Beschlussvorlage

Geschäftszeichen:	Verantwortliche/r:	Vorlagennummer:
VII/31	Amt für Umweltschutz und Energiefragen	**31/305/2025**

Kommunaler Wärmeplan der Stadt Erlangen

Beratungsfolge	Termin	Ö/N	Vorlagenart	Abstimmung
Umwelt-, Verkehrs- und Planungsbeirat	09.12.2025	Ö	Empfehlung	verwiesen
Umwelt-, Verkehrs- und Planungsausschuss / Werkausschuss EB77	09.12.2025	Ö	Gutachten	verwiesen
Stadtrat	11.12.2025	Ö	Beschluss	abgesetzt
Stadtrat	22.01.2026	Ö	Beschluss	einstimmig angenommen

Beteiligte Dienststellen
Amt 61, EStW

I. Antrag

Der Kommunale Wärmeplan (KWP) mit Bestandteilen Energienutzungsplan (ENP) ist fertiggestellt.
Der KWP Erlangen wird beschlossen. Die Pflicht zur Erstellung eines Wärmeplans (§4 (2) Wärmeplanungsgesetz) ist damit erfüllt.

II. Begründung

1. Ergebnis/Wirkungen

(Welche Ergebnisse bzw. Wirkungen sollen erzielt werden?)

Seit Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes am 1. Januar 2024 sind Gemeinden zu einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet. Nach den bayerischen Ausführungsvorschriften gibt es keinen automatischen Bestandsschutz für Energienutzungspläne (ENP). Somit bestand für die Stadt Erlangen auch nach Fertigstellung des ENPs weiterhin die Pflicht zur Erstellung eines Wärmeplans.

Der Kommunale Wärmeplan liegt nun vor. Die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes werden damit eingehalten. Dieser ist zu beschließen und zu veröffentlichen sowie gegenüber der zuständigen Landesbehörde anzuzeigen.
Die Pflicht als Kommune mit mehr als 100.000 Einwohnern bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 einen Wärmeplan zu erstellen, ist damit erfüllt.

2. Programme / Produkte / Leistungen / Auflagen

(Was soll getan werden, um die Ergebnisse bzw. Wirkungen zu erzielen?)

Die Erweiterungen zum kommunalen Wärmeplan werden nachfolgend dargestellt und im Vortrag die zentralen Ergebnisse präsentiert.

Es wurden realistische und wirtschaftliche Transformationspfade zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung entwickelt.

Die Wärmeversorgungsgebiete werden eingeteilt in drei Wärmeversorgungsarten (Wärmenetze, dezentrale Wärmeversorgung und H_2-Netze). In den nächsten Arbeitsschritten der Wärmeplanung erfolgen weitere Analysen der Wärmenetzeignung, wie z.B. technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit (Machbarkeitsstudien). Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit ist die Anschlussdichte.

Es wurden die Stützjahre 2030, 2035 zum Zielszenario 2040 abgeleitet:

- Entwicklung des Energiebedarfs für Wärme unter Berücksichtigung von Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen

- Darlegung der Wärmeversorgung nach Energieträgern und systematische Zuordnung nach Sektoren

- Nah- und Fernwärmeerzeugung in Abhängigkeit vom verwendeten Energieträger

Es erfolgte die Einteilung in „Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung“ und „voraussichtliche Versorgungsgebiete für neue Wärmenetze“ – auch Eignungsgebiete genannt. Die Wärmeversorgungsgebiete wurden nach Eignungsstufen weiter differenziert und für Bürger*innen transparent dargestellt. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

3. Prozesse und Strukturen

(Wie sollen die Programme / Leistungsangebote erbracht werden?)

Der KWP stellt die strategische Planungsgrundlage für die Dekarbonisierung des Wärmesektors dar. Im Rahmen eines Online-Bürger*innen-Dialogs wird der KWP am 2. Februar 2026 um 18:00 Uhr der Bürgerschaft vorgestellt. Die Anmeldung wird über einen Anmelde-Link erfolgen, der vorher über https://www.klima-aufbruch.de und https://erlangen.de/aktuelles/waermeplanung veröffentlicht wird.

Im weiteren Verlauf wird die kommunale Wärmeplanung als ein dynamisches Planungsinstrument fortgesetzt. Die Veränderungen und Anpassungen werden entsprechend den entwickelten Stützjahren 2030 und 2035 überprüft und/oder den verändernden Gegebenheiten angepasst.

Die Maßnahmenvorschläge werden konkretisiert:

- Prüfung der Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit für eine effiziente Nutzung von Ressourcen und die Sicherstellung der künftigen treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

- Koordination der weiteren Planungsschritte (Infrastrukturentwicklung einschließl. Flächensicherung) und Erwirken von Planungssicherheit für kommunale und private Investitionen

- Gemeinsames Gestalten der Wärmewende durch eine enge Zusammenarbeit Stadt Erlangen, Energieversorger, Akteure und Bürger*innen, um die Maßnahmen miteinander erfolgreich umzusetzen

Bereits begonnene Maßnahmen werden weitergeführt. Z.B. wird Maßnahme 10 „Intensivierung der Bewerbung Energieberatung“ mit dem Einsatz des Klimamobils, Organisation von Stadtteilaktionen, Vorstellung in Orts- und Stadtteilbeiratssitzungen, etc. weitergeführt.

Ziel ist die treibhausgasneutrale Wärmebereitstellung bis 2040. Jedoch wird in Erlangen der Fokus auf die schnelle Umsetzung von kommunalen Klimaschutzmaßnahmen mit einer erheblichen Treibhausgas (THG)-Minderung mit dem Ziel THG-Neutralität 2030 weiterverfolgt.

4. Klimaschutz:

Entscheidungsrelevante Auswirkungen auf den Klimaschutz:

☒ *ja, positiv**
☐ *ja, negativ**
☐ *nein*

Wenn ja, negativ:
Bestehen alternative Handlungsoptionen?

☐ *ja**
☐ *nein**

**Erläuterungen dazu sind in der Begründung aufzuführen.*

Falls es sich um negative Auswirkungen auf den Klimaschutz handelt und eine alternative Handlungsoption nicht vorhanden ist bzw. dem Stadtrat nicht zur Entscheidung vorgeschlagen werden soll, ist eine Begründung zu formulieren.

5. Ressourcen
(Welche Ressourcen sind zur Realisierung des Leistungsangebotes erforderlich?)

Investitionskosten:	€	bei IPNr.:
Sachkosten:	€	bei Sachkonto:
Personalkosten (brutto):	€	bei Sachkonto:
Folgekosten	€	bei Sachkonto:
Korrespondierende Einnahmen	€	bei Sachkonto:
Weitere Ressourcen		

Haushaltsmittel

☒ werden nicht benötigt
☐ sind vorhanden auf IvP-Nr.
bzw. im Budget auf Kst/KTr/Sk
☐ sind nicht vorhanden

Anlagen: - Kommunaler Wärmeplan
- Vortrag

III. Abstimmung

Beratung im Gremium: Umwelt-, Verkehrs- und Planungsausschuss / Werkausschuss EB77 am 09.12.2025

Protokollvermerk:
Herr Beck von der Firma greenventory hält einen Vortrag zum Thema „Kommunaler Wärmeplan“. Alle Rückfragen werden direkt beantwortet. Auf Wunsch von Herrn Stadtrat Dr. Hundhausen wird dieser Tagesordnungspunkt als Einbringung behandelt und in den Stadtrat verwiesen. Hierüber besteht Einvernehmen.

Dr. Janik	Wurm
Vorsitzende/r	Schriftführer/in

Beratung im Gremium: Umwelt-, Verkehrs- und Planungsbeirat am 09.12.2025

Protokollvermerk:
Herr Beck von der Firma greenventory hält einen Vortrag zum Thema „Kommunaler Wärmeplan“. Alle Rückfragen werden direkt beantwortet. Auf Wunsch von Herrn Stadtrat Dr. Hundhausen wird dieser Tagesordnungspunkt als Einbringung behandelt und in den Stadtrat verwiesen. Hierüber besteht Einvernehmen.

Dr. Janik	Wurm
Vorsitzende/r	Schriftführer/in

Beratung im Gremium: Stadtrat am 11.12.2025

Protokollvermerk:
Der Tagesordnungspunkt wird von der Verwaltung von der heutigen Tagesordnung abgesetzt.
Eine Behandlung wird in der Sitzung des Erlanger Stadtrates im Januar 2026 erfolgen.

Dr. Janik	Behringer
Vorsitzende/r	Schriftführer/in

Beratung im Gremium: Stadtrat am 22.01.2026

Protokollvermerk:
Herr Stadtrat Prof. Dr. Hundhausen bittet per Protokollvermerk festzuhalten, dass künftig ein jährlicher Statusbericht zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Kommunalen Wärmeplans im Erlanger Stadtrat vorgestellt wird.
Herr Oberbürgermeister Dr. Janik sagt diesen Statusbericht zu.

Ergebnis/Beschluss:
Der Kommunale Wärmeplan (KWP) mit Bestandteilen Energienutzungsplan (ENP) ist fertiggestellt.
Der KWP Erlangen wird beschlossen. Die Pflicht zur Erstellung eines Wärmeplans (§4 (2) Wärmeplanungsgesetz) ist damit erfüllt.

mit 49 gegen 0 Stimmen

Dr. Janik	Behringer
Vorsitzende/r	Schriftführer/in

IV. Beschlusskontrolle
V. Zur Aufnahme in die Sitzungsniederschrift
VI. Zum Vorgang



greenventory

Kommunaler Wärmeplan Erlangen

UVPA

09.12.2025

https://en.wikipedia.org/wiki/Erlangen#/media/File:Erlangen_08-2012.jpg, Bildnachweis: H. Helmlechner

greenventory

Plan.Decide.Do.

- **Fokus:** Digitale Energie- und Infrastrukturplanung vom Einzelgebäude bis zum Versorgungs- und Netzgebiet
- **Leistungen:** Beratung und Softwareprodukte für:
  - Wärmeplanung
  - Netzplanung
  - Machbarkeitsstudien/Transformationspläne
  - Erneuerbare Potenzialanalysen
- **85 MitarbeiterInnen** mit Energie- und IT-Expertise und einer großen Leidenschaft für die Energiewende
- **Hervorgegangen aus:**

KIT Karlsruher Institut für Technologie

Fraunhofer ISE





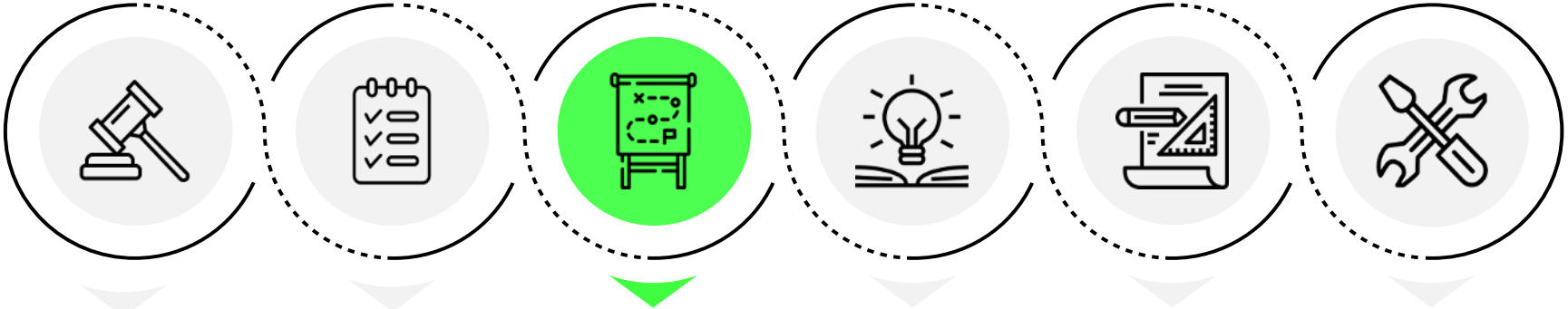
Was ist ein Wärmeplan?

- Strategisches Planungsinstrument
- Fokus auf den Wärmesektor
- Detaillierte Auseinandersetzung mit Ausgangslage und lokalen Potenzialen
- Individueller Maßnahmenkatalog

Zudem: Erstellung digitaler Zwilling!

Einordnung der kommunalen Wärmeplanung

Was bedeutet die Wärmeplanung für die einzelne Kommune und die Akteure?



Übergeordnete Vorgaben

kommunale Leitlinien Planungsinstrumente

Kommunale Wärmeplanung

Machbarkeitsstudien Quartierskonzept

Projekt-Entwicklung

Bau und Betrieb

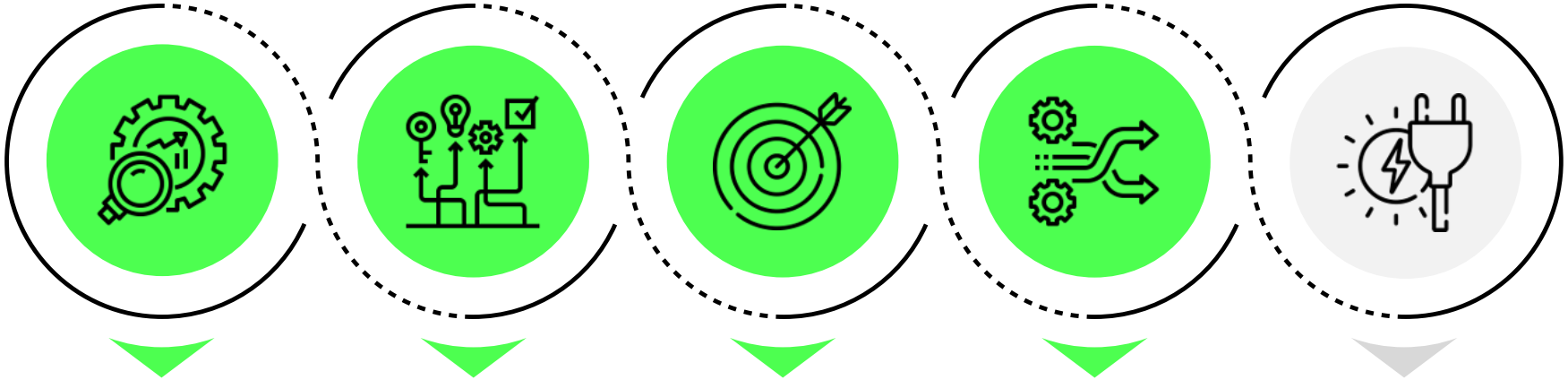
Vorgelagerte Prozesse

Nachgelagerte Prozesse

Beispiel: Fahrplan "Klima-Aufbruch"

Beispiel:
1. Transformationsplan Fernwärmenetz ESTW
2. Beschlüsse zum Netzausbau

Vorgehen



Bestandsanalyse

Potenzialanalyse

Entwicklung von Zielszenarien

Entwicklung Wärmewendestrategie und Maßnahmen

Umsetzung

Prozess der kommunalen Wärmeplanung

Vom ENP zur KWP

Energienutzungsplan → Kommunaler Wärmeplan

Warum das "Upgrade"?

Fördermittel: ENP 70 % Förderung → KWP theoretisch **100 %** der Kosten förderbar

→ Jetzt Darstellung gemäß WPG Anlage 2

Was ändert sich?

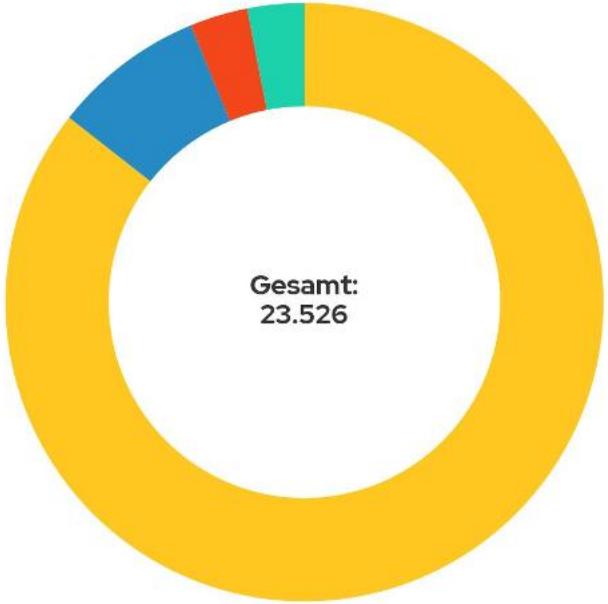
Bestands- & Potenzialanalyse:	Erweiterte Darstellung, Untersuchung von Synergieeffekten
Wärmeversorgungsgebiete:	Wärmenetzversorgungsgebiete für 2035 & neue KPIs
Zielszenarien:	statt 2030 & 2040 jetzt nur 2040 →2030 bleibt Ziel Erlangens → zahlreiche neue Darstellungen, KPIs
Update der Maßnahmen:	Ergänzung KPIs inkl. Kostenträger & Finanzierungsmechanismen
Wärmeversorgungsarten:	Darstellung mit Eignungsstufen

greenventory

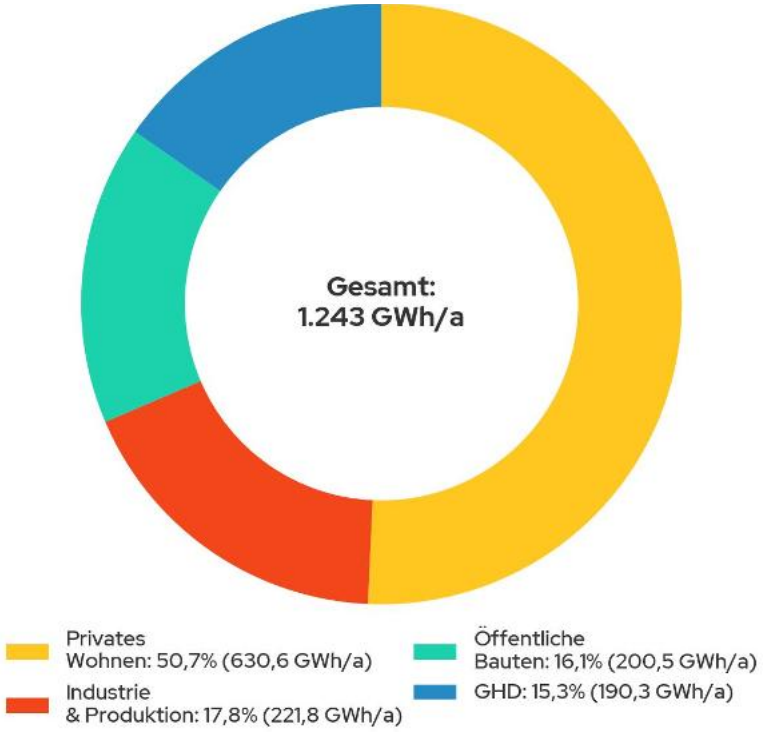
Bestandsanalyse

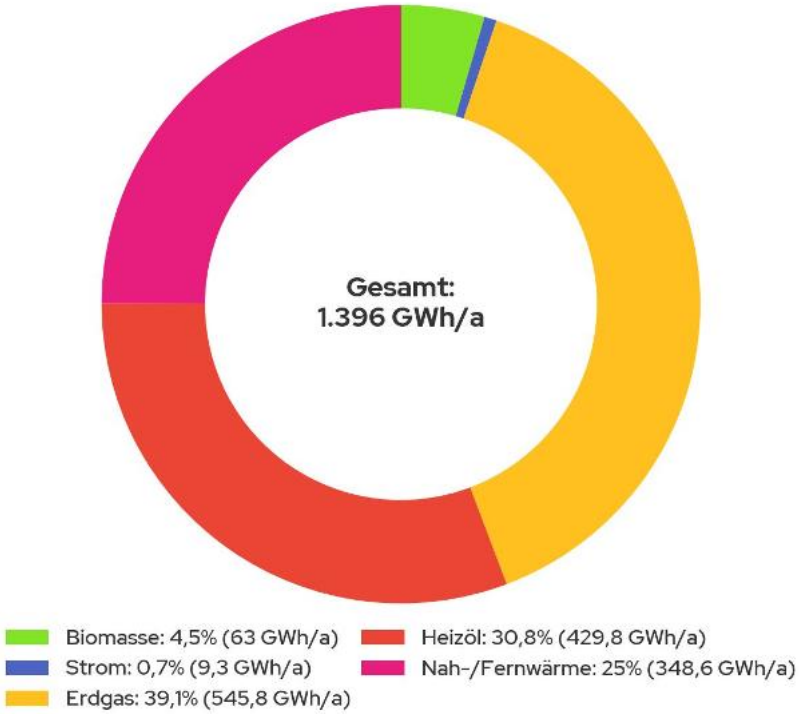


Gebäudeanzahl nach Sektor



Wärmebedarf nach Sektor





Endenergiebedarf nach Energieträger

Wo stehen wir aktuell?

- Fast 70% der Wärme basiert auf fossilen Brennstoffen
  - Ab 1. Januar 2045 100%-EE-Vorgabe (§72(4) GEG)
- Wärmenetze: primär Gas mit KWK
- Hauptsächlich zentrale Energieversorgung (Gas, Fernwärme)
- Ca. 310.000 tCO_2e Emissionen durch Wärme

Fazit Bestandsanalyse

1. **Wohngebäude** dominieren den Gebäudebestand. Insbesondere Gebäude aus dem **Zeitraum 1949-1978**

2. Die **Wärmewende** muss in **allen Sektoren** geschehen. Die Wärmeversorgung ist **hochgradig abhängig von Erdgas & Heizöl** sowie erdgasbasierten Wärmenetzen

3. **Chancen:** Wärmenetze decken große Stadtflächen ab, aktive Stadtverwaltung, lokale Akteure, Stadtwerke bereits in der Umsetzung

greenventory

Potenzialanalyse



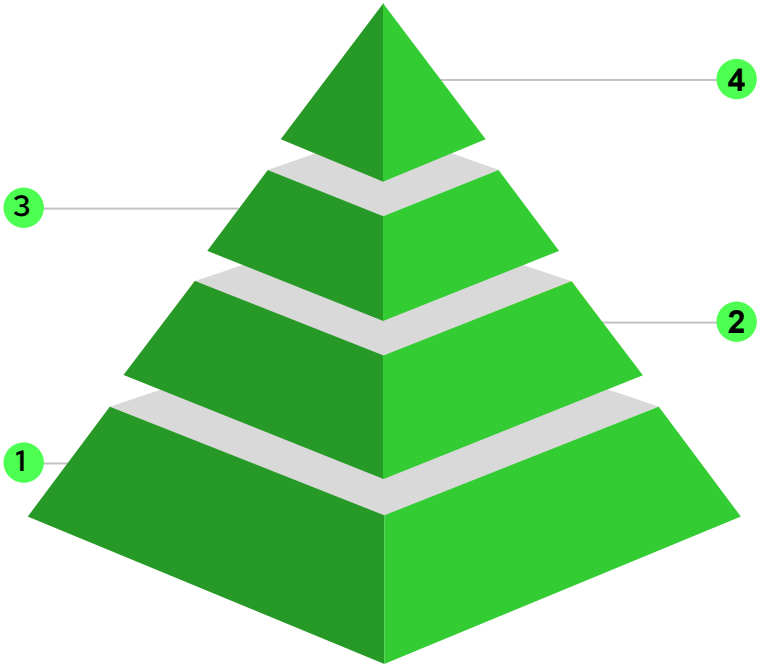
Potenzialdefinitionen

Realisierbares Potenzial
Erschließbare Energiemengen unter Berücksichtigung von sozialen, gesellschaftlichen, etc. Kriterien

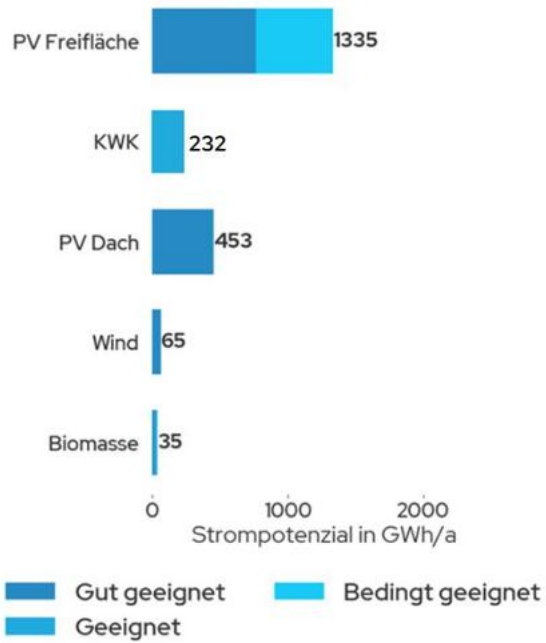
Technisches Potenzial
Das technisch nutzbare Potenzial unter Berücksichtigung des gültigen Planungs- und Genehmigungsrechts (z.B. nicht in Naturschutzgebiet)

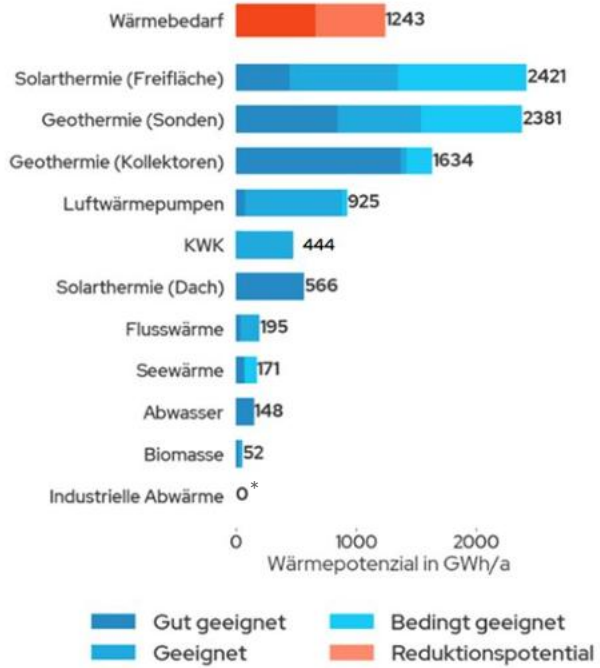
Wirtschaftliches Potenzial
Das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potenzial (z.B. nur auf Dächern mit Südausrichtung)

Theoretisches Potenzial
Theoretisch verfügbare Energiemenge auf gesamter Fläche z.B. gesamte Strahlungsenergie auf allen Dächern



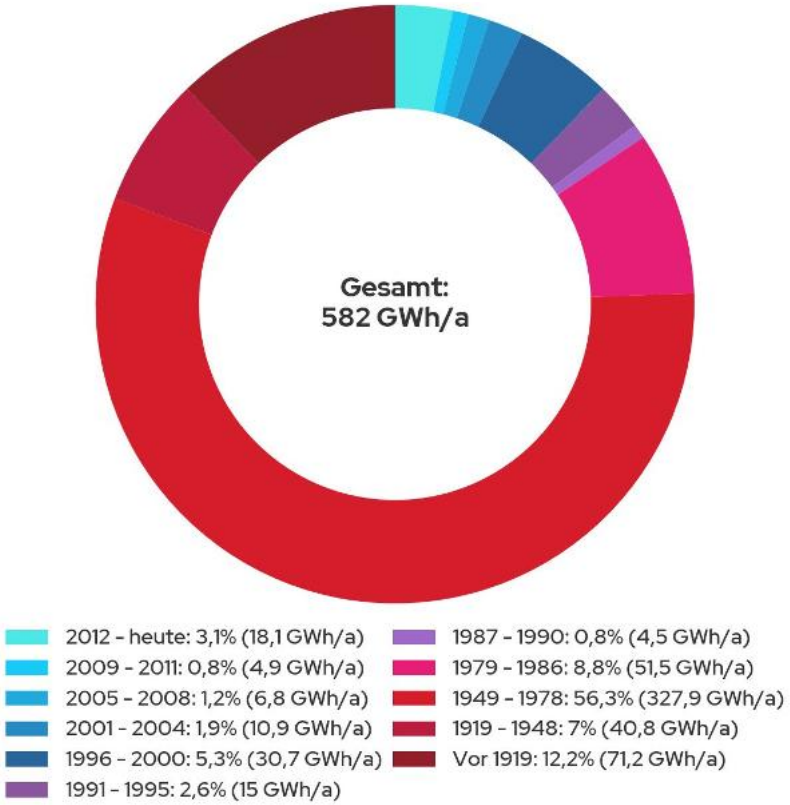
Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung





Jede Dach- und Freifläche kann nur einmal belegt werden. Erhebliche **Flächenkonkurrenz** zwischen Wärme- und Stromerzeugung einerseits und anderen **Ansprüchen an die Landnutzung** andererseits.
→ Die Potenziale müssen im nächsten Schritt auf Umsetzbarkeit geprüft werden

*exkl. geplanten Rechenzentren



Sanierungspotenzial nach Altersklassen

- Absolutes Einsparpotenzial im Gebäudebestand macht fast 50 % des Wärmebedarfs aus
- Besonders hohes Sanierungspotenzial bei Gebäuden, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden

Fazit Potenzialanalyse

1. **Sanierungen und Energieeffizienzmaßnahmen** sind vor allem im Wohnsektor ein Schlüsselelement

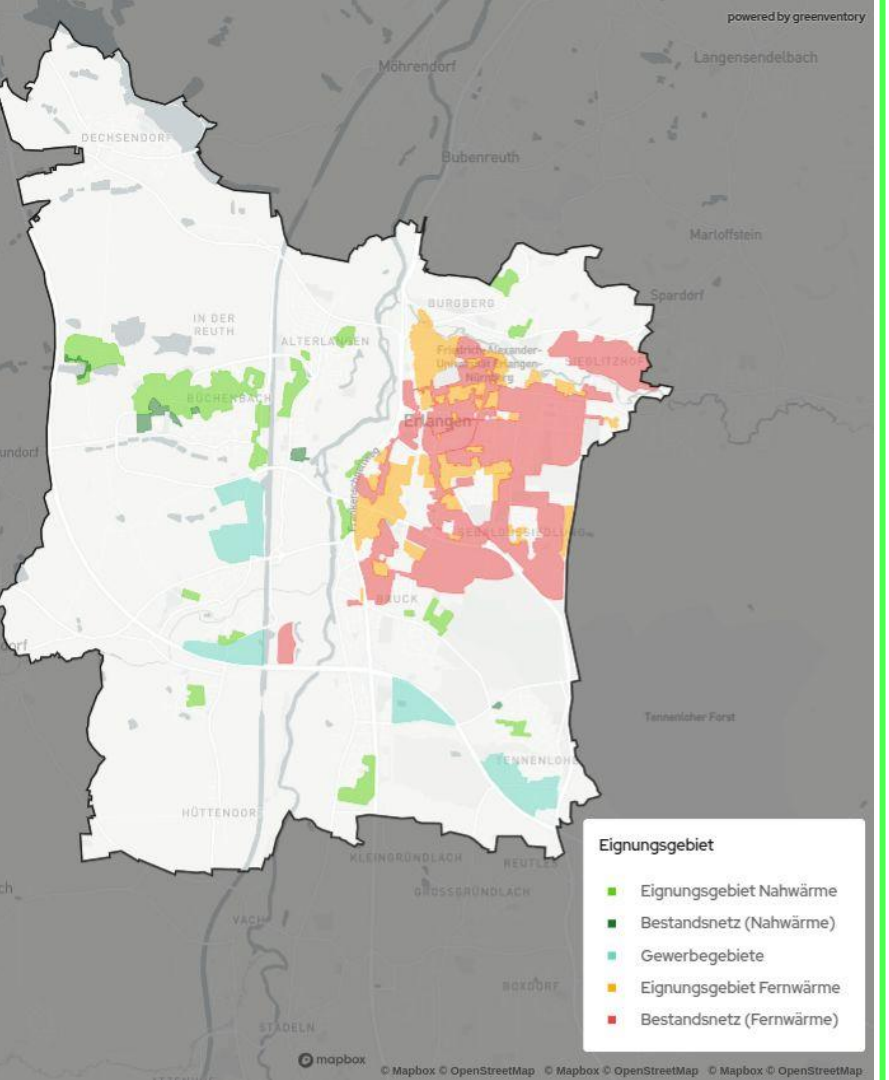
2. **Einkopplung erneuerbarer Wärmequellen in Wärmenetze**: Abwärme aus Rechenzentren, Umweltwärme & Großwärmepumpen (Luft, Erde, Fluss)

