

STADTWERK AM PULS DER ZEIT IM JAHR 2023

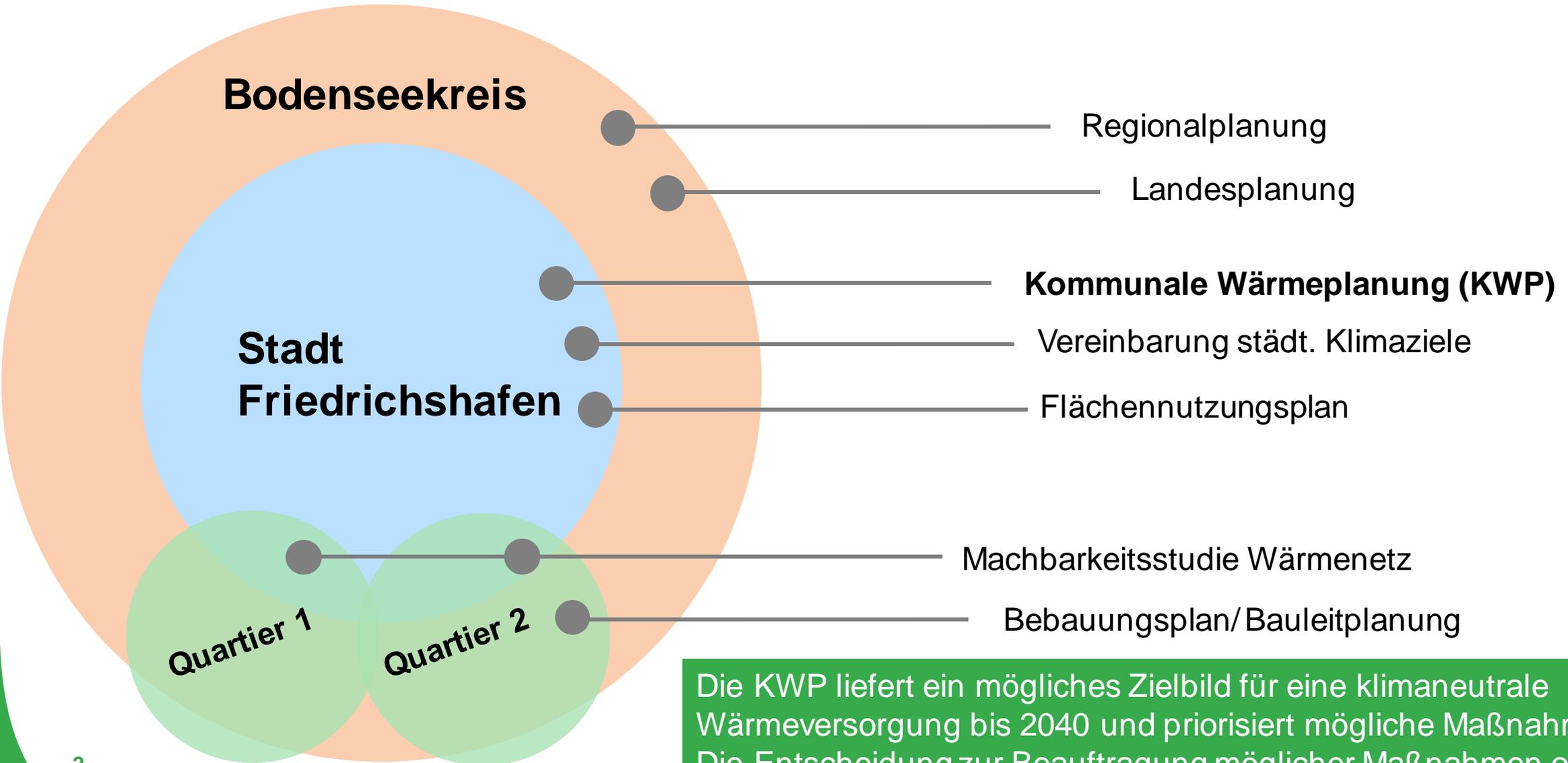
Entwurf zum Gutachten
Kommunale Wärmeplanung Friedrichshafen
im Auftrag der Stadt Friedrichshafen
23. Oktober 2023

**FRIEDRICHSHAFEN**

energieagentur
Ravensburg
smartgeomatics 

STADTWERK
AM SEE 

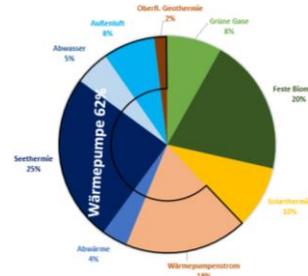
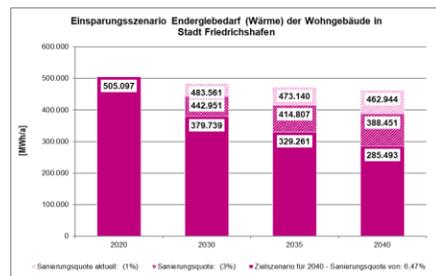
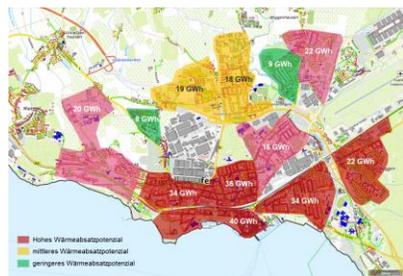
Einordnung der Kommunalen Wärmeplanung



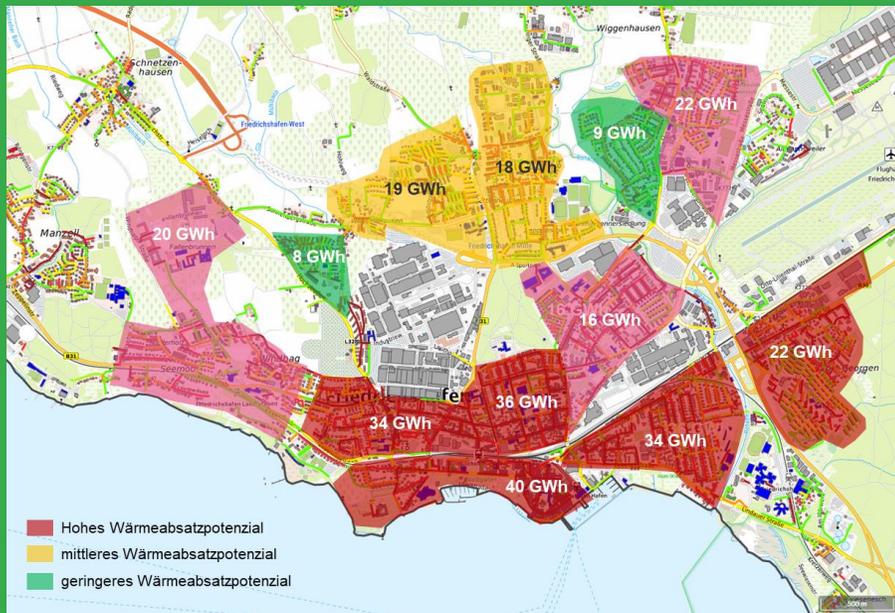
Die KWP liefert ein mögliches Zielbild für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 und priorisiert mögliche Maßnahmen. Die Entscheidung zur Beauftragung möglicher Maßnahmen obliegen der Stadt Friedrichshafen (z.B. Machbarkeitsstudien für Quartiere).

Projekttablauf: Kommunale Wärmeplanung

Allgemeine Schritte zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans



BESTANDSANALYSE



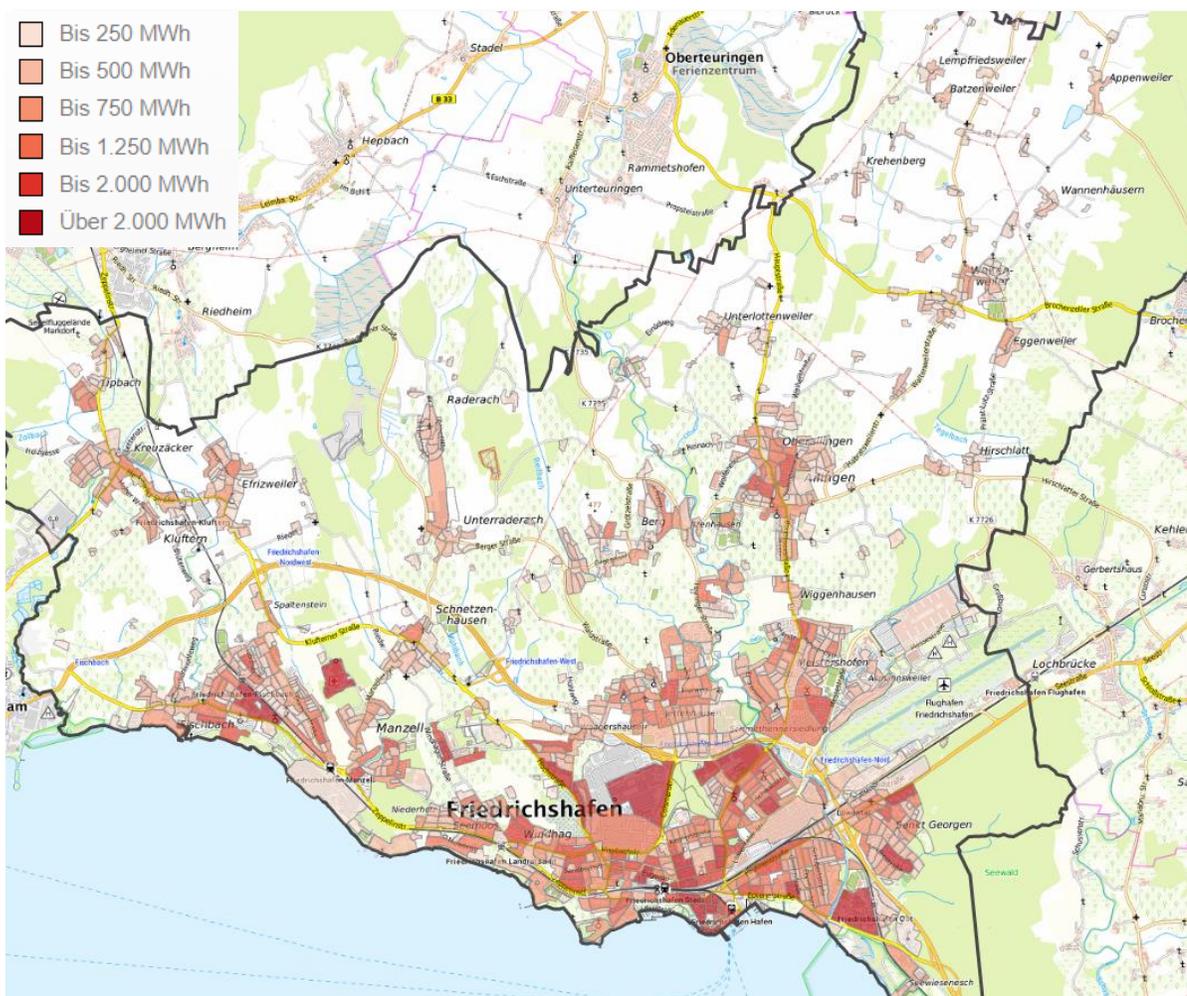
Bestandsanalyse: Grundlagenermittlung

Für die kommunale Wärmeplanung wurden folgende Energiestudien berücksichtigt:

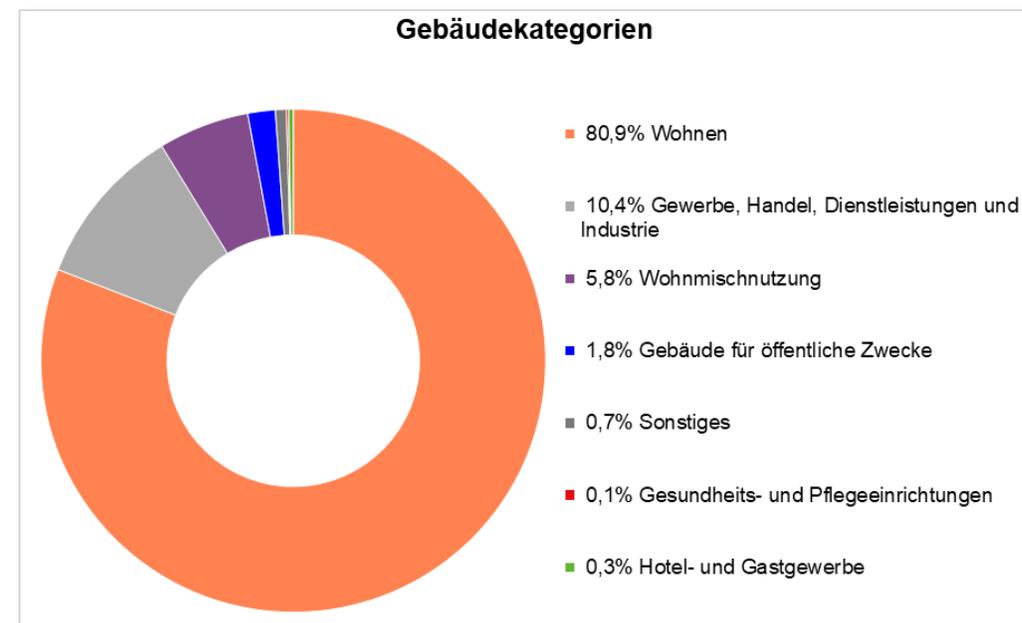
- Nahwärme-Potentialstudie 2012
- Energie- und Klimaleitbild 2020
- Integriertes Stadtentwicklungskonzept Stadt Friedrichshafen
- Energienutzungsplan Friedrichshafen 2030
- Klimaanpassungskonzept Friedrichshafen 2030 und dessen Stadtbezirkssteckbriefe
- Energie- und CO₂ Bilanz Friedrichshafen 2017 und 2022 der Energieagentur Ravensburg

Die kommunale Wärmeplanung baut auf bekannten Studien auf und schafft ein klimaneutrales Zielszenario 2040 unter Einbezug der örtlichen Gegebenheiten zum Gebäudebestand und erneuerbaren Potentialen.

Bestandsanalyse: Nutzungsart



Aufteilung des Endenergiebedarf im Stadtgebiet. Die Kernstadt benötigt **mit 70% (ca. 350 GWh)** des gesamtstädt. Endenergiebedarfs (dunkelroter Bereich) den größten Anteil.



Art der Nutzung aller Gebäude (Wohnen, Gewerbe, Industrie) im Stadtgebiet

- Gebäude im Stadtgebiet: ca. 23.000
- Bruttogrundfläche (BGF): 3.650.000 m²
- Endenergiebedarf Wärme im Stadtgebiet
 - mit Industrie: 1.400 GWh
 - **ohne Industrie: 505 GWh (8,2 MWh pro EW)**

Kernstadt hat höchsten Endenergieanteil im Stadtgebiet. 81% der Gebäude sind Wohngebäude.

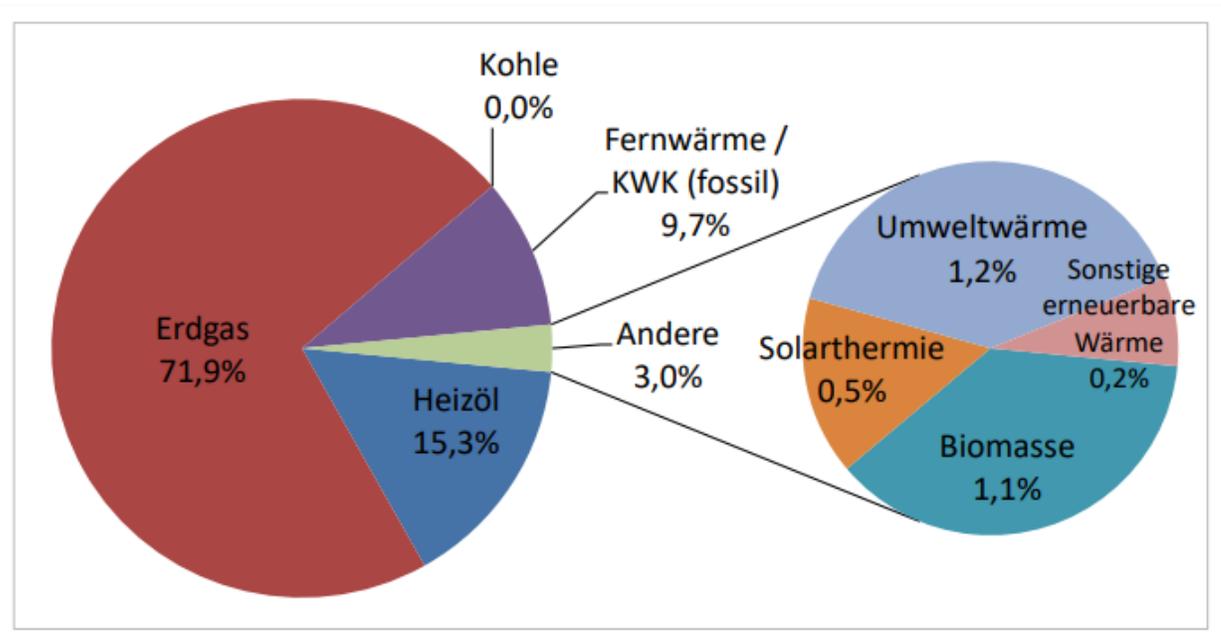
Energetische Sanierung: Industrie

Ergebnisse des Fragebogens zur verfügbaren Abwärmemenge der größten Industrieunternehmen in Friedrichshafen.

	Endenergiebedarf	Wärmeenergiebedarf (Heizung, Warmwasser)	Wärmeenergiebedarf (Prozess)	Abwärmepotenzial/ Bereitschaft zur Auskopplung
Summe	ca. 750 GWh	136 GWh	226 GWh	ca. 10 GWh

- Ca. 10 größere Industrie- und Gewerbeunternehmen im Stadtgebiet FN wurden bzgl. Energiebedarf und Abwärme befragt.
- Endenergiebedarf 750 GWh in den Fragebögen rückgemeldet. Fragebögen ohne Rückantwort und nicht abgefragte kleinere Industrieunternehmen erklären die Differenz zu 900 GWh (Folie 6).

