die Samtgemeinde Freren hat im privaten Gebäudebereich nur begrenzte Einflussmöglichkeiten, kann jedoch durch gezielte Informationskampagnen, Beratungsangebote und Förderprogramme indirekt auf die Sanierungsrate einwirken. Solche Maßnahmen könnten dazu beitragen, die Hemmschwellen für energetische Sanierungen zu senken und Eigentümer*innen stärker zu motivieren.

Im Bereich öffentlicher Gebäude kann die Samtgemeinde jedoch aktiver eingreifen. Ab Ende 2025 greifen die europäische Sanierungsverpflichtung und die damit verbundene Erstellung von Sanierungsfahrplänen. Diese verpflichten öffentliche Einrichtungen, schrittweise energetische Standards zu verbessern und die Energieeffizienz ihrer Gebäude zu erhöhen. Darüber hinaus könnte die Samtgemeinde Vorbildfunktionen übernehmen, indem sie ihre eigenen Gebäude energetisch saniert und innovative Lösungen wie die Integration erneuerbarer Energien oder intelligente Energiemanagementsysteme umsetzt. Dies könnte nicht nur Energieeinsparungen für die Kommune selbst bringen, sondern auch als Multiplikator für private Eigentümer*innen wirken. Zusammenfassend erfordert die Steigerung der Sanierungsrate eine Kombination aus regulatorischen, finanziellen und beratenden Maßnahmen, die sowohl auf privater als auch auf öffentlicher Ebene miteinander verzahnt werden sollten.

Quellenverzeichnis

BMWK/BMWSB: *Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*; Heidelberg/Freiburg/Stuttgart/Berlin, Juni 2024

BMWK: *Neue Langfristszenarien für die Energiewende*, online-Version, 28.03.2024, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2024/04/05-neue-langfristszenarien-fuer-die-energiewende.html>; abgerufen am 28.02.2025

Bundesministerium der Justiz: Bundesgesetzblatt – *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*; ausgegeben am 22.12.2023

Institut Wohnen und Umwelt (IWU): „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetopologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestandes in 13 europäischen Ländern*“; online-Version, 14.11.2022, <https://www.iwu.de/index.php?id=205>; abgerufen am 28.02.2025

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., Reinhard, C.: *BISKO – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasreduzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*; Heidelberg, November 2019; online-Version unter https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf; abgerufen am 28.02.2025

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen: „*Kommunale Wärmeplanung*“, online-Version, https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/zielgruppen/kommunen/Kommunale_Waermeplanung.php; abgerufen am 28.02.2025

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen: „*Wärmebedarfskarte für Niedersachsen*“, online-Version, https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/zielgruppen/kommunen/KWP-NDS_Waermebedarfskarte.php; abgerufen am 28.02.2025

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen: „*Förderprogramme*“, online-Version, <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/foerderprogramme/index.php>; abgerufen am 28.02.2025

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: „*Energieatlas Niedersachsen*“, online-Version, <https://energieatlas.niedersachsen.de/startseite/>; abgerufen am 28.02.2025