3. **Dezentrale Potenziale** (Wärmepumpe, Solarthermie & PV auf Dächern) sind weitläufig vorhanden und weisen minimalen Flächenverbrauch auf. Insb. für **Einzelgebäude**

Durch u.A. Flächenkonkurrenz & Wirtschaftlichkeit sind die tatsächlich realisierbaren Potenziale deutlich geringer
→ **Potenziale müssen im nächsten Schritt auf Umsetzbarkeit geprüft werden**

greenventory

Eignungsgebiete und Zielszenario

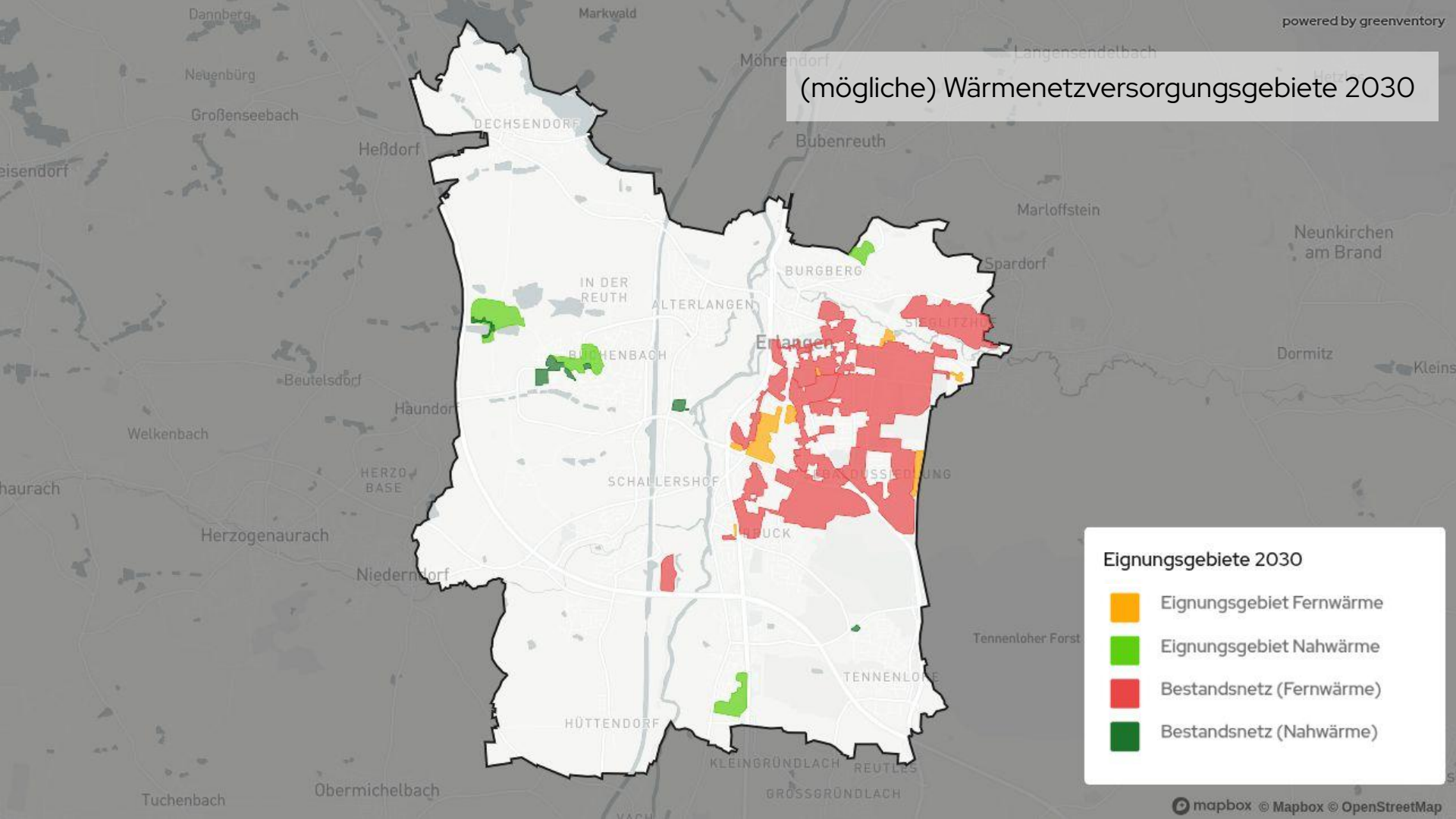


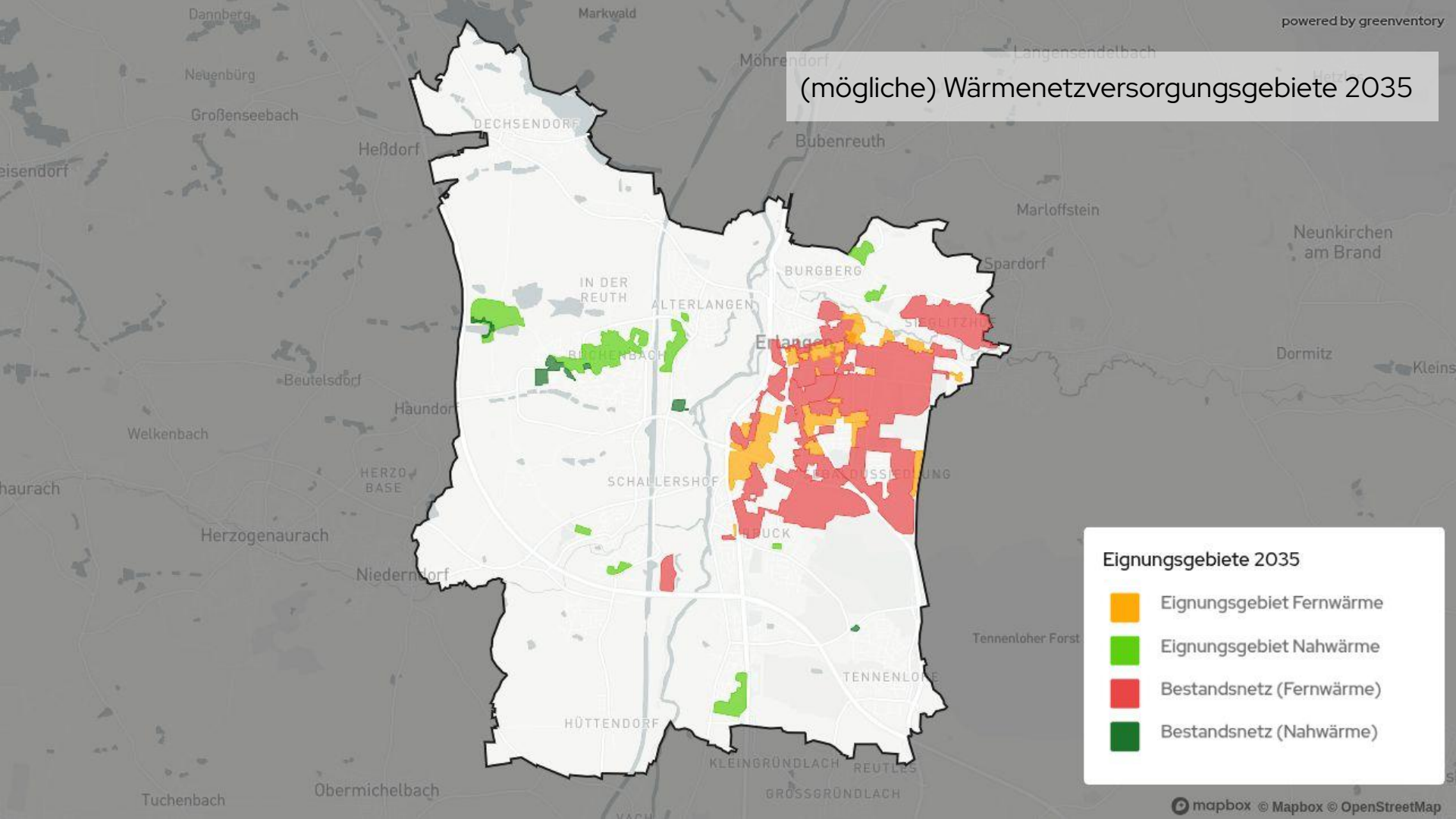
Eignungsgebiete

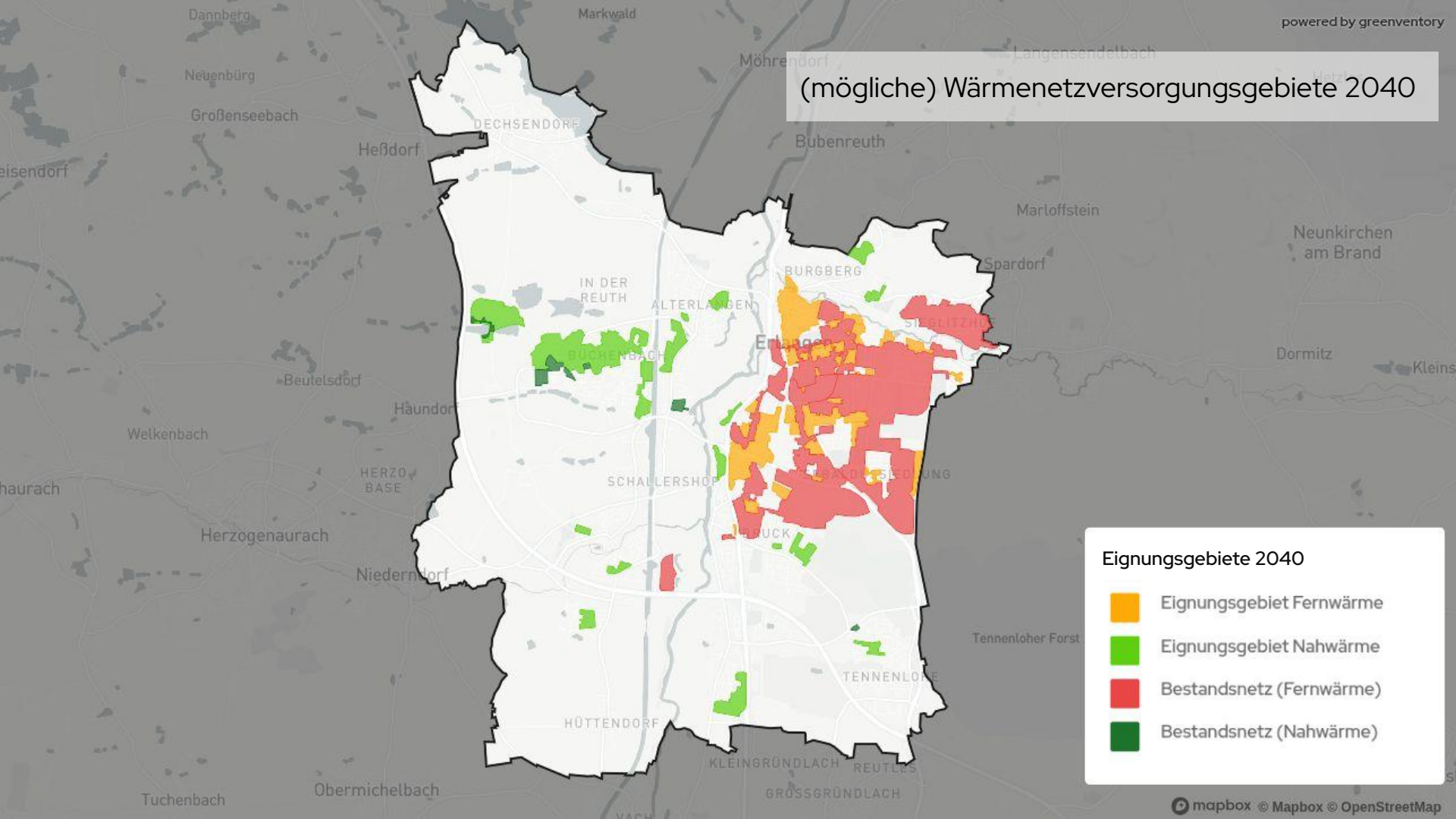
- Insgesamt 14 voraussichtliche *Wärmenetzversorgungsgebiete* bestehend aus Teilgebieten
- Fokus Wärmenetze (Rot, Orange/Gelb): Verdichtung, Ausbau, Neubau & Dekarbonisierung
- Außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete Fokus dezentrale Heizsysteme: Erd-/Luftwärmepumpen und Biomassekessel
- Gewerbegebiete (blau): Wärmeversorgungsart zu untersuchen: Strom, Nahwärme/ H_2/regenerative Gase

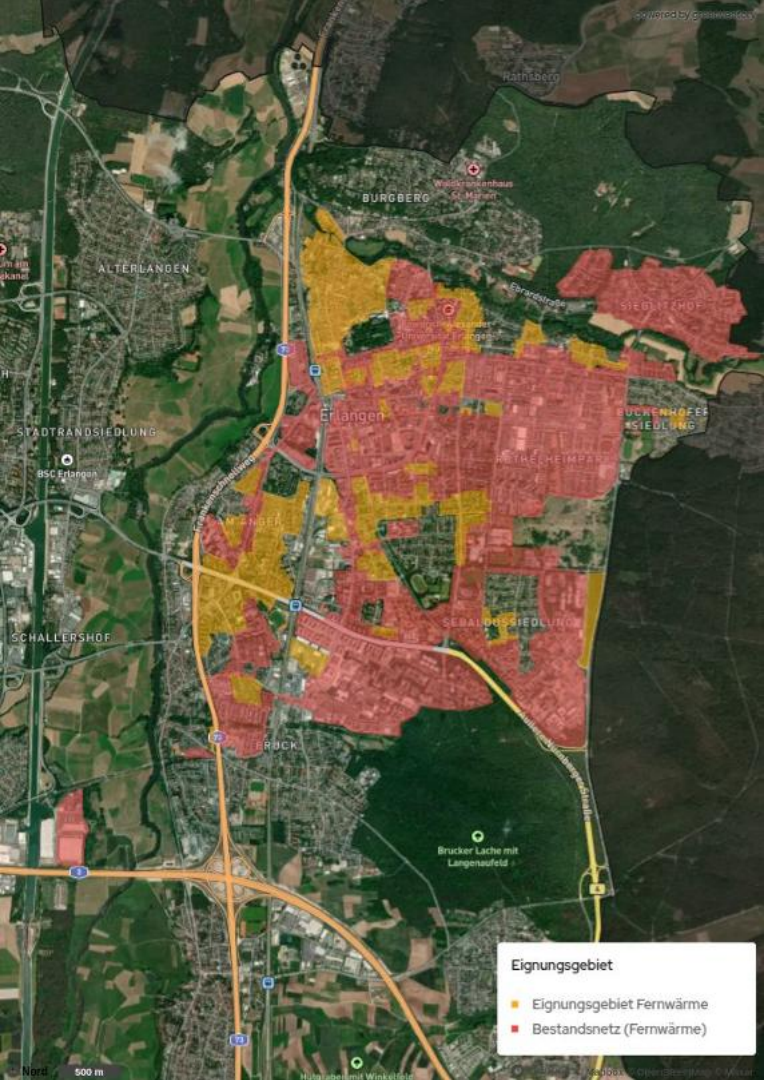
wichtig: erste Einschätzung und keine verbindliche Planung!

(mögliche) Wärmenetzversorgungsgebiete 2030



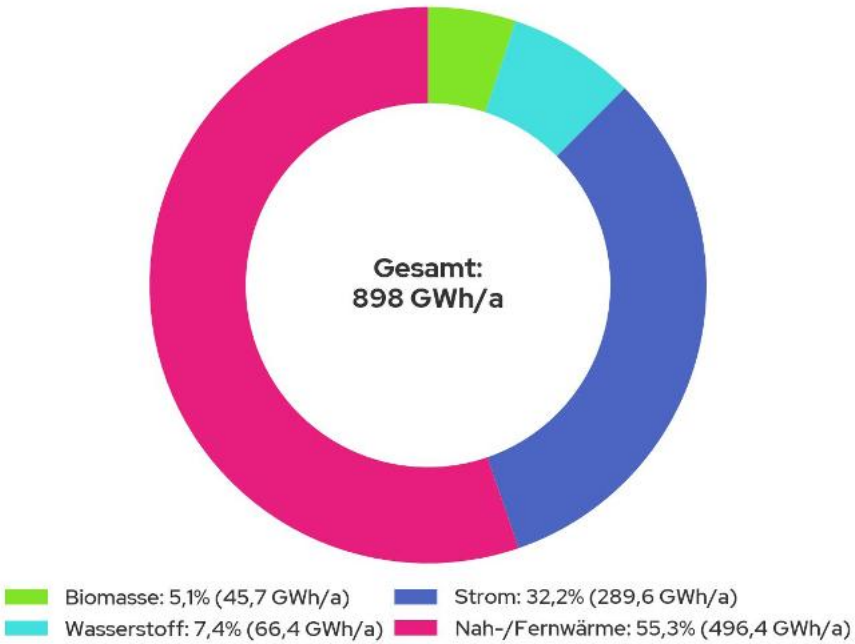

(mögliche) Wärmenetzversorgungsgebiete 2035
powered by greenventory
Eignungsgebiete 2035
Eignungsgebiet Fernwärme
Eignungsgebiet Nahwärme
Bestandsnetz (Fernwärme)
Bestandsnetz (Nahwärme)
mapbox © Mapbox © OpenStreetMap


(mögliche) Wärmenetzversorgungsgebiete 2040
powered by greenventory
Eignungsgebiete 2040
Eignungsgebiet Fernwärme
Eignungsgebiet Nahwärme
Bestandsnetz (Fernwärme)
Bestandsnetz (Nahwärme)
mapbox © Mapbox © OpenStreetMap



Eignungsgebiet “Innenstadt” (Beispiel für Steckbrief)

Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	**632 GWh/a**
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	**437,5 GWh/a**
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	**6365**
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	**4 - 9 ct/kWh**
Ausgangssituation	Das Gebiet rund um das Bestandsfernwärmenetz der ESTW beinhaltet die Innenstadt sowie die angrenzenden Gebiete. Es zeichnet sich durch eine **heterogene Gebäudestruktur** und eine abwechslungsreiche Entwicklungsgeschichte aus. Die Gebäudealtersklassen sind in Clustern verteilt: Während sich im Norden und in der Altstadt vor allem Bauten aus der Zeit vor 1948 befinden, dominieren im Süden Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden. In den östlichen und westlichen Bereichen sind zudem teils Neubauten zu finden. In der Altstadt spiegelt die Gebäudetypologie die **vielseitige Nutzung** der Altstadt wider. Es gibt eine hohe Dichte an gemischt genutzten Gebäuden. In den umliegenden Gebieten sind vorwiegend **Wohngebäude, Gewerbebauten** – insbesondere der **Siemens AG** und Einrichtungen der **Universität** zu finden sind. Ein Merkmal des Gebiets ist das große **Sanierungspotenzial**, vor allem bei **Wohngebäuden**. Bei älteren Bauten, insbesondere solchen unter Denkmalschutz, besteht ein erheblicher Modernisierungsbedarf. Gleichzeitig sind die Kapazitäten der Fernwärmeversorgung begrenzt, was die Netzerweiterung zusätzlich herausfordert. **Ankerkunden** in diesem Gebiet sind unter anderem die Universität, Siemens und einzelne Gewerbebetriebe.
Nutzbare Potenziale	Großwärmepumpen auf Basis von Luft-, Fluss- oder Erdwärme sowie Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis der Energieträger Wasserstoff, Biomethan oder Biogas (insbesondere im Heizkraftwerk der ESTW). Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen	**1, 5**



Wärmebedarf nach Energieträgern 2040

Zielszenario

- Wärmebedarfsreduktion um 27,8 % auf 898 GWh
- Signifikanter Ausbau der Nah- und Fernwärmeinfrastruktur → ca. 27,3 % (ca. 6400 Gebäude)
- Signifikanter Zubau von Wärmepumpen → Ca. 57,1 % Erd- und Luft-Wärmepumpen (ca. 13.400)

greenventory

Maßnahmen

Maßnahmen – Übersicht

Wärmenetze: Transformationspläne & Machbarkeitsstudien

Flächen: Ausweisung & Sicherstellung

Gewerbegebiete

Netzplanung: Strom- & Gasnetz & Quartier

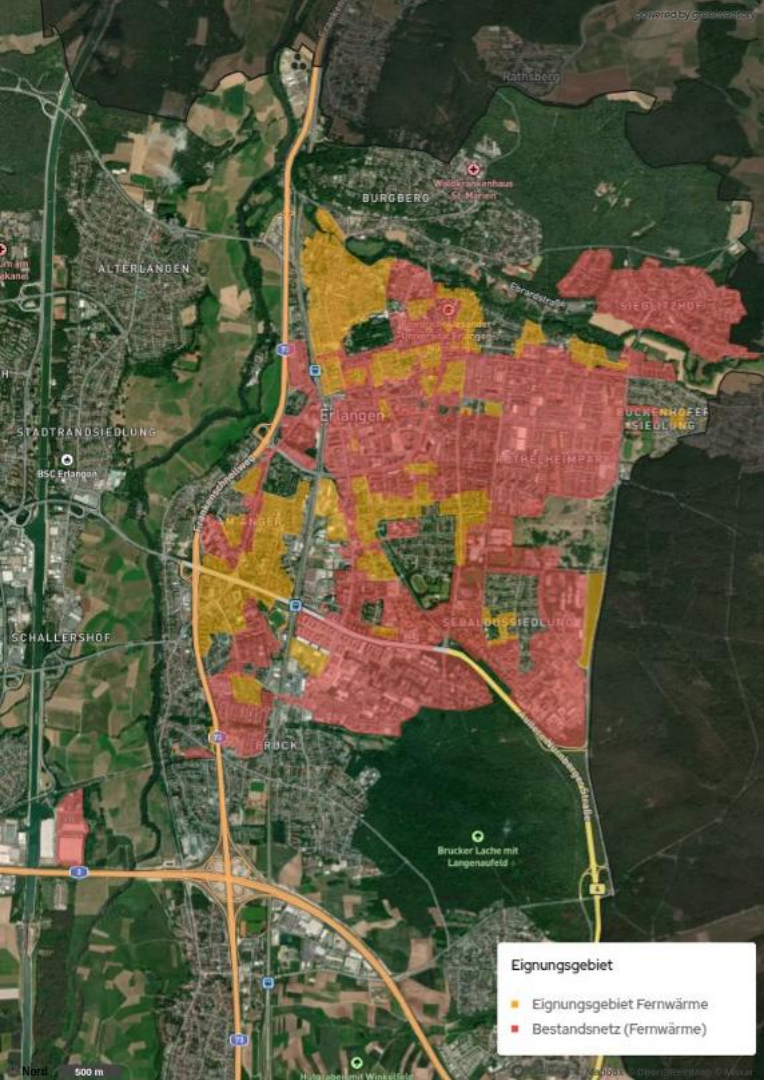
Beratung: Energieberatungsangebote bewerben
Umsetzung: Dekarbonisierung kommunaler & öffentlicher Gebäude

Maßnahmen – Übersicht (1)

1. **Transformationsplan** Fernwärmenetz ESTW: Ausarbeitung eines Plans zur Optimierung und Erweiterung des Fernwärmenetzes, inklusive möglicher Temperaturabsenkung, Effizienzsteigerung und CO_2-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
2. **Transformationspläne** Nahwärmenetze: Ausarbeitung von Plänen zur Optimierung und Erweiterung der Nahwärmenetze, inklusive Effizienzsteigerung und CO_2-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
3. **Machbarkeitsstudien** in allen Eignungsgebieten für Wärmenetze: Evaluierung der Machbarkeit für den Neubau von Wärmenetzen oder Anschluss an das bestehende Netz, Fokus auf technische und ökonomische Machbarkeit.
4. **Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen**: Bewertung und Ausweisung potenzieller Gebiete
5. **Sicherstellung von Flächen** zur Erzeugung erneuerbarer Energien
6. **Treibhausgasneutrale Wärmeversorgungskonzepte in Gewerbegebieten**: Prüfung der Eignung unterschiedlicher Technologien und ggf. Bau von Infrastruktur
7. **Zukunftsplan Gasnetz**: Untersuchung der Eignung zur Umstellung auf regenerative Gase von Gasnetzabschnitten, Prüfung der Stilllegung von Teilen des Gasnetzes, Fortführung des Gasnetztransformationsplans der ESTW

Maßnahmen – Übersicht (2)

8. **Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes** in Erwartung steigende Einspeisungen sowie Lasten durch die Effekte der Sektorenkopplung, zum Beispiel durch den flächendeckenden Einsatz von Wärmepumpen in dezentral versorgten Gebieten und einer Grundannahme zur Deckung der Ladeinfrastruktur.
9. **Energetische / integrierte Quartierskonzepte**
10. **Bestehende Energieberatungsangebote bewerben**: unter anderem kostenlose Energieberatungen der Stadt und ESTW
11. **Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude**: Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV
12. **Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude**: Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV



Maßnahme 1: Transformationsplan Fernwärmenetz (Beispiel)

Maßnahme Typ

Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung

Ziel der Maßnahme ist die Ausarbeitung eines Plans zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung des Fernwärmenetzes, inklusive möglicher Temperaturabsenkung, Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien für das Fernwärme-Bestandsnetz der ESTW.
Der jährliche Gesamtwärmebedarf im Gebiet wird für das Jahr 2040 auf etwa 437,5 GWh geschätzt.
Das Fernwärmenetz wird derzeit vor allem durch das erdgasbetriebene Heizkraftwerk in der Äußeren Brucker Straße versorgt, mit einer Netztemperatur von über 100 °C. Rund 55 % der Gebäude im Fernwärme-Versorgungsgebiet sind bereits angeschlossen. Im Gebiet rund um das Bestandsnetz ist der Gebäudebestand heterogen: In der Altstadt dominieren ältere Bauten (vor 1919 und 1948), im Süden vor 1978 errichtete Gebäude, während östliche und westliche Bereiche neuere Bauten aufweisen. Die Innenstadt zeichnet sich durch eine Mischung aus Wohn- und Gewerbenutzung aus, außerhalb dominieren Wohngebäude und Gewerbeflächen wie der Siemens-Campus und Einrichtungen der Universität.
Viele ältere Wohngebäude bieten ein großes Potenzial für energetische Sanierungen, wobei denkmalgeschützte Altbauten besondere Herausforderungen darstellen.
Aufgrund des bestehenden Gebäudebestands, des hohen Wärmebedarfs in den Straßenabschnitten und der vorhandenen Infrastruktur bietet sich eine Nachverdichtung und Erweiterung des Fernwärmenetzes an.
Der Transformationsplan zeigt, wie die Nachverdichtung, die Netzerweiterung schrittweise umgesetzt werden können. Er zeigt weiterhin, wie erneuerbare Energien genutzt werden können, zum Beispiel durch den Einsatz einer Flusswärmepumpe für die Grundversorgung oder regenerativer Gase wie zum Beispiel Wasserstoff für die Abdeckung der Spitzenlast.

Verantwortlicher Akteur

ESTW (als Kostenträger)

Flächen / Ort

Fernwärme-Erzeugung, Bestandsnetz und Eignungsgebiete des Fernwärmenetzes in Erlangen

Kostenschätzung

Kosten Transformationsplan 200.000 €

- ➔ Je nach Abdeckung der HOAI -Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten
- ➔ BEW-Förderung bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025)

Umsetzungskosten: voraussichtlich 3-stelliger Millionenbereich durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen (voraussichtliche Veröffentlichung des Transformationsplans) €

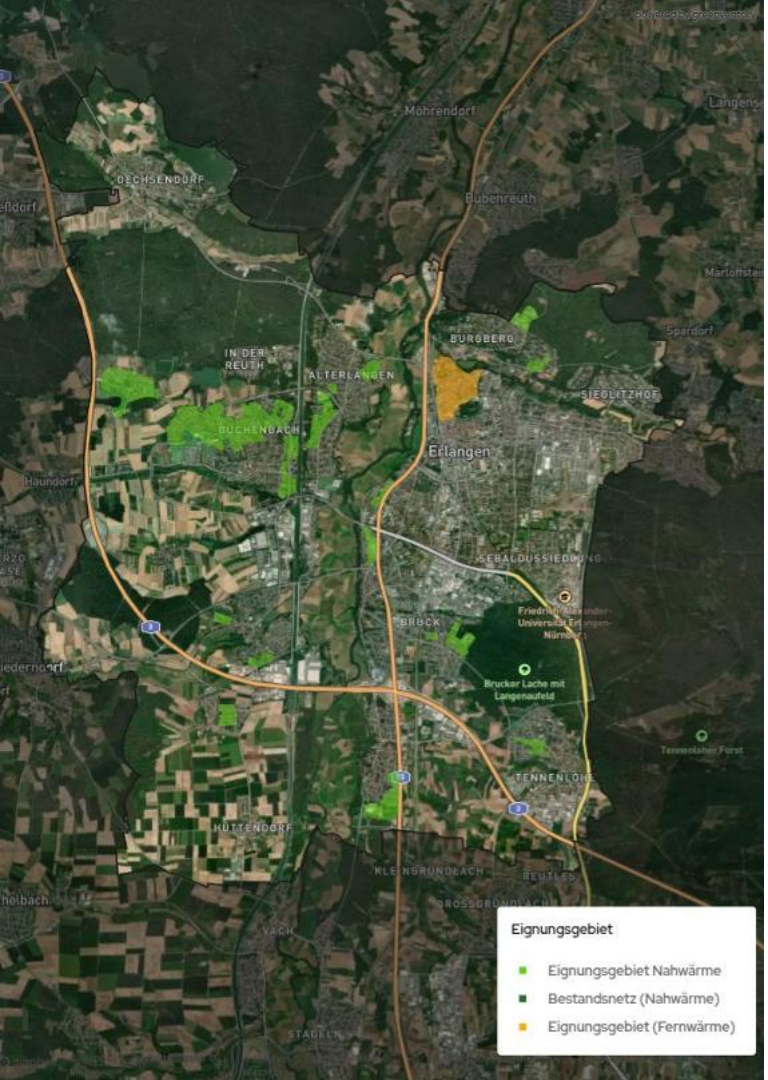
- ➔ BEW-Förderung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich (Stand: Januar 2025)

Erzielbare CO_2-Einsparung

Durch Umstellung der Wärmenetzquellen und Erweiterung des Netzes ca. 108.100 tCO_2e pro Jahr.