Bestandsanalyse: Energieträger



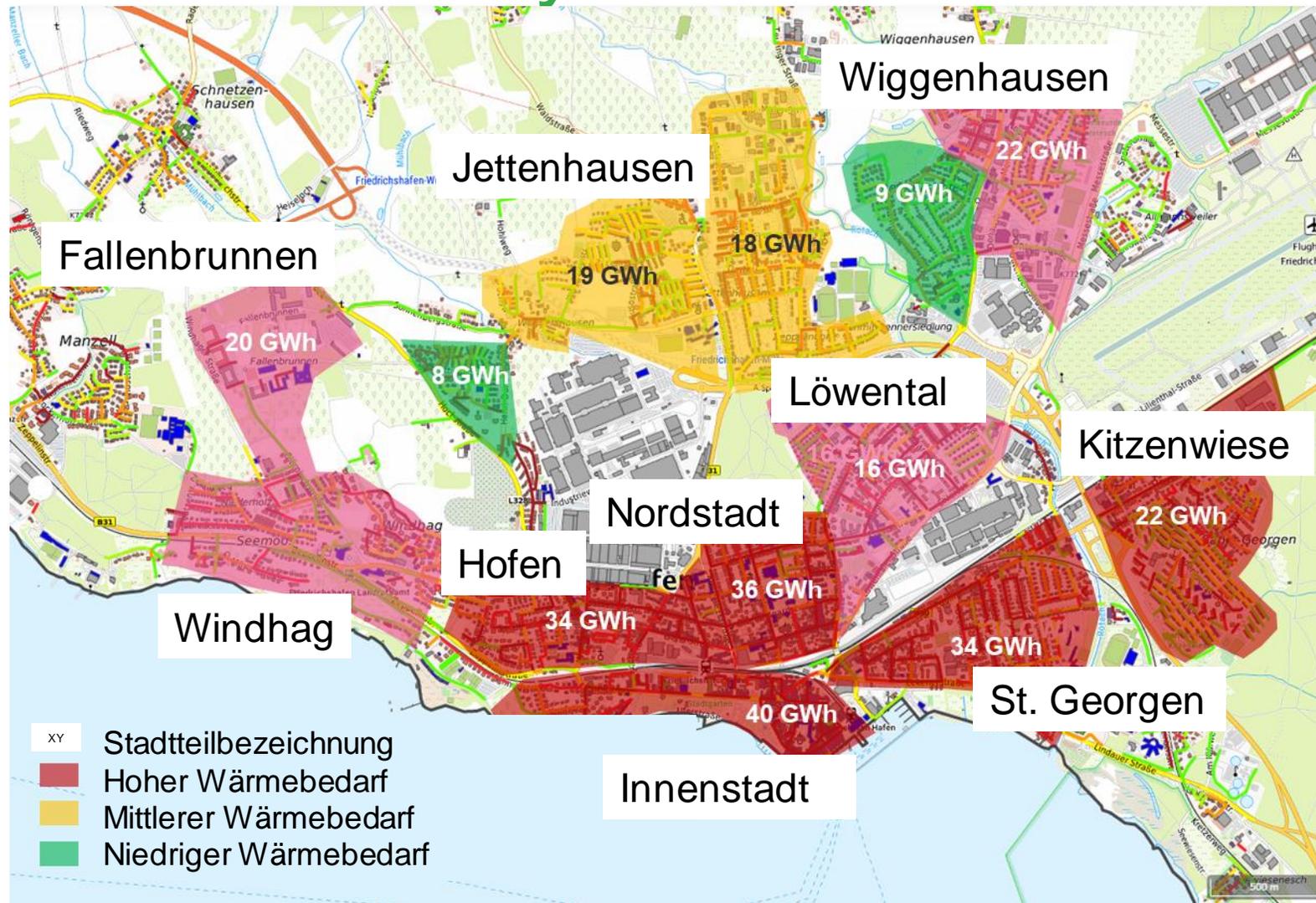
Aufteilung der Energieträger zur Wärmeerzeugung aller privaten Haushalte, Gewerbe, Industrie und sonstige Liegenschaften. 87% Wärmeversorgung wird mit fossilen Energieträger bereitgestellt.

Heizungsanlage	Anzahl	%
Gasheizung	7.300	52
Ölheizung	1.850	13
Holzeinzelöfen	1.000	6
Wärmepumpen (Nachtspeicheröfen)	500	5
Holzzentralheizung	400	3
Pelletheizung	150	1
Nahwärmeanschluss	135	1
Sonstige	2.665	19
GESAMT	14.000	100

23.000 Gebäude haben 14.000 Heizungen. 65% der Heizungen verbrennen Gas oder Heizöl. 1% der Heizungen sind Nahwärmeanschlüsse.

87% der Wärme wird fossil erzeugt, 65% der Heizungen werden fossil betrieben. Große Leistungsklassen werden fossil betrieben.

Bestandsanalyse: Kernstadt FN



- Hohe Wärmebedarfsdichte im südl. Stadtbereich
- Fokussierung auf:
 - Netzneubau in Gebieten mit hohem Potenzial
 - Netzerweiterung bei Bestandsnetzen

Größter Hebel für THG-Einsparungen bei Verdrängung fossiler Brennstoffe in Gebieten mit hohem Wärmeabsatz.

9 Wärmebedarf (ca. 350GWh) vor Sanierung aller Gebäude (ausgenommen Industrie) in den gekennzeichneten Stadtteilen in Friedrichshafen

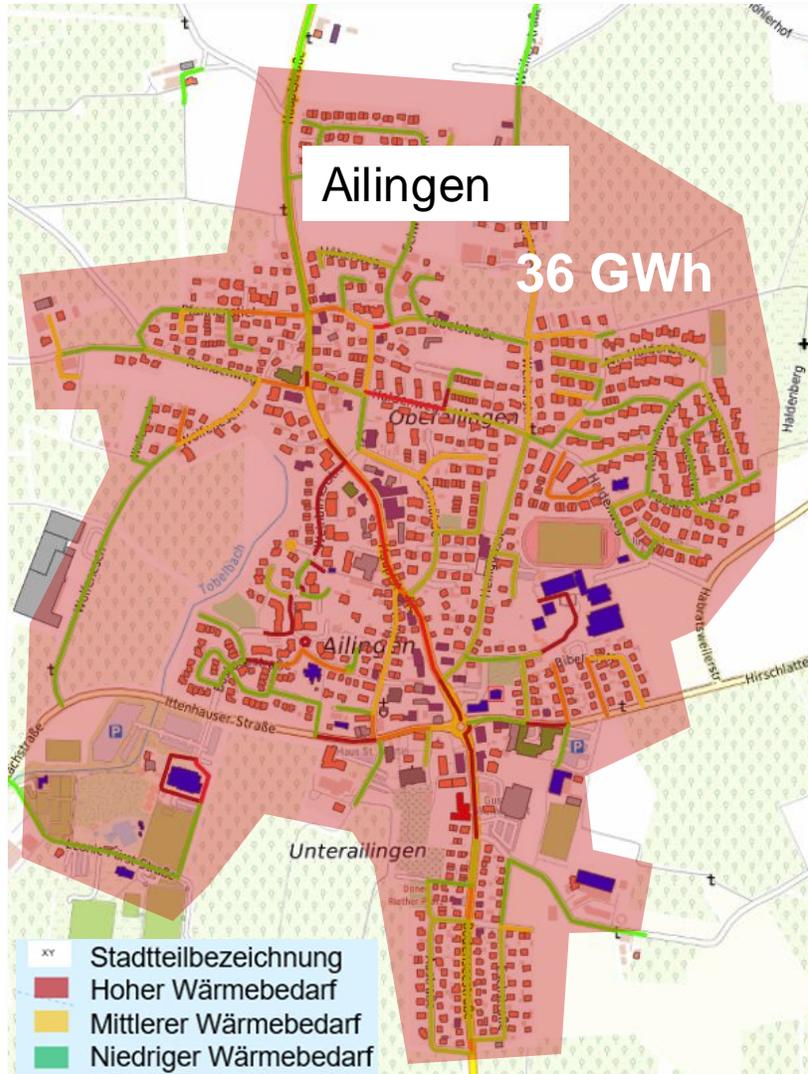
Bestandsanalyse: Fischbach

Wärmeabsatzpotenzial in Fischbach, Manzell und Umgebung



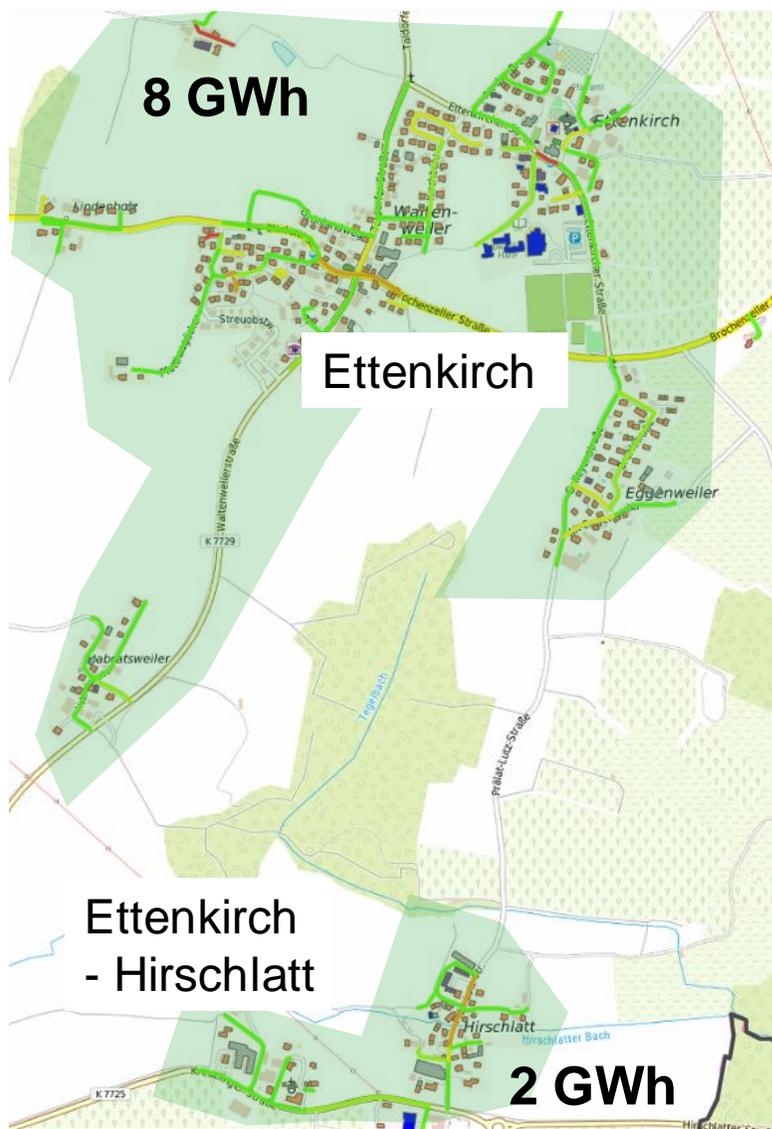
- Westliches Fischbach (23 GWh) hat größeren Wärmebedarf als östlicher Teil (10 GWh). Hoher Wärmebedarf vor allem in Dornierstraße, Minoritenstraße und Holzhalde.
 - Eignung Wärmenetz
- Manzell: Guter Wärmebedarf im Rotkehlchenweg und Wasenöschstraße (Geschosswohnbau)
 - Eignung Wärmenetz

Bestandsanalyse: Ailingen



- Hoher Wärmebedarf in der Hauptstraße, Ittenhauser Straße und Weinbirnenstraße
→ Eignungsgebiet Wärmenetz
- Synergien mit der Umgestaltung der Rotachhalle (im Süden Ailingens) könnten den Bau eines Wärmenetzes begünstigen

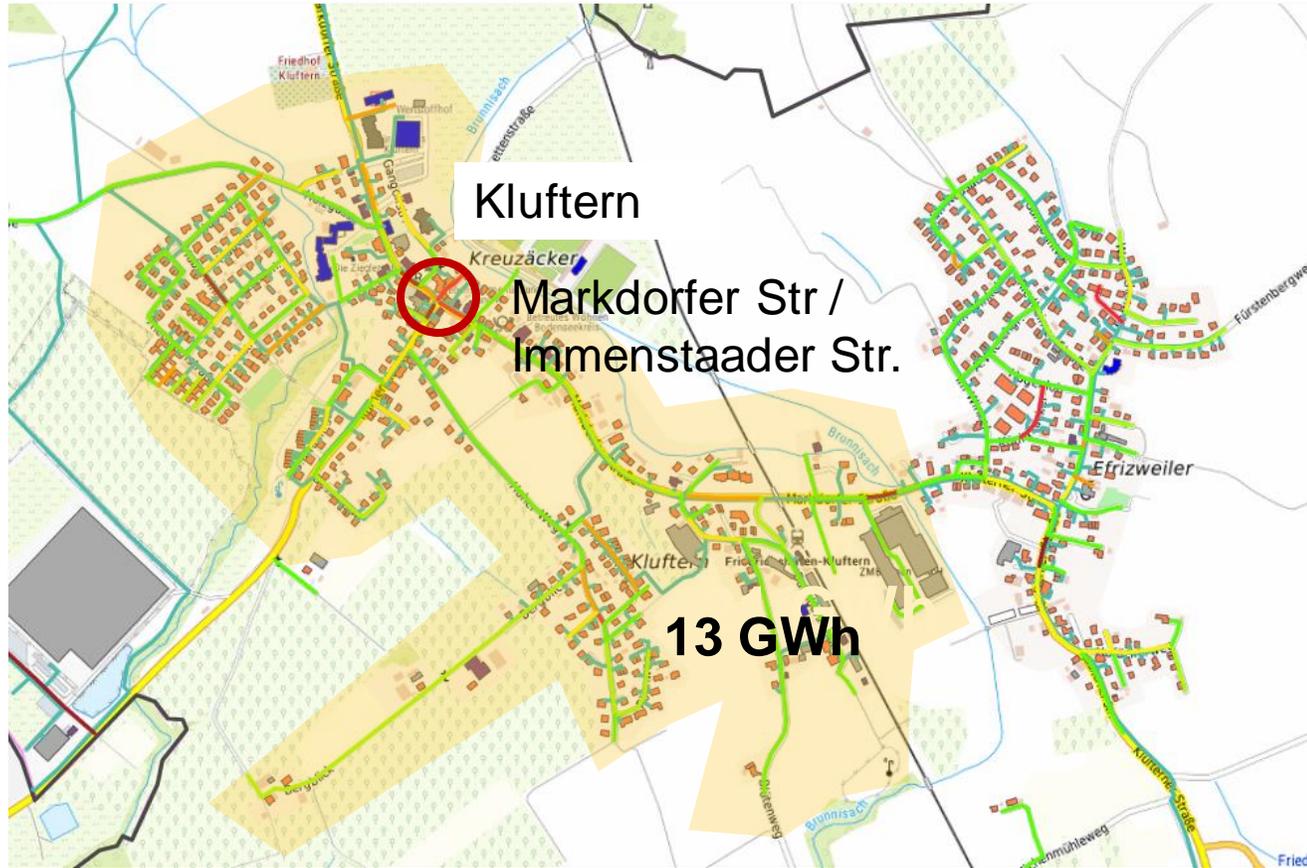
Bestandsanalyse: Ettenkirch



- Keine Eignung zum Bau von Wärmenetzen
- Vorhandene Gasnetzinfrastruktur Umstellung auf Biomethan/Biogas. Wasserstoff nicht vorgesehen.
- Ettenkirch hat mäßiges Potenzial (ca. 20.000kWh/a*) für oberflächennahe Geothermie. Teilort Hirschlatt zeigt gutes Potenzial (60.000 kWh/a*) hat.
- Mögliche Einzellösungen: Ettenkirch z.B. Luft-Wärmepumpen mit Solarthermie. Hirschlatt: Sole-Wärmepumpe mit Solarthermie
- Versorgung des NBG Hirschlatt mit ausschließlich Solarthermie spart ca. 480 t CO₂/ a (im Vgl. Seethermie spart bis zu 7.000 t CO₂/ a)

*maximale jährliche Wärmeentnahme pro Flurstück (Quelle: Studie „Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung“, KEA)

Bestandsanalyse: Kluftern



- Keine Eignung zum Bau eines flächendeckenden Wärmenetzes
- Zentrierter hoher Wärmebedarf im Ortskern zw. Kreisel Markdorfer Str/ Immenstaader Str. und Bürgerhaus.
- Möglichkeit zur Prüfung durch Machbarkeitsstudie im Anschluss an komm. Wärmeplanung

Zusatz: Wärmenetz in Klufftern



BA 1: Teilerschließung Markdorfer Str. (ohne Kirche):

Länge Wärmenetz: ca. 465 m
 Wärmebedarfsdichte: ca. 1.050 kWh/m*a

→ Mäßige Eignung für ein Wärmenetz

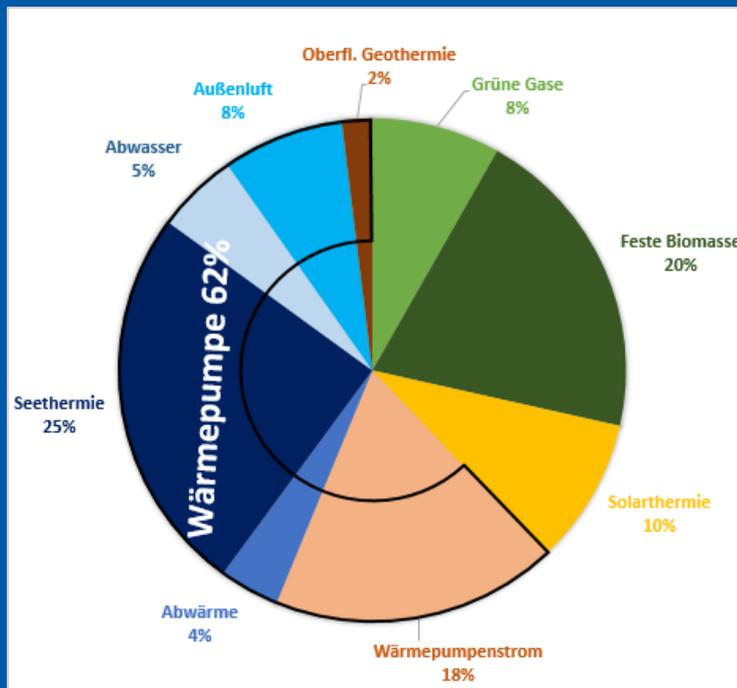
BA 1 + 2: Kompletterschließung der größten Abnehmer:

Trassenmeter Wärmenetz + HAL: ca. 775 m
 Wärmebedarfsdichte: ca. 720 kWh/m*a

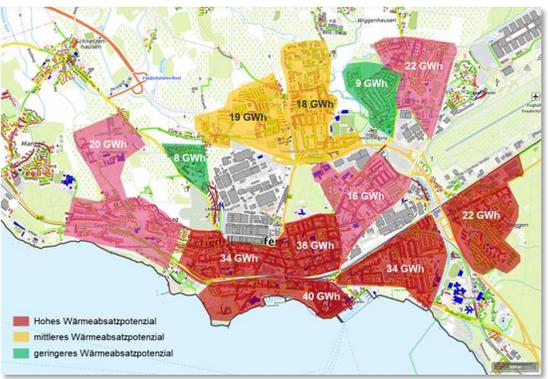
→ Geringe Eignung für ein Wärmenetz

Faustformel*: Wirtschaftliches Wärmenetz ab Wärmebedarfsdichte von ca. 1.400 kWh/m*a. Detailbetrachtungen könnten dennoch im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung erfolgen (siehe Maßnahme M12).