Umsetzungsbeginn

Transformationsplan erstellt, Umsetzung bereits in Bearbeitung



Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien in weiteren Eignungsgebieten (Beispiel)

Maßnahme Typ
Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung
Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze in den identifizierten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für Wärmenetze, in denen noch kein Wärmenetz existiert. Für Erweiterungen bestehender Netze werden Transformationspläne entwickelt (s. Maßnahme 1 und Maßnahme 2), während in den weiteren Eignungsgebieten für Wärmenetzgebiete (durch BEW-geförderte) Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit neuer Wärmenetze geprüft werden soll. Neben den Eignungsgebieten für Nahwärmenetze beinhaltet dies auch die Altstadt, welche nicht Teil des Transformationsplans der ESTW ist.
Im Rahmen dieser Studien sollen unter anderem folgende Aspekte untersucht werden:

- ➔ Technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit
- ➔ Prüfung möglicher Netzverläufe und Trassenführungen
- ➔ Festlegung geeigneter Vorlauftemperaturen und gegebenenfalls erforderlicher Übergabestationen
- ➔ Interessenabfragen zur Ermittlung potenzieller Anschlussquoten
- ➔ Identifikation und Einbindung potenzieller Ankerkunden
- ➔ Analyse möglicher Wärmequellen und Speichermöglichkeiten

Verantwortlicher Akteur
Mögliche Betreiber (als Kostenträger) u.A. ESTW

Flächen / Ort
Im gesamten Stadtgebiet verteilt

Kostenschätzung
Kosten je Machbarkeitsstudie zwischen 150.000 € und 1.500.000 € je nach Eignungsgebiet und Detailtiefe

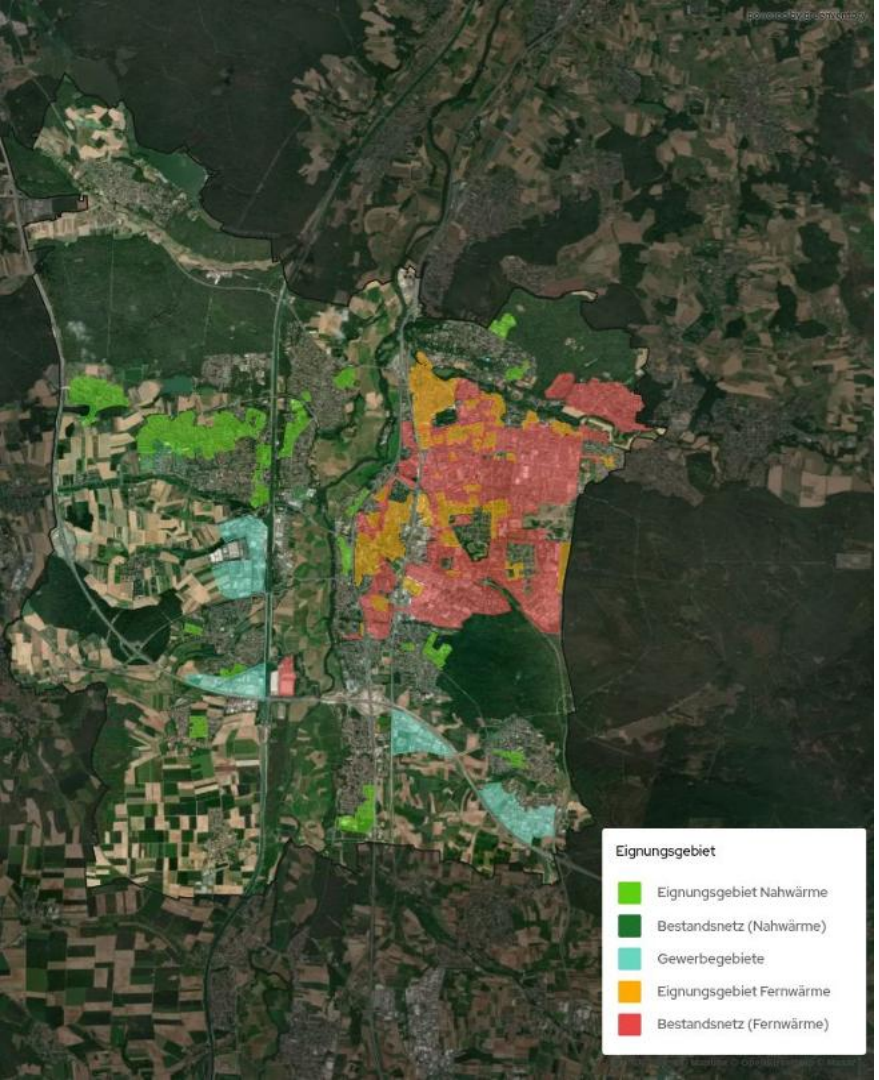
- ➔ Je nach Abdeckung der HOAI-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten
- ➔ BEW-Förderung bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025)

Umsetzungskosten voraussichtlich zwischen 3.000.000 € und 50.000.000 € durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen je nach Eignungsgebiet, jedoch auch deutlich andere Kosten denkbar.

- ➔ BEW-Förderung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich (Stand: Januar 2025)

Erzielbare CO_2-Einsparung
Je nach gewähltem Energieträger ca. 15.300 t CO2e pro Jahr über alle Eignungsgebiete für Wärmenetzgebiete hinweg.
(Je nach Erschließungskonzept teilweise Überschneidungen mit den Maßnahmen 1 und 2)

Umsetzungsbeginn
Bis Ende 2030



Fazit

- Sanierungen sind elementar
- Substitution fossiler Energieträger notwendig
- Signifikanter Ausbau von Wärmepumpen und Wärmenetzen
- Es wurden 12 konkrete Maßnahmen identifiziert → Stadt und Stadtwerke in Schlüsselrollen
- Es bedarf einer Aktivierung und Unterstützung der Gebäudeeigentümer/-innen → Bewerben bestehender Angebote elementar



Fragen?
Gerne!

Email
stefan.beck@greenventory.de

Kommunaler Wärmeplan mit Bestandteilen Energie-nutzungsplan

erlangen.de/waermeplanung

11/2025



Wir sind dabei!

Stadt Erlangen

1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis 2

2 Einleitung 5

3 Fragen und Antworten 9

3.1 Was ist ein Wärmeplan? 9
3.2 Was ist eine kommunale Wärmeplanung? 9
3.3 Was ist ein Energienutzungsplan? 10
3.4 Gibt es verpflichtende Ergebnisse? 10
3.5 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung? 10
3.6 Welche Gebiete sind grundsätzlich für den Bau von Wärmenetzen geeignet? 11
3.7 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut? 11
3.8 Was ist der Nutzen der Wärmeplanung? 11
3.9 Was bedeutet das für Einwohner*innen? 12

4 Bestandsanalyse 14

4.1 Datenerhebung 14
4.2 Ergebnisse der Bestandsanalyse 14
4.3 Fazit Bestandsanalyse 26

5 Potenzialanalyse 27

5.1 Methode: Indikatorenmodell 27
5.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse 30
5.3 Fazit Potenzialanalyse 35

6 Zielszenario 2040 37

6.1 Ergebnisse des Zielszenarios 2040 38
6.2 Entwicklung im Stromsektor 48
6.3 Fazit Zielszenario der Wärmeplanung 52

7 Wärmeversorgungsgebiete mit Wärmeversorgungsarten 53

7.1 Identifizierung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten 53
7.2 Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete 55

7.2.1 Stützjahr 2030 55

7.2.2 Stützjahr 2035 56
7.2.3 Zieljahr 2040 57
7.3 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze 58
7.3.1 Eignungsgebiet 1: Innenstadt 60
7.3.2 Eignungsgebiet 2: Büchenbach 62
7.3.3 Eignungsgebiet 3: „Alterlangen - Dompfaffstraße“ 64
7.3.4 Eignungsgebiet 4: Alterlangen – Sankt Johann 66
7.3.5 Eignungsgebiet 5: Frauenaurach 68
7.3.6 Eignungsgebiet 6: Tennenlohe 70
7.3.7 Eignungsgebiet 7: Bruck 72
7.3.8 Eignungsgebiet 8: Burgberg Nord 74
7.3.9 Eignungsgebiet 9: Adalbert-Stifter-Straße 76
7.3.10 Eignungsgebiet 10: Kosbach 78
7.3.11 Eignungsgebiet 11: Eltersdorf 80
7.3.12 Eignungsgebiet 12: Kriegenbrunn 82
7.3.13 Eignungsgebiet 13: Pommernstraße & Dresdnerstraße 84
7.3.14 Eignungsgebiet 14: Gewerbegebiete 86
7.4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete mit dezentraler Versorgung 88
8 Maßnahmen und Wärmewendestrategie 90
8.1 Erarbeitete Maßnahmen in Erlangen 91
8.1.1 Maßnahme 1: Transformationsplan Fernwärmenetz ESTW 93
8.1.2 Maßnahme 2: Transformationspläne Nahwärmenetze 95
8.1.3 Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien in allen Eignungsgebieten für Wärmenetze 97
8.1.4 Maßnahme 4: Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen 99
8.1.5 Maßnahme 5: Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien 100
8.1.6 Maßnahme 6: THG-neutrale Wärmeversorgungskonzepte in Gewerbegebieten 102
8.1.7 Maßnahme 7: Zukunftsplan Gasnetz 104
8.1.8 Maßnahme 8: Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes 106
8.1.9 Maßnahme 9: Energetische / Integrierte Quartierskonzepte 108
8.1.10 Maßnahme 10: Intensivierung der Bewerbung bestehender Energieberatungsangebote 110
8.1.11 Maßnahme 11: Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude 112
8.1.12 Maßnahme 12: Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude 114

8.2 Übergreifende Wärmewendestrategie für Erlangen 116

9 Verstetigung des Projekts 117

9.1 Verstetigungskonzept 117
9.2 Monitoringkonzept 117

10 Fazit 119

11 Anhänge 121

11.1 Potenzialkarten 121
11.2 Abkürzungsverzeichnis 133
11.3 Abbildungsverzeichnis 134
11.4 Literaturverzeichnis 138
11.5 Impressum 140

2 Einleitung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Verwerfungen eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Strom- und insbesondere Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellen die kommunale Wärmeplanung (KWP) und der Energienutzungsplan (ENP) strategische Planungsinstrumente dar. Die kommunale Wärmeplanung ist in Deutschland nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) für alle Gemeinden verpflichtend. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, bestehende Potenziale sowie die treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die Wärmewende und identifiziert Gebiete, welche sich für Wärmenetze oder dezentrale Heizungslösungen eignen. Als Teil der Wärmewendestrategie werden in der KWP zudem konkrete Umsetzungsmaßnahmen formuliert. Abbildung 1 zeigt die vier Schritte der KWP. Vorangehend findet als zusätzlicher Schritt eine Eignungsprüfung statt. Zusammen mit dem Zielszenario werden zudem voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete aufgestellt. Der ENP erweitert die ersten beiden Schritte um den Stromsektor.

Die Stadt Erlangen hat einen Energienutzungsplan erstellt (Erlangen, 2025). Dieser wird nun um die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetztes (WPG) zu einem kommunalen Wärmeplan erweitert.

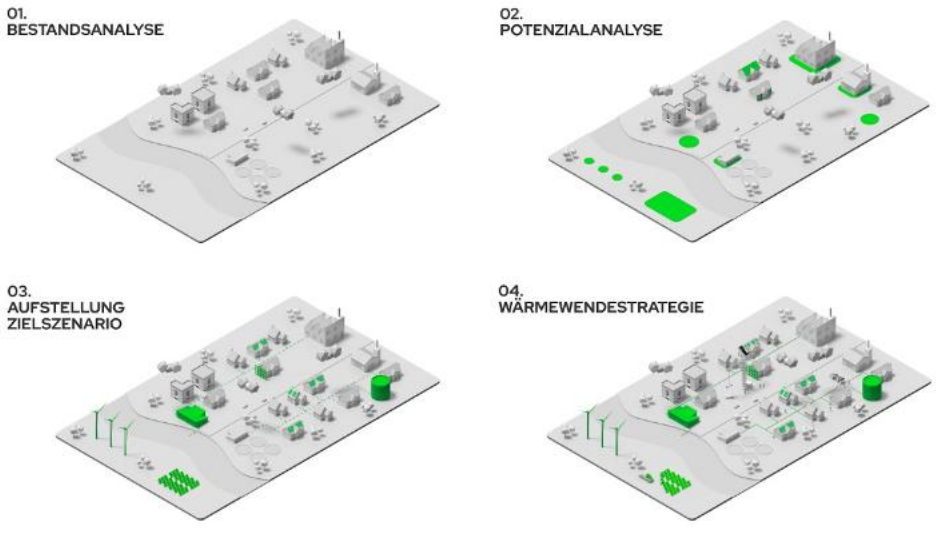


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

Motivation
Angesichts der Bedrohung durch den voranschreitenden Klimawandel, hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die

Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Der Freistaat Bayern sieht mit dem Bayerisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) das Erreichen der Treibhausgasneutralität bereits bis 2040 vor.
Die Stadt Erlangen hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung auch erkannt und trägt ihren Teil zur Zielerreichung bei. Die Stadt Erlangen hat 2019 den Klima-Notstand ausgerufen und im Jahr 2020 das Ziel Treibhausgasneutralität vor 2030 zusammen mit der Erarbeitung eines Fahrplans für die Erreichung der Klimaneutralität konkretisiert. Der Fokus auf die schnelle Umsetzung von kommunalen Klimaschutzmaßnahmen kann erhebliche Treibhausgas (THG)-Minderungen erzielen und wird in Erlangen mit dem Ziel Treibhausgasneutralität 2030 weiterverfolgt. Die Gestaltungsmöglichkeiten zur ambitionierten Umsetzung sollen in eine zügige Implementierung münden. Hierbei fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da in etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfallen (Umweltbundesamt, 2024a). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung[1]. Weitere 20 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland fallen im Stromsektor an (Umweltbundesamt, 2024b). Im Stromsektor wird deutschlandweit bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur knapp 19 % sind (Umweltbundesamt, 2023). Eine große Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors liegt bei Städten und Gemeinden. Die kommunale Wärmeplanung stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar. Sie ist in Deutschland nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) für alle Gemeinden verpflichtend.

Als Grundlage des Planungsverfahrens erfolgt eine systematische Erhebung von Daten zu Strom- und Wärmeverbräuchen und der bestehenden Energieinfrastruktur in enger Zusammenarbeit zwischen der Stadt Erlangen, den Erlanger Stadtwerken (ESTW) und greenventory.

Ziele des Projekts und Einordnung in den planerischen Kontext
Da Investitionen in Energieinfrastruktur mit hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen verbunden sind, ist eine Strategie wichtig, um die Grundlage für nachgelagerte Schritte zu legen. Ziele sind Treibhausgasneutralität, Minderung der Energieimportabhängigkeit, Stärkung lokaler und regionaler Wertschöpfung unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit. Der durchgehend dabei geltende Grundsatz lautet „Energieeffizienz an erster Stelle“, insbesondere durch die Reduktion des Wärmebedarfs.

Schritte des kommunalen Wärmeplans mit Bestandteilen Energienutzungsplan
Die Entwicklung des KWP mit Bestandteilen ENP war ein mehrstufiger Prozess, der sechs Schritte umfasste:

[1] Die Analyse der Kälteerzeugung ist nicht Teil des Projekts.

1. **Eignungsprüfung**[2]: In der Eignungsprüfung werden Teilgebiete identifiziert, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine wirtschaftliche Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz eignen – insbesondere aufgrund fehlender Infrastruktur, Potenziale oder ungünstiger Siedlungs- und Nachfragebedingungen.
2. **Bestandsanalyse**: In der Bestandsanalyse wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend erfasst. Wärmebedarf, Gebäudestruktur, bestehende Heizsysteme, Energieinfrastruktur, Strom-, Gas- und Fern- und Nahwärmenetze sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen wurden untersucht.
3. **Potenzialanalyse**: In der Potenzialanalyse wurden Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien und nicht vermeidbarer Abwärme zur Wärmeerzeugung sowie der Einsatz erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung untersucht.
4. Auf Basis der Analysen wurden **voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete** bzw. Eignungsgebiete für Wärmenetze und Gebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen identifiziert.
5. Diese Gebiete bilden mit der Entwicklung der Stützjahre 2030 und 2035 die Grundlage für das **Zielszenario** 2040 der Wärmeversorgung.
6. **Maßnahmenentwicklung**: Es wurden konkrete Maßnahmen entwickelt, die als erste Schritte zur Erreichung der Ziele dienen.

Im Projekt wurden lokale Fachakteure mit ihren Kenntnissen der lokalen Rahmenbedingungen in Workshops aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten und Maßnahmen bei. An diesen haben neben Vertreter*innen der Stadtverwaltung und Stadtwerke zudem folgende Unternehmen teilgenommen: Dawonia Real Estate GmbH & Co. KG, GEWOBAU Erlangen Wohnungsbaugesellschaft der Stadt Erlangen mbH, Joseph Stiftung Kirchliches Wohnungsunternehmen, Rudolf Kempe GmbH & Co. Handels- und Herstellungsbetriebe KG, Siemens Real Estate (Siemens AG), Universitätsklinikum Erlangen.
Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den Akteuren wird der Wärmeplan auch fortlaufend verbessert und angepasst.

[2] In Erlangen sind aufgrund der großstädtischen Struktur alle Siedlungsbereiche entweder dicht bebaut oder bereits an ein Wärmenetz angeschlossen. Weniger dicht bebaute Ortsteile wie Kosbach und Dechsendorf verfügen ebenfalls über kleine Nahwärmenetze. Daher kann kein Gebiet von vornherein als ungeeignet für eine zentrale Wärmeversorgung eingestuft werden. Da die Eignungsprüfung zu diesem eindeutigen Ergebnis kam, wird auf eine detaillierte Darstellung im Bericht verzichtet.

Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug
Der digitale Zwilling ist eine digitale Plattform, die ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild des Projektgebiets darstellt. Dieser Zwilling ermöglicht:

- Homogene Datenqualität: Zentrale Datensammlung, -aufbereitung und Datenhaltung sind die Grundlage für fundierte Analysen und Entscheidungen.
- Effiziente Zusammenarbeit: Mehrere Akteure können gleichzeitig auf die gleichen Daten zugreifen und diese bearbeiten. Dadurch wird der Planungsprozess beschleunigt und vereinfacht.

Aufbau des Berichts
Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 erfolgt ein Überblick über den Ablauf und die Phasen des Projekts. Kapitel 3 „Fragen und Antworten“ ergänzt diese Einführung und fasst die am häufigsten gestellten Fragen rund um KWP und ENP zusammen. Kapitel 4 und 5 präsentieren die Bestands- und Potenzialanalyse. Kapitel 6 enthält das Zielszenario 2040. Kapitel 7 enthält die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für die Stützjahre 2030, 2035 und für das Jahr 2040 und Steckbriefe der verschiedenen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete. Kapitel 8 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Kapitel 9 erörtert die Verstetigung des Projekts. Abschließend werden die Befunde der kommunalen Wärmeplanung in Kapitel 10 zusammengefasst.

3 Fragen und Antworten

Dieser Abschnitt liefert eine zusammenfassende Einführung in die kommunale Wärmeplanung. Hier finden Sie eine Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen, um sich einen Überblick über das Thema zu verschaffen.



3.1 Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategischer Plan, mit dem Ziel, den Wärmebedarf und die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene ganzheitlich zu planen. Ziel ist die Gewährleistung einer treibhausgasneutralen, sicheren und kostengünstigen Wärmeversorgung. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Diese werden zu einem lokalen Zielbild (Zielszenario) zusammengefügt. Daneben beinhaltet er die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf Erlangen zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen. Sie ersetzt nicht die gebäudescharfe Planung und individuelle Entscheidungen der Eigentümer*innen bezüglich der Wärmeversorgung.

3.2 Was ist eine kommunale Wärmeplanung?

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und angepasst.

Die ersten beiden Phasen (Bestands- und Potenzialanalyse) der kommunalen Wärmeplanung sind somit ähnlich zu einem Energienutzungsplan (ENP), welcher diese noch um den Stromsektor erweitert. Die Stadt erstellt einen kommunalen Wärmeplan mit Bestandteilen Energienutzungsplan.

3.3 Was ist ein Energienutzungsplan?

Ein Energienutzungsplan (ENP) ist ein strategisches Instrument und dient als Leitfaden für die langfristige Energieplanung in der Stadt. Der ENP zeigt die energetische Bestandssituation in einer Kommune und stellt Potenziale zur Erzeugung von erneuerbaren Energien und Nutzung nicht vermeidbarer Abwärme sowie Wärmebedarfsreduktion dar. Ein ENP soll als strategische Grundlage dazu beitragen, die Energiewende voranzutreiben und die regionale Energieversorgung nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten.

3.4 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Energienutzungsplan ist ein informelles, strategisches Planungsinstrument, das keine rechtliche Verpflichtung zur Umsetzung seiner Ergebnisse darstellt. Er dient der internen Entscheidungsvorbereitung und soll den bayerischen Kommunen durch konkrete Maßnahmenempfehlungen helfen, sich energetische Ziele zu setzen und diese effektiv umzusetzen.
Der Wärmeplan dient ebenfalls als informelles, strategisches Planungsinstrument, das erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen liefert, um die Wärmeversorgung treibhausgasneutral auszurichten. Er enthält Maßnahmenvorschläge zur Entwicklung der Wärmeinfrastruktur und Integration erneuerbarer Energien sowie unvermeidbarer Abwärme, die als Grundlage für die weitere Planung dienen. Die Maßnahmen sind nicht verbindlich, sondern unterstützen die Kommune bei der Entscheidung.

3.5 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ergänzen sich. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen von Gebäuden. Die BEG unterstützt die energetische Gebäudesanierung finanziell. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich auf

die Wärmeversorgung auf städtischer oder regionaler Ebene (siehe Fragen 3.2 und 3.1 für weitere Details). Alle Instrumente haben jedoch drei gemeinsame Ziele: Die THG-Emissionen im Wärmesektor zu reduzieren, die Energieversorgung komplett auf erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme umzustellen und die Energieeffizienz zu steigern.

3.6 Welche Gebiete sind grundsätzlich für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Im Zuge der Wärmeplanung wurden voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die grundsätzlich für Wärmenetze gut geeignet sind. In diesen Gebieten sind weitere Planungsschritte sinnvoll. Die Gebiete sind im Stadtgebiet verteilt. Deren Erarbeitung sowie detaillierte Steckbriefe sind in Kapitel 7 beschrieben.

3.7 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Grundlage der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze werden in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Machbarkeitsstudien oder Transformationspläne und bei gegebener Machbarkeit Ausbaupläne für Wärmenetzgebiete erstellt. Diese Pläne berücksichtigen neben der Wärmebedarfsdichte auch weitere Kriterien wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit. Die Erstellung der Ausbaupläne erfolgt durch die Wärmenetzbetreiber in Zusammenarbeit mit der Stadt.
Verpflichtende Gebiete für den Ausbau der Wärmenetzversorgung wurden nicht als Teil des Projekts ermittelt. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Sobald die Ausbaupläne vorliegen, werden sie von der Stadt veröffentlicht.

3.8 Was ist der Nutzen der Wärmeplanung?

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung bietet mehrere Vorteile. Durch eine koordinierte Planung wird eine kosteneffiziente Wärmewende ermöglicht, während Fehlinvestitionen vermieden und das Investitionsrisiko gesenkt werden. Die Erarbeitung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für Wärmenetze trägt zur Erhöhung der Planungs- und Investitionssicherheit bei.

Zudem wird eine klimafreundliche und fortschrittliche Wärmeversorgung gewährleistet, die die Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme fördert.

3.9 Was bedeutet das für Einwohner*innen?

Die Projektergebnisse dienen in erster Linie als strategische Planungsbasis und identifizieren mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Planungen.
Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, werden Anwohnerinnen und Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der kommunalen Planung getroffen werden.
Ich bin Gebäudeeigentümer*in: Prüfen Sie zunächst die GEG-Anforderungen. Prüfen Sie weiterhin, ob sich Ihr Gebäude in einem voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, kontaktieren Sie die Stadt Erlangen. Diese können Ihnen Auskunft darüber geben, ob der Ausbau des Wärmenetzes in Ihrem Gebiet bereits geplant ist. Sollte Ihre Immobilie außerhalb eines der in diesem Wärmeplan aufgeführten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein großflächiges Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer THG-Emissionen ergreifen können. Durch erneuerbare Energien betriebene Heiztechnologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Dazu gehören beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird, oder die Umstellung auf eine Biomasseheizung. Ebenso könnten Sie die Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen können. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein. Ein Sanierungsfahrplan kann Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhalten. Moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind eine weitere Option, die Energieeffizienz und den Wohnkomfort zu steigern.
Darüber hinaus gibt es verschiedene Förderprogramme, die Sie in Anspruch nehmen können. Diese reichen von der Bundesförderung für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle

Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.
Im Fall von Vermietung: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene, wie Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe, Biomasseheizung oder der Anschluss an ein Wärmenetz im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie und mögliche Mietanpassungen. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine transparente Kommunikation und Absprache mit den Mieter*innen, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.
Ich bin Mieter*in: Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrem/r Vermieter*in über Änderungen.

4 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur. Hierfür wurden Daten aus verschiedenen Quellen erfasst, digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt.

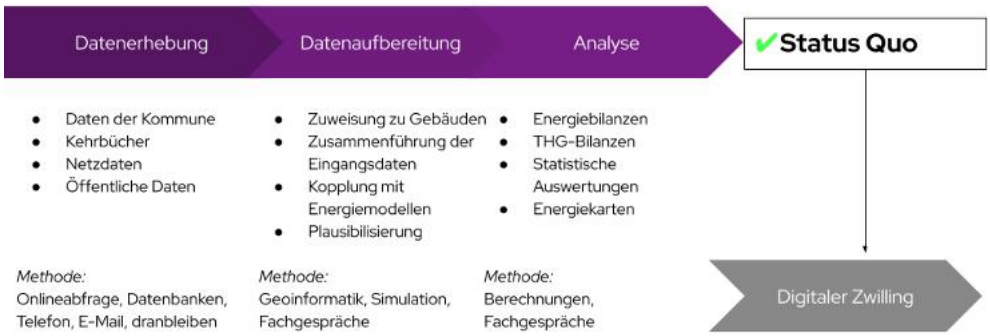


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

4.1 Datenerhebung

Zu Beginn der Bestandsanalyse wurden systematisch Verbrauchsdaten für Wärme, Gas und Strom, insbesondere für Heizzwecke, erfasst. Die Daten stammten aus verschiedenen Quellen, darunter das bayerische Landesamt für Statistik (LfStat), Plan- und Geoinformationssysteme der Stadtverwaltung sowie von der ESTW bereitgestellte Daten zu Strom-, Gas- und Wärmenetzen. Zusätzlich wurden Informationen zu Abwärmequellen durch Befragungen von Betrieben und 3D-Gebäudemodelle (LoD2) genutzt. Die Verbrauchsdaten für 2019 bis 2022 enthalten Schwankungen durch zum Beispiel das Wetter und die Konjunktur. Sie wurden aufbereitet, wobei der Median zum Abfangen von Ausreißern verwendet wurde. Die Daten wurden durch externe Quellen und energietechnische Modelle ergänzt und erforderten eine umfassende manuelle Harmonisierung aufgrund der Vielfalt der Quellen.

4.2 Ergebnisse der Bestandsanalyse

<u>Gebäudebestand</u>
Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 23.526 analysierte Gebäude in Erlangen. Der größte Teil besteht aus Wohngebäuden (86 %), gefolgt von

gewerblichen (8 %), industriellen (3 %) und öffentlichen Bauten (3 %). Mehr als 73 % der Gebäude wurden vor 1979 errichtet, mit einem besonders hohen Anteil an Gebäuden aus der Zeit zwischen 1949 und 1978 (53 %). Diese bieten das größte Sanierungspotenzial. Besonders die 11,5 % vor 1919 gebauten Altbauten zeigen häufig den höchsten Wärmebedarf und bieten großes Potenzial für Sanierungen, wobei Denkmalschutzauflagen eine Herausforderung darstellen können. Eine gezielte Sanierung und Energieberatung sind notwendig, um das Potenzial dieser Gebäude auszuschöpfen. Die Verteilung der Baualtersklassen zeigt, dass ältere Gebäude vor allem in der Altstadt und den Ortsteilzentren liegen. Das ist für die Planung von Wärmenetzen und Sanierungsgebieten von Bedeutung. Neuere Gebäude und Neubauten sind vor allem im östlichen Teil Erlangens und in Büchenbach West zu finden.

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wurde eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen. Auf dieser Grundlage wurde der Sanierungsstand abgeschätzt. Diese Einteilung fand für alle Wohngebäude statt, denen ein Wärmebedarf zugeteilt werden konnte. Die Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen zeigt, dass in der Kommune nur ein geringer Anteil der Wohngebäude umfassend saniert werden muss. Zirka 9 % gehören zu den Klassen G und H (unsanierte oder kaum sanierte Altbauten), während 5,5 % der Klasse F (modernisierte Altbauten) zugeordnet sind. Der Großteil der Gebäude liegt in den mittleren Klassen C (16 %), D (37 %) und E (19 %). Durch weitere energetische Sanierungen können die Anteile der schlechteren Effizienzklassen reduziert werden (Abbildung 3).

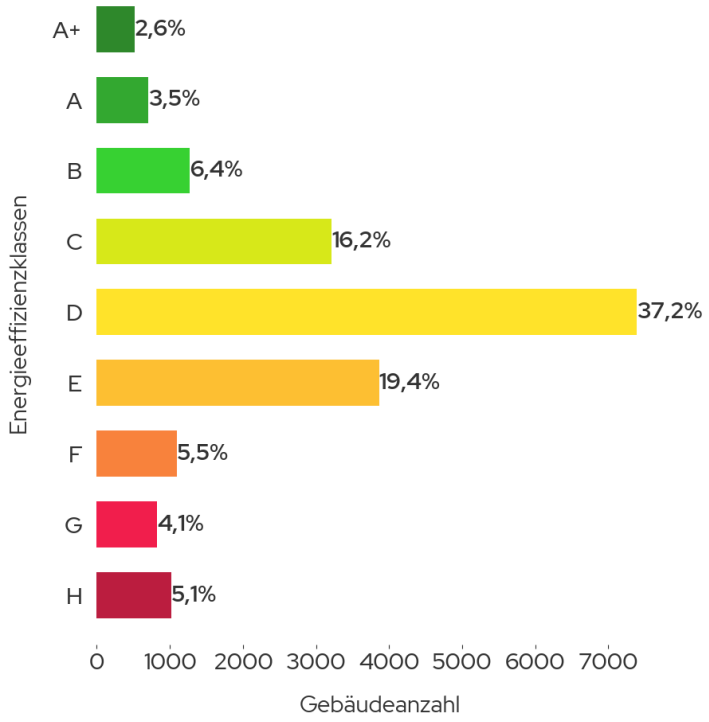


Abbildung 3: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf in Erlangen beträgt derzeit 1243 GWh pro Jahr (siehe Abbildung 4). Der größte Anteil entfällt mit 51 % auf den Wohnsektor, gefolgt von der Industrie mit 18 %. Der Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) trägt 15 % bei, während öffentlich genutzte Gebäude, einschließlich kommunaler Liegenschaften, 16 % des Bedarfs ausmachen. Die Berechnung des Wärmebedarfs basierte bei leitungsgebundenen Heizsystemen auf gemessenen Verbrauchsdaten und den Wirkungsgraden der Heiztechnologien. Für nicht-leitungsgebundene Systeme wurden die Werte anhand von Gebäudedaten und Wirkungsgraden abgeschätzt.

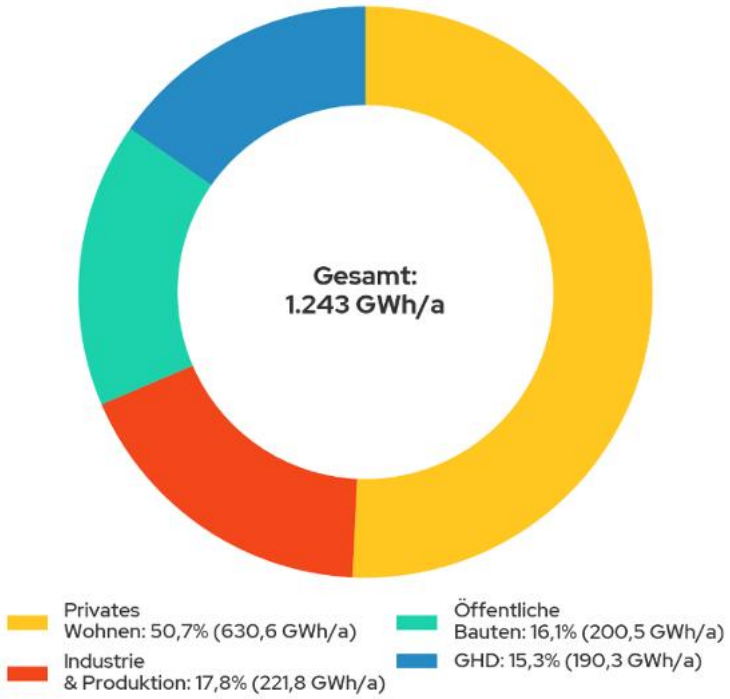


Abbildung 4: Wärmebedarf nach Sektor

Abbildung 5 zeigt die Wärmeliniendichte der einzelnen Straßenzüge an. Diese gibt in kWh je Meter und Jahr an, wie groß der jährliche Wärmebedarf pro Straßensegment ist.