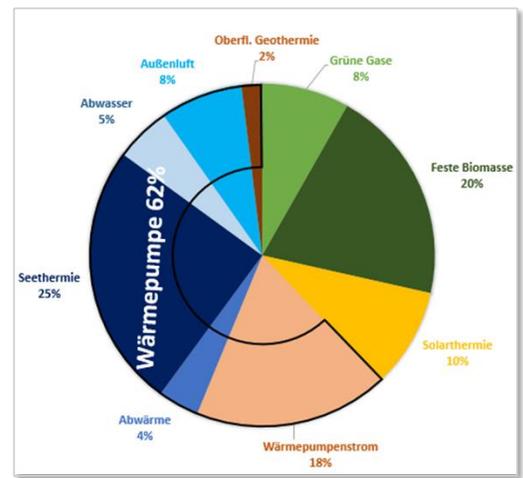
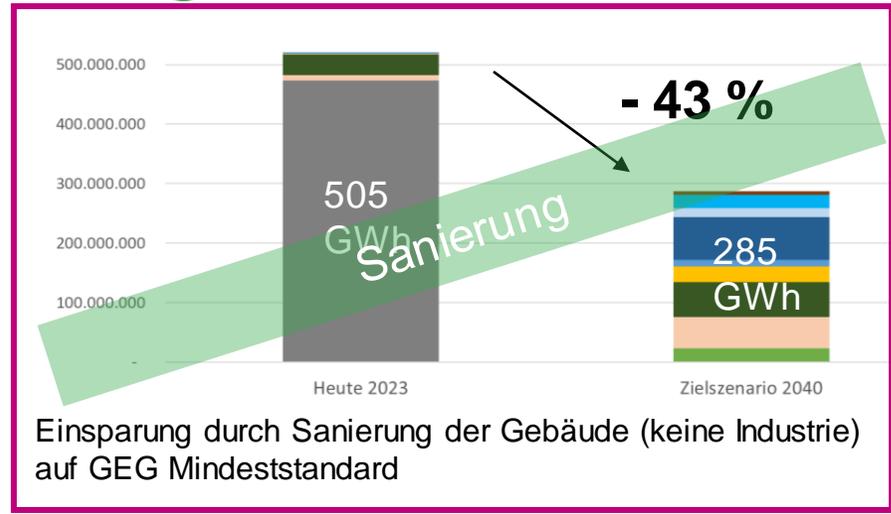
ERGEBNIS ZIELSZENARIO 2040



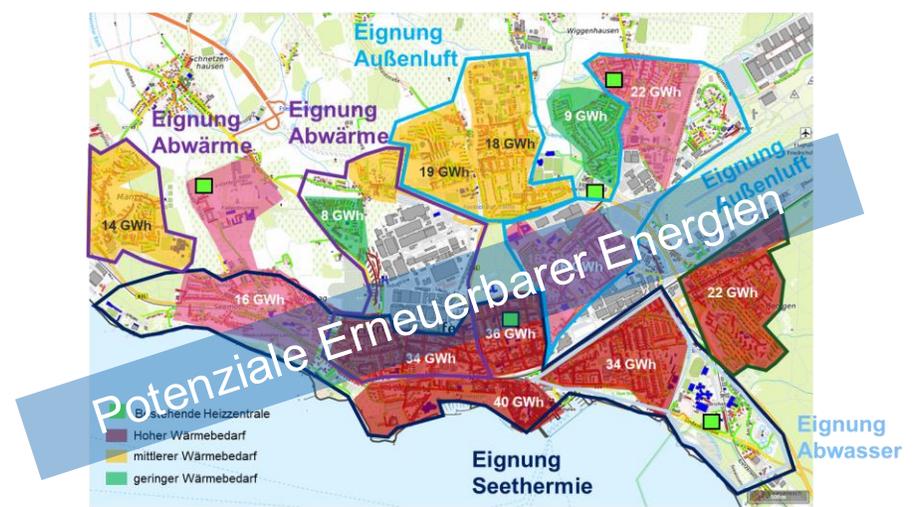
Methode zur Findung des Zielszenarios 2040



Bestandsanalyse



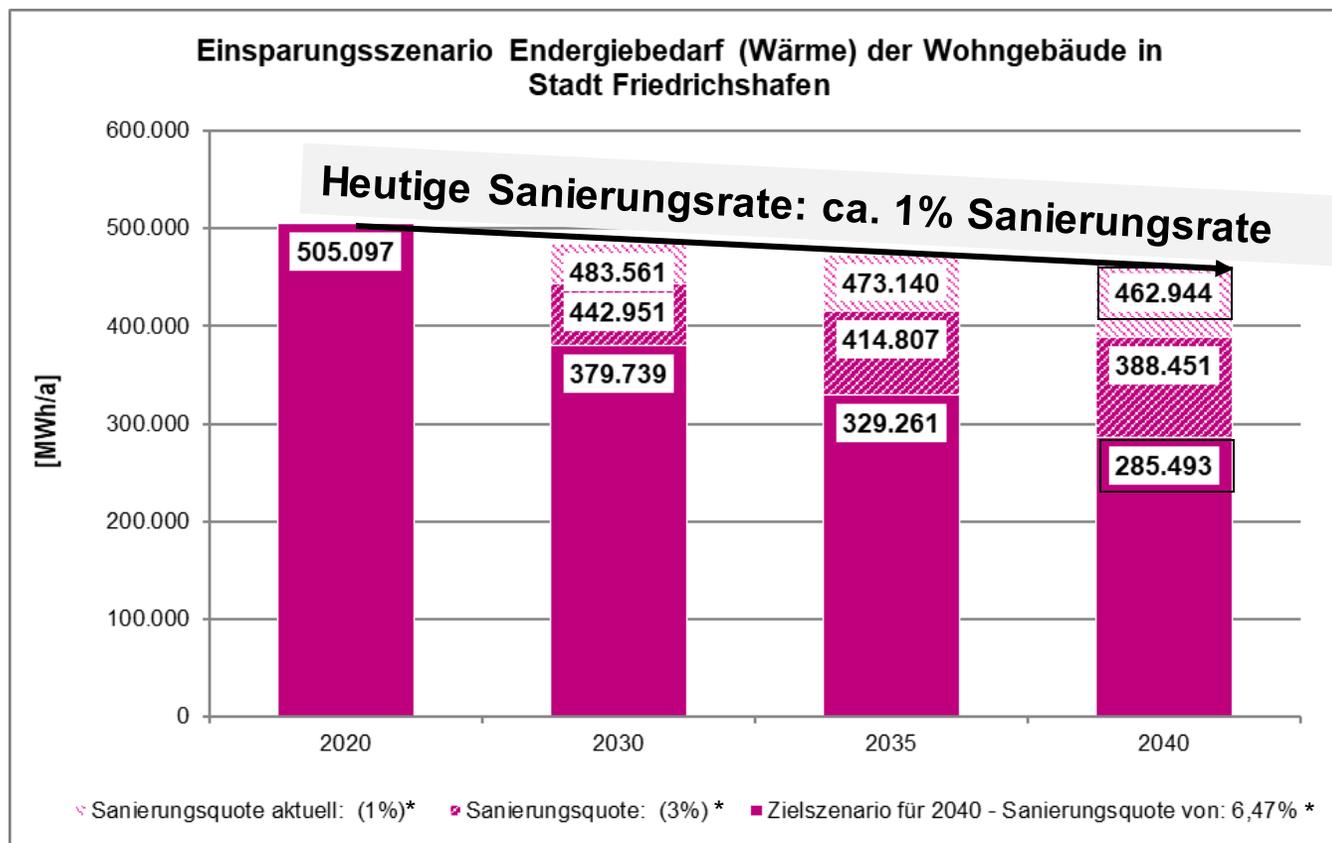
Erzeugungsmix 2040 zur Wärmeversorgung



Vor-Ort verfügbare Erneuerbare Energien-Potenziale im Stadtgebiet

Wie können die 285 GWh Wärme (nach Sanierung) mit den verfügbaren Erneuerbaren Energien erzeugt werden?

Energetische Sanierungsbedarf



*Sanierungsumfang nach GEG: Kellerdecke, Fenster, Außenwand, Dach, PV-Anlage mit durchschnittlich ca. 105.000 € Sanierungskosten pro Gebäude

Stand 2020 (Heute):

- Gebäude in Friedrichshafen: 23.000 Stk.
- Durchschn. Energiebedarf pro qm ca. 140 kWh/qm*a
- Sanierungsbedürftige Gebäude: 10.600 Stück (vor EnEV2002 errichtet)

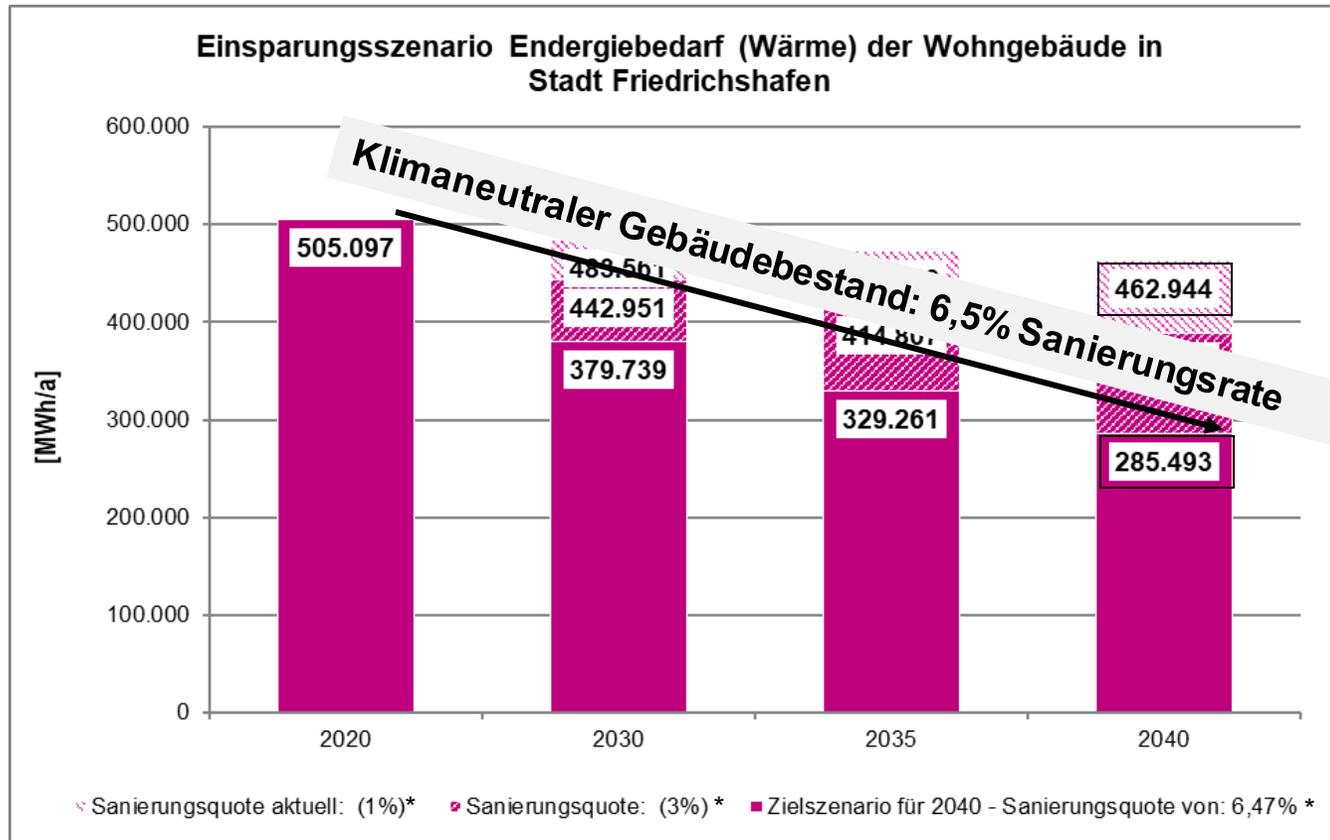
Bei 1% Sanierungsrate

- Endenergieeinsparung von 8%
- Sanierte Gebäude bis 2040: ca. 2.100 Stück (nur ca. 20% der notwendigen Gebäude)
- Durchschn. Energiebedarf pro beheizter Wohnfläche ca. 129 kWh/qm*a (- 8% Einsparung)
- **Sanierungskosten für Gebäudeeigentümer im Stadtgebiet: 228 Mio. € (ca. 3.600 €/EW)**

Die aktuelle Sanierungsrate von ca. 1% erreicht Energieeinsparungen von 8%. Die städtischen Klimaziele werden so nicht eingehalten. Nur 20% der sanierungsbedürftigen Gebäude würden bis 2040 umgebaut. Daher wird die Ausweisung von Sanierungsgebieten empfohlen.



Energetische Sanierungsbedarf



*Sanierungsumfang nach GEG: Kellerdecke, Fenster, Außenwand, Dach, PV-Anlage mit durchschnittlich ca. 105.000 € Sanierungskosten pro Gebäude

Stand 2020 (Heute):

- Gebäude in Friedrichshafen: 23.000 Stk.
- Durchschn. Energiebedarf pro qm ca. 140 kWh/qm*a
- Sanierungsbedürftige Gebäude: 10.600 Stück

Szenario 1: 6,5% Sanierungsrate

- Endenergieeinsparung von 43%
- Sanierte Gebäude bis 2040 ca. 10.600 (ca. 45% aller Gebäude in FN)
- Durchschn. Energiebedarf pro qm ca. 80 kWh/qm*a (- 43%)
- **Sanierungskosten für Gebäudeeigentümer im Stadtgebiet: 1.140 Mio. € (ca. 18.000 €/EW)**



Energetische Sanierung: Industrie

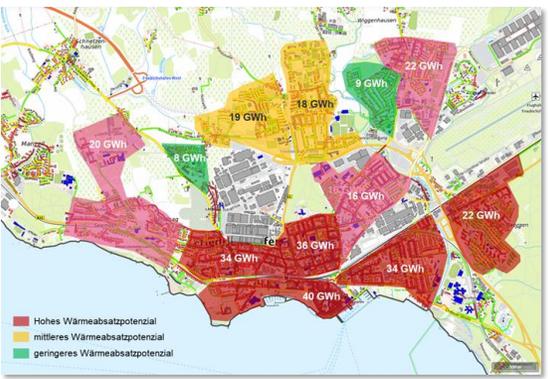
Ergebnisse des Fragebogens zur verfügbaren Abwärmemenge der größten Industrieunternehmen in Friedrichshafen.

Endenergiebedarf 750 GWh in den Fragebögen rückgemeldet. Fragebögen ohne Rückantwort und nicht abgefragte kleinere Industrieunternehmen erklären die Differenz zu 900 GWh (Folie 6).

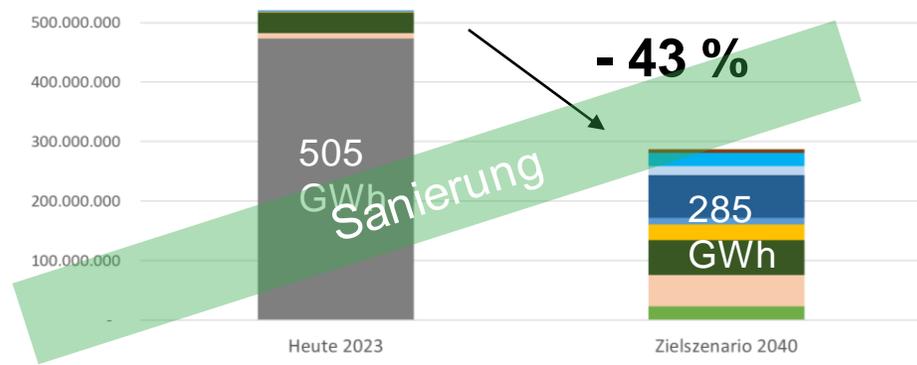
	Endenergiebedarf	Wärmeenergiebedarf (Heizung, Warmwasser)	Wärmeenergiebedarf (Prozess)	Abwärmepotenzial/ Bereitschaft zur Auskopplung
Summe	ca. 750 GWh	136 GWh	226 GWh	ca. 10 GWh

- Ca. 10 größere Industrie- und Gewerbeunternehmen im Stadtgebiet FN wurden bzgl. Energiebedarf und Abwärme befragt.
- Derzeit können laut Rückmeldungen in der Befragung ca. 10 GWh als mittelfristig nutzbare Abwärmepotentiale angenommen werden.
- Reduzierung des Wärmebedarfs hängt vom Produktionsprozess der Unternehmen ab und unterliegt somit dem Unternehmen selbst (z.B. durch KEFF+ Check).
- Workshop der Industrieunternehmen kann einen weiteren Austausch bieten und Unschärfen beseitigen.

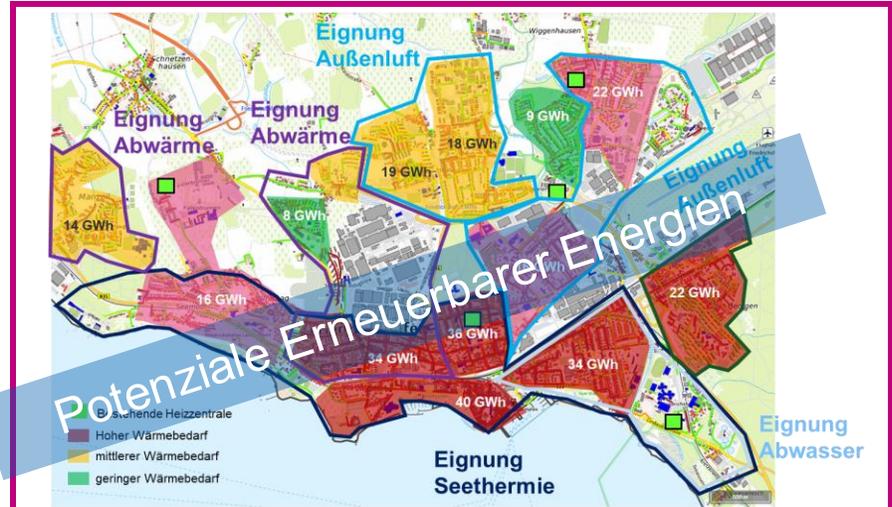
Methode zur Findung des Zielszenarios 2040



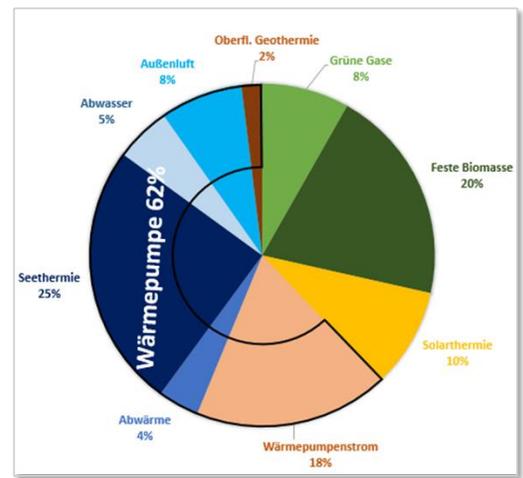
Bestandsanalyse



Einsparung durch Sanierung der Gebäude (keine Industrie) auf GEG Mindeststandard



Vor-Ort verfügbare Erneuerbare Energien-Potenziale im Stadtgebiet

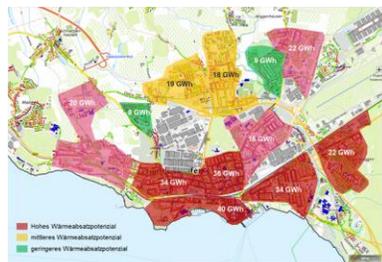


Erzeugungsmix 2040 zur Wärmeversorgung

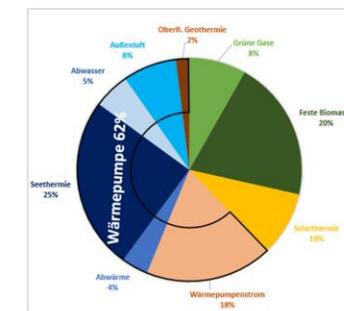
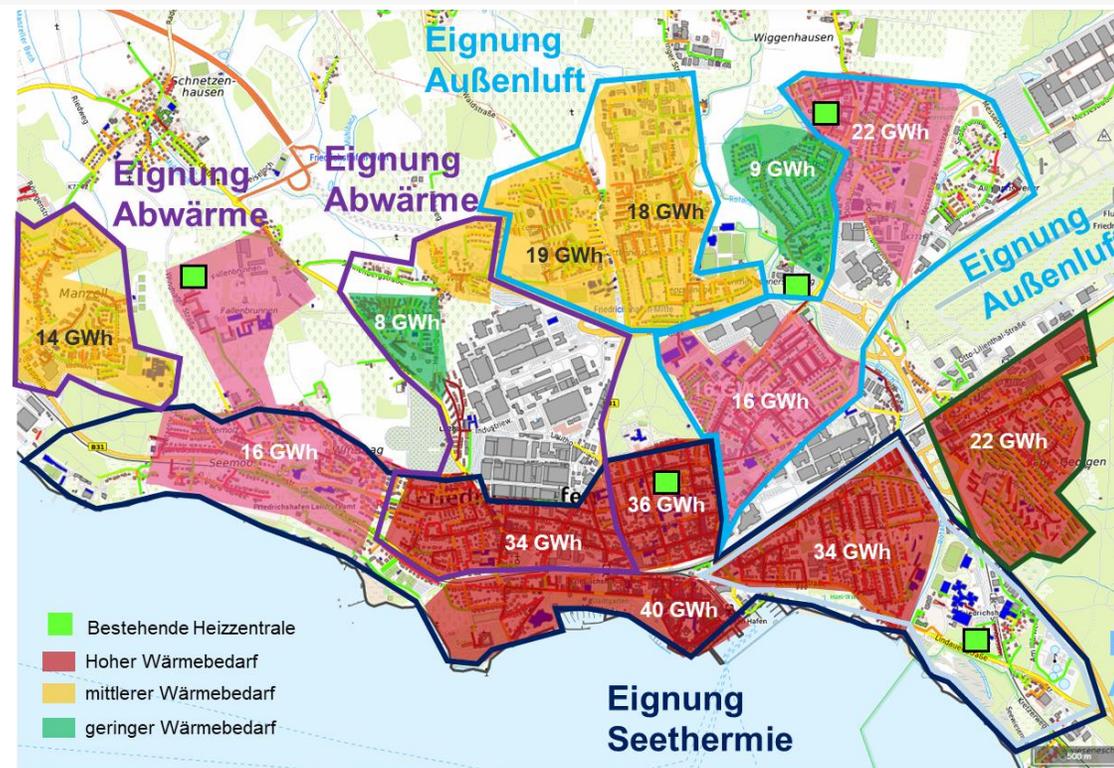
Wie können die 285 GWh mit den verfügbaren Erneuerbaren Energien erzeugt werden?