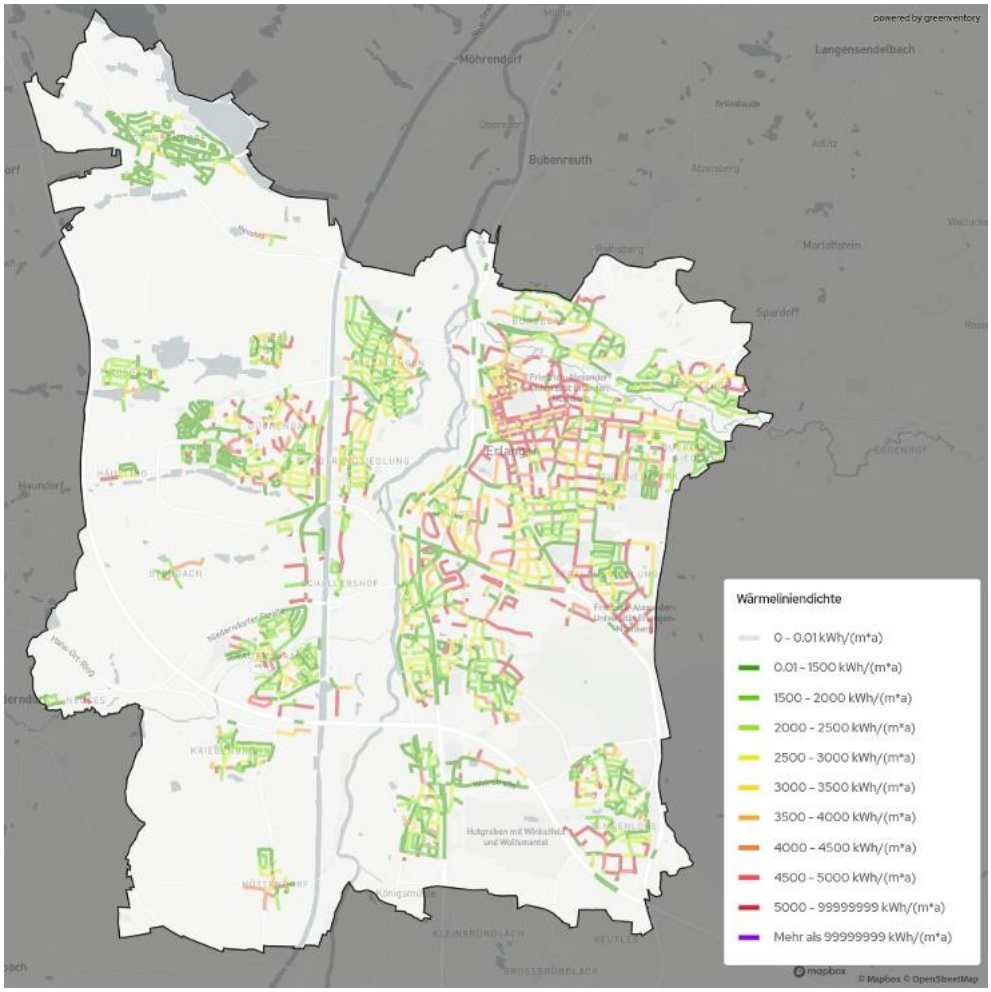


Abbildung 5: Wärmeliniendichten der einzelnen Straßenabschnitte

Dezentrale Wärmeerzeuger und Heizsysteme

Von den analysierten 23.191 Wärmeerzeugern sind mit 9.095 Stück 39,2% Erdgas-Kessel. Heizölkessel machen 39,6 % aus (9.184). Die kleineren Anteile stellen 2.327 (10 %) Nah- und Fernwärme Übergabestationen, 2.051 (8,8 %) Biomassekessel sowie 519 (2,2 %) strombetriebene Luftwärmepumpen dar (siehe Abbildung 6).

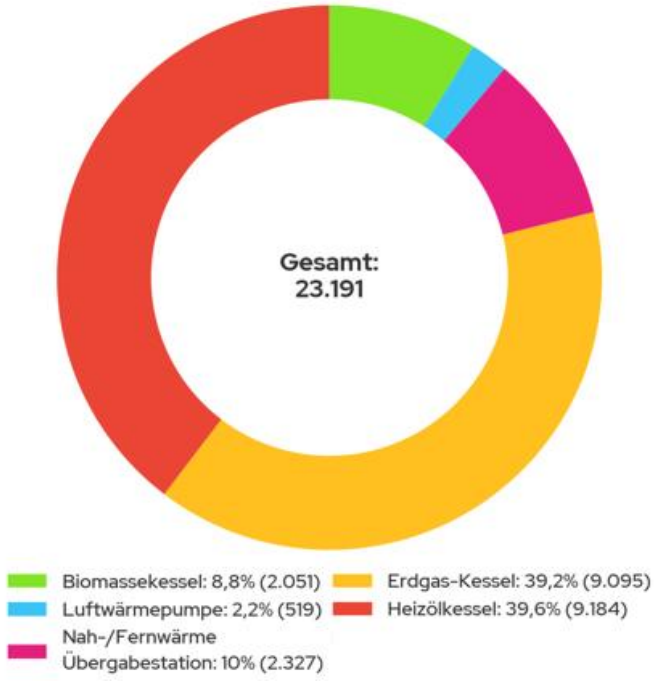


Abbildung 6: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern

Eingesetzte Energieträger

Die jährliche Bereitstellung von 1396 GWh Endenergie für die Wärmeerzeugung in Erlangen zeigt eine deutliche Dominanz fossiler Energieträger (siehe Abbildung 7). Erdgas macht etwa 39 % (546 GWh/a) des Energiemixes aus, gefolgt von Heizöl mit etwa 31 % (430 GWh/a) und Nah- bzw. Fernwärme mit 25 % (349 GWh/a). Biomasse trägt 4,5 % (63 GWh/a) zur Wärmeversorgung bei, während Strom für Wärmepumpen und Direktheizungen lediglich knapp 1 % (9 GWh/a) ausmacht. Insgesamt stammen demnach 67 GWh/a (5 %) des Endenergiebedarfs aus erneuerbaren Quellen und 1.329 GWh/a (95 %) aus fossilen Quellen. In der Nah- und Fernwärmeerzeugung werden deutlich über 99 % der 348,6 GWh Endenergie mittels Erdgases erzeugt. Die Nahwärmenetze in Kosbach und Dechsendorf werden mittels Biogases bzw. Hackschnitzel betrieben, sind jedoch sehr klein im Vergleich zu den anderen erdgasbetriebenen Netzen, insbesondere dem Fernwärmenetz. Der Anteil fossiler Energieträger in Wärmenetzen beträgt somit annähernd 100 % und der Anteil erneuerbarer Energieträger in Wärmenetzen beträgt fast 0 %. Bisher erfolgt keine Nutzung unvermeidbarer Abwärme bzw. Umweltwärme.

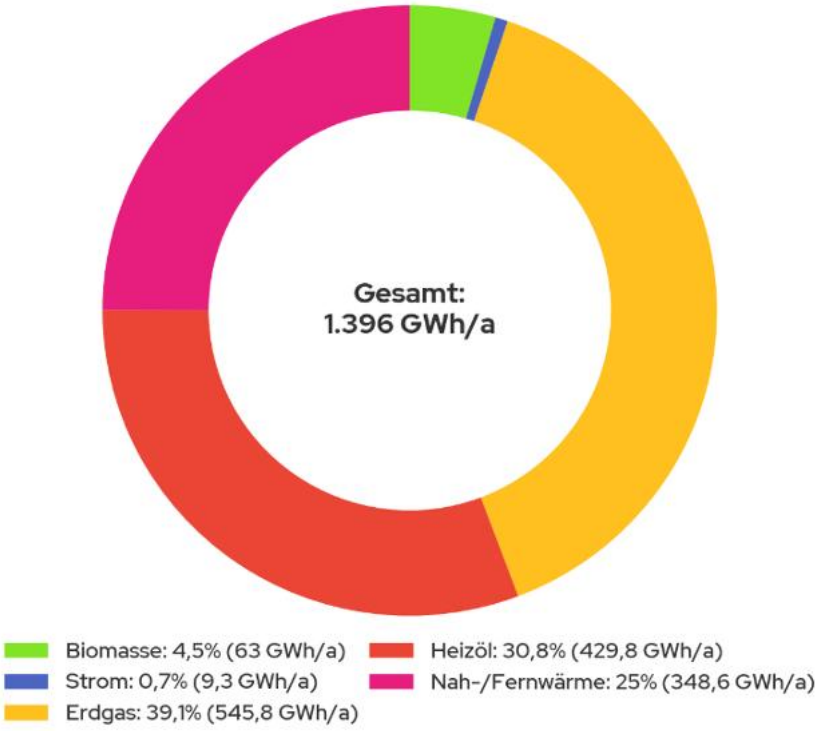


Abbildung 7: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträger

Stromverbrauch

Im gesamten Stadtgebiet wurde ein aktueller Strombedarf von etwa 644 GWh/a ermittelt (siehe Abbildung 8). Davon entfällt der größte Teil auf die Wirtschaft: knapp 27 % auf den GHD-Sektor und weitere knapp 21 % stammen aus der Industrie & Produktion. Mehr als 26 % entfallen auf öffentlich genutzte Gebäude und kommunale Liegenschaften. Die restlichen fast 26 % stammen aus dem Wohnsektor.

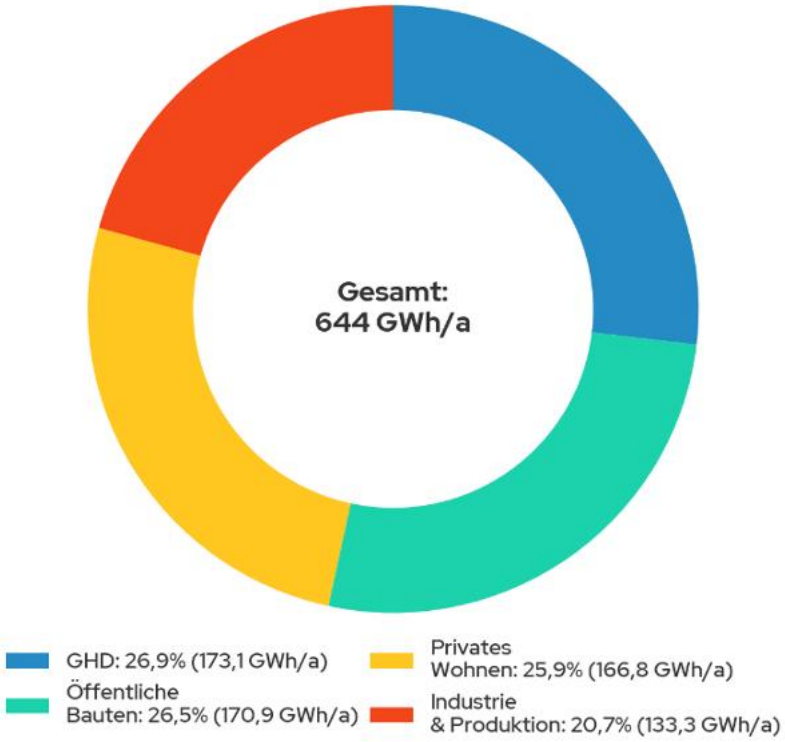


Abbildung 8: Stromverbrauch nach Sektor

Infrastruktur der Erzeugung und Verteilung von Strom und Wärme

Im Erlangener Stadtgebiet sind viele Anlagen zur Strom- und zur Wärmeerzeugung angesiedelt. Abbildung 9 stellt die im Marktstammdatenregister (MaStR) gelisteten Anlagen geographisch verteilt dar. In der Abbildung sind die Photovoltaikanlagen mit einer Leistung größer 30 kW dargestellt, die im Marktstammdatenregister georeferenziert sind.

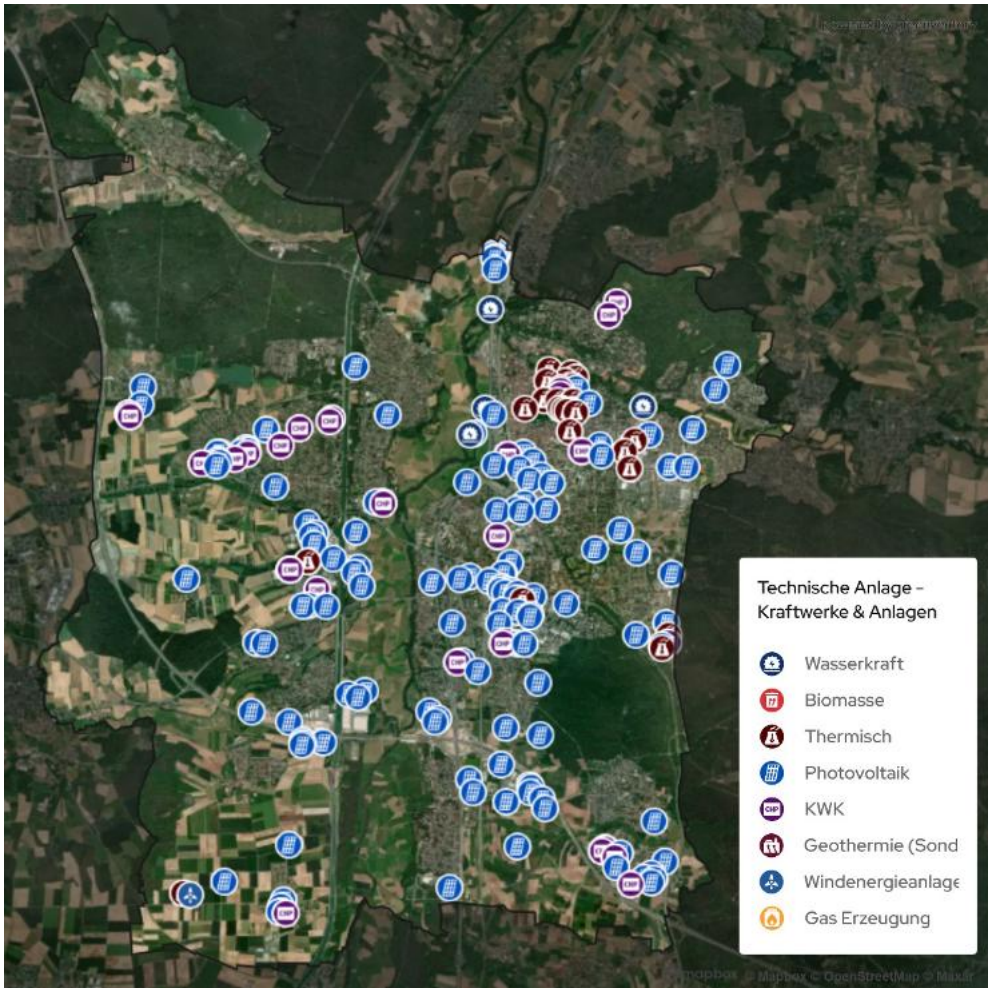


Abbildung 9: Kraftwerke und Anlagen in Erlangen (Marktstammdatenregister)

Strominfrastruktur: Insgesamt beträgt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 25,7 GWh im Jahr 2021 und 30,8 GWh im Jahr 2023. Es gibt sechs Kleinwasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 767 kW, jedoch keine Windkraft- oder Tiefengeothermieanlagen. Photovoltaikanlagen, insbesondere Dach-PV Anlagen sind weit verbreitet. Die kumulierte installierte Nennleistung der im Marktstammdatenregister gelisteten PV-Anlagen beträgt knapp 48 MW (Stand 31.12.2024). Die 114 thermische Anlagen zur Stromerzeugung werden hauptsächlich mit Erdgas betrieben. Sie haben eine installierte Gesamtleistung in Höhe von zirka 61 MW. Sechs dieser Anlagen sind Biomasseanlagen mit in Summe knapp 2 MW Leistung. Der größte Stromerzeuger ist das Heizkraftwerk in der Äußeren Brucker Straße. Die elektrische Leistung der KWK-Anlage beträgt knapp 46 MWel.

Gasinfrastruktur: Das Gasnetz in Erlangen ist flächendeckend ausgebaut, mit Ausnahme einiger südlicher und westlicher Stadtteile. Das Gasnetz wird von den ESTW betrieben, und die Nutzung von Wasserstoff im Gasnetz wird derzeit im Rahmen des Gasnetzgebietstransformationsplans untersucht. Die Verfügbarkeit

von Wasserstoff, sowohl in Bezug auf Menge als auch Preis, ist noch unklar und wird weiter geprüft.

Wärmenetze: In Erlangen gibt es ein großes Fernwärmeversorgungsnetz, das primär durch das Heizkraftwerk in der Äußeren Brucker Straße gespeist wird, ergänzt durch ein Heizwerk in der Kraftwerksstraße und ein Blockheizkraftwerk in der Bunsenstraße. Alle drei Heizzentralen werden mit Erdgas betrieben. Die Anschlussquote im Versorgungsgebiet liegt bei etwa 55 %. Weiterhin existieren mehrere Nahwärmenetze in unterschiedlichen Größen in Stadtteilen wie zum Beispiel Büchenbach, in der Damaschkestraße, Tennenlohe Nord, Kosbach und Dechsendorf. Die Nahwärmenetze werden größtenteils von den ESTW betrieben.

Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung und des Stromsektors

Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich in Erlangen belaufen sich auf 308.399 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr. Die Emissionen verteilen sich proportional zum Wärmebedarf auf die Sektoren (siehe Abbildung 10):

- Wohnsektor: 51 %
- Industrie: 20 %
- Öffentliche Bauten (inkl. Kommunaler Gebäude): 15 %
- Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD): 14 %

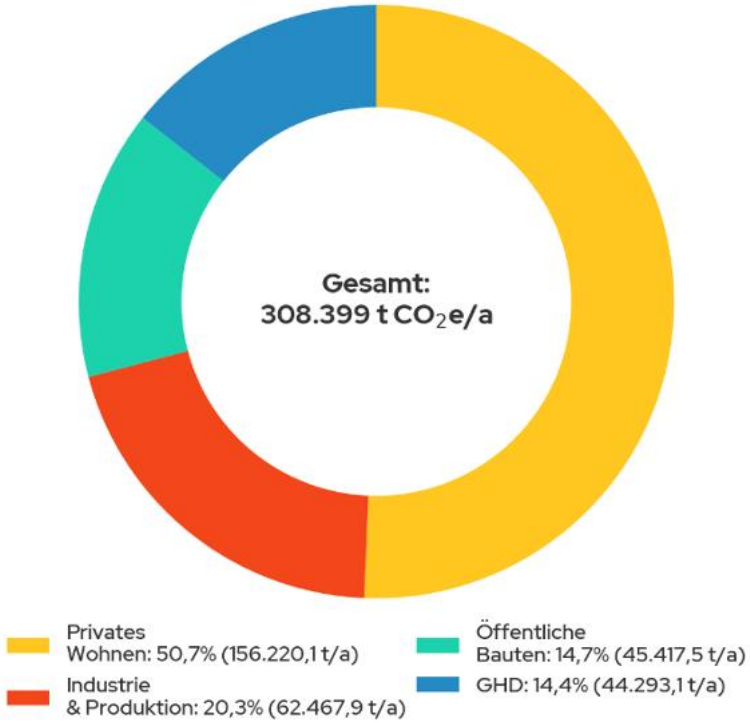


Abbildung 10: Treibhausgasemissionen durch Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren in Erlangen

Die Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Erlangen werden hauptsächlich durch fossile Energieträger verursacht (siehe Abbildung 11):

- Heizöl: 41 %
- Erdgas: 38 %
- Nah- und Fernwärme: 19 %
- Strom: 1,5 % (bedingt durch Bundesstrommix)
- Biomasse: 0,5 %

Zusammen verursachen Heizöl und Erdgas fast 80 % der Emissionen. Eine signifikante Emissionsreduktion erfordert den Ausstieg aus diesen fossilen Brennstoffen und eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen wird erneuerbarer Strom künftig eine zentrale Rolle spielen. Die Verteilung der Emissionen zeigt besonders hohe Werte in der Altstadt und den Gewerbegebieten. Ursachen sind schlecht sanierte Gebäude, dichte Besiedelung in der Altstadt sowie große Industrie- und Gewerbebetriebe in den Gewerbegebieten. Eine Emissionsreduktion verbessert nicht nur die Umweltbilanz, sondern auch die Luftqualität und Lebensqualität, insbesondere in Wohngebieten.

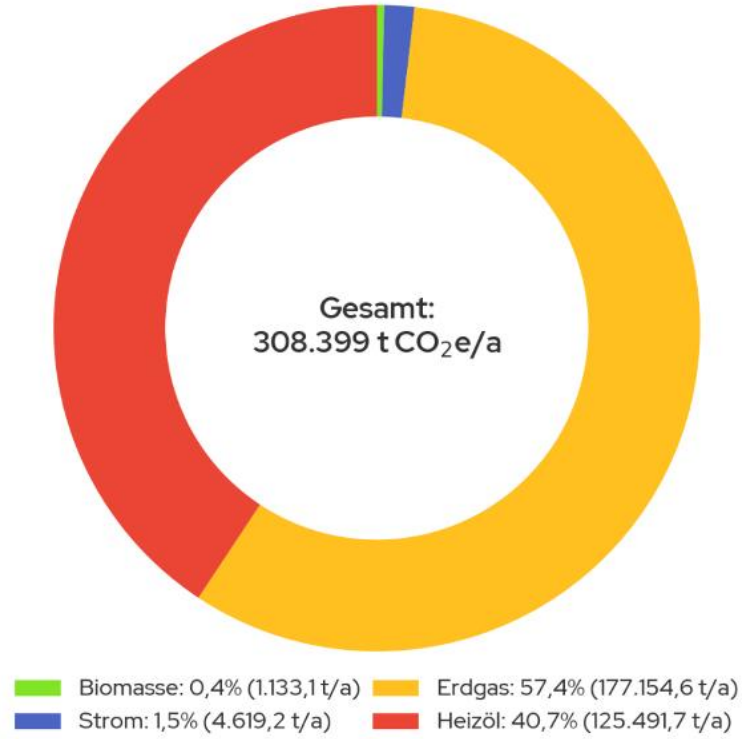


Abbildung 11: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für Wärme in Erlangen

Die Treibhausgasemissionen des Stromsektors sind in Abbildung 12 je Sektor dargestellt. Sie betragen, bezogen auf den Bundesstrommix, etwa 321.000Tonnen CO_2e pro Jahr. Die sektorale Aufteilung ist identisch mit der des Stromverbrauchs aus Abbildung 8.

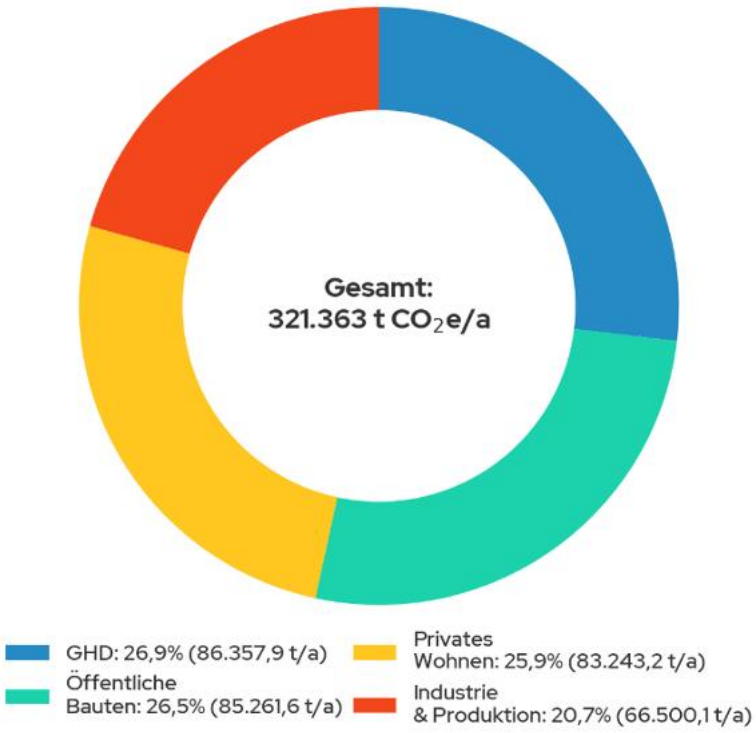


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren für Strom in Erlangen

Tabelle 1 stellt die verwendeten Emissionsfaktoren dar. Sie basieren auf dem „Leitfaden Wärmeplanung“ der KWW Halle. Diese beziehen sich auf den Heizwert der Energieträger. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich.

Tabelle 1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (2022) (KWW Halle, 2024)

Energieträger	Emissionsfaktoren (2022) (t CO_2e/MWh)
Strom	0,499
Heizöl	0,310
Erdgas	0,240
Biomasse (Holz)	0,020

4.3 Fazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die Notwendigkeit einer Umstellung auf erneuerbare Energieträger und einer Modernisierung der Wärmeinfrastruktur. Der Wärmebedarf beträgt zirka 1243 GWh pro Jahr. Dieser wird zur Hälfte durch Haushalte und einem Drittel durch Industrie- und Gewerbebetriebe versursacht. Der restliche Wärmebedarf entfällt auf öffentlich genutzte Gebäude und kommunale Liegenschaften. Die Wärmeerzeugung wird aktuell von fossilen Energieträgern dominiert: Rund 70 % der Wärme werden durch Erdgas und Heizöl gedeckt. Die bestehenden Wärmenetze decken etwa 25 % des Wärmebedarfs und eine große Fläche in Erlangen ab und basieren überwiegend noch auf fossilen Quellen. Diese basieren jedoch zu 100 % auf fossilen Quellen. Die Emissionen aus dem Wärmesektor beziffern sich auf etwa 308.000 tCO_2e pro Jahr.
Im Stromsektor beträgt der Bedarf rund 644 GWh pro Jahr. Dieser wird zirka zur Hälfte durch Industrie und Gewerbebetriebe verursacht sowie zu jeweils einem Viertel aus Haushalten und öffentlichen Gebäuden. Die Emissionen aus dem Stromsektor betragen etwa 321.000 tCO_2e pro Jahr. Diese sind auf fossile Energieträger im Bundesstrommix zurückzuführen.
Die Bestandsanalyse zeigt deutlichen Handlungsbedarf und Dringlichkeit eines systematischen Ansatzes zur Modernisierung der Wärmeinfrastruktur. Trotz der Herausforderungen bietet Erlangen gute Voraussetzungen für die Wärmewende. Das große, bestehende Fernwärmenetz stellt eine solide Basis für dessen Ausbau und Verdichtung dar.

5 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert.
Zur Identifizierung der technischen Potenziale (Begriffsbestimmung auf Seite 279f.) wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt In dieser wurden sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren ab. Zu diesen gehören Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnisse und eventuell zusätzliche, spezifische Restriktionen in weiterführenden Untersuchungen.



Abbildung 13: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

5.1 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem werden alle Flächen in Erlangen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (zum Beispiel Windgeschwindigkeit, solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen (zum Beispiel Flächennutzung) aller Flächen des Untersuchungsgebietes

2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien, sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen)
3. Berechnung des jährlichen Strom- und Wärmepotenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien

In Tabelle 2 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht. Sie können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Tabelle 2: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Wasserkraft	Bestehende Wasserkraftwerk-Standorte, installierte elektrische Leistung
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
KWK-Anlagen	Bestehende KWK-Standorte, installierte elektrische und thermische Leistung
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Bodentypen

Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Gewässerschutz, Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Die Potenzialanalyse zielt darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung darzustellen. Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens „Kommunale Wärmeplanung“ der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA, 2020) fokussiert sich diese Analyse auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass der kommunale Wärmeplan mit Bestandteilen Energienutzungsplan nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

Infobox: Potenzialbegriffe

Das technische Potenzial wird im Rahmen des Projekts ermittelt und analysiert.

Theoretisches Potenzial:
Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.
Technisches Potenzial:
Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. Durch technologieabhängige Kriterien wird in die folgenden Kategorien differenziert. Zur Potenzialbestimmung wird zwischen harten und weichen Restriktionskriterien unterschieden. Bei harten Restriktionen ist die Eignung einer Technologie ausgeschlossen. Bei weichen Restriktionen liegt eine bedingte Eignung der Technologie vor:

→ Bedingt geeignetes technisches Potenzial (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert eingeräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).
→ Geeignetes technisches Potenzial (weiche und harte Restriktionen): Unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

→ Gut geeignetes technisches Potenzial: Gebiete durch technisches Kriterium besonders geeignet, zum Beispiel hoher Auslastungsgrad, hoher Wirkungsgrad, räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten

Wirtschaftliches Potenzial:
Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise).
Realisierbares Potenzial:
Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial".



5.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Die Analyse der technischen Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung in Erlangen zeigt mehrere Optionen (siehe Abbildung 14):

1. Biomasse: Diese kann entweder verbrannt oder zu Biogas vergoren oder vergast werden. Der Beitrag zur Stromerzeugung aus ausschließlich in Erlangen vorhandener Biomasse beträgt etwa 35 GWh/a. Allerdings sollte Biomasse aufgrund der Speicherfähigkeit eher für die Wärmeversorgung genutzt werden.
2. Windkraft: Windkraftanlagen bieten mit 65 GWh/a ein weiteres Potenzial. Allerdings sind die Flächen aufgrund von Flächenkonflikten und möglichen Akzeptanzproblemen stark begrenzt. Derzeit befindet sich ein Windkraftprojekt in Planung.

3. Photovoltaik (PV) Freiflächen[3]: PV auf Freiflächen stellt mit 1.335 GWh/a das größte technische Potenzial dar. Besonders beachtet werden dabei Restriktionen wie Naturschutz, Hangneigung, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln.
4. PV-Dachflächen3: PV auf Dachflächen hat mit 453 GWh/a ein ebenfalls großes Potenzial und kann ohne Bebauung von Freiflächen erschlossen werden.
5. Wasserkraft: In Erlangen gibt es kein Potenzial für neue Wasserkraftstandorte. Durch Modernisierungen oder Effizienzsteigerungen bestehender oder stillgelegter Anlagenstandorte, wie am Brucker Wehr oder der Neumühle 24 könnte jedoch weiteres Potenzial erschlossen werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen nötig.
6. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Bei Umstellung vorhandener KWK-Anlagen auf erneuerbare Gase oder Biomasse beträgt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung 232 GWh/a. Allerdings wird aufgrund der Umstellung der Fernwärmeerzeugung dieses größtenteils entfallen.

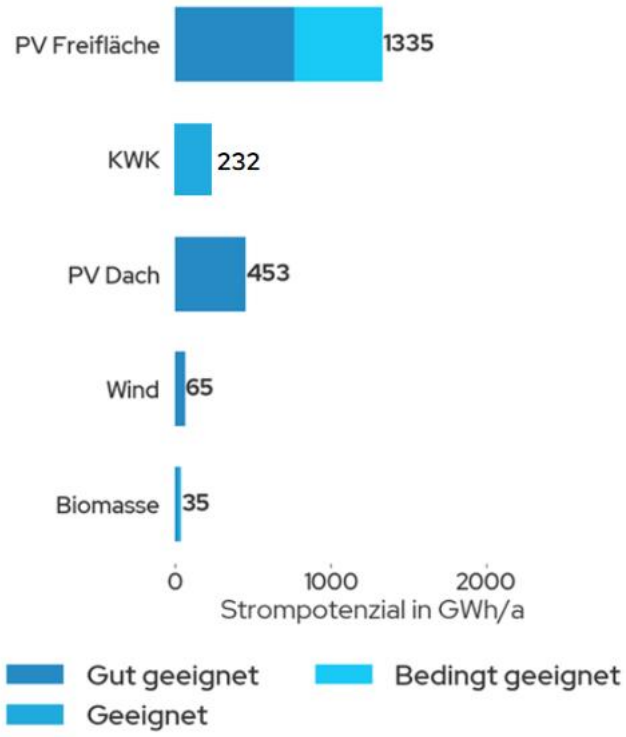


Abbildung 14: Erneuerbare Strompotenziale in Erlangen

[3] Aufgrund variierender Methodiken, unterschiedlicher Datengrundlagen sowie seit 2016 geänderter Regularien sind die Ergebnisse nicht mit denen des Klimaschutzkonzeptes (2016) vergleichbar.

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 15).

1. Solarthermie (Freiflächen): Mit einem Potenzial von 2.421 GWh/a ist Solarthermie auf Freiflächen die größte Ressource. Geeignete Flächen werden unter Berücksichtigung von Naturschutz und Infrastruktur ausgewählt.
2. Solarthermie Dachflächen: Mit 566 GWh/a gibt es auch Potenzial auf Dächern, wobei dies mit Photovoltaik konkurriert. Die Nutzung sollte individuell entschieden werden.
3. Luftwärmepumpen: Luftwärmepumpen haben ein Potenzial von 925 GWh/a und sind besonders für Einfamilienhäuser und kleinere Mehrfamilienhäuser geeignet.
4. Erdwärmesonden: Mit einem Potenzial von 2.381 GWh/a stellen Erdwärmsonden die zweitgrößte Ressource. Sie nutzen konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe.
5. Erdwärmekollektoren: Erdwärmekollektoren nutzen die Erdtemperatur in unmittelbarer Gebäudenähe und haben ein Potenzial von 1.634 GWh/a.
6. Tiefengeothermie: In Erlangen ist kein technisches Potential an Tiefengeothermie vorhanden. Tiefengeothermie beinhaltet die Nutzung von Wärme in tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung.
7. Biomasse: Mit 52 GWh/a aus Waldrestholz, Grünschnitt und Energiepflanzen stellt Biomasse ein begrenztes Potenzial dar.
8. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Derzeit gibt es ein Potenzial von etwa 444 GWh Wärme pro Jahr durch KWK-Anlagen. Mit Umstellung auf Biogas oder weitere regenerative Gase könnte dies dekarbonisiert werden. Allerdings wird aufgrund der Umstellung der Fernwärmerzeugung das KWK-Potenzial größtenteils entfallen. Real liegt somit kein KWK-Potenzial in Erlangen vor.
9. Gewässerwärmepumpen (Flusswärme): Das Potenzial aus Gewässerwärmepumpen in Flüssen beträgt 195 GWh/a und stammt primär aus der Regnitz.
10. Gewässerwärmepumpen (Seewärme): Das Potenzial aus Gewässerwärmepumpen in Seen beträgt 171 GWh/a. Es stammt primär aus dem Main-Donau-Kanal und Weihern im Nordwesten Erlangens. Da die Weiher regelmäßig entleert werden und beim Main-Donau-Kanal sowohl schifffahrts- als auch wasserrechtliche Aspekte zu berücksichtigen sind, muss in nachgelagerten Schritten geprüft werden, ob dieses Potenzial tatsächlich realisierbar ist.
11. Abwärme aus Klärwerk: In Erlangen liegt ein Potenzial von 148 GWh/a durch geklärtes Abwasser vor.
12. Industrielle Abwärme: Basierend auf den Abfragen der Industrie- und Gewerbebetriebe beträgt das quantifizierte Potenzial zur Nutzung

industrieller Abwärme unter < 1 GWh/a. Das Abwärmepotenzial des zukünftigen Rechenzentrums der Universität beträgt in der ersten Ausbaustufe (2030) schätzungsweise 49 GWh/a. Bis 2040 wird sich das Potenzial auf voraussichtlich zirka 97 GWh/a erhöhen.

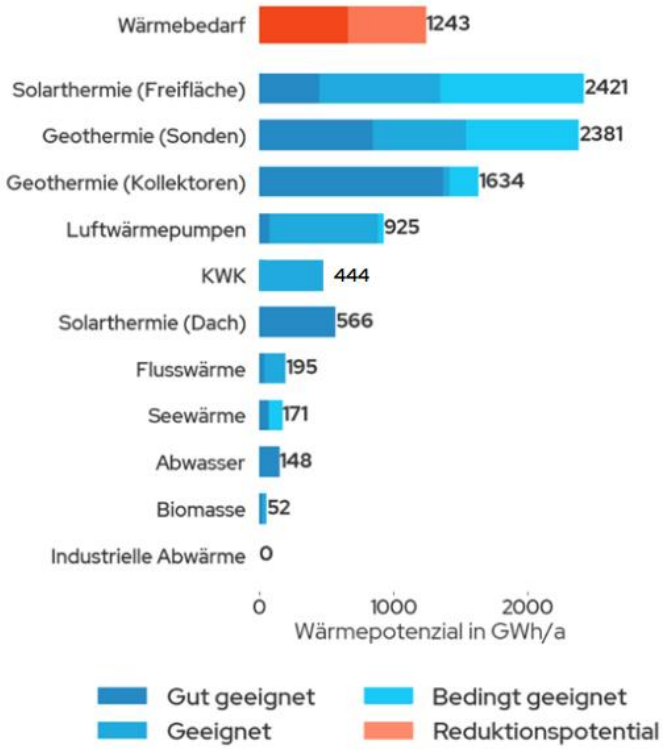


Abbildung 15: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

Eine wichtige Restriktion bei der Potenzialanalyse sind die Wasserschutzgebiete. Abbildung 16 stellt diese kartographisch dar. Das größte Wasserschutzgebiet befindet sich im Norden Erlangens und Alterlangens zwischen dem Burgberg und dem Dechsendorfer Weiher. Weitere Wasserschutzgebiete befinden sich im Nordwesten in Dechsendorf, angrenzend an Heßdorf. Sowie im Süden, angrenzend an Fürth und Nürnberg.

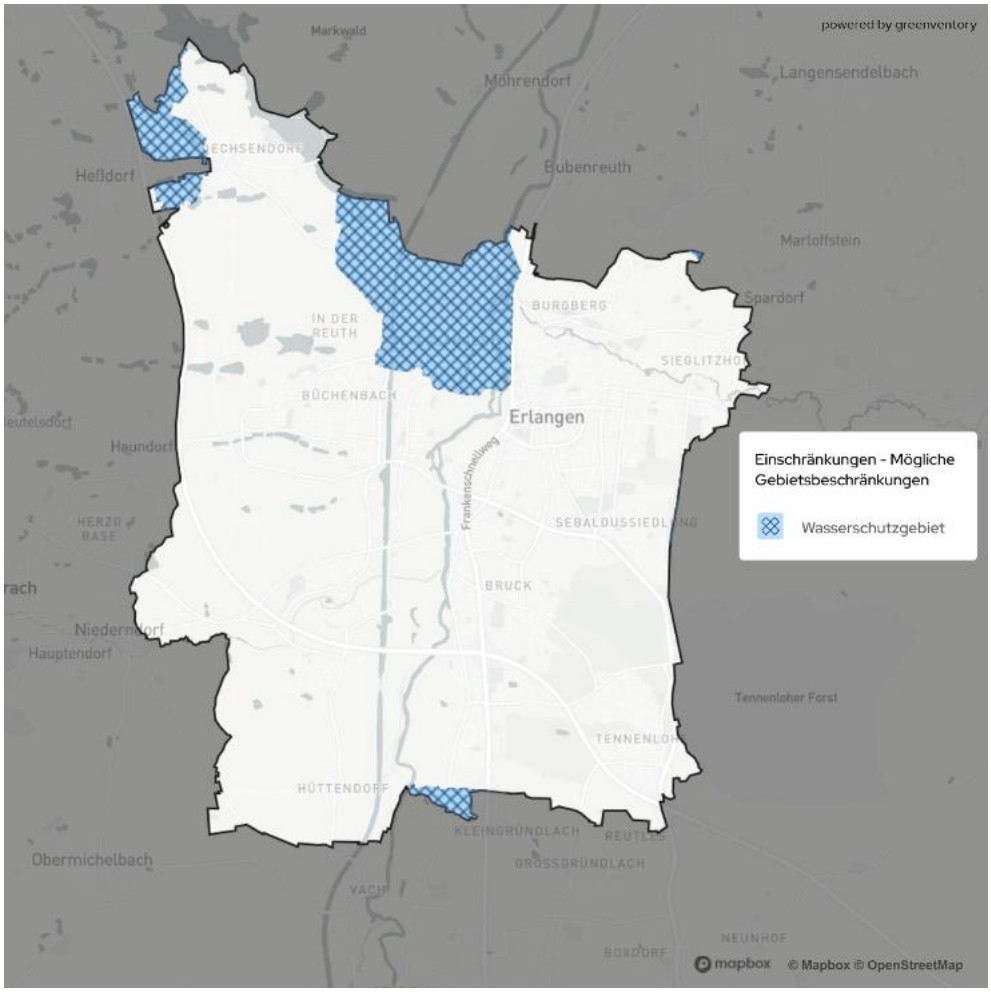


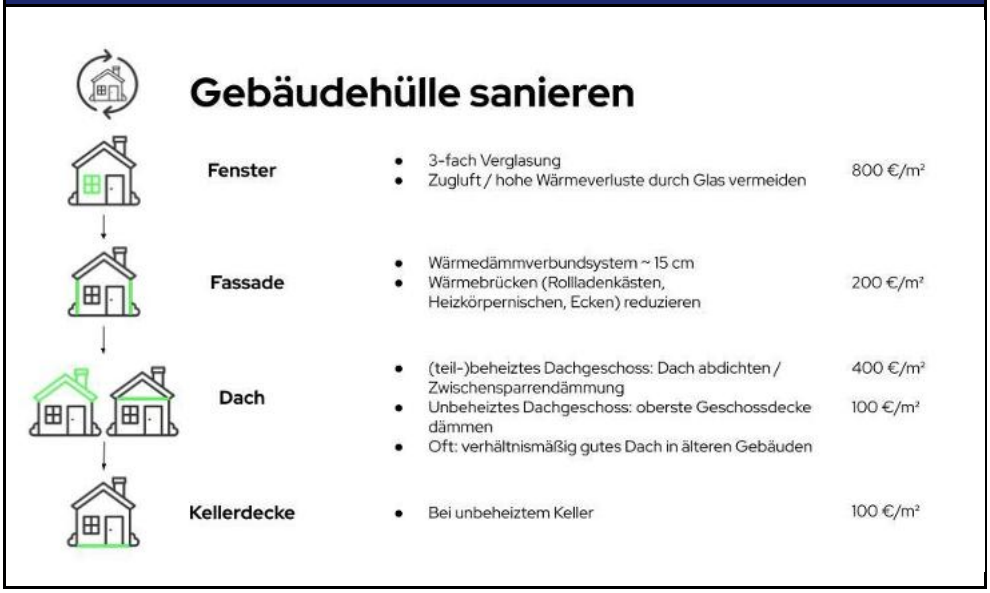
Abbildung 16: Wasserschutzgebiete in Erlangen

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung wird aufgrund der zum heutigen Tag geringen lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Erzeugung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen in die Planungen aufgenommen werden. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann die lokale Wasserstofferzeugung im Rahmen der Fortschreibung in die kommunale Wärmeplanung aufgenommen werden. Die Pläne für das Wasserstoffkernnetz sehen vor, dass Leitungen in unmittelbarer Nähe zu Erlangen verlaufen werden. Wasserstoff wird voraussichtlich nur in begrenztem Umfang für den Wärmesektor verfügbar sein, da dieser vorrangig in der Schwerindustrie benötigt wird. Die Konkurrenz um den begrenzt verfügbaren Wasserstoff macht eine breite Nutzung in der Wärmeversorgung unwahrscheinlich. Hier kann Wasserstoff in Heizzentralen zur Spitzenlastabdeckung oder zur Erzeugung besonders hoher Temperaturen in der Prozesswärme zum Einsatz kommen.

Das Sanierungspotenzial in Erlangen ist entscheidend für die Erreichung der Klimaziele. Eine vollständige Sanierung aller Gebäude könnte den

Wärmeverbrauch um bis zu 582 GWh, also 47 %, reduzieren. Der größte Sanierungsbedarf besteht bei vor 1978 erbauten Gebäuden. Diese erfüllen keine modernen Wärmeschutzvorschriften. Besonders im Wohnbereich kann durch Verbesserungen der Gebäudehülle und den Austausch der Heiztechnik viel Energie eingespart werden. Das Sanierungspotenzial ist in Erlangen recht homogen verteilt. Typische Sanierungsmaßnahmen sind in der folgenden Infobox aufgelistet.

Infobox: Energetische Gebäudesanierung Maßnahmen und Kosten (brutto)



Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind im Anhang 11.1 räumlich dargestellt. Das Einsparpotenzial ist recht heterogen verteilt, dennoch lassen sich vereinzelt Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential erkennen. Hierbei handelt es sich um die Altstadt, vereinzelte Gebiete in der Innenstadt, Röthelheim, Sebaldus, den nördlichen Teil Alterlangens, und Kriegenbrunn.

5.3 Fazit Potenzialanalyse

Die Potenziale sind räumlich heterogen verteilt: In Erlangen dominieren die Potenziale der Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen. In locker bebauten Quartieren ist der Einsatz von Luftwärmepumpen und Erdwärmekollektoren möglich. An den Stadträndern sind Solar-Kollektorfelder und außerhalb der Wasserschutzgebiete große Erdwärme-Kollektorfelder oder Sondenfelder vielerorts potenziell möglich. Die Solarthermie auf Freiflächen erfordert eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze. Hierzu sind auch Flächen zur

Wärmespeicherung notwendig. Weiterhin liegt eine Flächenkonkurrenz mit der Agrarwirtschaft und Photovoltaik, welche ebenfalls großflächig Potenzial aufweist, vor. Geplant ist zudem die Nutzung der Flusswärme der Regnitz zur Einspeisung in das Fernwärmenetz. Große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten. Im Strombereich befindet sich die Windkraft in Erlangen-Hüttendorf als Teil des Windparks Römerreuth bereits in der Projektierung.
Ein erhebliches Potenzial stellt zudem das recht homogen verteilte Potenzial der Gebäudesanierung. Insbesondere Quartiere mit zahlreichen bis 1978 errichteten Gebäuden bieten ein hohes Wärmebedarfseinsparpotenzial. Besonders wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen.
Die Potenziale sind im Stadtgebiet räumlich und jahreszeitlich unterschiedlich groß verfügbar und die für deren Nutzung erforderlichen Flächen stehen in Konkurrenz zu anderen Nutzungsarten (Landwirtschaft, Gewerbe, Wohnen, usw.), weshalb nur rein technisch der gesamte Wärmebedarf mit lokal verfügbaren erneuerbaren Energien abgedeckt werden kann.
Im Hinblick auf die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Dabei sind Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten den Freiflächenpotenzialen gegenüber prioritär zu betrachten.
Im nächsten Schritt müssen die ermittelten technischen Potenziale auf tatsächliche Realisierbarkeit geprüft werden.

6 Zielszenario 2040

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr 2040. Es basiert auf den voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios.



Abbildung 17: Simulation des Zielszenarios für 2040

Das Zielszenario beantwortet quantitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Fern- und Nahwärmenetze liegen?
- Wie kann die Wärme für diese Netze treibhausgasneutral erzeugt werden?
- Wie viele Gebäude müssen bis zur Zielerreichung energetisch saniert werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in zwei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs
2. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung basierend auf den identifizierten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten.

Das Zielszenario legt die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich fest, sondern dient als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung.
Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit der Einzelprojekte, der lokalen politischen Rahmenbedingungen, der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer*innen zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze. Für das Zielszenario gilt gemäß § 21 Absatz 1 WPG zudem der Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle". Die Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungsmaßnahmen ist somit elementarer Bestandsteil des Zielszenarios.

6.1 Ergebnisse des Zielszenarios 2040

Nachfolgend werden die zentralen Ergebnisse des Zielszenarios 2040 zusammengefasst dargestellt:

Wärmebedarfsreduktion
Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf den Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 18 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 898 GWh beträgt, was einer Minderung um knapp 28 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Für die Zwischenjahre ergibt sich eine Reduktion des jährlichen Wärmebedarfs auf 1155 GWh (2025), 1050 GWh (2030) und 972 GWh (2035).

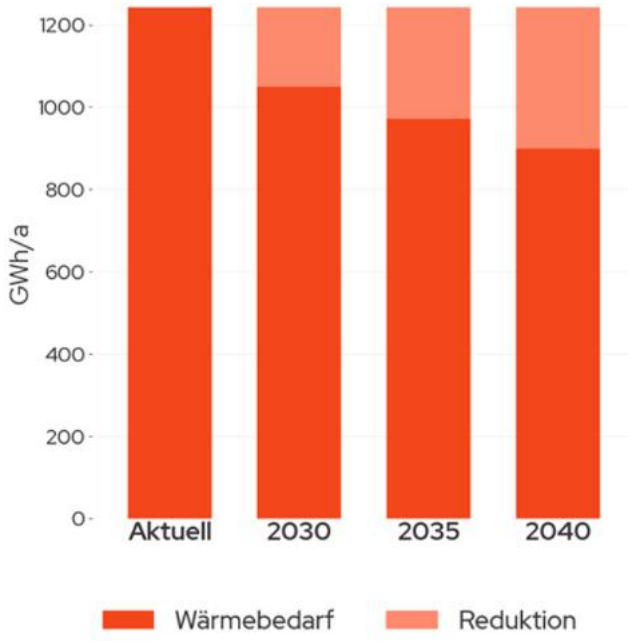


Abbildung 18: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

Infrastruktur zur Wärmeerzeugung und -versorgung
Für die Heizsysteme nach Wärmeerzeugern erfolgt die Aufteilung aus Abbildung 19 und Abbildung 20 für die Zwischenjahre 2030 bzw. 2035 und für das Zieljahr 2040 aus Abbildung 21.

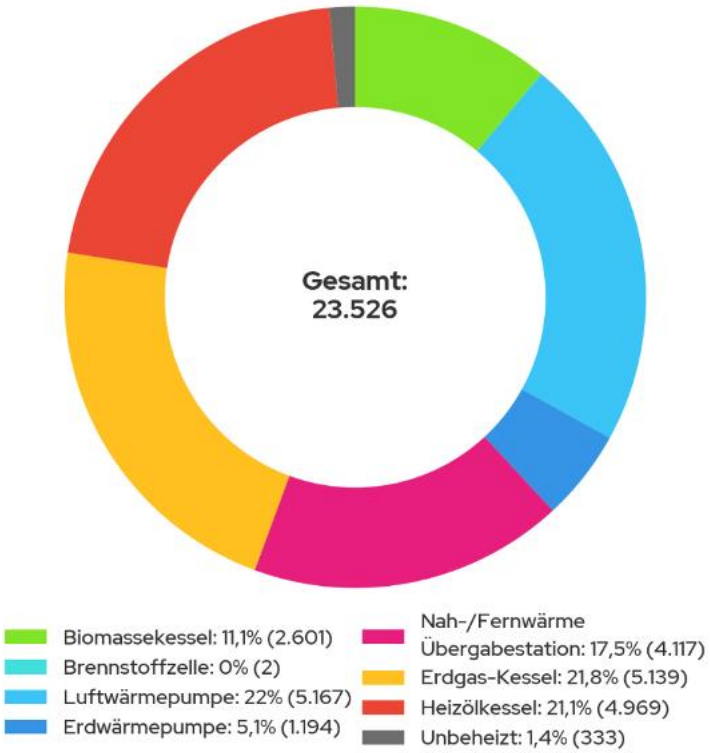


Abbildung 19: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2030

Im Jahr 2030 sind von den insgesamt 23 526 betrachteten Gebäuden bereits 17,5 % (4 117) über Nah-/Fernwärme-Hausübergabestationen angebunden. Die Wärmepumpentechnologie macht mit 22,0 % (5 167 Gebäude) bei Luftwärmepumpen sowie 5,1 % (1 194 Gebäude) bei Erdwärmepumpen zusammen 27,1 % des Bestands aus. Biomassekessel kommen in 11,1 % der Häuser (2 601) zum Einsatz. Fossile Einzelheizungen spielen weiterhin eine große Rolle: 21,8 % (5.139 Gebäude) nutzen Erdgas-Kessel und 21,1 % (4 969 Gebäude) verbleiben bei Heizölkesseln.

Bis 2035 hat sich die Struktur weiter in Richtung erneuerbarer und leitungsgebundener Systeme verschoben: Nah-/Fernwärme-Hausübergabestationen versorgen inzwischen 22,9 % der Gebäude (5 394). Luftwärmepumpen sind in 36,2 % (8 509) und Erdwärmepumpen in 9,3 % (2 183) der Objekte installiert, sodass Wärmepumpen insgesamt 45,5 % des Heizungsbestandes ausmachen. Der Anteil der Biomassekessel ist moderat auf 12,1 % (2 857) gestiegen. Gleichzeitig sinkt der Anteil fossiler Einzelheizungen; Erdgas-Kessel sind nur noch in 10,3 % (2 413) und Heizölkessel in 7,8 % (1 825) der Gebäude in Betrieb.

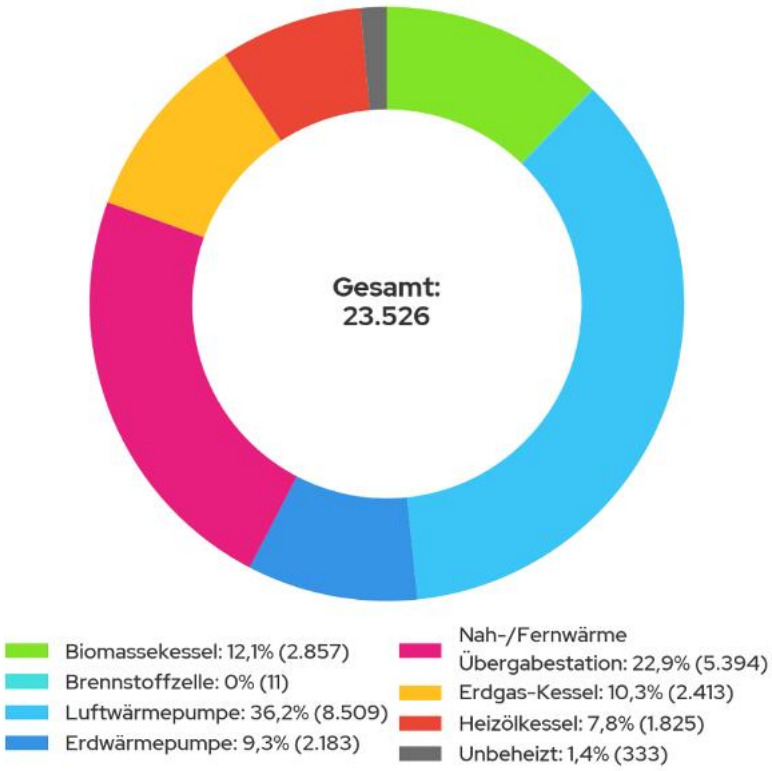


Abbildung 20: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2035

2040 sind die meisten Heizsysteme Wärmepumpen mit etwa 10.400 (44 %), Luftwärmepumpen und weiteren zirka 3.000 (13 %) Erdwärmepumpen.
Zirka 6.400 (27 %) der Gebäude werden über Nah- oder Fernwärme versorgt und weitere 3.000 (13 %) über Biomassekessel.
293 Gebäude in den Gewerbegebieten werden über Wasserstoff oder andere regenerative Gase versorgt.

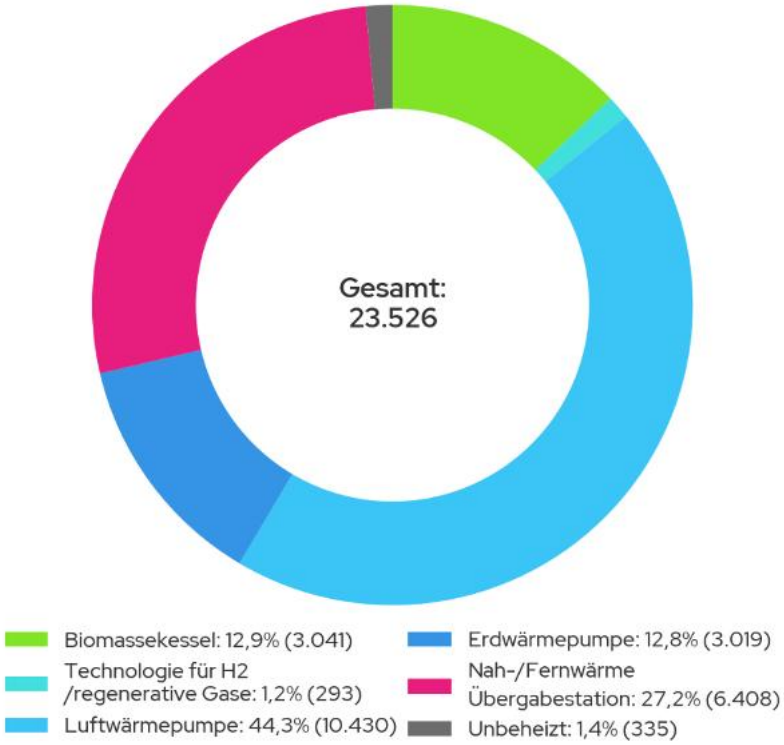


Abbildung 21: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Abbildung 22 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in Erlangen dar. Darin sind die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze sowie die für dezentrale Versorgung dargestellt.

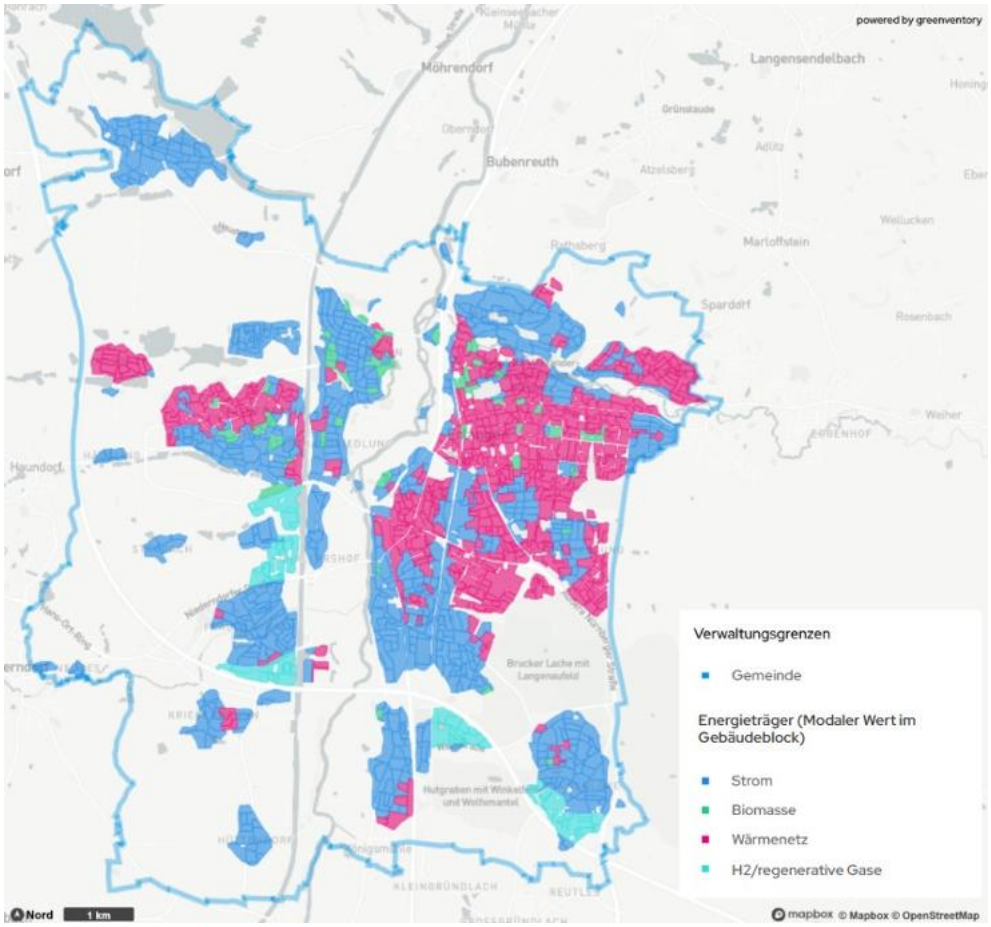


Abbildung 22: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040[4]

Endenergiebedarf für Wärme

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen sowie die Wärmebedarfsreduktion führen zu einer kontinuierlichen Reduktion des Endenergiebedarfs für Wärme (siehe Abbildung 23) Dabei wird ein Übergang von fossilen zu regenerativen Energieträgern angenommen. Der Endenergiebedarf sinkt durch fortschreitende Sanierungen. Die Anteile von Fern- und Nahwärme sowie Strom steigen. Fossile Energieträger werden bis 2040 vollständig durch erneuerbare Energien ersetzt. Während der jährliche Endenergiebedarf im Basisjahr noch 1396 GWh beträgt, reduziert er sich in den Stützjahren auf 1262 GWh (2025), 1063 GWh (2030) und 912 GWh (2035) bis er im Jahr 2040 noch 764 GWh beträgt[5].

[4] Hier dargestellt ist der am häufigsten vorkommende Energieträger je Gebäudeblock. In den dezentral versorgten Gebieten kann somit vereinzelt „Biomasse“ auftauchen, wenn für die Mehrzahl der Gebäude kein Potenzial für Luft- oder Erdwärmepumpen vorliegt.
[5] Der Endenergiebedarf beinhaltet hier nicht die Umweltwärme der dezentralen Wärmepumpen

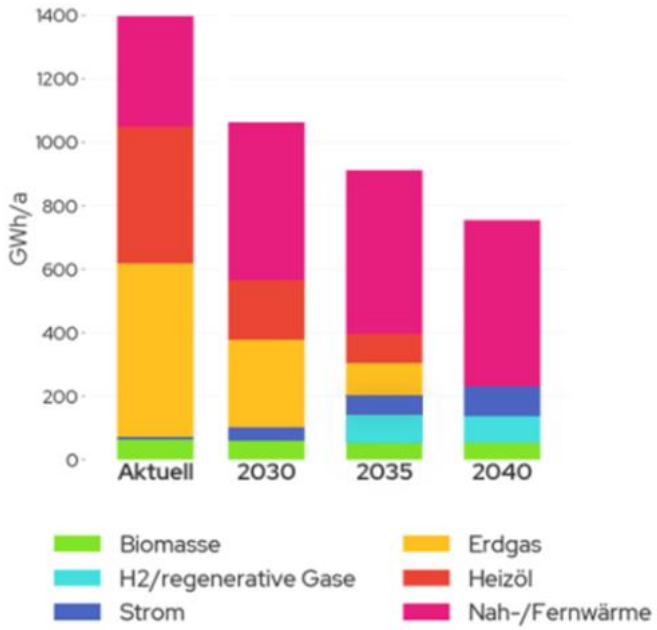


Abbildung 23: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf[6]

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde die Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger basierend auf dem Transformationsplan der ESTW sowie weiteren Annahmen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien getroffen. In Abbildung 24 sind die Anteile der Energieträger in der Fern- und Nahwärmeerzeugung im Jahr 2040 dargestellt. Im Zieljahr sollen Großwärmepumpen knapp 58 % der Wärme bereitstellen, während knapp 25 % aus der Abwärme eines Rechenzentrums stammen. Die Spitzenlastabdeckung erfolgt durch Direktstrom (9 %), Wasserstoff bzw. regenerative Gase (7 %) und Biomasse (1 %). Die Auswahl der Energieträger basiert teilweise auf bestehenden Transformationsplänen und berücksichtigt technische Eignung, Umweltverträglichkeit sowie Effizienz. Die Werte müssen in späteren Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen weiter verfeinert werden.