Methode zur Findung des Zielszenarios 2040

Ortsgebundene Nutzung	Ortsunabhängige Nutzung
Seewärme	Außenluft
Abwärme	Biomasse
Oberflächennahe Geothermie*	Grüne Gase (Biomethan, Wasserstoff)
Abwasser	



Bestandsanalyse



Erzeugungsmix 2040 zur Wärmeversorgung

Erneuerbare-Energien Potenziale

Erneuerbare Energien	Theoretisches Potenzial
Abwärme (MTU Werk 1 u. 2)	ca. 10 GWh
Abwasserwärme Klärwerk	ca. 23 GWh
Seethermie (an drei Standorten im Uferbereich) <small>(Untersucht in aktuell laufender Studie)</small>	ca. 85 GWh
Biomasse aus dem Stadtbereich	ca. 2 GWh
Solarthermie	ca. 27 GWh
Außenluft	ca. 35 GWh
Oberflächennahe Geothermie	ca. 7 GWh

<u>Zusätzliche</u> Erneuerbare Energien	Theoretisches Potenzial
Grüne Gase (Biomethan, Biogas, Wasserstoff)	ca. 23 GWh
Feste Biomasse von außerhalb der Gemarkung (für Einzelheizungen)	ca. 58 GWh
Summe	ca. 270 GWh

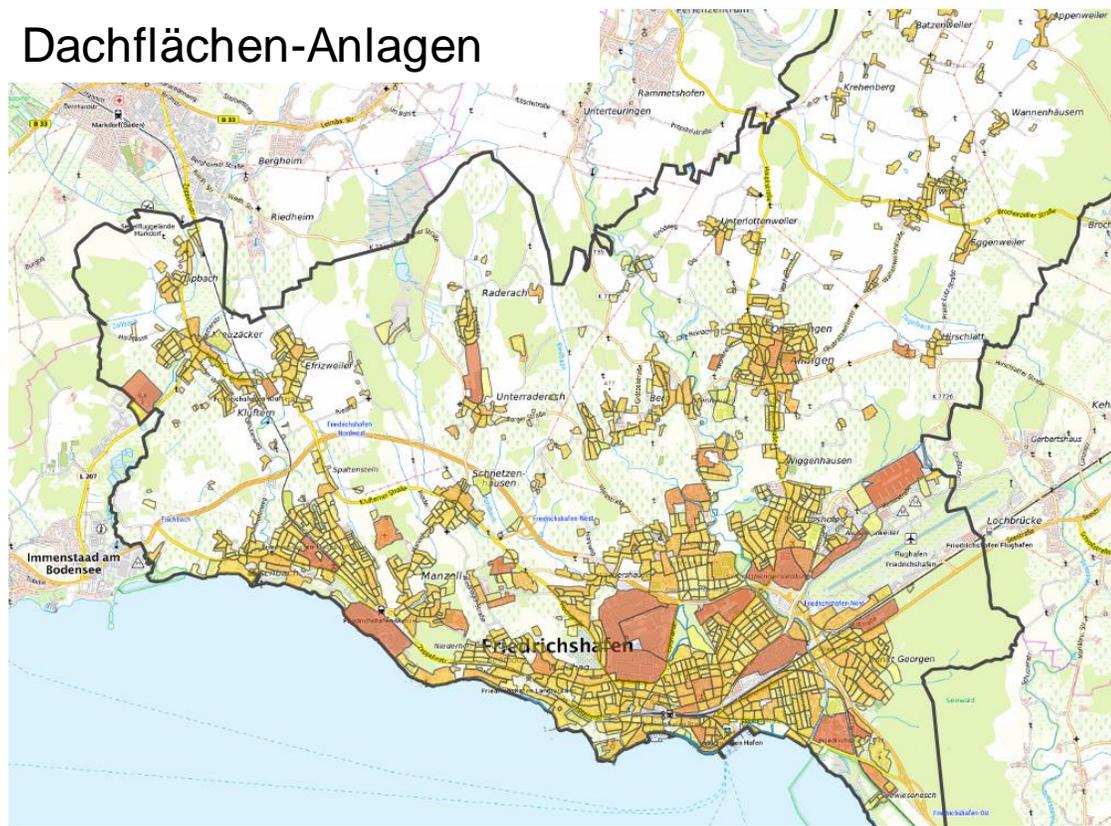
Strombedarf für Wärmepumpen: ca. 57 GWh

Geringes Potential festgestellt bei:

- Tiefengeothermie (zu geringe Förderrate laut vorliegendem Gutachten)
- Windkraft & Wasserkraft (laut LUBW Kartenauswertung)

Potenzialanalyse: Strom

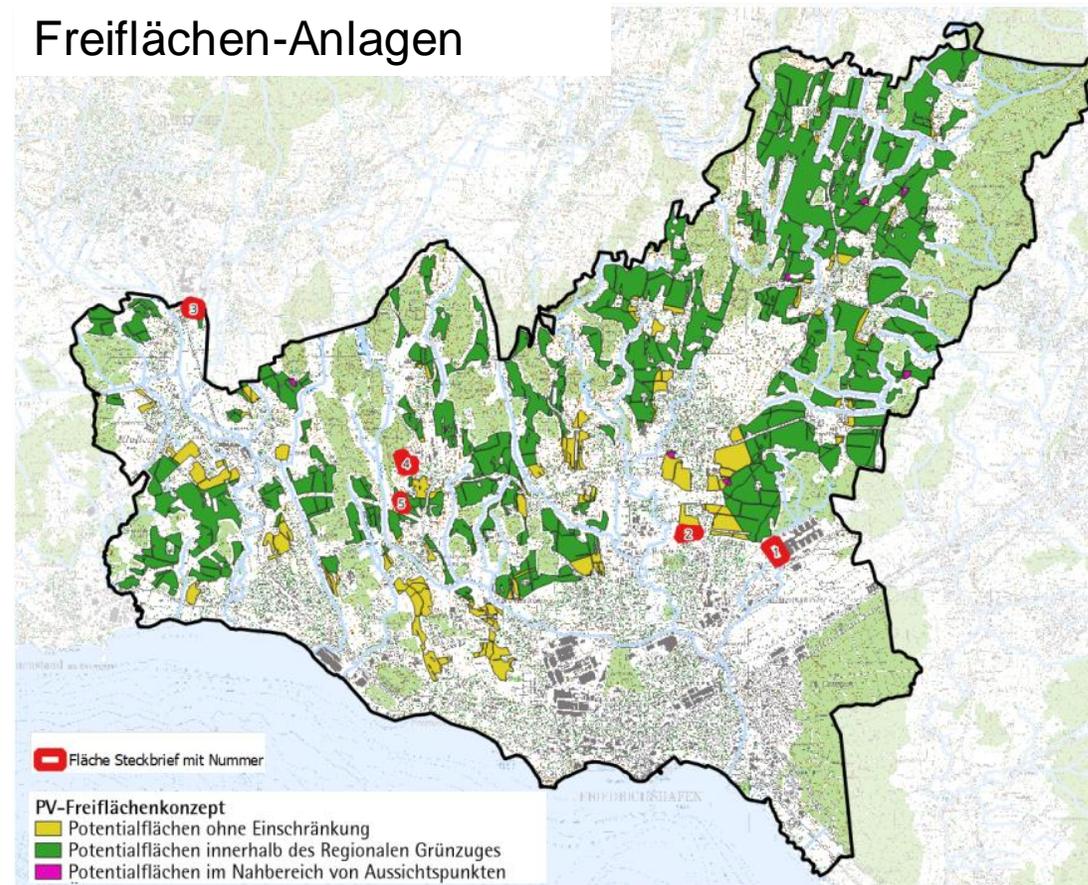
Dachflächen-Anlagen



- Aktuell ca. 860 Dach-PV Anlagen belegen ca. 9% der Potenzialfläche (14,4 GWh Stromertrag)
- Belegung aller Dachflächen bringt 160 GWh* (Kommunale Liegenschaften steuern 7 GWh bei)

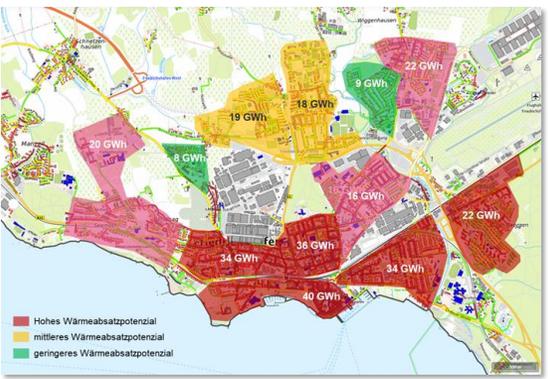
*aktuelle Gebäude mit Denkmalschutz beachtet; nur Ost/West/Süd Ausrichtung

Freiflächen-Anlagen

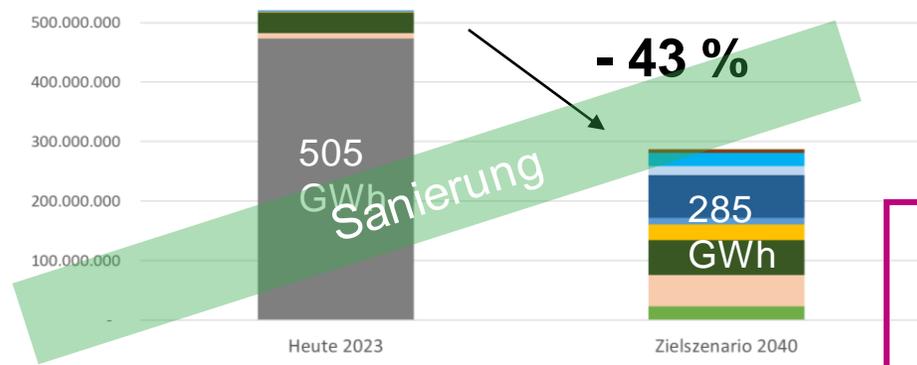


214 ha Flächenpotenzial für Freiflächenanlagen
(PV-Potenzialstudie 365°, 2022)

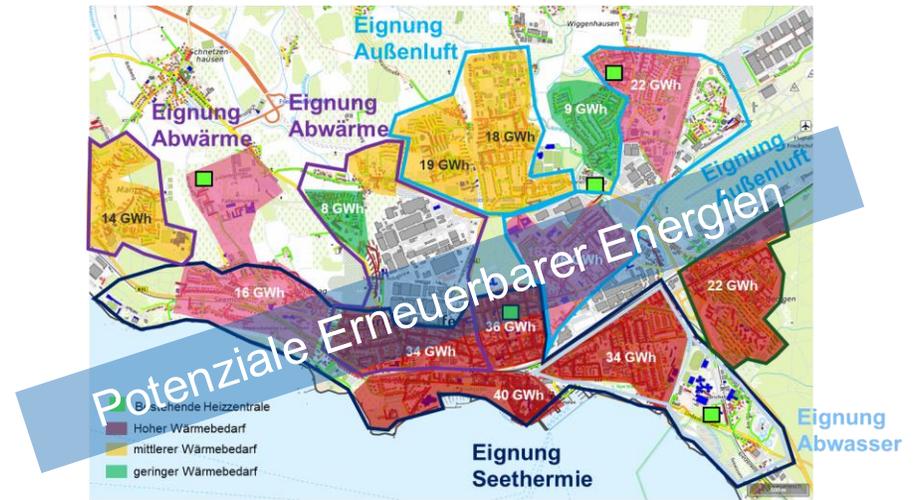
Methode zur Findung des Zielszenarios 2040



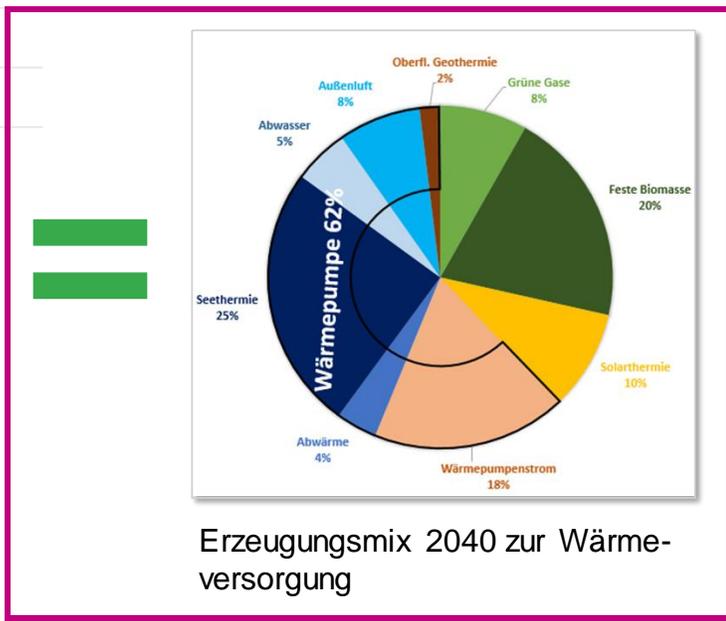
Bestandsanalyse



Einsparung durch Sanierung der Gebäude (keine Industrie) auf GEG Mindeststandard



Vor-Ort verfügbare Erneuerbare Energien-Potenziale im Stadtgebiet



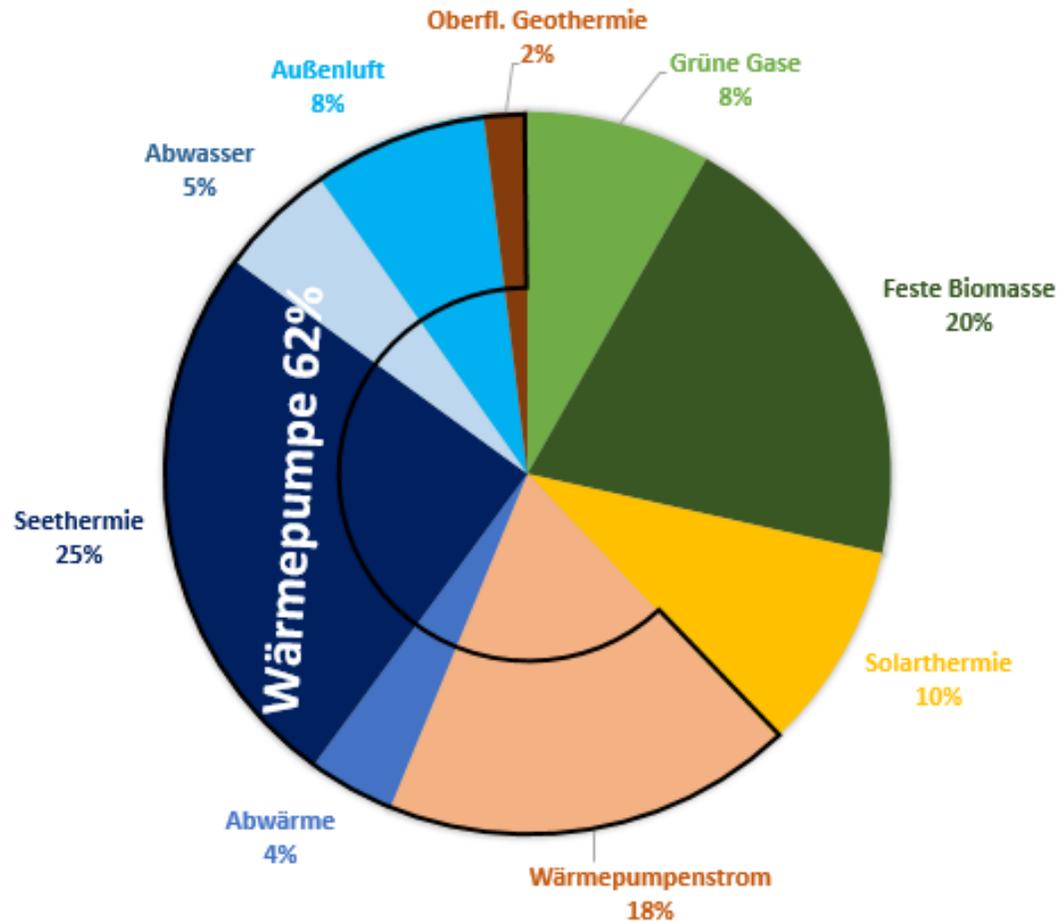
Wie können die 285 GWh mit den verfügbaren Erneuerbaren Energien erzeugt werden?

Methode: Zielszenario 2040

Vorgehen bei der Erstellung des Zielszenarios:

1. Berechnen der Wärmebedarfe anhand Sanierungseinsparungen für 2040. Wärmebedarf ist Grundlage für Erzeugungsmix 2040 (285 GWh sind in 2040 erneuerbar bereitzustellen) → Ergebnisse aus der Bestandsanalyse
2. Identifizieren Erneuerbaren-Energien-Potenziale wie z.B. Seethermie, Abwasser, Solarthermie, Abwärme, Oberflächen-Geothermie, Biomasse, Außenluft und grüne Gase → Ergebnisse aus der Potenzialanalyse
3. Bestimmen des Wärmebedarfs in den **Eignungsgebieten für Wärmenetze (65% des Wärmebedarfs des Stadtgebiets, 190 GWh)**. Annahme: In Wärmenetzgebieten wird 90% Anschlussquote vorausgesetzt.
4. Bestimmen des Wärmebedarfs in den **Eignungsgebiete für Einzelheizungen (28% des Stadtbedarfs)**. 7% der pot. Anschlussnehmer im Wärmenetzgebiet entscheiden sich für eine Einzelheizung. Insgesamt entscheiden sich **35% für eine Einzelheizung (85 GWh)**.
5. Definieren der Standorte zur Erzeugung erneuerbarer Wärme in Eignungsgebieten Wärmenetze
6. Berechnen der Anzahl und Ausweisen der Art der Einzelheizungen
7. Ableiten eines Katalogs für notwendige Maßnahmen zum Erreichen der Klimaneutralität.