[6] In der Abbildung ist die Umweltwärme der dezentralen Wärmepumpen nicht dargestellt

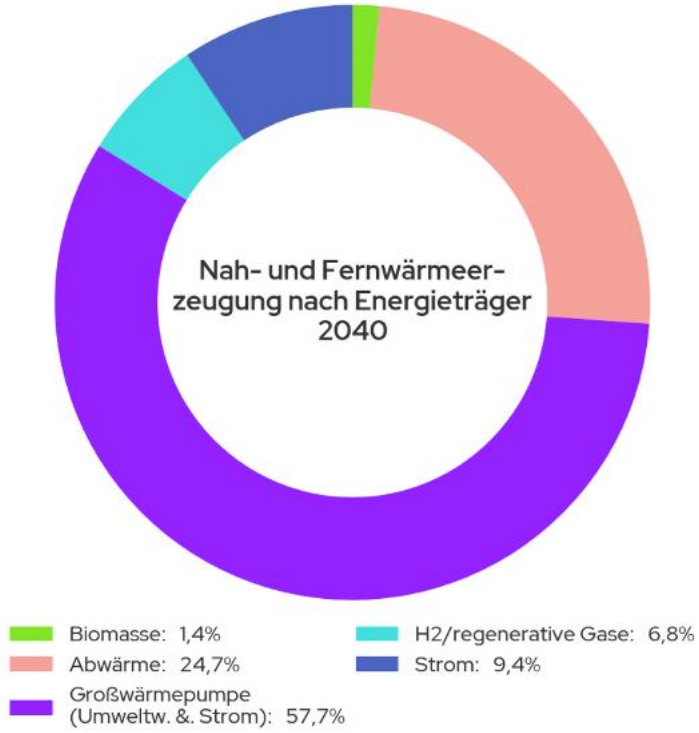


Abbildung 24: Nah- und Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

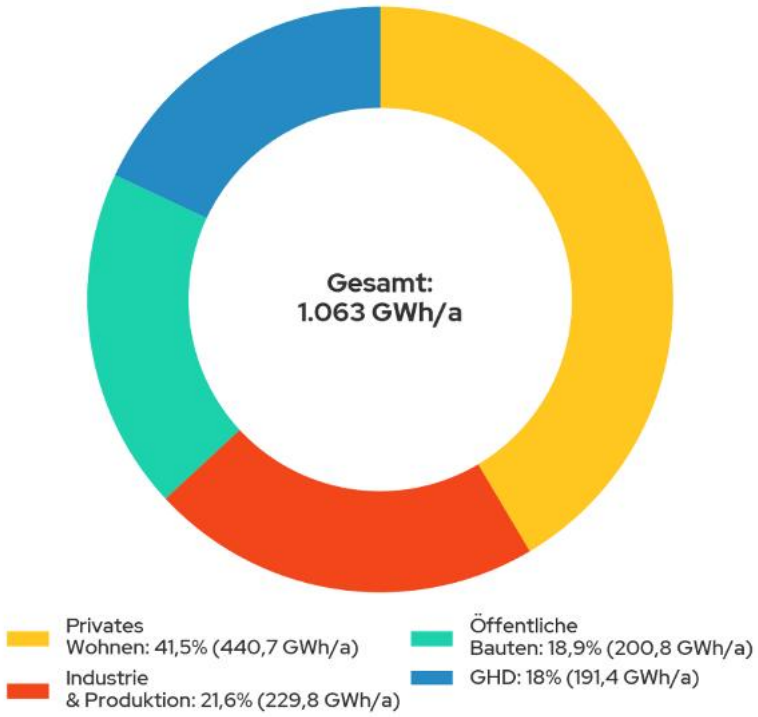


Abbildung 25: Endenergiebedarf nach Sektor im Zwischenjahr 2030

Die Abbildung 25 und Abbildung 26 zeigen den Endenergiebedarf nach Sektoren für die Zwischenjahre 2030 und 2035.
Im Jahr 2030 liegt der gesamte Endenergiebedarf bei 1.063 GWh/a. Der größte Anteil entfällt auf den privaten Wohnsektor mit 41,5 % (440,7 GWh/a). Es folgen Industrie & Produktion mit 21,6 % (229,8 GWh/a) sowie der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit 18,0 % (191,4 GWh/a). Öffentliche Bauten tragen mit 18,9 % (200,8 GWh/a) ebenfalls einen relevanten Anteil zum Gesamtbedarf bei.

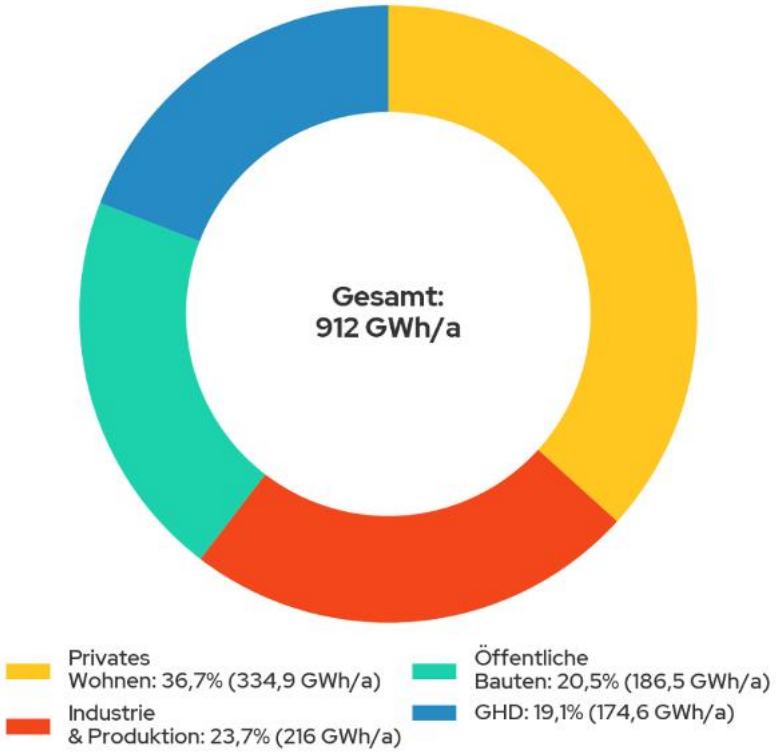


Abbildung 26: Endenergiebedarf nach Sektor im Zwischenjahr 2035

Im Jahr 2035 sinkt der Endenergiebedarf auf 912 GWh/a. Der private Wohnsektor bleibt mit 36,7 % (334,9 GWh/a) der größte Verbraucher. Dahinter folgen Industrie & Produktion mit 23,7 % (216 GWh/a), öffentliche Bauten mit 20,5 % (186,5 GWh/a) sowie der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit 19,1 % (174,6 GWh/a). Im Zieljahr 2040 beträgt der Endenergiebedarf 754 GWh/a, wobei 37,2 % (280,7 GWh/a) im Wohnsektor anfallen, 23,5 % (177,4 GWh/a) im Industriesektor, 18,9 % (142,8 GWh/a) im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen und 20,3 % (153,4 GWh/a) im öffentlichen Sektor.

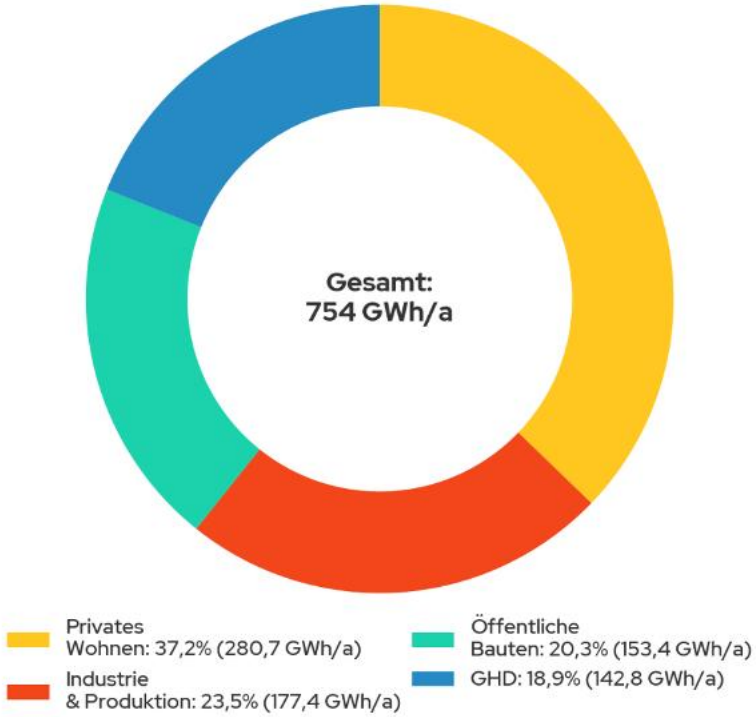


Abbildung 27: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2040

Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Ebenfalls führen die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 28).

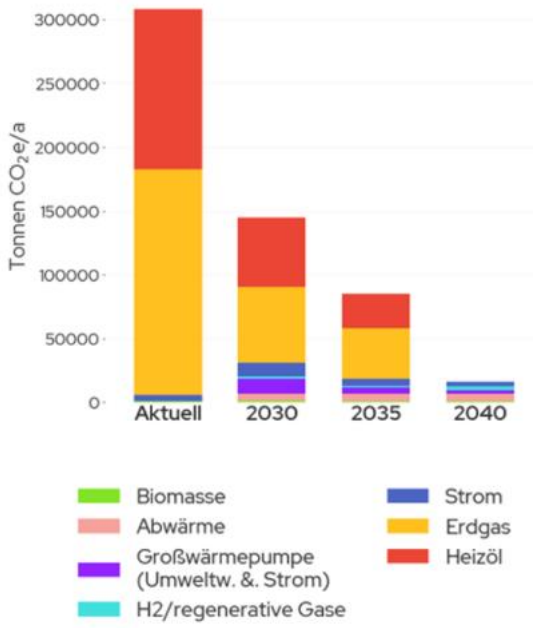


Abbildung 28: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf[7]

Im Vergleich zum Basisjahr ergibt sich eine Reduktion der jährlichen THG-Emissionen um etwa 95 % bis zum Zieljahr 2040 auf 16.300 tCO_2. Für die Zwischenjahre ergeben sich Reduktionen auf ca. 252.000 tCO_2(2025), 145.000 tCO_2(2030) und 85.000 tCO_2(2035). Die Restemissionen sind den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben Abbildung 29. Diese sind auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette zurückzuführen (zum Beispiel Fertigung und Installation).
Eine Reduktion auf 0 t CO_2e ist daher bei Anwendung der gewählten Bilanzierungsmethodik unter Berücksichtigung der Vorketten nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlichem Einsatz erneuerbarer Energieträger bis zum Zieljahr 2040 nicht möglich. Dennoch ist die Wärmeversorgung im Zielszenario dekarbonisiert.
Für die vorliegende Berechnung wurden die in Abbildung 29**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Emissionsfaktoren angenommen. Insbesondere im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der THG-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die THG-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

[7] Für die Bestimmung der THG-Emissionen wurde im Projekt eine sofortige Umstellung der Energieträger der Fernwärmerzeugung angenommen. Eine Umstellung wird voraussichtlich erst später geschehen. Die THG-Emissionen der Großwärmepumpen nehmen trotz Zubaus mit den Jahren ab, da sie von der THG-Intensität des Bundesstrommixes abhängen.

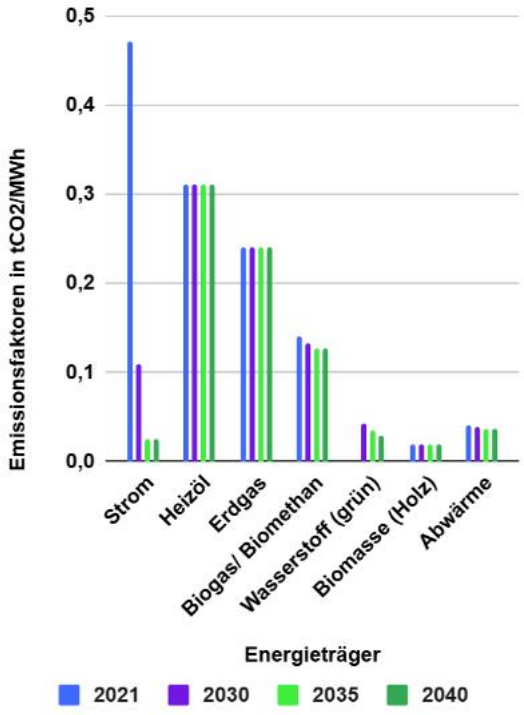


Abbildung 29: Emissionsfaktoren in t CO_2e/MWh (Quelle: KWW Halle, 2024)

6.2 Entwicklung im Stromsektor

Im Rahmen des Projekts wird untersucht, wie sich die Beheizungsstruktur in einer Gemeinde im Zuge der Energiewende wandelt. Dabei sind nicht nur die Auswirkungen auf die Wärmenetze von Bedeutung, sondern auch die Veränderungen im Stromnetz. Der Ausbau von Dach-Photovoltaikanlagen, die Zunahme von Elektromobilität sowie der Wandel hin zu Heizsystemen wie Wärmepumpen führen zu einer geänderten Struktur von Erzeugern und Verbrauchern im Stromnetz. Hierzu wurde eine Stromlastprognose durchgeführt:

Prognose der Stromnetzlasten

Zunächst wurde ermittelt, wie viele Wärmepumpen, PV-Anlagen, Batteriespeicher und Ladestationen in Zukunft installiert werden könnten. Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze helfen dabei, Regionen mit hoher Wärmepumpennutzung abzuschätzen. Zudem spielen sozioökonomische Faktoren wie Gebäudetyp, Alter, demografische Merkmale und Parkplatzverfügbarkeit eine Rolle bei der Einführung neuer Technologien. Ein Machine-Learning-Ansatz unterstützt die Prognose, wo Elektromobilität und andere Technologien besonders wahrscheinlich sind. Darüber hinaus wird simuliert, wie sich diese Technologien im Laufe der Zeit verbreiten. Soziale Effekte, wie die

Nachahmung innerhalb von Nachbarschaften, sowie technologische Synergien, beispielsweise zwischen PV-Anlagen und Wärmepumpen, werden dabei berücksichtigt.
Die Prognose der Stromnetzlasten zeigt eine voraussichtlich starke Zunahme der installierten Leistungen für Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen und Ladesäulen bis 2040. Abbildung 30 stellt die modellierte installierte Leistung für Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen und Ladesäulen da. Für Wärmepumpen der dezentralen Wärmeversorgung würde die installierte Leistung bis 2040 um bis zu 50 MW ansteigen (bis 2030 um 29 MW und bis 2035 um 42 MW). Für Dach-Photovoltaikanlagen würde sie bis 2040 um 280 MW ansteigen (bis 2030 um 168 MW und bis 2035 um 237 MW). Für Ladesäulen würde sie um 410 MW ansteigen (bis 2030 um 222 MW und bis 2035 um 337 MW).
Insgesamt wurde ein Anstieg der Last durch Ladesäulen und Wärmepumpen ohne Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren um etwa 460 MW bis 2040 berechnet. Die daraus resultierenden Lastspitzen müssen durch das Stromnetz und Speicher abgedeckt werden.
In der kartografischen Analyse konnte hergeleitet werden, dass der Zuwachs an installierter Leistung von Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen und Ladesäulen besonders stark in den Gebieten mit bereits hohem Strombedarf ausfällt. Das zeigt die große Herausforderung für die weitere Stromnetzplanung.

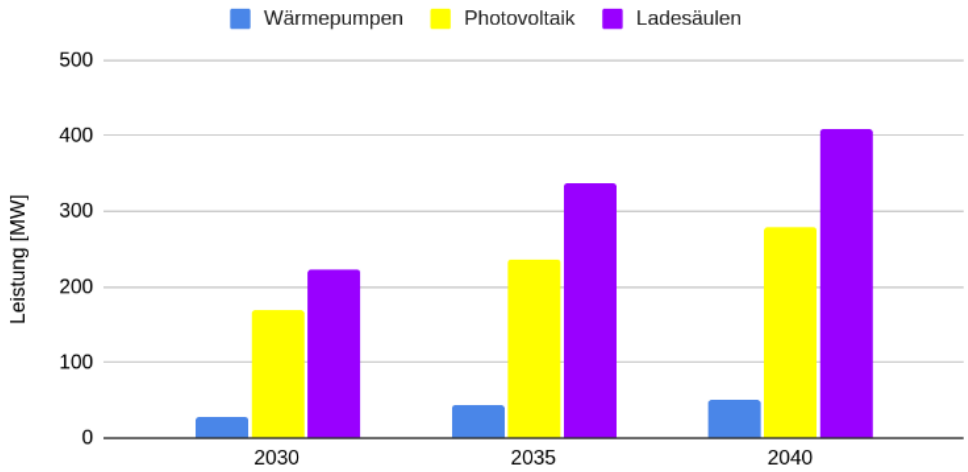


Abbildung 30: Erwartete zusätzliche installierte Leistungen [MW] im Stromnetz nach Technologien

Der Ausbau der Technologien führt bilanziell zu einem zusätzlichen Strombedarf, welcher in Abbildung 31 dargestellt ist. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser auf 235 GWh pro Jahr durch Ladesäulen und 96 GWh pro Jahr durch Wärmepumpen. Für das Zwischenjahr 2030 würde sich dieser für Ladesäulen auf 128 GWh pro Jahr und für Wärmepumpen auf 55 GWh pro Jahr erhöhen. Für 2035 würde sich ein Strombedarf von 194 GWh pro Jahr (Ladesäulen) und 81 GWh pro Jahr (Wärmepumpen) ergeben.

Die Dach-Photovoltaikanlagen könnten im Jahr 2040 rund 276 GWh Strom erzeugen. 2030 würde die Erzeugung 166 GWh und 2035 234 GWh Strom betragen.

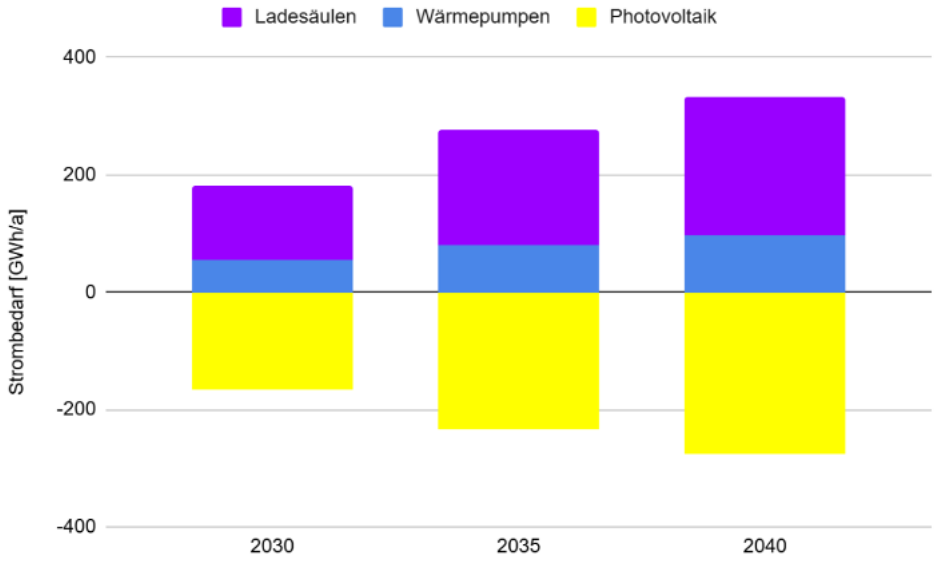


Abbildung 31: Erwarteter zusätzlicher Strombedarf/ - erzeugung [GWh/a] nach Technologien

Deckung des zukünftigen Strombedarfs

Basierend auf den Ergebnissen der Stromlastanalyse könnte der zukünftige Strombedarf im Jahr 2030 bei etwa 827 GWh/a liegen und bis 2040 auf rund 976 GWh/a ansteigen. Dieser muss klimaneutral gedeckt werden.

Etwa 276 GWh Strom würden dabei durch Dachflächen-PV gedeckt werden. Weitere 313 GWh Strom pro Jahr könnten durch Freiflächen-Photovoltaikanlagen erzeugt werden (max. 5 % Stadtfläche), was insgesamt 589 GWh erneuerbare Energie durch Photovoltaik entspricht. Der geplante Windpark Römerreuth könnten weitere 30 GWh beitragen, wodurch sich eine erneuerbare Stromproduktion von insgesamt 619 GWh pro Jahr ergibt.

Dennoch reicht diese Menge nicht aus, um den Gesamtbedarf zu decken, sodass zusätzlich 357 GWh pro Jahr durch den Import von erneuerbarem Strom erforderlich wären.

Strom aus Photovoltaik und Windenergie ist stark von Tages- und Jahreszeiten abhängig, was die Energieversorgung zu einer Herausforderung macht. Besonders die wachsende Nachfrage durch Elektromobilität und Wärmepumpen verstärkt diesen Druck. Gleichzeitig schwankt das Angebot erneuerbarer Energien, wodurch flexible Lösungen wie Batteriespeicher und Wasserstofftechnologien entscheidend werden, um Angebot und Nachfrage auszugleichen. Ebenso dient die Digitalisierung dem zeitlichen Zusammenbringen von Erzeugung und Verbrauch. Die Analyse betrachtet den Gesamtbedarf, ohne zwischen Sommer und Winter zu unterscheiden – dabei ist insbesondere im Winter eine gesicherte Stromversorgung besonders wichtig.

Aufgrund des hohen Strombedarfs und begrenzter Flächen für erneuerbare Energien wird auch der Stromimport notwendig sein. Neben dem Ausbau erneuerbarer Energien ist daher eine leistungsfähige Stromnetzinfrastruktur mit Speichern und intelligenten Steuerungslösungen zur Flexibilisierung unerlässlich.

6.3 Fazit Zielszenario der Wärmeplanung

Die Simulation des Zielszenarios zeigt, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2 % entwickelt. Allerdings liegt der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote aktuell bei lediglich 0,8 %. Für die erfolgreiche Gestaltung der Wärmewende ist eine Steigerung der Sanierungsquote auf das 2,5-fache des aktuellen Bundesdurchschnitts durch großflächige Sanierungen erforderlich.
Im betrachteten Szenario werden ca. 70 % der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Nah- und Fernwärmeversorgung vorangetrieben. Es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 alle Wärmenetze der erarbeiteten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für Wärmenetze umgesetzt und die angestrebte Sanierungssquote von 2 % erreicht worden sind.
Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors in Erlangen zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen in Erlangen erschlossen werden. Auch wenn diese erreicht wird, fallen aufgrund der Bilanzierungsmethodik unter Berücksichtigung von Vorketten im Jahr 2040 Restemissionen im Wärmesektor an. Diese betragen 16.302 t CO_2e/a.

7 Wärmeversorgungsgebiete mit Wärmeversorgungsarten

7.1 Identifizierung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ausweisung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für zentrale Versorgung durch Wärmenetze oder Wasserstoffnetze (auch voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze oder Eignungsgebiete genannt) und von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für dezentrale Versorgungen ist eine zentrale Aufgabe im Projekt. Sie dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen.



Abbildung 32: Vorgehen bei der Identifikation der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (in der Abbildung Eignungsgebiete genannt)

Wärmenetze sind eine effiziente Technologie, um große Gebiete mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Das gilt insbesondere durch die Verbindung von Stadtzentren mit Wärmequellen an den Stadträndern. Der Aufbau solcher Netze erfordert jedoch hohe Anfangsinvestitionen und einen erheblichen Planungs- und Bauaufwand. Daher ist die sorgfältige Auswahl geeigneter Gebiete entscheidend.
Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl ist die Wirtschaftlichkeit. Diese wird durch kosteneffiziente Wärmeerzeuger und hohe Wärmeabsätze pro Meter Leitungslänge bestimmt. Ein weiteres Kriterium ist die Realisierbarkeit. Diese hängt von Faktoren wie Tiefbaumöglichkeiten, Akzeptanz der Bewohner und Verfügbarkeit der Wärmequelle ab. Darüber hinaus ist die Versorgungssicherheit relevant, die durch zuverlässige Betreiber und minimierte Ausfallrisiken gewährleistet wird. Der Bericht unterscheidet zwischen drei Kategorien von Versorgungsgebieten:

- **Eignungsgebiete für Wärmenetzgebiete (voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze):** Gebiete, welche auf Basis der vorgegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze (Neu- oder Ausbau von Nahwärme oder Fernwärme) grundsätzlich geeignet sind.
- **Einzelversorgungsgebiete (voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für dezentrale Versorgung):** Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt dezentral im Einzelgebäude.
- **Gewerbegebiete**: Gebiete mit vielen Gewerbe- und Industriebetrieben mit einem potenziell hohem Prozesswärmebedarf. Das Hochdruck-Gasnetz läuft durch bzw. entlang dieser Gebiete.

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation dieser Gebiete, was in zwei Schritten erfolgte:

1. Vorauswahl: Auf der Basis von Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandener Ankergebäude, wie zum Beispiel kommunale Gebäude, wurden voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete automatisiert ermittelt. Auch existierende Wärmenetze wurden einbezogen sowie bereits bestehende Planungen der ESTW.
2. Lokale Restriktionen: In einem zweiten Schritt wurden diese Gebiete im Rahmen von Workshops mit Fachakteuren näher betrachtet. Bei der Konkretisierung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erscheinen.

Rechtswirkung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für Wärmenetze:
In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die vorgestellten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete zu prüfenden Wärmenetzausbau- und -neubaugebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. Für die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete sind weitergehende Einzeluntersuchungen auf Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit zwingend notwendig. Die flächenhafte Betrachtung im Rahmen des Projekts kann nur eine grobe, richtungsweisende Einschätzung liefern. In einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze von den Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden.
Für den erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG in der derzeit gültigen Fassung (Stand April 2025):
„Wird in einer Kommune eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum

Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet auf der Grundlage eines Wärmeplans schon vor 30. Juni 2026 bei Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern getroffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbaren Energien schon dann verbindlich. Der Wärmeplan allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss." (BMWK, 2024).

7.2 Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete

Das beplante Gebiet wird im Projekt in verschiedene Wärmeversorgungsgebiete mit voraussichtlichen Wärmeversorgungsarten unterteilt. Die Einteilung erfolgte mit dem Ziel einer „möglichst kosteneffizienten Wärmeversorgungsart des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte nach § 18 Absatz 3 WPG (Stützjahre 2030 und 2035), welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige Teilgebiet besonders eignet. Insbesondere fließen in die Einteilung folgende Faktoren ein:

- geringe Wärmegestehungskosten
- geringe Realisierungsrisiken
- hohes Maß an Versorgungssicherheit
- geringe kumulierte THG-Emissionen bis zum Zieljahr

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgte für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 als Stützjahr und für das Zieljahr 2040. Sie basiert auf den in Kapitel 7.1 beschriebenem Prozess und Erkenntnissen sowie den Steckbriefen in Kapitel 7.3 und 7.4.

7.2.1 Stützjahr 2030

Die in Kapitel 7.3 dargestellten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze werden im Zielszenario 2040 (Kapitel 6) für das Zieljahr 2040 berücksichtigt. Eine Teilmenge dieser Gebiete könnte bereits vorher erschlossen werden. Abbildung 33 stellt diese Gebiete dar. In einigen Fällen werden lediglich Teilbereiche der in Kapitel 7.3 erarbeiteten Eignungsgebiete einbezogen. Für die restlichen Versorgungsgebiete gilt bis zum Jahr 2030 voraussichtlich eine dezentrale bzw. konventionelle Versorgung. Die Auswahl der Wärmeversorgungsgebiete 2030 fand in Abstimmung mit der ESTW statt und beinhaltet, wie die Festlegung der Wärmeversorgungsgebiete 2040 für Wärmenetze, lediglich eine erste Einschätzung und keine verbindliche Planung.

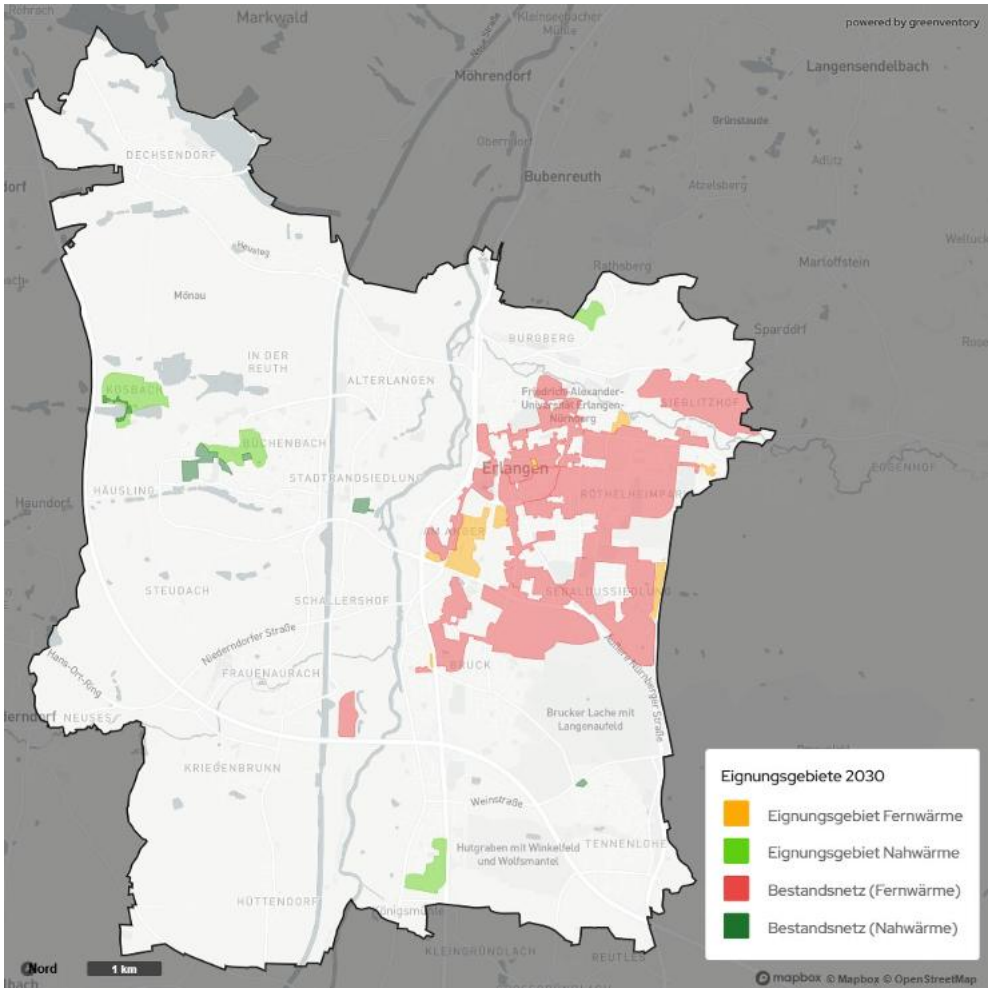


Abbildung 33: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Stützjahr 2030

7.2.2 Stützjahr 2035

Die in Kapitel 7.3 dargestellten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze werden im Zielszenario 2040 (Kapitel 6) für das Zieljahr 2040 berücksichtigt. Eine Teilmenge dieser Gebiete könnte bereits vorher erschlossen werden. Dies beinhaltet zum einen Eignungsgebiete für Wärmenetze, die bereits bis 2030 erschlossen werden und Eignungsgebiete, die bereits bis 2035 erschlossen werden könnten. Abbildung 34 stellt diese Gebiete dar. In einigen Fällen werden lediglich Teilbereiche der in Kapitel 7.3 erarbeiteten Eignungsgebiete einbezogen. Für die restlichen Versorgungsgebiete gilt bis zum Jahr 2035 voraussichtlich eine dezentrale bzw. konventionelle Versorgung. Die Auswahl der Wärmeversorgungsgebiete 2030 und 2035 fand in Abstimmung mit der ESTW statt und beinhaltet, wie die Festlegung der Wärmeversorgungsgebiete 2040 lediglich eine erste Einschätzung und keine verbindliche Planung.

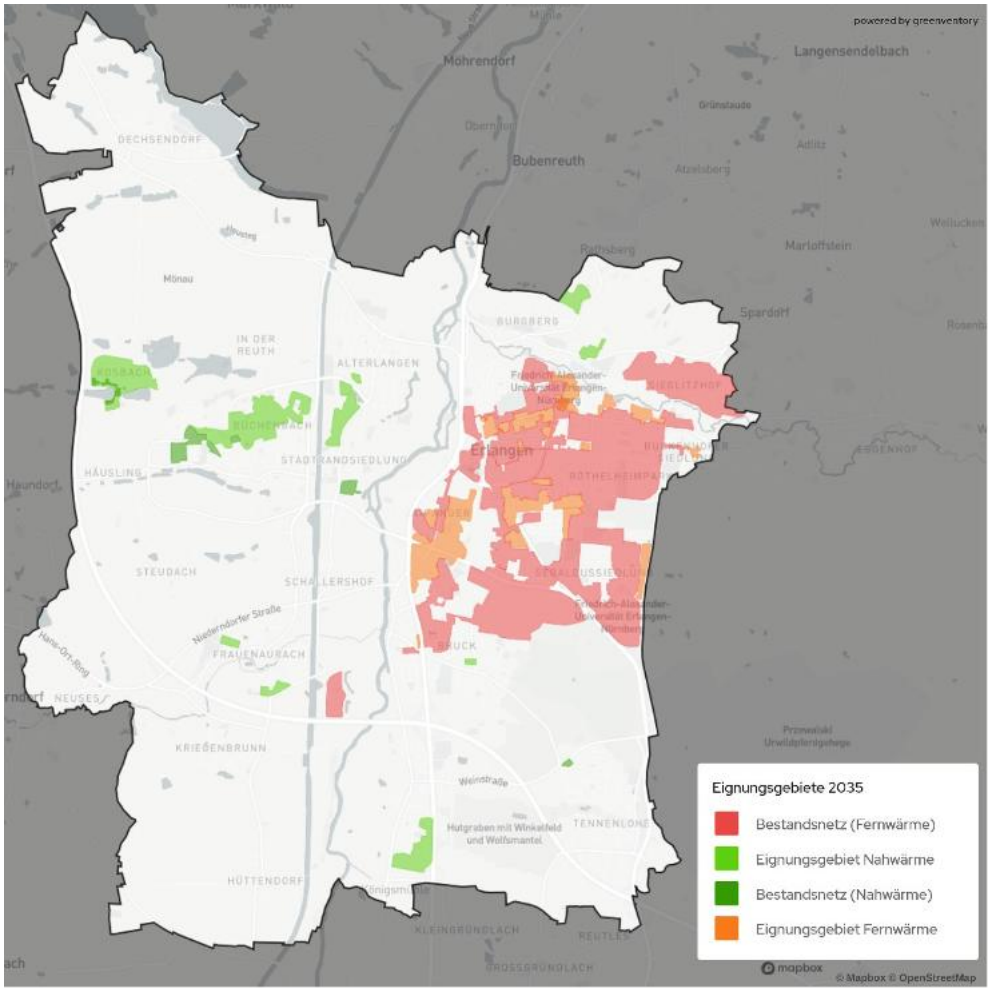


Abbildung 34: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Stützjahr 2035[8]

7.2.3 Zieljahr 2040

Die in Kapitel 7.3 dargestellten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze werden im Zielszenario 2040 (Kapitel 6) für das Zieljahr 2040 berücksichtigt. Abbildung 35 stellt die Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2040 dar. Die voraussichtlichen dezentral versorgten Gebiete sind hier auf Basis des Zielszenarios 2040 aufgeteilt in die Energieträger „Strom“ und „Biomasse“ basierend auf dem Modalem Wert im Gebäudeblock aufgeteilt.

[8] Alle nicht markierten Flächen sind in diesem Stützjahr dezentral bzw. konventionell versorgt.

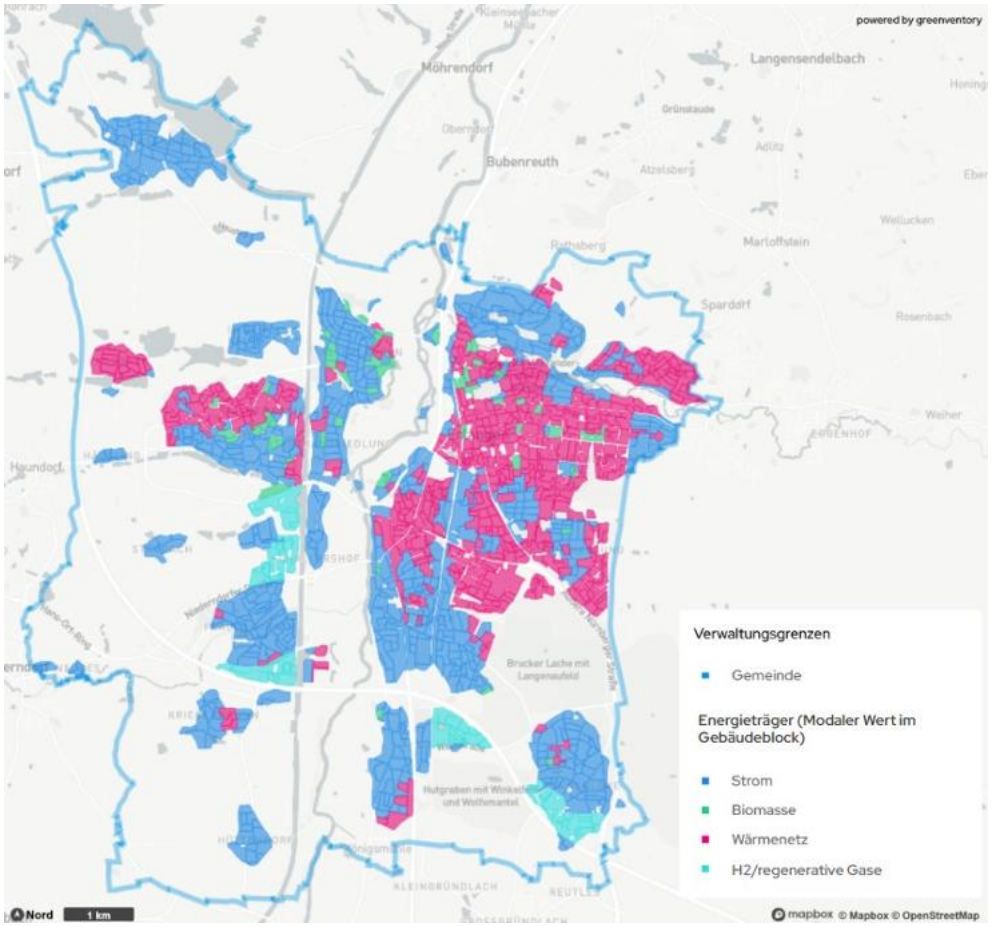


Abbildung 35: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2040

7.3 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze

In Erlangen wurden die in Abbildung 36 orange und hellgrün eingezeichneten Eignungsgebiete für Wärmenetze (voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze) identifiziert. In der Darstellung wird zwischen Eignungsgebieten für Fernwärme (Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz durch Nachverdichtung oder Erweiterung) und Eignungsgebieten für Nahwärme (Erweiterung bestehender oder Ausbau neuer Wärmenetze) unterschieden. Anpassungen der Wärmenetzeignungsgebiete (voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten für Wärmenetze) im Anschluss an die Wärmeplanung sind möglich. Sämtliche Gebiete, die als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wurden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen. Eine Ausnahme stellen dabei die vier Gewerbegebiete Tennenlohe, Weinstraße, Sylvaniastraße und „Am Hafen“ dar.

In diesen können, je nach Bedarf der Gewerbeunternehmen an Prozesswärme, sowohl Strom, regenerative Gase und dezentrale Wärmenetze für die Energieversorgung in Frage kommen. Dies gilt es nachfolgend weiter zu untersuchen (siehe Maßnahme „THG-neutrale Energieversorgungskonzepte in Gewerbegebieten“)

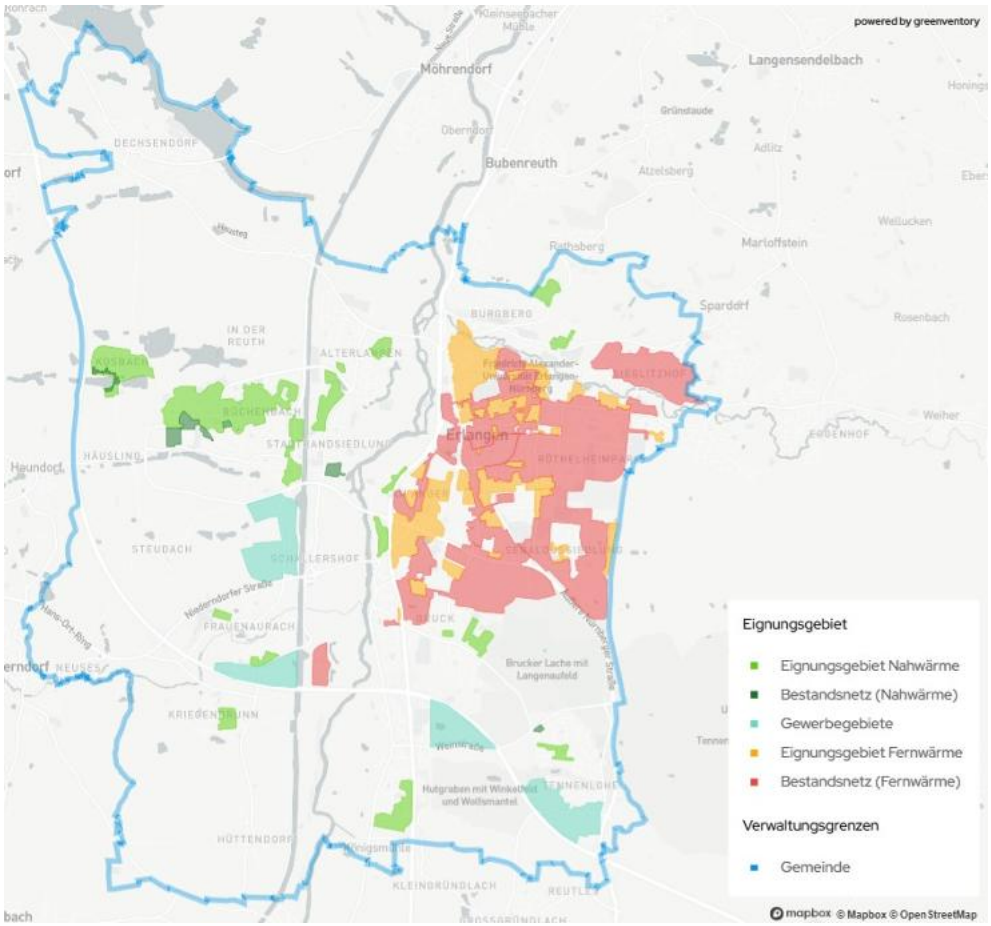
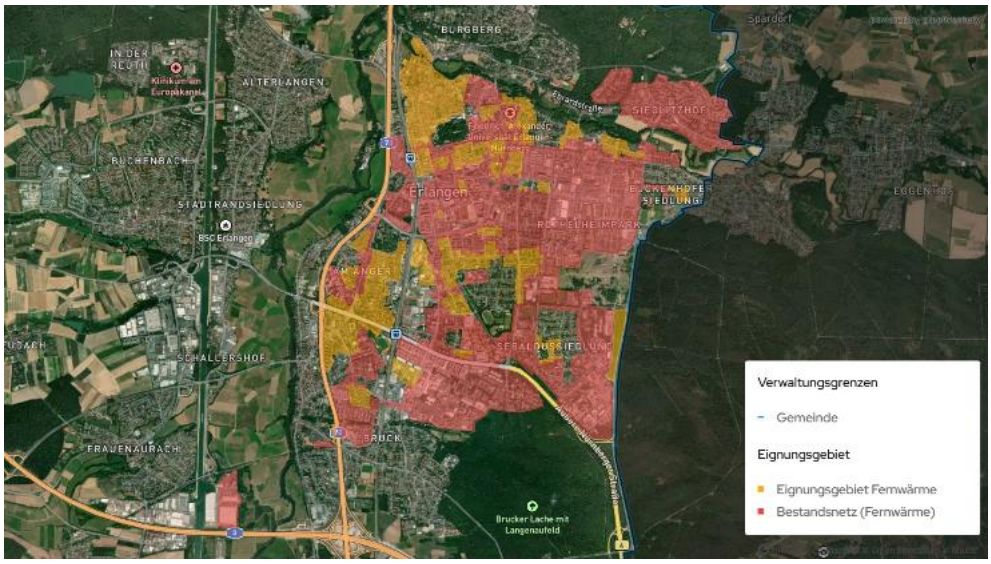


Abbildung 36: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze in Erlangen

7.3.1 Eignungsgebiet 1: Innenstadt



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	632 GWh/a[9]
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	437,5 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	6365
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	4 - 9 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Gebiet rund um das Bestandsfernwärmenetz der ESTW beinhaltet die Innenstadt sowie die angrenzenden Gebiete. Es zeichnet sich durch eine heterogene Gebäudestruktur und eine abwechslungsreiche Entwicklungsgeschichte aus. Die Gebäudealtersklassen sind in Clustern verteilt: Während sich im Norden und in der Altstadt vor allem Bauten aus der Zeit vor 1948 befinden, dominieren im Süden Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden. In den östlichen und westlichen Bereichen sind zudem teils Neubauten zu finden.

[9] Der nach der in Kapitel 4.1 beschriebenen Methodik ermittelte Fernwärmeverbrauch beträgt in Erlangen aktuell ca. 434 GWh/a.

	In der Altstadt spiegelt die Gebäudetypologie die vielseitige Nutzung der Altstadt wider. Es gibt eine hohe Dichte an gemischt genutzten Gebäuden. In den umliegenden Gebieten sind vorwiegend Wohngebäude, Gewerbebauten – insbesondere der Siemens AG und Einrichtungen der Universität zu finden. Ein Merkmal des Gebiets ist das große Sanierungspotenzial, vor allem bei Wohngebäuden. Bei älteren Bauten, insbesondere solchen unter Denkmalschutz, besteht ein erheblicher Modernisierungsbedarf. Gleichzeitig sind die Kapazitäten der Fernwärmeversorgung begrenzt, was die Netzerweiterung zusätzlich herausfordert. Ankerkunden in diesem Gebiet sind unter anderem die Universität, Siemens und einzelne Gewerbebetriebe.
Nutzbare Potenziale:	Großwärmepumpen auf Basis von Luft-, Fluss- oder Erdwärme. Sofern vorhanden, können zur Spitzenlastbereitstellung Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis der Energieträger Wasserstoff, Biomethan oder Biogas genutzt werden (insbesondere im Heizkraftwerk der ESTW). Hierbei ist die Konkurrenz mit dem Bedarf der Industrie zur Prozesswärmeerzeugung auf einem höheren Temperaturniveau zu beachten. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	1, 5

7.3.2 Eignungsgebiet 2: Büchenbach



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	48,1 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	28,6 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	1312
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	9 - 14 ct/kWh
Ausgangssituation	Das Eignungsgebiet besteht aus zwei Teilgebieten und befindet sich im nördlichen und östlichen Teil Büchenbachs. Der Gebäudebestand in den Teilgebieten besteht aus verschiedenen homogenen Clustern. In Büchenbach West existieren primär neuere Gebäude und Neubauten, während der östliche Teil des Eignungsgebiets aus Wohngebäuden mit Baujahren vor 1978 besteht. Diese Gebäude weisen ein großes Sanierungspotenzial auf, insbesondere im Hinblick auf energetische Modernisierungen. Im westlichen Teil des Gebiets existieren bereits fünf Nahwärmenetze, die eine zentrale Infrastruktur für die Wärmeversorgung darstellen.

	Zu den Ankerkunden gehören Schulen und größere Wohngebäude.
Nutzbare Potenziale:	Technische Potenziale sind insbesondere Großwärmepumpen auf Basis von Luft- oder Erdwärme. Weiterhin ist die Nutzung von Solarthermie-Feldern auf Freiflächen nördlich, westlich oder südlich des Gebiets denkbar. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	2, 3, 5

7.3.3 Eignungsgebiet 3: „Alterlangen - Dompfaffstraße“



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	9,1 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	6 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	88
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	8 - 13 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet mit zwei Teilgebieten befindet sich im westlichen Teil Alterlangens entlang der Dompfaffstraße. Es ist begrenzt durch die Schallershofer Straße im Osten. Im Norden ist es durch den Kosbacher Damm begrenzt. Das zweite Teilgebiet besteht aus einigen Mehrfamilienhäuser an der Steinforststraße und der Falkenstraße. Die Gebäude in beiden Teilgebieten sind überwiegend Wohngebäude mit Baujahr vor 1978. Weiterhin sind drei Schulen Teil des Gebiets, welche mögliche Ankerkunden sein könnten. Bei den Wohngebäuden handelt es sich größtenteils um Mehrfamilienhäuser.

	Insgesamt liegt ein signifikantes Sanierungspotenzial vor.
Nutzbare Potenziale:	Technische Potenziale sind oberflächennahe Geothermie im Gebiet südlich des Kosbacher Damms, (Sonden, Kollektoren) oder Luft-Großwärmepumpen.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.4 Eignungsgebiet 4: Alterlangen – Sankt Johann



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	2,7 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,4 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	165
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	7 - 13 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet befindet sich im nordöstlichen Teil Alterlangens und grenzt an Sankt Johann im Osten an Felder und im Südwesten an die Straße Erlenfeld. Das Eignungsgebiet zeichnet sich durch einen Gebäudebestand aus, der überwiegend aus Wohngebäuden besteht, die vor 1978 errichtet wurden und aktuell an das Gasnetz angeschlossen sind. Diese Gebäude bieten ein großes Sanierungspotenzial. Direkt nördlich am Gebiet befindet sich zudem ein möglicher Ankerkunde.
Nutzbare Potenziale:	Aufgrund der teilweisen Lage im Wasserschutzgebiet und der dichten Bebauung sind die Potenziale in diesem Eignungsgebiet begrenzt. Möglich wären Groß-

	Wärmepumpen beispielsweise am Parkhaus Sankt Johann.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

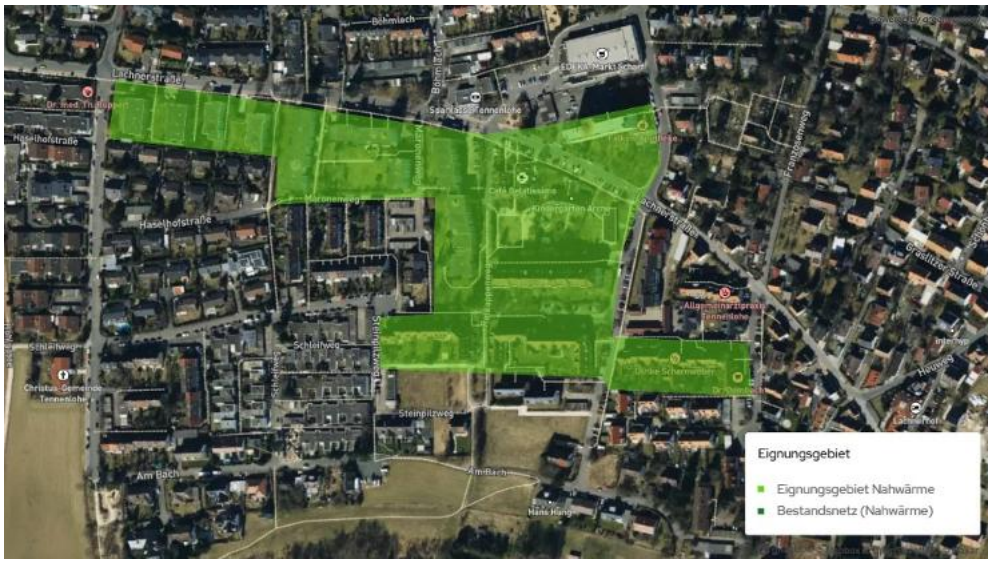
7.3.5 Eignungsgebiet 5: Frauenaurach



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	2,9 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	2,7 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	37
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	5 - 14 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet setzt sich aus zwei Teilgebieten zusammen. Das Teilgebiet im Norden besteht aus größeren Mehrfamilienhäusern zwischen Karl-May-Straße und Weiherstraße. Das im Süden Frauenaurachs liegende Teilgebiet grenzt südlich an die Sylvaniastraße, die Willi-Grasser-Straße und das Gewerbegebiet. Es beinhaltet die größeren Mehrfamilienhäuser in der Voltastraße und die Grundschule Frauenaurach. Der Gebäudebestand in den beiden Teilgebieten besteht überwiegend aus vor 1978 und in den 1980er-Jahren errichteten Wohngebäuden. Diese

	Gebäude bieten ein großes Sanierungspotenzial, insbesondere im Hinblick auf energetische Modernisierungen. Ein möglicher Ankerkunde im Gebiet ist die Grundschule Frauenaurach.
Nutzbare Potenziale:	Rund um das Gebiet sind sowohl Großwärmepumpen auf Basis von Luft- oder Erdwärme als auch Solarthermie-Freiflächen westlich des Gebiets denkbar.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.6 Eignungsgebiet 6: Tennenlohe



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	3,2 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	2,2 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	39
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	9 - 14 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Gebiet beinhaltet die größeren Mehrfamilienhäuser südlich des Supermarktes und der Lachnerstraße. Es besteht überwiegend aus Gebäuden, die vor 1986 gebaut wurden. Insgesamt ist im Gebiet ein sehr hohes Sanierungspotenzial vorhanden. Nordwestlich des Gebiets befindet sich zudem ein kleines Nahwärmenetz.
Nutzbare Potenziale:	In Tennenlohe liegen Potenziale zur Nutzung von Großwärmepumpen auf Basis von Luft- oder Erdwärme vor. Insbesondere westlich des Gebiets könnten Freiflächen gegebenenfalls hierzu und auch für Solarthermie genutzt werden.

Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.7 Eignungsgebiet 7: Bruck



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	10,3 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	6,3 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	73
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	9 - 13 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet besteht aus zwei Teilgebieten, welche beide im südöstlichen Teil Brucks sind. Das westliche Teilgebiet beinhaltet die Mehrfamilienhäuser zwischen der Eulerstraße, Helmholtzstraße, Bunsenstraße und dem Eggenreuther Weg. Das östliche Teilgebiet beinhaltet das Gebiet rund um das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). Es beinhaltet die Gebäude zwischen dem LGL und der Gutenbergstraße sowie Gebäude an der Zeißstraße nördlich der Gutenbergstraße. Die Eignungsgebiete bestehen überwiegend aus Wohngebäuden, die vor 1978 gebaut wurden. Diese

	sind primär Mehrfamilienhäuser. Im Gebiet liegt ein sehr großes Sanierungspotenzial vor. Das LGL kann neben der anliegenden Grundschule ein Ankerkunde sein. Im Gebiet befindet sich bereits eine Heizzentrale zur Versorgung mehrerer Gebäude.
Nutzbare Potenziale:	Mögliche Standorte für große Luftwärmepumpen können sich direkt auf dem Gelände des LGL befinden. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	2, 3, 5

7.3.8 Eignungsgebiet 8: Burgberg Nord



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	12,5 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	9,9 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	16
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	4 - 9 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet beinhaltet das Waldkrankenhaus und umliegende Gebäude, wie die Berufsfachschule am Waldkrankenhaus und das Wohnstift Rathsberg. Insbesondere das Krankenhaus hat einen sehr hohen Wärmebedarf und eignet sich als Ankerkunde gemeinsam mit den anliegenden Gebäuden.
Nutzbare Potenziale:	Aufgrund der Lage im Wald sind die Potenziale rund um das Gebiet begrenzt. Insbesondere die Nutzung von oberflächennaher Geothermie (Sonden und Kollektoren) sollte neben Groß-Luftwärmepumpen untersucht werden.

Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.9 Eignungsgebiet 9: Adalbert-Stifter-Straße



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	1,3 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	0,85 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	28
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	12 - 16 ct/kWh[10]
Ausgangssituation:	Das Gebiet beinhaltet Gebäude entlang der Adalbert-Stifter-Straße nördlich der Spardorferstraße und östlich der Atzelsberger Steige. Der Gebäudebestand im Gebiet ist homogen verteilt. Überwiegend besteht das Gebiet aus Wohngebäuden der Baualtersklasse 1949 bis 1978.
Nutzbare Potenziale:	Aufgrund der Lage am Wald und in der Siedlung sind die Potenziale rund um das Gebiet begrenzt. Insbesondere die Nutzung von oberflächennaher Geothermie (Sonden und Kollektoren) sollte neben

[10] Da bereits ein Wärmenetz vorhanden ist können die Vollkosten ggf. geringer sein, wenn kein Neubau von Leitungen notwendig ist.

	Groß-Luftwärmepumpen untersucht werden. Mögliche Standorte können an den angrenzenden Sportplätzen sein.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.10 Eignungsgebiet 10: Kosbach



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	10,6 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	9,2 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	348
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	10 - 14 ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet Kosbach besteht primär aus Wohngebäuden und landwirtschaftlichen Betrieben. Neben einigen Neubauten wurden die meisten Gebäude zwischen 1948 und 1978 errichtet. In Kosbach befindet sich bereits ein mit Biogas betriebenes Nahwärmenetz. Dieses versorgt einige Straßenzüge. Die meisten Gebäude werden aktuell dezentral über Heizöl oder Biomasse beheizt. Eine Erweiterung des Nahwärmenetzes wäre daher denkbar und sollte geprüft werden.
Nutzbare Potenziale:	Neben dem Biogas können auch Großwärmepumpen auf Basis von Luft-, See- oder Erdwärme sowie

	Freiflächen-Solarthermie genutzt werden. Ackerflächen könnten zum Beispiel auch für große Sonden oder Erdwärmekollektorfelder genutzt werden. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	2, 5

7.3.11 Eignungsgebiet 11: Eltersdorf



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	6,4 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	4,7 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	271
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	7 - 11 ct/kWh
Ausgangssituation:	In dem südlichen Gebiet von Eltersdorf liegen viele Reihenhäuser aus den Baualtersklassen zwischen 1949 und 1983. Das Gebiet beinhaltet die Reihenhäuser entlang der Egidienstraße, Volckamerstraße und des Rieterwegs. Es wird östlich durch die Autobahn A73 begrenzt und südlich durch das anliegende Gewerbe. Wie in den meisten Teilen Erlangens ist das Sanierungspotenzial sehr hoch. Neben Wohngebäuden befindet sich auch verarbeitendes Gewerbe im Süden des Gebiets. Die Gebäude werden aktuell größtenteils dezentral über Heizöl und teils Biomasse beheizt.

Nutzbare Potenziale:	Technische Potenziale sind Erdwärmesonden und -kollektoren im südöstlichen Teil des Gebiets (teils mit PV bereits erschlossen) sowie Freiflächen zur Nutzung von Solarthermie östlich der Autobahn. Die Machbarkeit der Querung der Autobahn sollte dabei untersucht werden.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.3.12 Eignungsgebiet 12: Kriegenbrunn



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	2,2 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	1,2 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	164
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	14 - 18ct/kWh
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet beinhaltet die Gebäude zwischen Londoner Straße, Budapester Straße und Wienerstraße. Es besteht aus Wohngebäuden. Diese sind hauptsächlich Reihenhäuser und Ein-/Zweifamilienhäuser und wurden in den 1990er Jahren gebaut. Größtenteils sind die Gebäude an das Gasnetz angeschlossen.
Nutzbare Potenziale:	Mögliche Potenziale sind Großwärmepumpen auf Basis von Luft- oder Erdwärme sowie Solarthermie-Freiflächen rund um Kriegenbrunn.
Verknüpfte	3, 5

Maßnahmen:

7.3.13 Eignungsgebiet 13: Pommernstraße & Dresdnerstraße



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	4,1 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	2,4 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	77
Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung:	7 - 12 ct/kWh
Ausgangssituation:	Im Teilgebiet Pommernstraße befinden sich zahlreiche Mehrfamilienhäuser mit einem hohem Sanierungspotenzial. Im Teilgebiet rund um die Dresdner Straße befinden sich zahlreiche Reihenhäuser sowie einige Gewerbebetriebe mit teils hohem Wärmebedarf. Die Gebäude wurden hauptsächlich zwischen 1949 und 1978 erbaut, wobei im Norden des Gebiets rund um die Schwabenstraße (Teilgebiet Pommernstraße) sich auch einige neuere Bauten befinden. Ein Anschluss an das Fernwärmenetz ist durch die erforderliche Querung der Autobahn A73 technisch aufwendig und mit höheren Kosten verbunden.