Zielszenario 2040



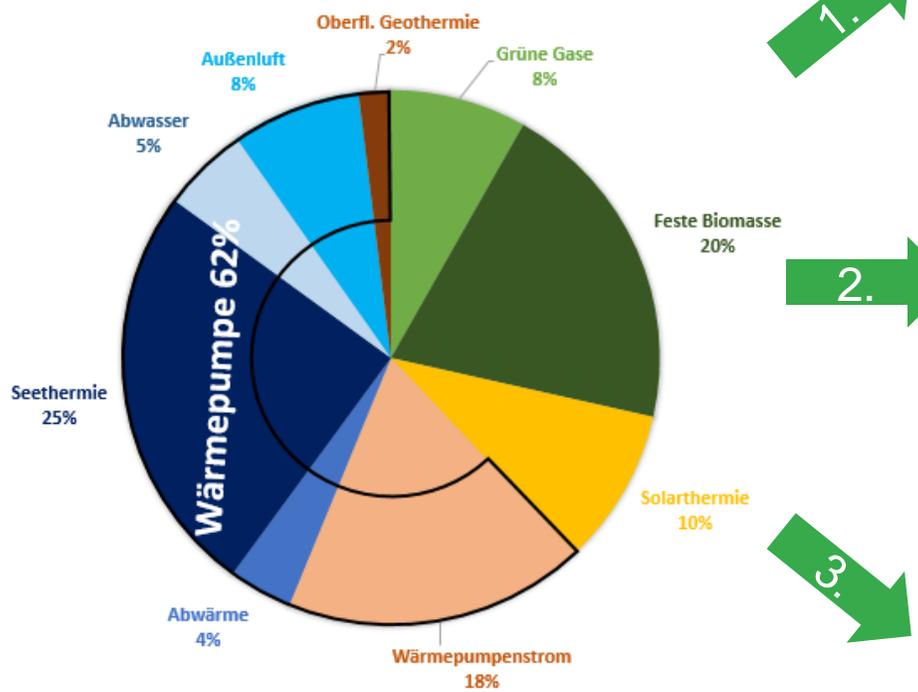
Erzeugungsmix 2040: Aufteilung des Zielszenario 2040 nach Energieträger im Stadtgebiet anhand verfügbarer Potenzialanalyse. Bedarf grüner Gase (8%) im Stadtgebiet ca. 22,5 GWh.

27

Zukünftig wird 62% der Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt. Anteil grüner Gase könnte ab 2040 durch den Einsatz von Wasserstoff auf 14% steigen.

- 100% erneuerbare Wärme im Stadtgebiet ersetzt 117.000 t CO₂ (1,8 t CO₂/EW) aus fossiler Verbrennung
- Wärmebedarf 2040 nach Sanierung (6,5%/a): 285 GWh werden mit Erneuerbaren Energien gedeckt.
- 62% (175 GWh) durch zentrale und dezentrale Wärmepumpen
- 30% (85 GWh inkl. Wärmepumpenstrom) Seethermie aus drei Energiezentralen
- 20% (58 GWh) Biomasse, hauptsächlich in Einzelanlagen als Pellets verbrannt. Menge Biomasse in Wärmenetzen ändert sich (zu heute) nicht.
- 8% Grüne Gase bis 2035: Biomethan/ Biogas (23 GWh)
- 14% Grüne Gase ab 2040: Biomethan/ Biogas für Einzelheizungen (8%, 23 GWh) und Abwärme aus Elektrolyse/H₂-BHKW mit Wasserstoff (6%, 17 GWh) in Wärmenetzen (siehe M6: „Starternetz Wasserstoff“)

Bestandteile des Zielszenario 2040



Erzeugungsmix 2040: Aufteilung der Endenergie im Jahr 2040 (285 GWh) laut Energieträger. Industrie wurde nicht mit betrachtet.

Nahwärme: 65%
(190GWh)
Seewärme: 85 GWh
Außenluft: 15 GWh
Abwasser: 15 GWh

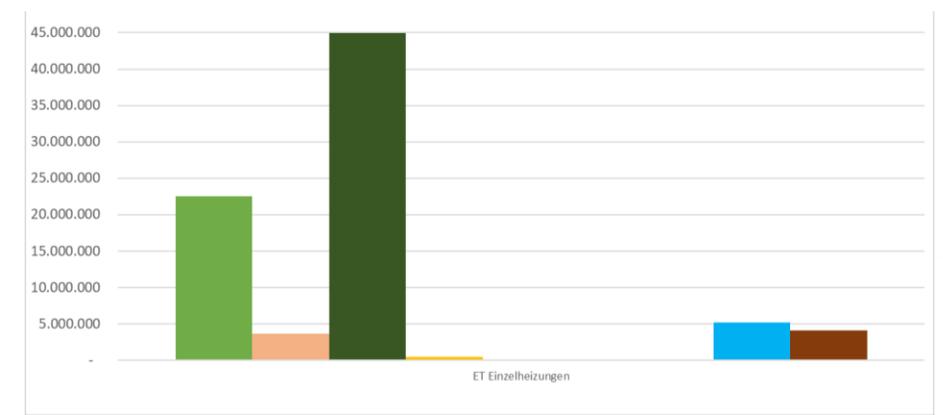
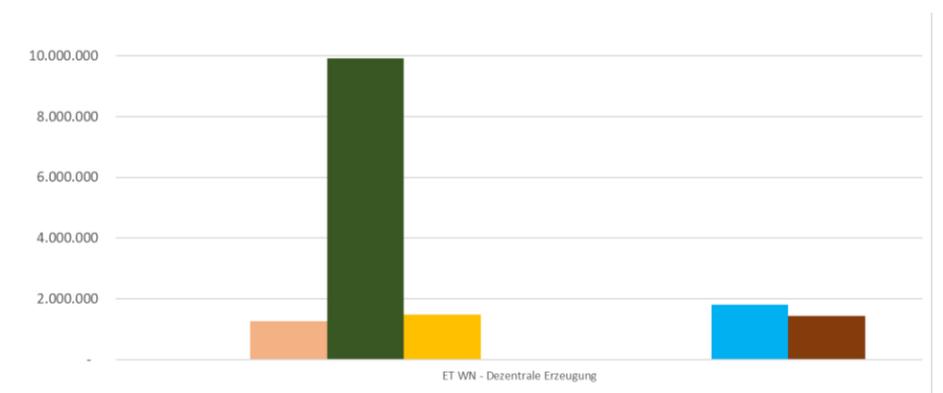
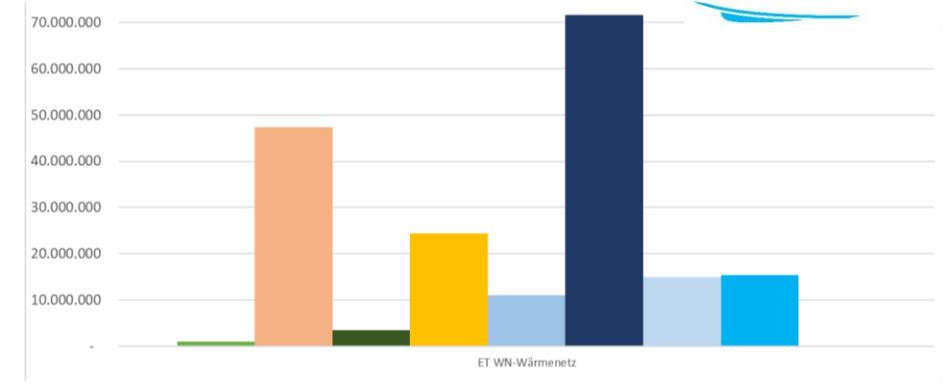
zentral

Einzelheizungen in Wärmenetz-Gebieten:
7% (15GWh)
Biomasse: 10 GWh
Außenluft: 1,5 GW
Oberfl Geoth.: 1,5 GWh

dezentral

Einzelheizungen 28%
(80GWh)
Grüne Gase: 23 GWh
Biomasse: 45 GWh

dezentral



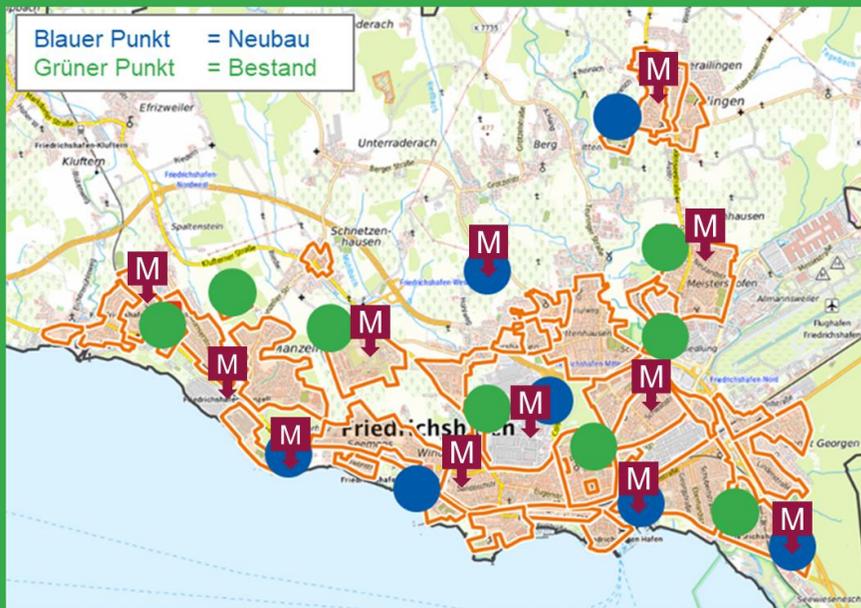
Beachte: Für bessere Lesbarkeit sind die Abbildungen nicht im gleichen Maßstab.

Zwischenfazit: Klimaneutrales Friedrichshafen

- Verdrängung fossiler Brennstoffe **reduziert Emissionen um 117.000 t CO₂** im Stadtgebiet (1,8 tCO₂/EW)
- **65%** (190 GWh) der Stadtversorgung werden über **Wärmenetze** abgedeckt, die Seewasser (25%), Biomasse (20%), Abwasser (5%), Außenluft (8%) und Industrie-Abwärme (4%) nutzen. Für die Ertüchtigung und Ausbau von Nahwärme (inkl. Erzeugung) werden ca. **200 Mio. €** (4.000 €/ EW) notwendig sein.
- **35%** (95 GWh) werden über **Einzelheizungen** abgedeckt, die vor allem feste Biomasse, Solarthermie und grüne Gase verwenden. Ausbau der Wärmepumpen verdreifacht sich, sodass ca. 1.500 Gebäude Luft- oder Sole-Wärmepumpen nutzen. Es werden außerdem ca. 200 Pelletkessel und 200 Biogaskessel mit Solarthermieanlagen eingesetzt. Die Investitionen für Einzelheizungen belaufen sich auf ca. **83 Mio €** (6.400€/ EW).
- Für einen **klimaneutralen Gebäudebestand** müssen bis 2040 ca. 10.600 Gebäude saniert werden. Daraus entsteht ein Sanierungsaufwand von **ca. 1,14 Mrd €** (18.000 €/ EW).

EIGNUNGSGEBIETE

WO FINDET DIE UMSETZUNG STATT?



Methode: Findung der Eignungsgebiete

Das Stadtgebiet für das Zielszenario in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen unterteilt.

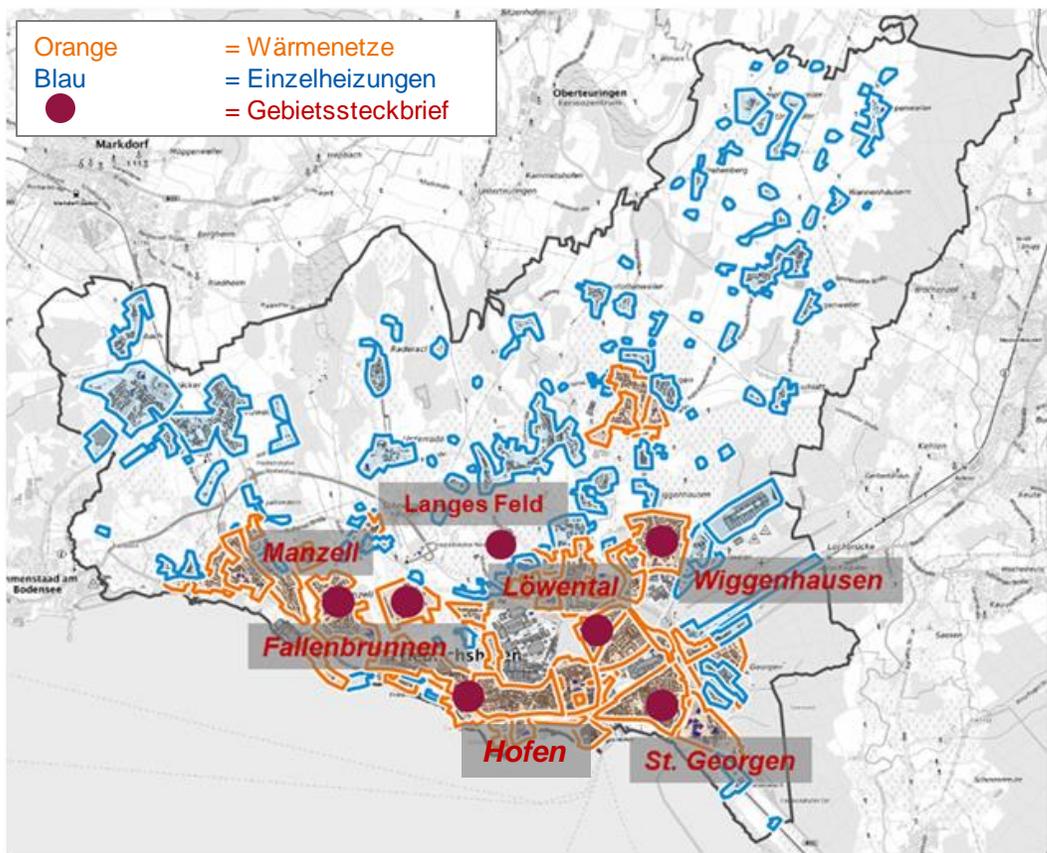
Folgende Kriterien wurden dafür angeführt:

- Hohe Wärmebedarfsdichte Wärmenetz ($>1400 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$)
- Verfügbare Erneuerbare Energien Quellen (s. Potenzialanalyse)
- Ankerkunden: Schule / öffentliches Gebäude / Kirche
- Verdrängung fossiler Energieträger zur Wärmeversorgung
- Erweiterungspotenzial zum nächsten bestehenden Wärmenetz
- Nachverdichtungspotenzial bestehender Wärmenetze

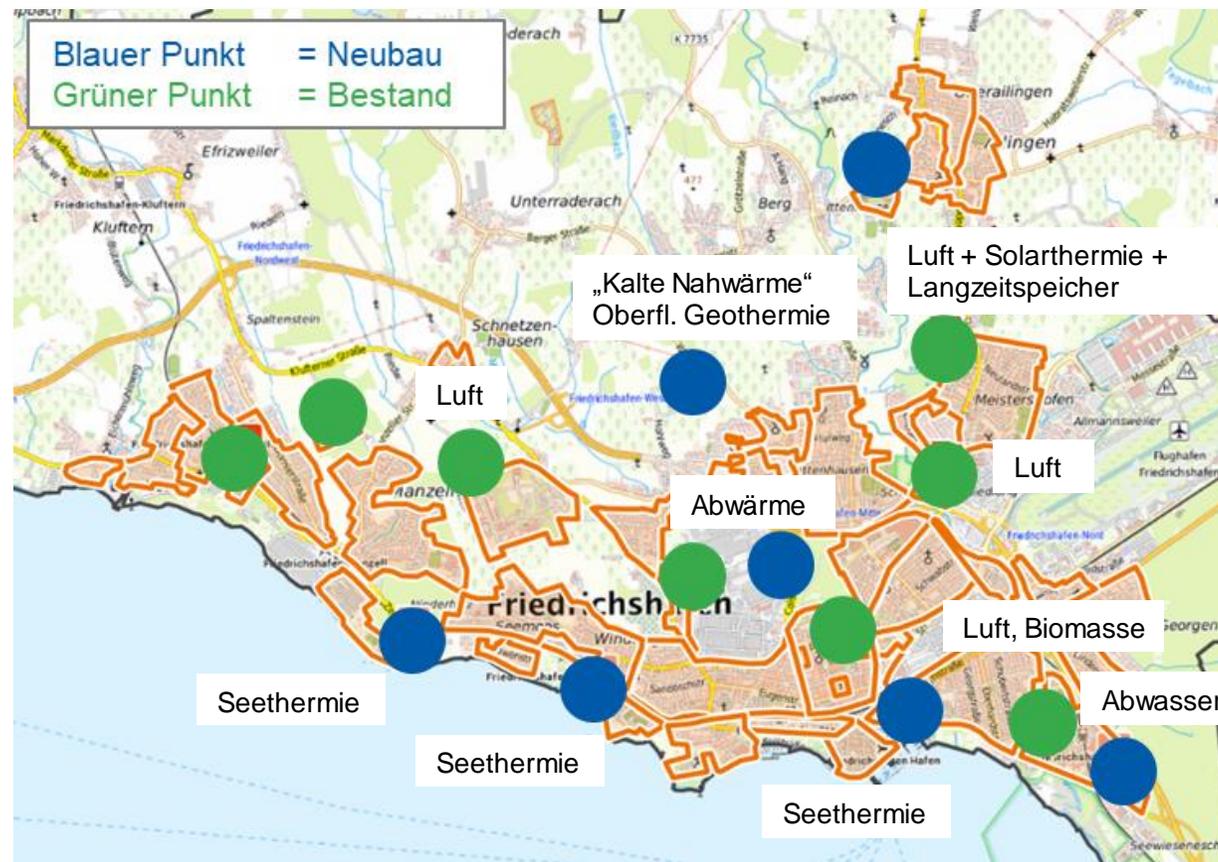
Eignungsgebiete zeigen die vorrangige anzustrebende Versorgung des jeweiligen Stadtgebiets.



Eignungsgebiete: Wärmenetze



Einteilung der Stadt in Wärmenetzeignung (orange) und Einzelheizungsgebiete (blau). Rote Punkte zeigen Areale mit detaillierter Beschreibung im Bericht.



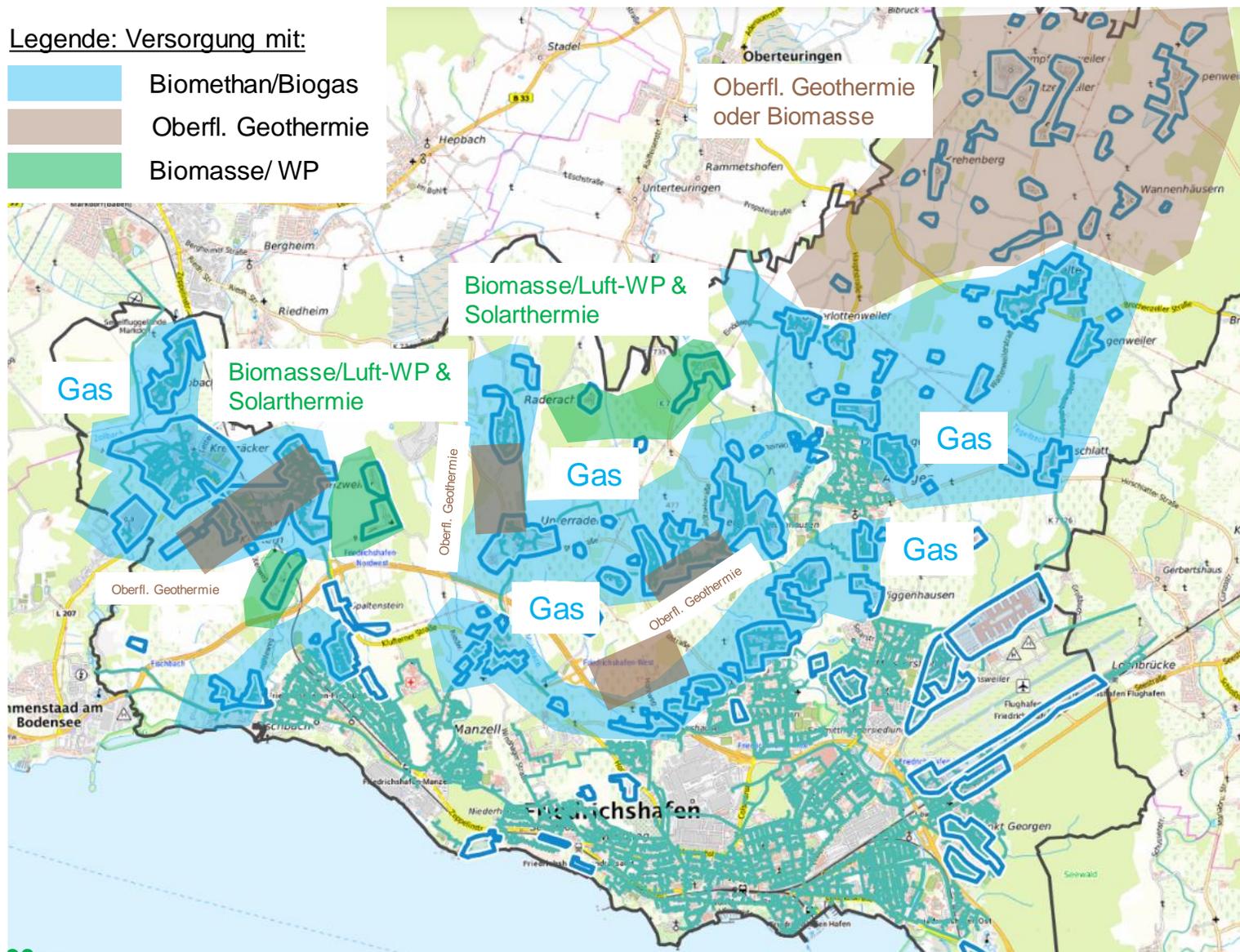
Verortung der Erneuerbaren-Energien-Potenziale mit (mögl.) Heizzentralen (grüne und blaue Punkte) in Eignungsgebieten Nahwärme.

Wärmenetze vorrangig in der dicht besiedelte Kernstadt.
Einzelheizungen in den Außenbereichen.

Eignungsgebiete: Einzelheizung

Legende: Versorgung mit:

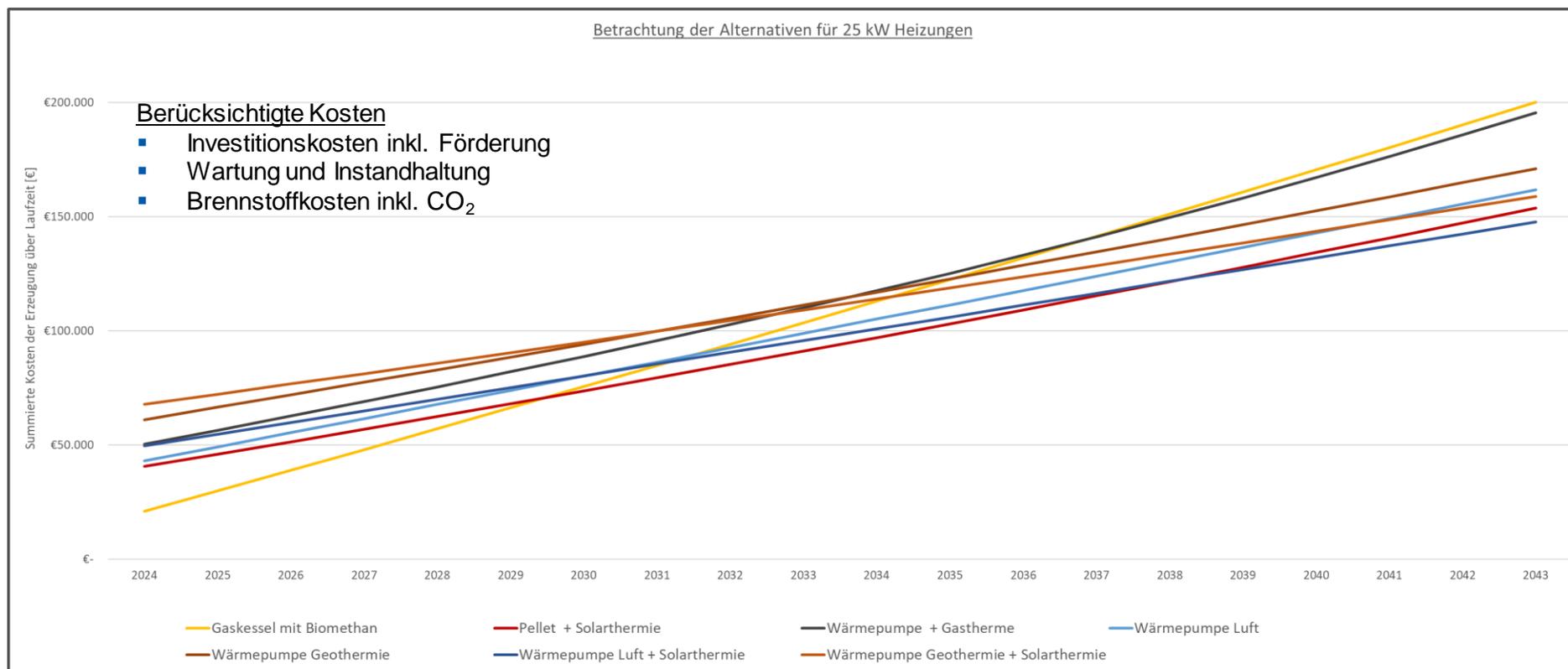
- Biomethan/Biogas
- Oberfl. Geothermie
- Biomasse/ WP



- 4.300 Gebäude in Einzelheizungsgebiet ca. 80 GWh Wärmebedarf (28% der Stadtgebietsversorgung)
- 23 GWh Bedarf an „grünem Gas“ (z.B. Biomethan, Biogas)
- 57 GWh werden erzeugt durch
 - Luft-WP + Solarthermie (ST)
 - Oberfl. Geothermie -WP + ST
 - Biomasse + ST

Einzelheizungen werden mit Wärmepumpen, Pelletkessel und dem bestehenden Gasnetz versorgt.

Einzelheizung: Kosteneinschätzung



Kosten über 20 Jahre:

- Luft-Wärmepumpe + Solarthermie ist am günstigsten mit ca. 150.000 €
- Gaskessel mit Biomethan ist am teuersten mit ca. 200.000 €

Summierte Kosten über 20 Jahre für Einzelheizungen, (Alternativen für ein Nahwärmeanschluss) am Beispiel eines kleinen MFH: 25kW Heizleistung, 50.000 kWh Wärmebedarf.

Luft-Wärmepumpen mit Solarthermie sind über die nächsten 20 Jahre am günstigsten. Gaskessel mit Biomethan am teuersten.

Einzelheizung: Kosteneinschätzung

Beispiel: MFH 25 kW, 50.000 kWh/a

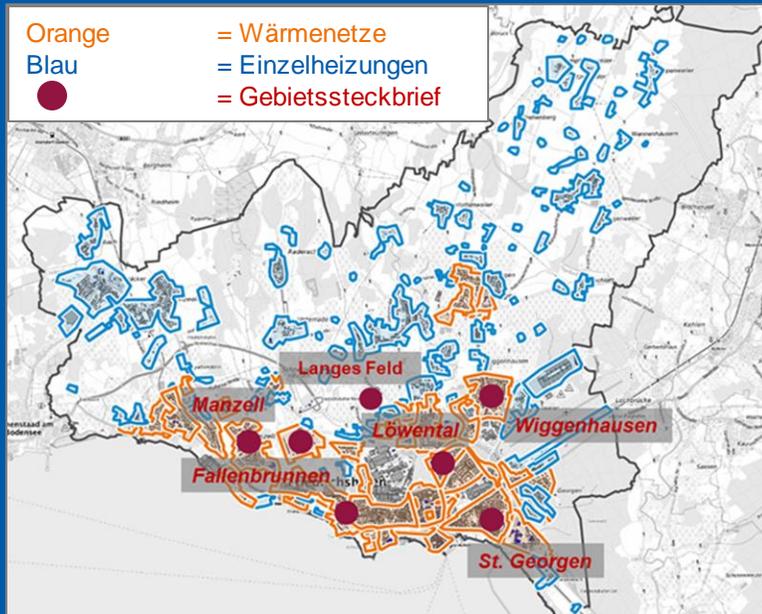
	Anzahl der Einzelheizungen (Schätzung)	Investitionen pro Anlage (inkl. BEG-Förderung)	Indikation* Wärmepreis im Jahr 2040	Investitionsaufwand im Stadtgebiet
Wärmepumpen mit Erdwärme (inkl. Sondenbohrung)	600	60.000 €	0,17 €	36 Mio. €
Luft -Wärmepumpen	900	40.000 €	0,16 €	36 Mio. €
Pelletkessel	200	35.000 €	0,16 €	7 Mio. €
Biomethan -Gaskessel + nachgerüsteter Solarthermie**	200	19.000 €	0,20 €	4 Mio. €
Summe	1.900			83 Mio. €

* Grobe Abschätzung der Wärmepreise anhand Preissteigerungen, ohne Berücksichtigung der baulichen Voraussetzungen. Einzelfallprüfung immer notwendig!

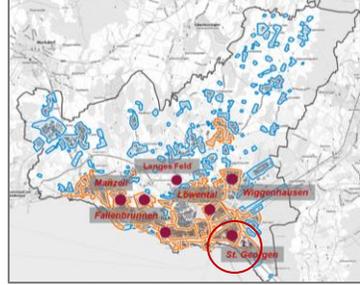
** Die Nutzung von Solarthermie-Dachanlagen erhöht den Wärmepreis bei Wärmepumpen und Pelletkessel um ca. 1 Cent – erzeugt aber zusätzl. EE-Wärme bei Bestandsheizungen.

GEBIETSSTECKBRIEFE

ÜBERBLICK DER FOKUSGEBIETE FÜR DEN AUSBAU MIT NAHWÄRME



Gebietssteckbrief: St. Georgen



Ist –Situation:

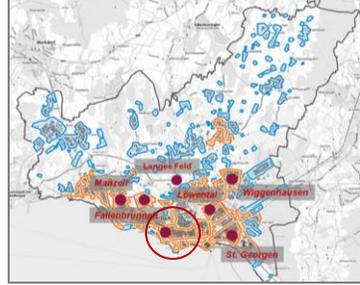
- Wärmebedarf: 36,2 GWh/a (3% Nahwärme, fossil: 67% Gas, 9% Heizöl)
- Verbraucher: Wohnen, Wohnmischnutzung, Gewerbe, Schule
- Alter bestehender Heizungen: 60% > 20 Jahre



Ziel: Ausbau der bestehenden Wärmeversorgung aus dem Berufsschulzentrum durch die Nutzung von Abwasser aus dem Klärwerk. Erweiterung des Wärmenetzes Richtung Innenstadt mit Nutzung von Seethermie (M1) aus Standort „Hinterer Hafen“.

- Akteure: Stadt Friedrichshafen, Klärwerk Friedrichshafen, Stadtwerk am See
- Kosten: Machbarkeitsstudie BEW Abwassernutzung 150.000€ (inkl. Förderung)

Gebietssteckbrief: Hofen/Nordstadt



Ist –Situation:

- Wärmebedarf: 37,2 GWh/a (2% Nahwärme, fossil: 70% Gas, 8% Heizöl)
- Verbraucher: Wohnen, Wohnmischnutzung, Gewerbe, Schulen
- Alter bestehender Heizungen: 67% > 20 Jahre



Ziel: Bau und Erweiterung der Wärmenetze (Hofen und Nordstadt). mit mögl. Synergien zum Wärmenetz Heinrich-Heine-Straße. Nutzung von Abwärme MTU (Werk 1) und Seethermie aus z.B. Wasserwerk oder Graf-Zeppelin-Haus.

- Akteure: Stadwerk am See, Stadt Friedrichshafen, MTU, Industrie,
- Kosten: Machbarkeitsstudie Seethermie Wasserwerk 150.000 € (inkl. 50% Förderung)

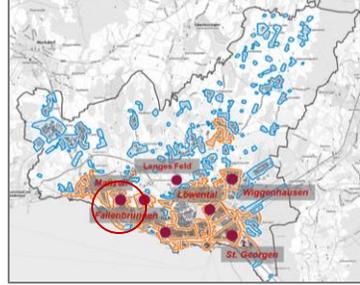
Gebietssteckbrief: Fallenbrunnen

Ist –Situation:

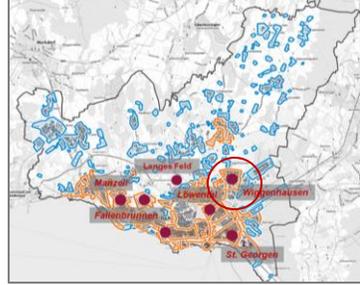
- Wärmebedarf: 5,1 GWh/a (38% Nahwärme, fossil: 62% Heizöl)
- Verbraucher: Wohngebäude, Zeppelin Universität, Duale Hochschule BW, diverse Kultureinrichtungen
- Alter bestehender Heizungen: 90% >20 Jahre

Ziel: Transformation des bestehenden Nahwärmenetzes mit z.B. Luft-Wärmepumpen und Solarthermie. Ausbau der Nahwärmeversorgung für Neubaugebiet Nordost.

- Akteure: Stadt Friedrichshafen, Stadtwerk am See
- Kosten: Transformationsstudie BEW ca. 600.000€ (vor Förderung)



Gebietssteckbrief: Wigggenhausen



Ist –Situation:

- Wärmebedarf: 24,1 GWh/a (18% Nahwärme, fossil: 29% Gas, 10% Heizöl)
- Verbraucher: Wohnen, Wohnmischnutzung, Gewerbe
- Alter bestehender Heizungen: 72% > 20 Jahre

Ziel: Ausbau des Wärmenetzes mit Luft-Wärmepumpen und Solarthermie zur Versorgung großer Abnehmer wie (Gewerbe, DRK, Kirche) entlang der Äußeren Ailinger Str. Weiterer Ausbau Richtung Eintrachtstr. zeigt ebenfalls hohe Wärmebedarfe.

- Akteure: Stadt Friedrichshafen, Stadtwerk am See
- Kosten: Transformationsstudie BEW 150.000 € (inkl. 50% Förderung), Umsetzung Projekt ca. 7.000.000€



Gebietssteckbrief: Löwental

Ist –Situation:

- Wärmebedarf: 23,7 GWh/a (Nahwärme 8%, fossil: 48% Gas, 5% Heizöl)
- Verbraucher: Wohnen, Wohnmischnutzung, Polizei
- Alter bestehender Heizungen: 62% > 20 Jahre

Ziel: Ausbau und Nachverdichtung des bestehenden Wärmenetzes mit Luft- Wärmepumpen. Vorbereitungen zum Zusammenschluss bestehender Wärmenetze aus dem Karl-Olga-Areal und Nordstadt.

- Akteure: Stadtwerk am See, Stadt Friedrichshafen
- Kosten: Transformationsstudie BEW 350.000 € (in Bearbeitung Stadtwerk am See)



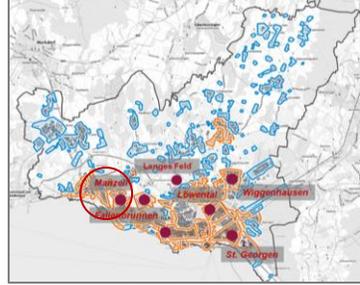
Gebietssteckbrief: Manzell

Ist –Situation:

- Wärmebedarf: 15 GWh/a (fossil: 56% Gas, 8% Heizöl)
- Verbraucher: Wohnen, öffentliche Gebäude (Bodensee-Schule)
- Alter bestehender Heizungen: 36% >20 Jahre

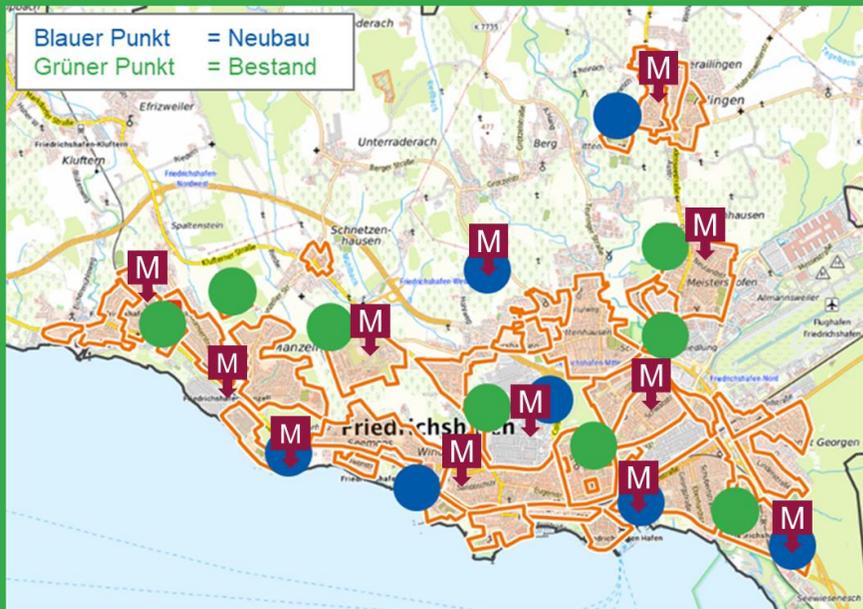
Ziel: Nahwärmeversorgung durch z.B. Abwärme der MTU Werk 2 (M5) oder Seethermie „Seemooser Horn“ (M1)

- Akteure: Stadt Friedrichshafen, Stadtwerk am See, MTU
- Kosten: Machbarkeitsstudie BEW 100.000 €, Umsetzung Projekt ca. 2.500.000€

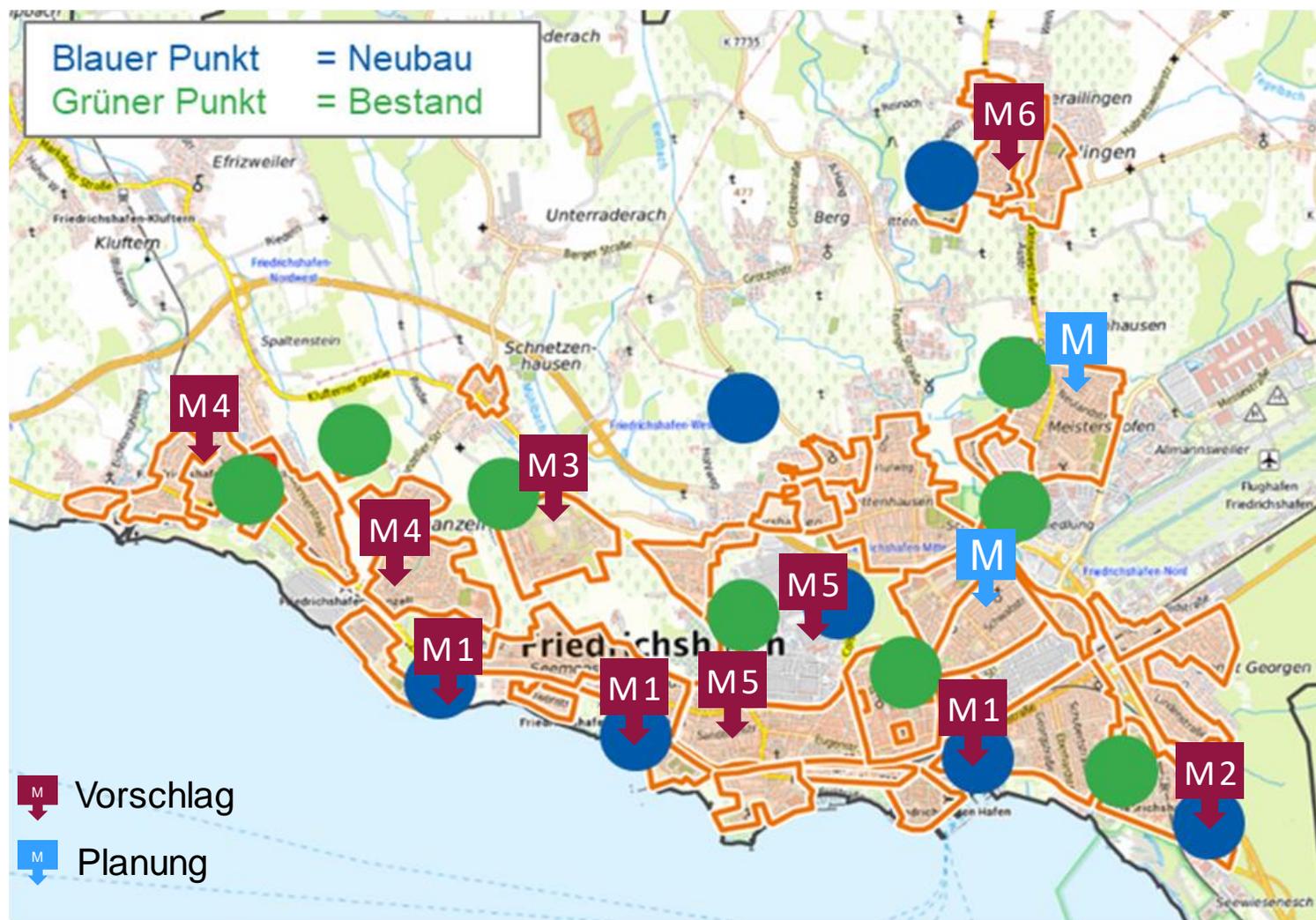


MAßNAHMEN

WIE KOMMEN WIR IN DIE UMSETZUNG?



Wärmeplanung: Maßnahmen



M
Löwental und Wiggerhausen bereits in Planung durch das Stadtwerk am See

Der Ausbau der Wärmenetze soll durch Umsetzung der Maßnahmen „M1 bis M6“ erreicht werden.

Wärmeplanung: Maßnahmen

	Beschreibung <i>(Ausstehende Priorisierung durch die Stadt Friedrichshafen zum Start der Umsetzung in den nächsten 5 Jahren)</i>	Kosten zur Anfertigung einer Studie <i>(inkl. 50% BEW Förderung)</i>
M1	Machbarkeitsstudie: Seethermie in Friedrichshafen; detaillierte Standortentwicklung (auf Grundlagen aus Gutachten CSD Ingenieure)	ca. 100.000€ - 150.000€ je Standorte
M2	Machbarkeitsstudie Abwassernutzung Klärwerk Friedrichshafen	ca. 100.000€
M3	Transformationsstudie Fallenbrunnen Nordost	ca. 300.000€
M4	Machbarkeitsstudie Abwärmenutzung Industrie (z.B. MTU Werke für z.B. Hofen, Fischbach und Manzell)	ca. 100.000€
M5	Machbarkeitsstudie: Gasnetztransformation Wasserstoff (Starternetz Wasserstoff FN)	offen
M6	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ailingen (z.B. Wellenbad, Rotachhalle)	ca. 100.000€
M7	Ausweisen von großflächigen Sanierungsgebieten in altem Gebäudebestand durch die Stadt	n.A.
M8	Ausweisen von PV- /Agri-PV-Vorzugsflächen gemäß externen Gutachten	n.A.
M9	Machbarkeitsstudie für eine klimaneutrale Gebietsversorgung in z.B. Hirschschlatt / Kreuzlinger Straße	ca. 50.000 €
M10	Entwicklung einer Ausbaustrategie der Stromnetze für dezentraler Wärmepumpe	ca. 150.000€
M11	Machbarkeitsstudie zur lokalen Wärmeversorgung in den Ortsteilen Kluffern und Ettenkirch	ca. 50.000 € je Ortsteil
	Summe	ca. 1.200.000 €

M1: Seethermie: Wasserwerk Friedrichshafen



- Anschlussnehmer: 280 Gebäude
- Leistung der Anlagen: ca. 6.000 kW
- Flächenbedarf: ca. 900 qm (für Anlagen, Pufferspeicher, Hydraulik)
- Ertüchtigung der Trafostation

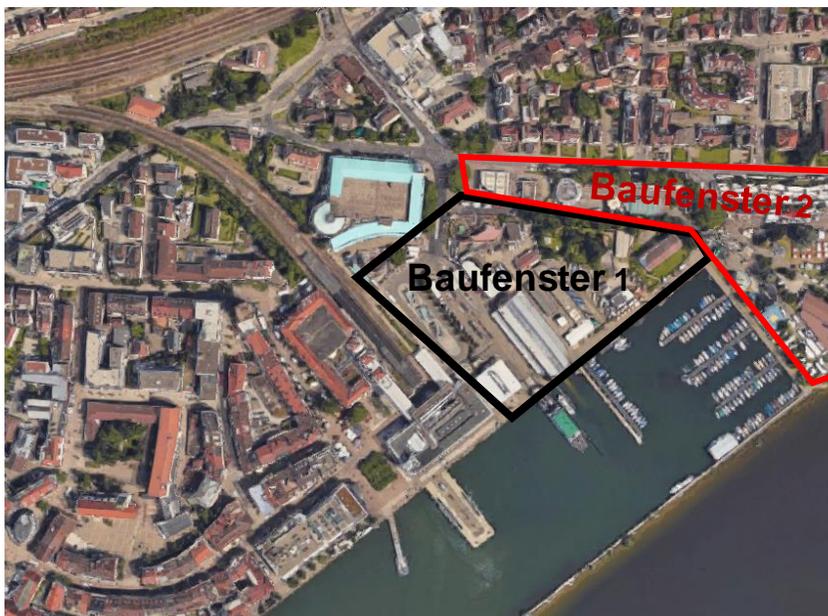
Westl. Stadtversorgung mit Seethermie durch bestehende Seewasserleitungen im Wasserwerk.

- Versorgung mit Seethermie mögl. Energieverbund Hofen mit ca. 15 - 25 GWh durch bestehende Seewasserleitungen
- Genehmigungsfähigkeit im Rahmen der Studie „Thermische Nutzung von Seewasser“ zu prüfen
- Ausstreckung Wärmenetz und Projektrisiken (z.B. Querung der Bahntrasse) in anschließender BEW Machbarkeitsstudie zu prüfen

M1: Seethermie "Hinterer Hafen"



Wärmeverbund Innenstadt/ „Hinterer Hafen“. 210 Gebäude haben 31 GWh Wärmebedarf

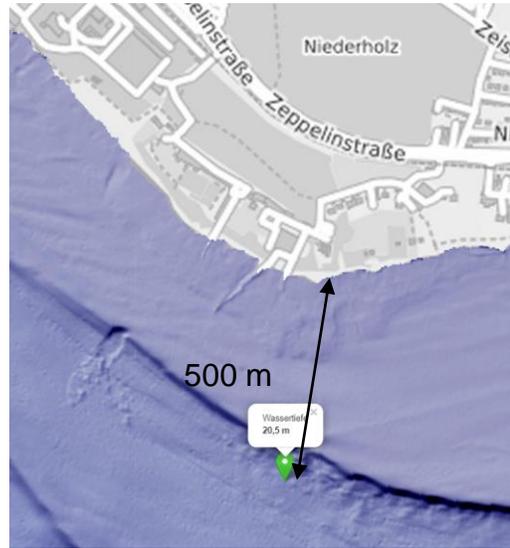
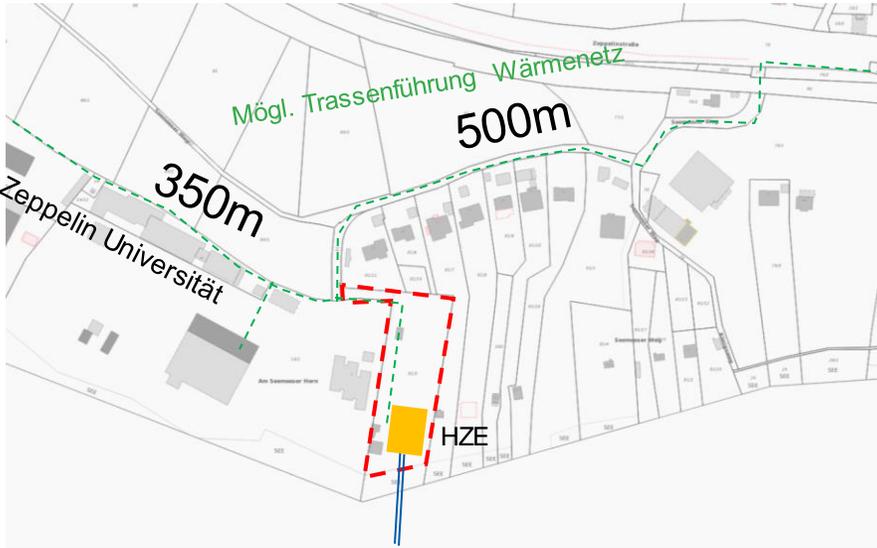


Mögliche Baufenster 1 und 2 für die Nutzung von Seethermie in der Innenstadt und in St. Georgen

- Anschlussnehmer: 210 Gebäude
- Leistung der Anlagen: ca. 6.000 kW
- Flächenbedarf: ca. 700 qm (für Anlagen, Pufferspeicher, Hydraulik)
- Ertüchtigung der Trafostation zum Anschluss Groß-WP

- Versorgung der Innenstadt mit Seethermie durch Bau einer Heizzentrale im „Hinteren Hafen“.
- Generelle Machbarkeit wird in Studie „Thermische Nutzung von Seewasser“ geprüft
- Hohe Bedarfsdichte durch Einkaufszentrum/ Parkhaus Altstadt
- 2 Entnahmeleitungen ca. DN450
- Flächenbedarf ca. 700qm + Fläche für Pufferspeicher

M1: Seethermie am „Seemooser Horn“

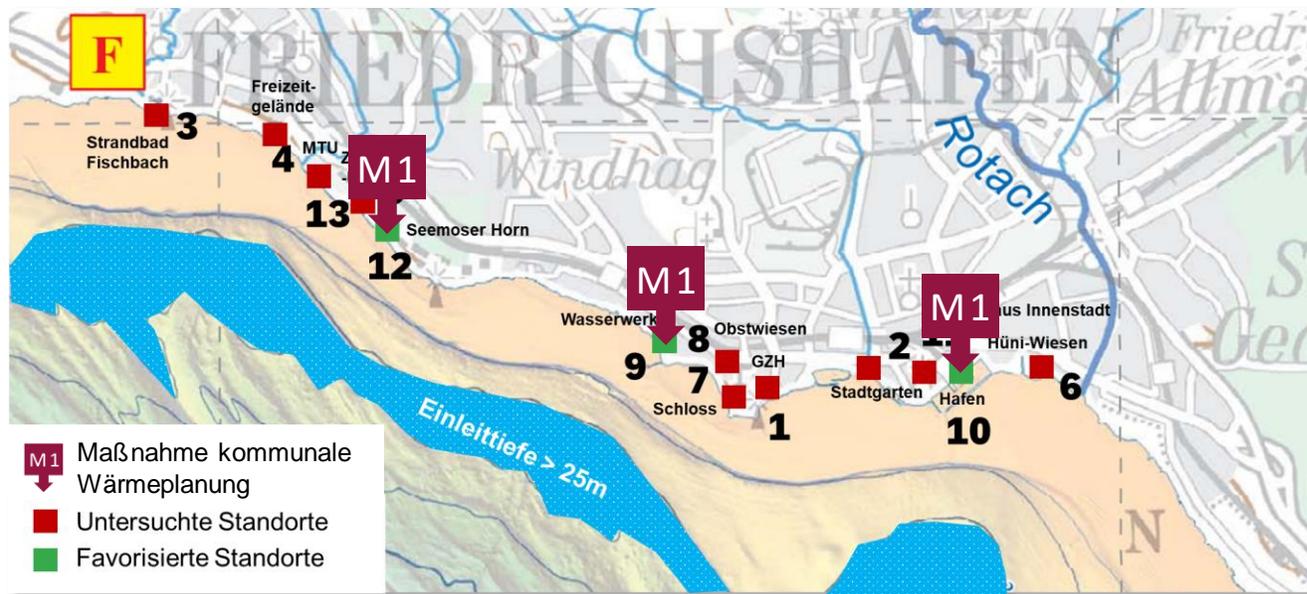


- Steiles Ufer ermöglicht kurze Seewasserleitung von ca. 500m
- Versorgung Zeppelin Uni + Sporthalle als Ankerkunde
- Seewasserleitung mind. 2x DN 450 ggf. größer + ca. 700qm (zusätzl. Fläche für Pufferspeicher) an Flächenbedarf

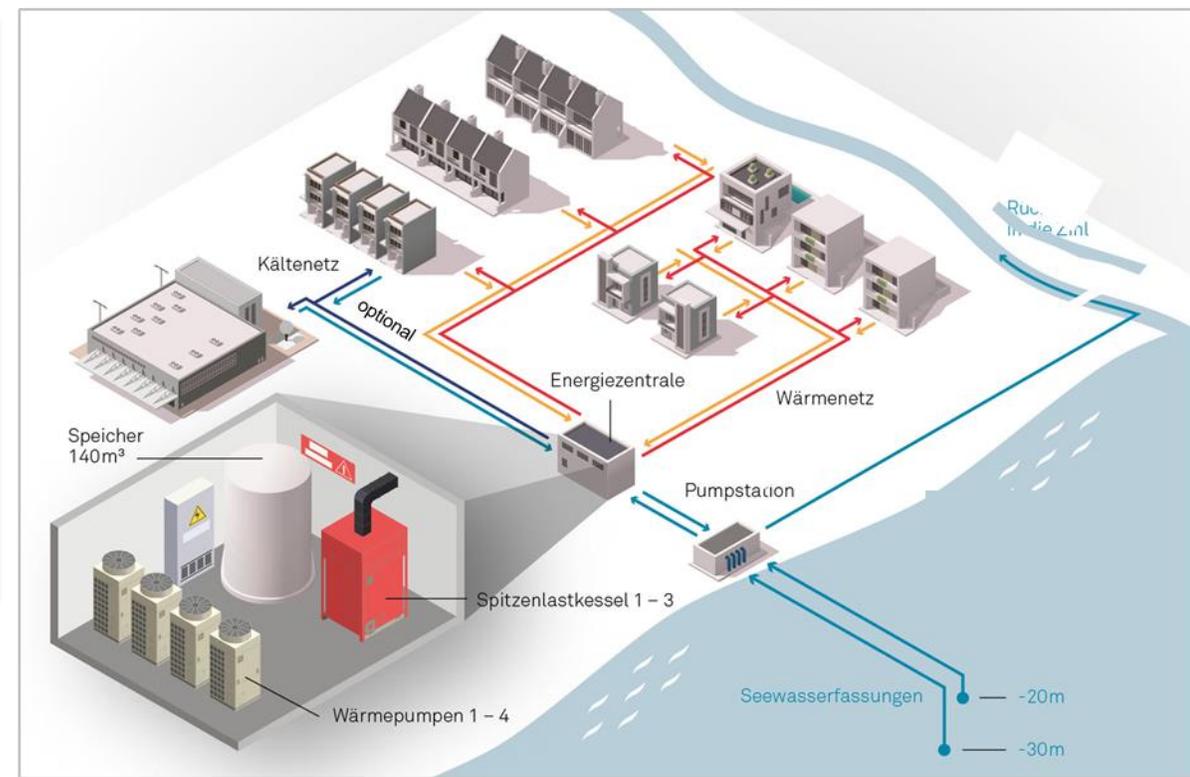
- Fläche zum Bau der Heizzentrale im städtischen Eigentum
- Weit entfernt von Stadtkern.
- Seethermie-Zentrale zur Versorgung von Fischbach, Manzell (oder Windhag)
- Beeinflussung Seewasserentnahme MTU oder Wasserwerk wird in Studie „thermische Seewassernutzung Friedrichshafen“ geprüft

Westl. Stadtversorgung mit Seethermie. Erweiterung nach Manzell/Fallenbrunnen und Windhag denkbar.

Exkurs: Entwicklung der Seethermie in FN

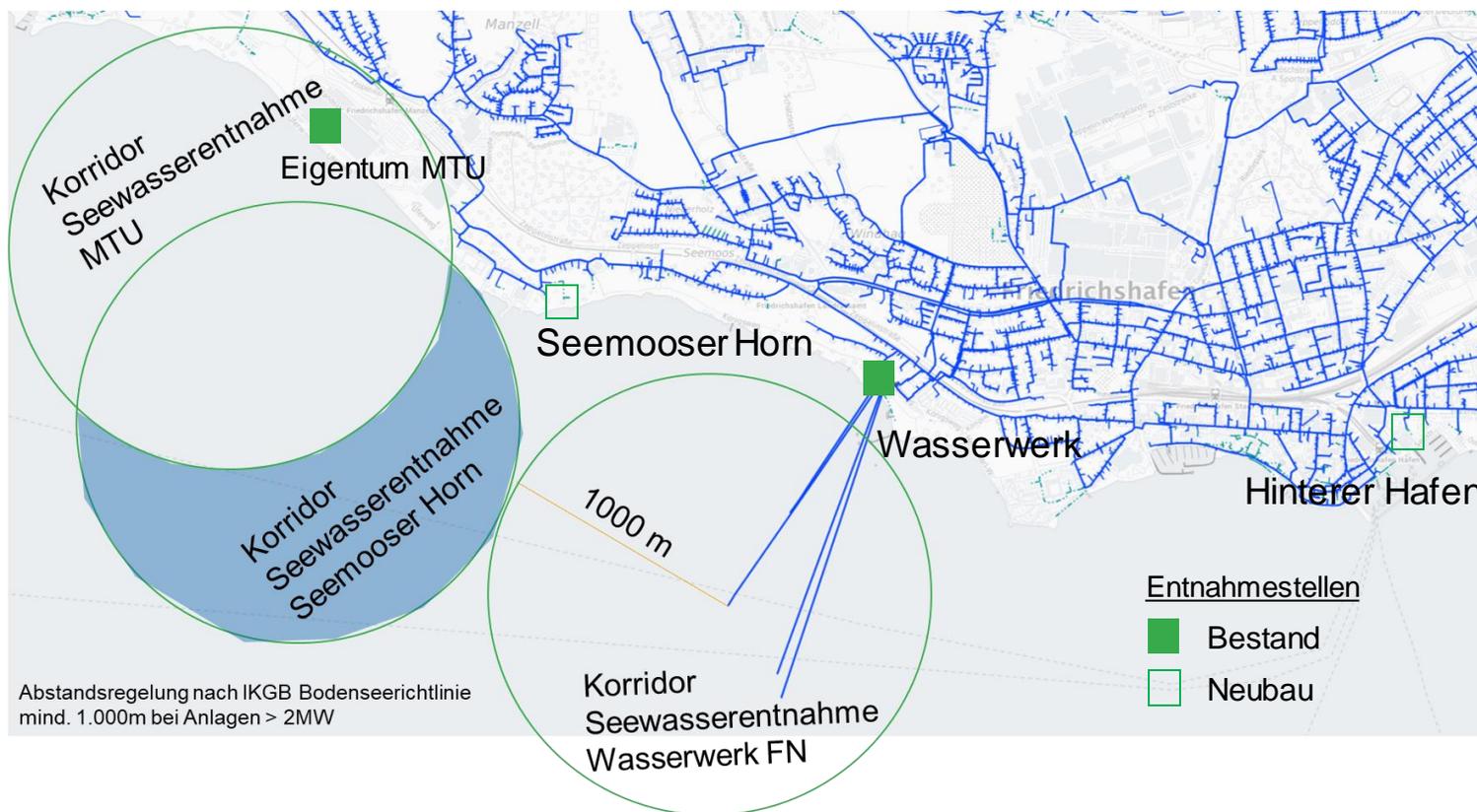


- 25% der Wärmeversorgung mit Seewärme abdeckbar
- Verteilung der drei „Seethermie- „Energiehubs“: Wasserwerk, „Hinterer Hafen“, Seemooser Horn. Die Umsetzung wird in M1: Seethermie beschrieben.
- Machbarkeit zu den favorisierten Standorten wird im externen Gutachten „Thermische Nutzung von Seewasser in Friedrichshafen“ bestimmt.



Funktionsweise von Seethermie (Quelle: Energieservice Biel/Schweiz)

Abstandsregelungen Wasserentnahme



- Abstandsregelung der Entnahmestellen zueinander (Bodenseerichtlinie) begrenzt die Anzahl der Wasserentnahmen am Ufer auf 3 Standorte.
- Bodenseerichtlinie besagt: Bei Anlagen > 2MW (wie an jeden Seethermie-Standort geplant) keine weitere Wasserentnahme innerhalb des Umkreises von 1.000 m.

Grobe Skizze der Abstandsregelungen nach der Bodenseerichtlinie (IKGB). Abstandsregelungen limitieren die maximale Anzahl der Entnahmestellen. Eine detaillierte GIS -Vermessung findet im Rahmen des Gutachtens zur thermischen Nutzung von Seewasser statt.

M2: Machbarkeitsstudie: Abwassernutzung



Untersuchungsgebiet zur Abwassernutzung aus dem Klärwerk in St. Georgen

3 Varianten zur Führung von ca. 800m Wärmeleitung vom Klärwerk nach St. Georgen.

Mögliche Standorte (Flurstück 1295/1 oder 1296/6) für Wärmetauscher und Wärmepumpen zur Nutzung von Abwasser

- Max. Anschlussnehmer: ca. 560 Gebäude in St. Georgen
- Max. Ausbauleistung der Anlagen: 3.000 kW benötigen ca. 600 m² (für Heizzentrale und Wärmetauscher).
- Mit Wärme aus Abwasser werden ca. 15 GWh der Wärme gedeckt und ca. 41% fossiler Energieträger verdrängt.

M3: Transformationsstudie: Fallenbrunnen Nordost

- Wärmepotenzial Abnehmer im Fallenbrunnen: Bestandsgebiet + Neubaugebiet (ca. 3,5 GWh/a) + Gewerbe = ca. 11 GWh Gesamtwärmebedarf
- Transformation des Bestandsnetzes: Luft-Wärmepumpen (Flächenbedarf ca. 300 m²) und Solarthermieanlage (ca. 1 ha) in unmittelbarer Nähe zur Bestandsheizzentrale
- Auslegung der neuen Erzeuger mit zusätzlicher Leistung in Bestandsheizzentrale Fallenbrunnen für die Erschließung Nordost hat Flächenbedarf von ca. 220 qm
- Prüfen der Beeinflussung von weiteren Maßnahmen aus der Stadtentwicklung (z.B. Veloring), Natur- und Umweltschutz.



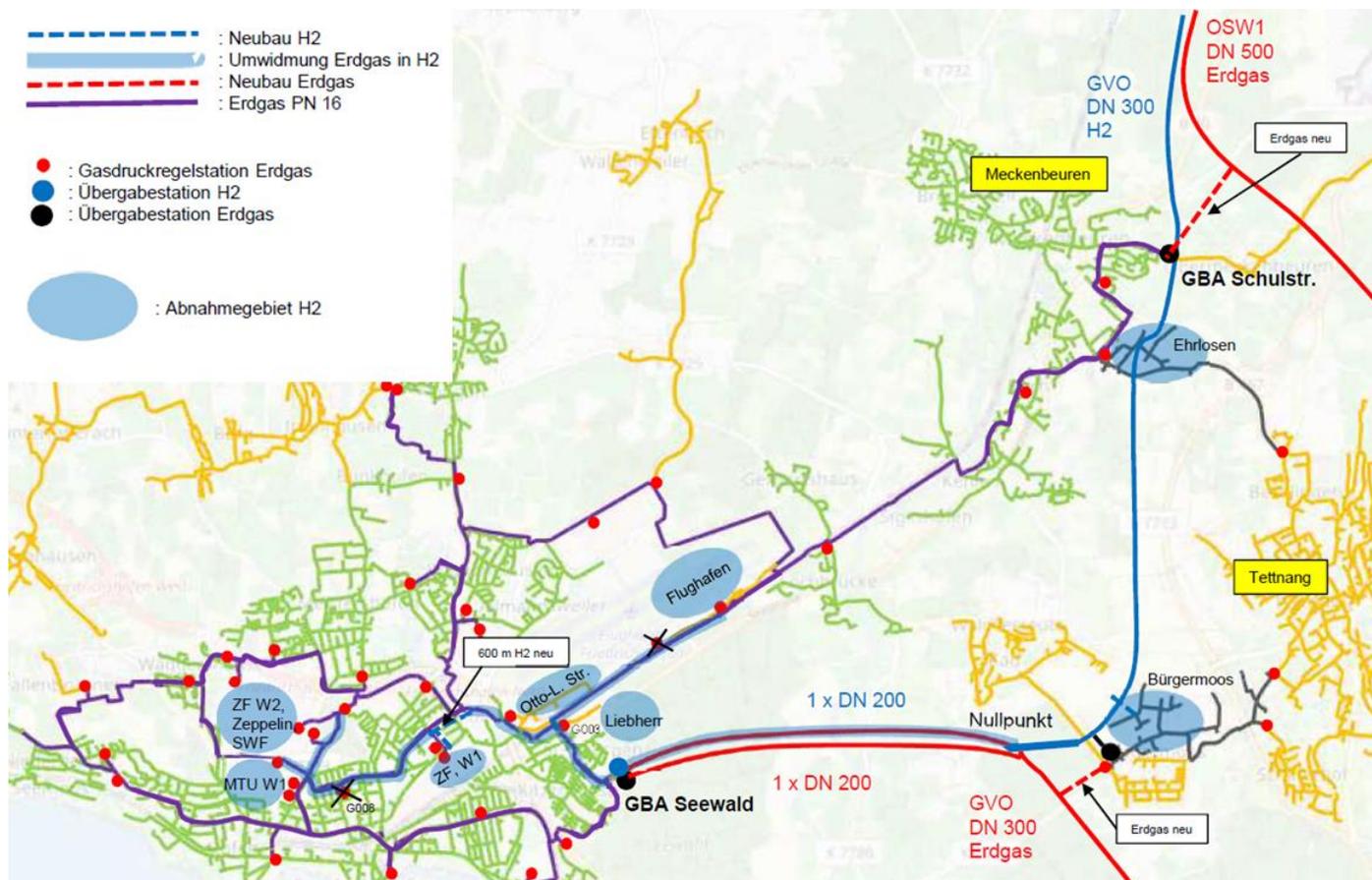
M4: Machbarkeitsstudie Abwärmennutzung

- Studie zur Abwärmennutzung der Industrieunternehmen in Kernstadt bei MTU (Werk 1), ZF und Zeppelin Systems.
- MTU hat bereits Interesse an einer Studie bekundet (ggf. in Kooperation mit der Zeppelin Universität).
- Studie zur Abwärme- und Seewassernutzung am Werk 2 und Standort Seewasserentnahme Seemooser Horn (siehe M1). MTU ließ bereits intern Abwärmepotenziale ermitteln.



Beteiligung der relevanten Unternehmen im Rahmen des Industrie-Workshops.

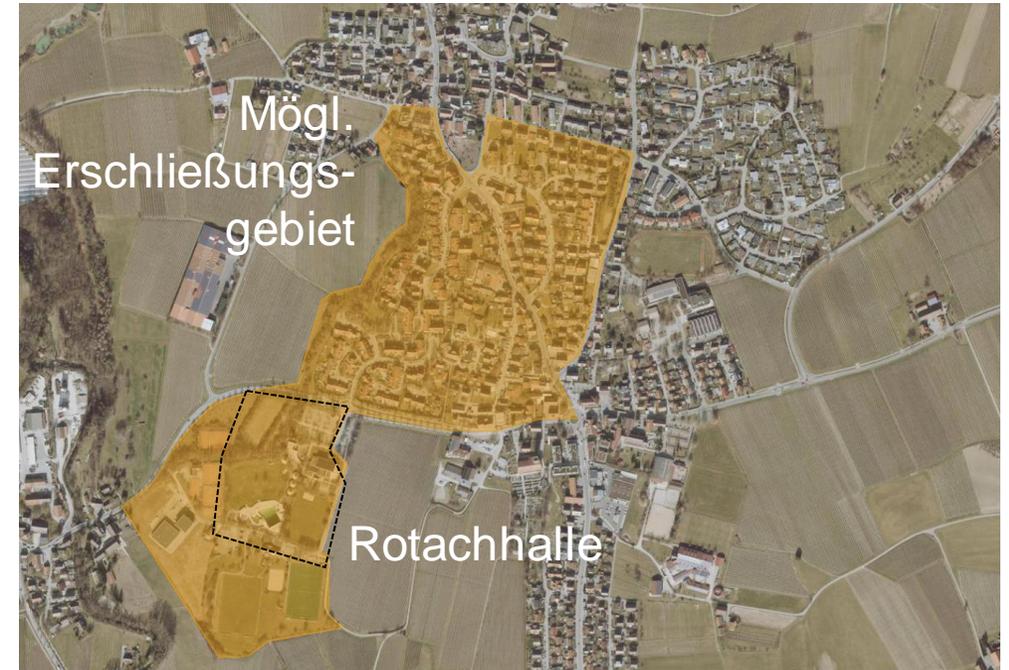
M5: Machbarkeitsstudie: Gasnetztransformation Wasserstoff



- Wasserstoffherzeugung bei MTU (ggf. auch bei SWF/ Zeppelin Systems) mit vorrangigem Anschluss der Industrie
- Netzumwidmung der Erdgasleitung zwischen ZF Werk 2, ZF Werk 1 und Flughafen
- Leitung als Vorbereitung für Wasserstoffnetz aus Ravensburg
- H₂-Verteilung in den Heizzentralen (HZE) Nordstadt, Löwental und Wiggerhausen in Elektrolyse/H₂-BHKW als Abwärmenutzung (17 GWh Wärmebereitstellung).
- Wasserstoff für Privatkunden nicht vorgesehen!

M6: Machbarkeitsstudie Wärmenetz Ailingen

- Nahwärmeversorgung für das Wellenbads, Rotachhalle und zusätzl. Erweiterung für Gebiet Tobelesch
- Hohe Wärmebedarfsdichte (415 MWh/ha) innerhalb Ailingens (Heiliggase/ Eckmähde, Kirchweg/ Boskopstraße und Hauptstraße)
- Nahwärmeversorgung im Tobelesch und Wellenbad/Rotachhalle verdrängt ca. 5 GWh an fossiler Brennstoffe (ca. 55% der Wärme in gelber Markierung)
- Wellenbad und Rotachhalle als Ankerkunden geeignet
- Offene Punkte für eine Machbarkeitsstudie nach BEW: Standortfindung Heizzentrale, Auslegung der Anlagen, Anschlussnehmer



Kriterien zur Priorisierung der Maßnahmen

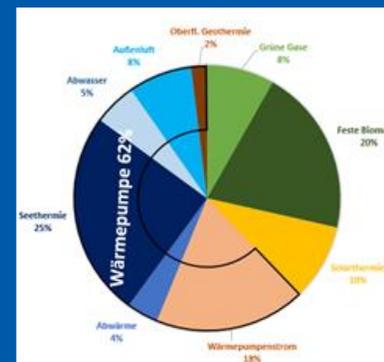
- Treibhausgas-Einsparungen im Jahr 2040 und Beitrag zur städtischen Klimaneutralität
Beitrag der zu erwarteten THG-Einsparungen gegenüber dem Stand heute
- Synergien zu anderen Maßnahmen in der Kommunalen Wärmeplanung
Begünstigt die jeweilige Maßnahme weitere Maßnahmen
- Mehrwert, über den Wärmesektor hinaus, für die Stadtentwicklung
Bringt die Maßnahme Vorteile in den Sparten Strom-und Gasversorgung oder Mobilität
- Kosten für die Umsetzung der Maßnahme
Zu erwartende Größenordnung der Investitionskosten zur Umsetzung der Maßnahme
- Bereitschaft der relevanten Akteure die Maßnahme umzusetzen
Bereitschaft der zu beteiligenden Akteure die Maßnahme in den nächsten 5 Jahren zu bearbeiten

Zuständigkeiten zur Umsetzung der Maßnahmen

Stadt Friedrichshafen	Energiedienstleister z.B. Stadtwerk am See
Ausweisen von Sanierungsgebieten	Entwicklung der Wärmenetze anhand Machbarkeits- und Transformationsstudien
Ausweisen von PV-/ Solarthermieflächen	Anfertigen von Gutachten zum Nutzen von Umweltwärme wie z.B. Geothermie und Seethermie
Ausweisen von Flächen für Heizzentralen	Umwidmung der bestehenden Gasnetzinfrastruktur zur Nutzung von Biomethan, Biogas und Wasserstoff
	Weiterentwicklung der Stromnetze für den steigenden Bedarf von Strom durchführen

Voraussetzung zur Umsetzung der Maßnahme ist ein Beschluss der Kommunalen Wärmeplanung im Gemeinderat. Die priorisierten Maßnahmen sollten mit dem lokalen Energieversorger abgestimmt werden.

FAZIT



Ergebnis Kommunale Wärmeplanung

- 87% der aktuellen Wärmeversorgung wird mit fossilen Brennstoffen bereitgestellt. Eine Verdrängung der fossilen Brennstoffen spart 117.000 t CO₂ (Herstellung der Klimaneutralität) ein.
- Der klimaneutrale Gebäudebestand 2040 wird einen Wärmebedarf von 285 GWh haben. Das Ziel wird mit einer Sanierungsrate von 6,5% erreicht. Sanierungen an 10.600 Gebäuden kosten ca. 1,14 Mrd. €.
- Im Kernstadtgebiet sollen Wärmenetze ertüchtigt und ausgebaut werden. 2040 wird 65% der Stadtversorgung (190 GWh) mit Nahwärme versorgt. Dafür sind ca. 200 Mio. € Invest. notwendig. 35% (95 GWh) werden über Einzelheizungen versorgt. Dafür sind ca. 83 Mio. € Invest. notwendig.
- Seewärme hat 2040 einen Anteil von ca. 30% an der städtischen Wärmeversorgung. Eine Umsetzung wurde in den Maßnahmenkatalog beschrieben. Gebietssteckbriefe zeigen mögl. Ausbaugebiete für Wärmenetze.
- Vorbereitende Maßnahmen zur Nutzung von Wasserstoff in der Industrie reduziert weiter den Einsatz von fossilen Gasen. Die Abwärme kann in Wärmenetzen genutzt werden.

Transformation zur Klimaneutralität

Mögliche Erste Schritte zum Erreichen der Klimaneutralität in Friedrichshafen

- Ausweisen von priorisierten Gebieten zum **Ausbau und zur Transformation von Wärmenetzen**. Dies könnten z.B. Gebiete sein,
 - die Seethermie als Wärmequelle nutzen, um den Erzeugungsmix 2040 schnellstmöglich zu erreichen
 - die bereits über bestehende Nahwärmenetze verfügen und in naher Zukunft transformiert werden müssen (z.B. M3 Fallenbrunnen)
 - vorrangig Umweltwärme nutzen sollen wie in „M2 Abwassernutzung Klärwerk“ oder „M5 Abwärmernutzung Industrie“ beschrieben
 - die hohe Wärmebedarfsdichten durch große Abnehmer wie kommunale und öffentliche Gebäude haben
- Kommunale Fokusgebiete zur **Ausweisung von Sanierungsgebieten**
 - Gebiete mit alten Heizungen
 - hohem Anteil an Heizölkessel
 - hoher flächenspezifischer Anteil Treibhausgasemissionen

Volkswirtschaftliche* Bewertung

Szenario 1: Sanierungsrate 6,5%, Ausbau der Wärmenetze auf 200 GWh (Kommunale Wärmeplanung)

Szenario 2: Sanierungsrate 1%, Ausbau der Wärmenetze auf 325 GWh

	Szenario 1	Szenario 2
	€	€
Kosten Gebäudesanierung	1.140 Mio. €	228 Mio. €
Kosten Ausbau Nahwärme	200 Mio. €	325 Mio. €
Kosten Einzelheizungen	83 Mio. €	133 Mio. €
Summe	1.423 Mio. €	686 Mio. €

Der Ausbau der Wärmenetze bei gleichzeitiger Sanierungsrate von 1% (bzw. weit weniger als 6,5 %) ist der volkswirtschaftlichste Weg.

STADTWERK AM PULS DER ZEIT IM JAHR 2023

Haben Sie
Fragen?

Dr.-Ing. Andreas Bachmaier
Leiter Bereich Energiesysteme
Andreas.Bachmaier@stadtwerk-am-see.de
T 07551 9234-770

Christian Freund
Projektleiter
Christian.Freund@stadtwerk-am-see.de
T 07551 9234-762

**FRIEDRICHSHAFEN**

energieagentur
Ravensburg
smartgeomatics 

STADTWERK
AM SEE 