Nutzbare Potenziale:	Groß-Wärmepumpen auf Basis von Luft- oder Erdwärme könnten für ein Nahwärmenetz genutzt werden. Alternativ könnte auch die Nutzung der Wärme aus der Regnitz denkbar sein.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

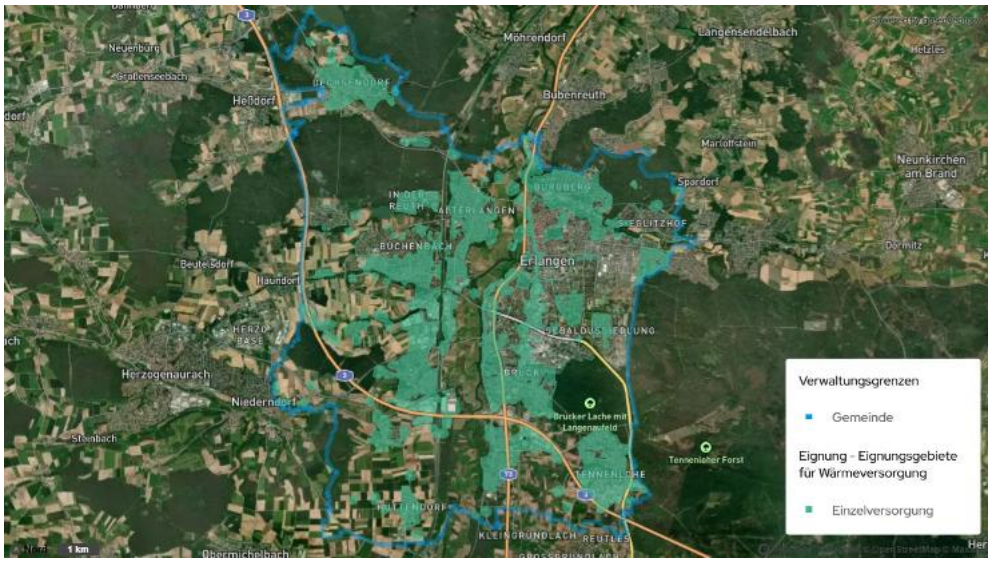
7.3.14 Eignungsgebiet 14: Gewerbegebiete



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	105,8 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	85,28 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	344
Ausgangssituation:	In den vier Gewerbegebieten Tennenlohe, Weinstraße, Sylvaniastraße und „Am Hafen“ befinden sich überwiegend Gewerbe- und Industriebetriebe. Zudem verläuft das Gashochdrucknetz durch bzw. entlang dieser Gebiete. Diese Betriebe weisen hohe Wärmebedarfe auf, wobei vereinzelt auch Betriebe mit sehr hohen Temperaturniveaus vertreten sind. Für die Wärmeversorgung müssen unterschiedliche Konzepte untersucht werden, um den unterschiedlichen Anforderungen der Betriebe gerecht zu werden.
Nutzbare Potenziale:	Grundsätzlich liegen zahlreiche Potenziale zur Wärmeerzeugung für Wärmenetze in allen Gewerbegebieten vor. Neben Dachflächen oder größeren

	Freiflächen in den Gewerbegebieten selbst, könnten auch benachbarte Freiflächen zur Aufstellung von Groß-Wärmepumpen auf Luft- oder Erdwärmebasis oder Solarthermie genutzt werden. Aufgrund der Lage kommen auch regenerative Gase wie zum Beispiel Wasserstoff zur Bereitstellung von Prozesswärme infrage.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 5

7.4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete mit dezentraler Versorgung



Aktueller Wärmebedarf (Stand 2022)	392 GWh/a[11]
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	300 GWh/a
Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	14199
Geschätzte Vollkosten dezentrale Versorgung:	14 - 18 ct/kWh
Beschreibung	Alle Gebäude, welche sich nicht in Eignungsgebieten für Wärmenetze oder den in Eignungsgebiet 14 genannten Gewerbegebieten befinden, sind Teil von Einzelversorgungsgebieten. In der obigen Abbildung sind die Gewerbegebiete dennoch auch als

[11] Der aktuelle & zukünftige Wärmebedarf sowie die Gebäudeanzahl bezieht sich ausschließlich auf die Gebäude, welche nicht bereits in den Eignungsgebieten 1-14 aufgelistet sind. Die Gewerbegebiete sind somit hier nicht enthalten, um Dopplungen zu vermeiden.

	einzelversorgt dargestellt, da auch hier eine Einzelversorgung denkbar ist. Diese restlichen Gebiete werden aufgrund ihrer Bebauung und ihrer Wärmebedarfsdichte zukünftig voraussichtlich dezentral beheizt. Primär werden somit Luft- und Erdwärmepumpen zum Einsatz kommen, vereinzelt ergänzt durch Biomasse-Pelletheizungen.
Verknüpfte Maßnahmen:	10

8 Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In den vorangegangenen Kapiteln des Berichts wurden die wesentlichen Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung ermittelt, geeignete Gebiete für Wärmenetze identifiziert und quantifiziert. Auf Grundlage dieser Analysen wurden im Rahmen der Beteiligung der Fachakteure konkrete Maßnahmen entwickelt, deren Umsetzung für das Erreichen des Zielszenarios erforderlich sind. Diese Maßnahmen, sollen gemäß § 20 WPG den Einsatz ausschließlich erneuerbarer Energieträger bis zum Zieljahr gewährleisten. Sie umfassen sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer CO_2-Einsparung als auch „weiche“, wie die Öffentlichkeitsarbeit.
Für die Auswahl der Maßnahmen wurden die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie das Fachwissen der beteiligten Akteure und der Expertise der Stadtverwaltung genutzt. Daraus resultierten 12 zielführende Maßnahmen, die in Workshops weiterentwickelt wurden. Jede Maßnahme wird mit geografischer Zuordnung und den wichtigsten Kennzahlen dargestellt, wobei das CO_2-Einsparpotenzial anhand des KWW Halle Technikkatalogs berechnet wurde.

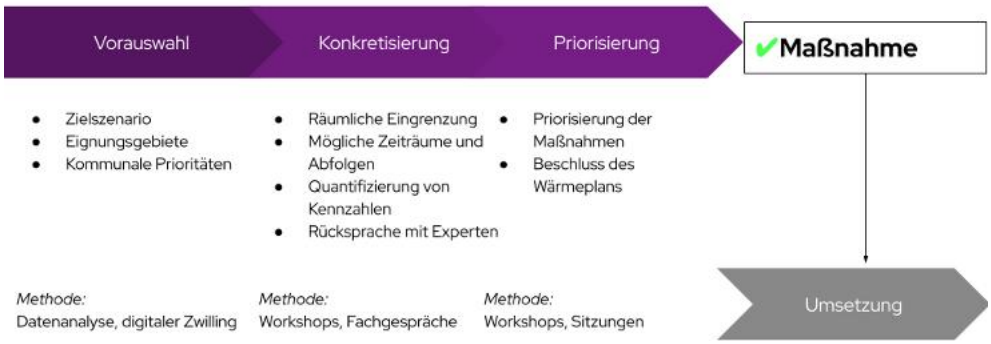


Abbildung 37: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

8.1 Erarbeitete Maßnahmen in Erlangen

1. Transformationsplan Fernwärmenetz ESTW: Ausarbeitung eines Plans zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung des Fernwärmenetzes, inklusive möglicher Temperaturabsenkung, Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
2. Transformationspläne Nahwärmenetze: Ausarbeitung von Plänen zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung der Nahwärmenetze, inklusive Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
3. Machbarkeitsstudie in allen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze: Evaluierung der Machbarkeit für den Neubau von Wärmenetzen oder Anschluss an das bestehende Netz, Fokus auf technische und ökonomische Machbarkeit.
4. Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen: Bewertung und Ausweisung potenzieller Gebiete zur Sicherstellung einer wirtschaftlichen Wärmeversorgung mit hohen Anschlussquoten.
5. Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien: Identifikation und Sicherung geeigneter Flächen für klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung.
6. Treibhausgasneutrale Wärmeversorgungskonzepte in Gewerbegebieten: Prüfung der Eignung unterschiedlicher Technologien und ggf. Bau von Infrastruktur.
7. Zukunftsplan Gasnetz: Untersuchung der Eignung zur Umstellung auf regenerative Gase von Gasnetzabschnitten, Prüfung der Stilllegung von Teilen des Gasnetzes, Fortführung des Gasnetztransformationsplans der ESTW.
8. Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes in Erwartung steigender Einspeisungen sowie Lasten durch die Effekte der Sektorenkopplung, zum Beispiel durch den flächendeckenden Einsatz von Wärmepumpen in dezentral versorgten Gebieten und einer Grundannahme zur Deckung der Ladeinfrastruktur.
9. Energetische/integrierte Quartierskonzepte
10. Intensivierung der Bewerbung bestehender Energieberatungsangebote : unter anderem durch kostenlose Energieberatungen der Stadt und ESTW.
11. Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude: Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV.
12. Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude: Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV.

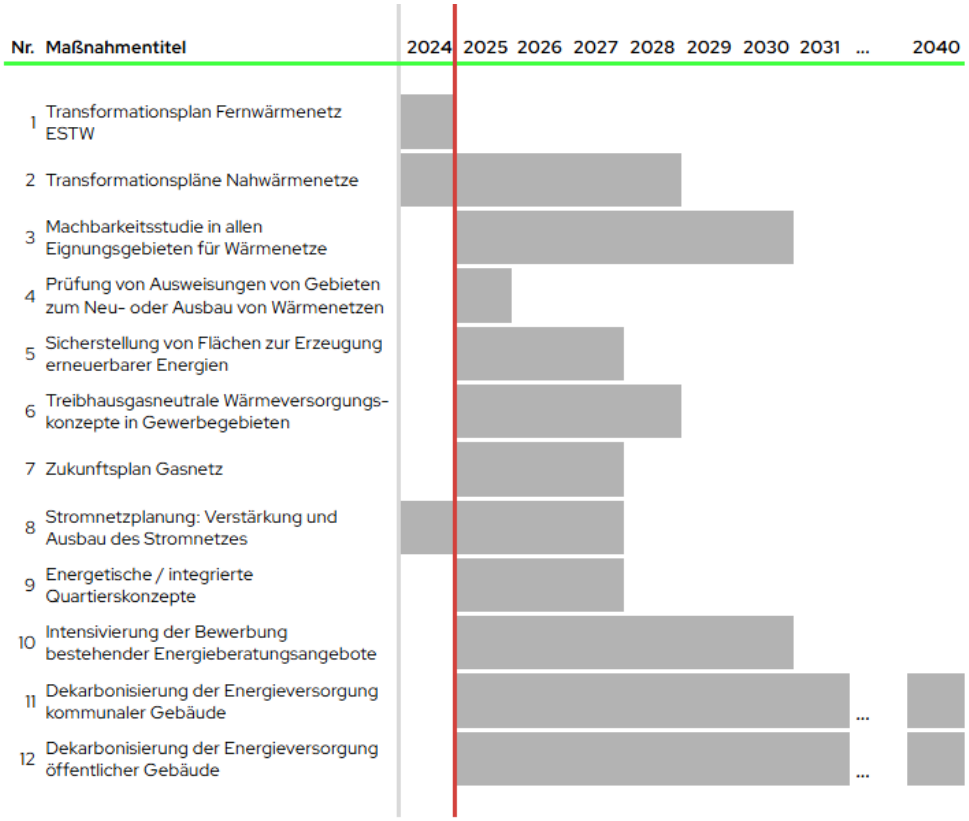
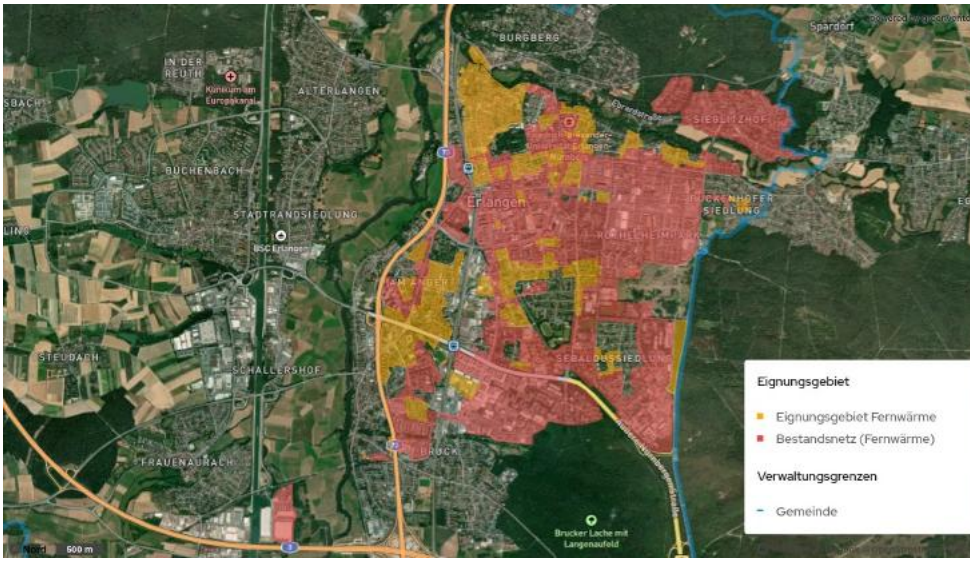


Abbildung 38: Maßnahmen Zeitstrahl (Hinweis: Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt im Rahmen der personellen Möglichkeiten)

8.1.1 Maßnahme 1: Transformationsplan Fernwärmenetz ESTW



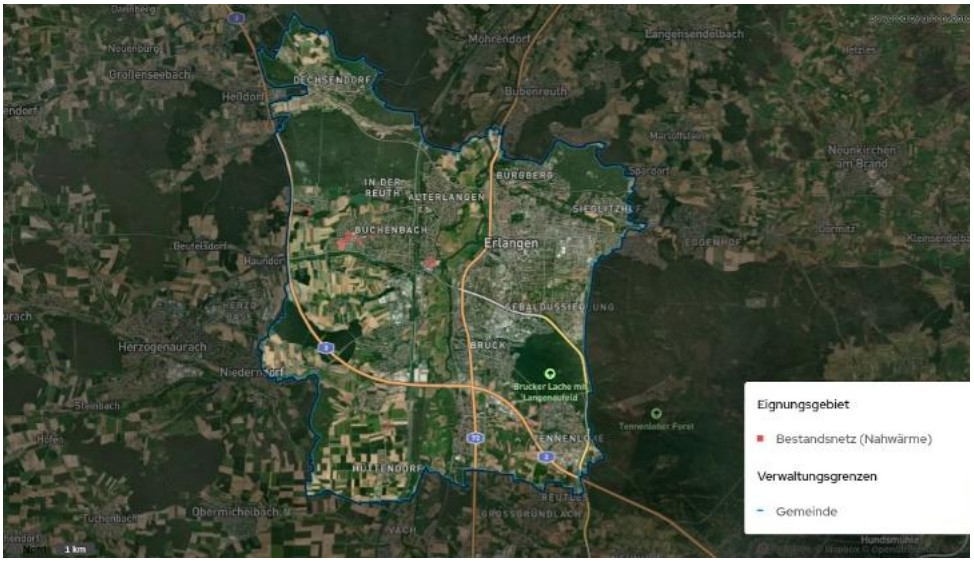
Maßnahme Typ Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung Ziel der Maßnahme ist die Ausarbeitung eines Plans zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung des Fernwärmenetzes, inklusive möglicher Temperaturabsenkung, Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien für das Fernwärme-Bestandsnetz der ESTW.
Der jährliche Gesamtwärmebedarf im Gebiet wird für das Jahr 2040 auf etwa 437,5 GWh geschätzt.
Das Fernwärmenetz wird derzeit vor allem durch das erdgasbetriebene Heizkraftwerk in der Äußeren Brucker Straße versorgt, mit einer Netztemperatur von über 100 °C. Rund 55 % der Gebäude im Fernwärme-Versorgungsgebiet sind bereits angeschlossen. Im Gebiet rund um das Bestandsnetz ist der Gebäudebestand heterogen. In der Altstadt dominieren ältere Bauten (vor 1919 und 1948), im Süden vor 1978 errichtete Gebäude, während östliche und westliche Bereiche neuere Bauten aufweisen. Die Innenstadt zeichnet sich durch eine Mischung aus Wohn- und Gewerbenutzung aus, außerhalb dominieren Wohngebäude und Gewerbeflächen wie der Siemens-Campus und Einrichtungen der Universität.
Viele ältere Wohngebäude bieten ein großes Potenzial für energetische Sanierungen, wobei denkmalgeschützte Altbauten besondere Herausforderungen darstellen.
Aufgrund des bestehenden Gebäudebestands, des hohen Wärmebedarfs in den Straßenabschnitten und der

	vorhandenen Infrastruktur bietet sich eine Nachverdichtung und Erweiterung des Fernwärmenetzes an. Der Transformationsplan zeigt, wie die Nachverdichtung und die Netzerweiterung schrittweise umgesetzt werden können. Er zeigt weiterhin, wie erneuerbare Energien genutzt werden können, zum Beispiel durch den Einsatz einer Flusswärmepumpe für die Grundversorgung oder regenerativer Gase wie zum Beispiel Wasserstoff für die Abdeckung der Spitzenlast.
Verantwortlicher Akteur	ESTW (als Kostenträger)
Flächen / Ort	Fernwärme-Erzeugung, Bestandsnetz und Fernwärme-Eignungsgebiete in Erlangen
Kostenschätzung	• Kosten Transformationsplan: 200.000 €, Je nach Abdeckung der HOAI12-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten • Umsetzungskosten: voraussichtlich im dreistelligen Millionenbereich durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen (voraussichtliche Veröffentlichung des Transformationsplans).
Finanzierungsmöglichkeiten	• BEW-Förderung des Transformationsplans bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025). • BEW-Förderung der baulichen Umsetzung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich (Stand: Januar 2025).
Erzielbare THG-Einsparung	Durch Umstellung der Wärmenetzquellen und Erweiterung des Netzes ca. 108.100 t CO2e pro Jahr.
Umsetzung	Transformationsplan ist erstellt, Umsetzung ist bereits in Bearbeitung.

[12] Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

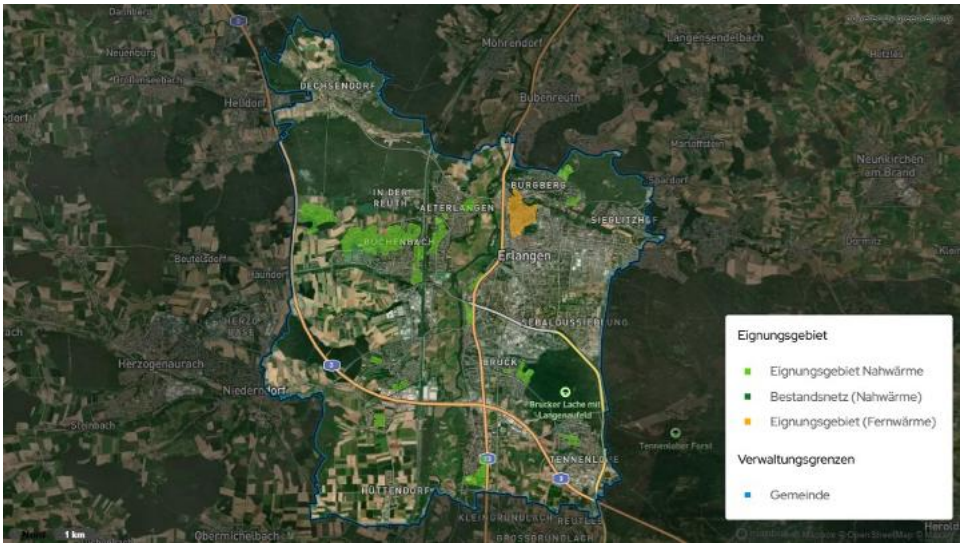
8.1.2 Maßnahme 2: Transformationspläne Nahwärmenetze



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Wärmenetz
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist die Entwicklung von Transformationspläne für alle Wärmenetze. Untersucht werden muss unter anderem die Integration erneuerbarer Energien. Zusätzlich sollen mögliche Erweiterungen und Optimierungen untersucht werden. Außerhalb des Fernwärmenetzes der ESTW existieren Nahwärmenetze, die teilweise von den ESTW betrieben werden. Die Typologien der Gebäude in diesen Gebieten und die Größen der jeweiligen Versorgungsgebiete unterscheiden sich dabei erheblich. Derzeit erfolgt die Wärmeversorgung in den meisten dieser Nahwärmenetze durch erdgasbetriebene Heizzentralen.
Verantwortlicher Akteur	Wärmenetzbetreiber (als Kostenträger) (bei ESTW-Netzen: ESTW)
Flächen / Ort	Im gesamten Stadtgebiet verteilt
Kostenschätzung	Kosten je Transformationsplan ca. 150.000 €, je nach Größe des Gebiets und nach Abdeckung der HOAI-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten. Umsetzungskosten voraussichtlich zwischen 3.000.000 € und 50.000.000 € durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen je nach Eignungsgebiet.

Finanzierungs-möglichkeiten	• BEW-Förderung des Transformationsplans bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025). • BEW-Förderung der baulichen Umsetzung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich.
Erzielbare THG-Einsparung	Ca. 19.400 t CO2e pro Jahr. Je nach Erschließungskonzept teilweise Überschneidungen mit der Maßnahme 3 „Machbarkeitsstudien in weiteren Eignungsgebieten“.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis Ende 2028. Die Erstellung des ersten Transformationsplans der ESTW ist bereits abgeschlossen.

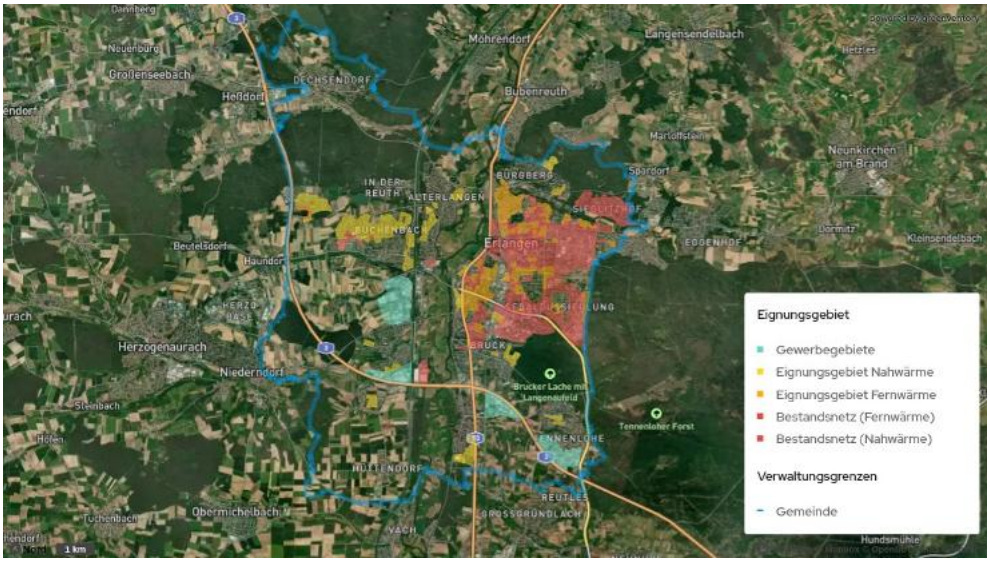
8.1.3 Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien in allen Eignungsgebieten für Wärmenetze



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Wärmenetz
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze in den identifizierten Eignungsgebieten, in denen noch kein Wärmenetz existiert. Für Erweiterungen bestehender Netze werden Transformationspläne entwickelt (s. Maßnahme 1 und Maßnahme 2), während in den weiteren Eignungsgebieten (durch BEW-geförderte) Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit neuer Wärmenetze geprüft werden soll. Neben den Eignungsgebieten für Nahwärmenetze beinhaltet dies auch die Altstadt, welche nicht Teil des Transformationsplans der ESTW ist. Im Rahmen dieser Studien sollen unter anderem folgende Aspekte untersucht werden: • Technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit • Prüfung möglicher Netzverläufe und Trassenführungen • Festlegung geeigneter Vorlauftemperaturen und gegebenenfalls erforderlicher Übergabestationen • Interessenabfragen zur Ermittlung potenzieller Anschlussquoten • Identifikation und Einbindung potenzieller Ankerkunden • Analyse möglicher Wärmequellen und Speichermöglichkeiten.

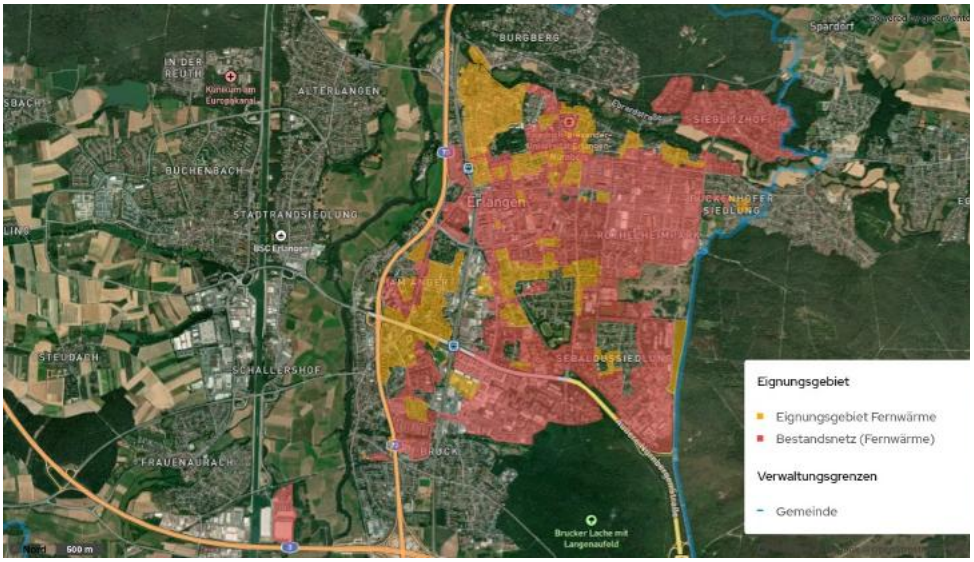
Verantwortlicher Akteur	Mögliche Betreiber (als Kostenträger), u.a. ESTW.
Flächen / Ort	Im gesamten Stadtgebiet verteilt.
Kosten-schätzung	Kosten je Machbarkeitsstudie zwischen 150.000 € und 1.500.000 €, je nach Eignungsgebiet und Detailtiefe. Je nach Abdeckung der HOAI-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten möglich. Umsetzungskosten sind nicht genau kalkulierbar. Sie liegen voraussichtlich zwischen 3.000.000 € und 50.000.000 € durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen je nach Eignungsgebiet.
Finanzierungs-möglichkeiten	• BEW-Förderung des Transformationsplans bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025). • BEW-Förderung der baulichen Umsetzung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich.
Erzielbare THG-Einsparung	Je nach gewähltem Energieträger ca. 15.300 t CO2e pro Jahr über allen Eignungsgebiete hinweg. Je nach Erschließungskonzept teilweise Überschneidungen mit den Maßnahmen 1 und 2.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis Ende 2030.

8.1.4 Maßnahme 4: Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Wärmenetz
Beschreibung	Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen sind hohe Anschlussquoten erforderlich. Die Stadt Erlangen kann potenzielle Gebiete für den Ausbau oder Neubau von Wärmenetzen gemäß § 26 Wärmeplanungsgesetz mit Verkürzung der Übergangsfrist gemäß § 71 GEG festlegen. Besonders in Fernwärme-Bestandsnetzgebieten sollte geprüft werden, ob eine Ausweisung sinnvoll ist, um nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Versorgungslösungen zu gewährleisten.
Verantwortlicher Akteur	Stadt Erlangen
Flächen / Ort	Erlangen
Kostenschätzung	Für die Stadt Erlangen entstehen (neben dem Verwaltungs- und Personalaufwand) keine direkten Kosten.
Erzielbare THG-Einsparung	Bei einer Erschließung aller in den Maßnahmen 1-3 genannten Eignungsgebieten, ließe sich eine THG-Einsparung in Höhe von 142.800 t CO2e pro Jahr erzielen.
Umsetzung	Im Anschluss an den Wärmeplan.

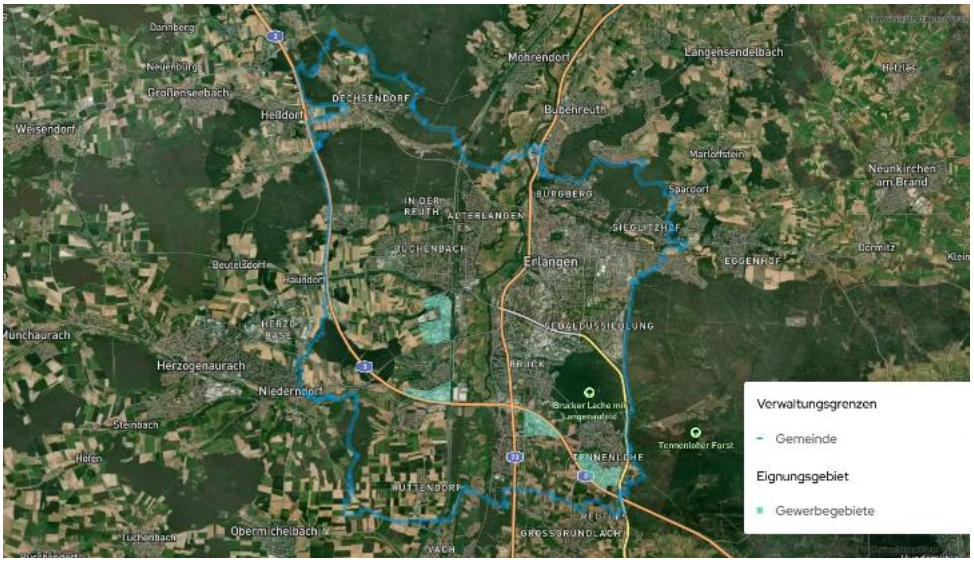
8.1.5 Maßnahme 5: Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Wärmenetz | Stromnetz
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist es, die Identifikation geeigneter Flächen weiterzuführen und diese durch die Stadt Erlangen zu sichern. Um die Klimaziele der Stadt Erlangen zu erreichen, ist ein umfassender Ausbau der Wärmenetzinfrastruktur sowie die Dekarbonisierung bestehender Netze notwendig. Dies soll unter anderem durch die Maßnahmen 1 bis 3 („Transformationsplan Fernwärmenetz“, „Transformationspläne Nahwärmenetze“ und „Machbarkeitsstudien in weiteren Eignungsgebieten“) erzielt werden. Für den Bau von Anlagen zur klimaneutralen Strom- und Wärmeerzeugung werden Flächen benötigt, die von den ESTW oder anderen möglichen Betreibern genutzt werden können. Im Kapitel 5 wurden Potenzialflächen als technisches Potenzial identifiziert. Damit diese Flächen für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden können, müssen jedoch zusätzliche Faktoren wie Kosten, Flächennutzungskonkurrenz, Akzeptanz und raumplanerische Prioritäten berücksichtigt werden.
Verantwortlicher Akteur	Stadt Erlangen
Flächen / Ort	Im gesamten Stadtgebiet verteilt.
Kostenschätzung	Für die Stadt Erlangen entstehen (neben dem Verwaltungs- und Personalaufwand) keine direkten Kosten.

Erzielbare THG-Einsparung	Eine Abschätzung der THG-Einsparungen ist aufgrund der qualitativen Natur der Maßnahme nicht seriös möglich.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis 2027.

8.1.6 Maßnahme 6: THG-neutrale Wärmeversorgungskonzepte in Gewerbegebieten



Maßnahme Typ: Planung & Studie | Wärmenetz | Gasnetz | Wärmepumpen | Stromnetz

Beschreibung

Ziel der Maßnahme ist die Entwicklung von THG-neutralen Wärmeversorgungskonzepten in Gewerbegebieten. In den Gewerbegebieten Tennenlohe, Weinstraße, Sylvaniastraße und „Am Hafen“ ist die zukünftige Energieversorgung derzeit noch offen und hängt maßgeblich von den Entscheidungen der ansässigen Betriebe ab. Grundsätzlich infrage kommen eine strombasierte Wärmeversorgung (Wärmepumpen, Direktelektrifizierung), regenerative Gase oder Wärmenetze. Die Gebiete sind an das Gas-Hochdrucknetz angeschlossen. Einige Betriebe haben einen Prozesswärmebedarf, der im Rahmen der Datenerfassung (Kapitel 4.1) von der Stadt sowie durch die ESTW für den Gasnetztransformationsplan (GTP) abgefragt wurde. Die Rückmeldungen enthielten sowohl Interessensbekundungen für einen Anschluss an ein Wärme- oder Wasserstoffnetz als auch strombasierte Lösungen.

Konkret soll für die einzelnen Gebiete folgendes untersucht werden:

- Identifikation des Prozesswärmebedarfs der Betriebe
- Identifikation der Betriebe mit Anschlussinteresse an ein Wärmenetz oder ein regeneratives Gasnetz s
- Eignung für den Aufbau eines dezentralen Nahwärmenetzes.

Verantwortlicher Akteur	Stadt Erlangen, ESTW
Flächen / Ort	Gewerbegebiet Tennenlohe, Gewerbegebiet Weinstraße, Gewerbegebiet Sylvaniastraße, Gewerbegebiet „Am Hafen“
Kostenschätzung	Für die Stadt Erlangen entstehen (neben dem Verwaltungs- und Personalaufwand) keine direkten Kosten. Nachgelagerte Kosten für ESTW (oder andere mögliche Betreiber) durch den Bau von Infrastruktur.
Erzielbare THG-Einsparung	Die erzielte THG-Einsparung ist abhängig von den eingesetzten Energieträgern. Aktuell betragen die jährlichen THG-Emissionen in den Gebieten insgesamt ca. 28.600 t CO2e.
Umsetzung	Im Anschluss an den Wärmeplan. Abschluss der Konzepte bis Ende 2028.

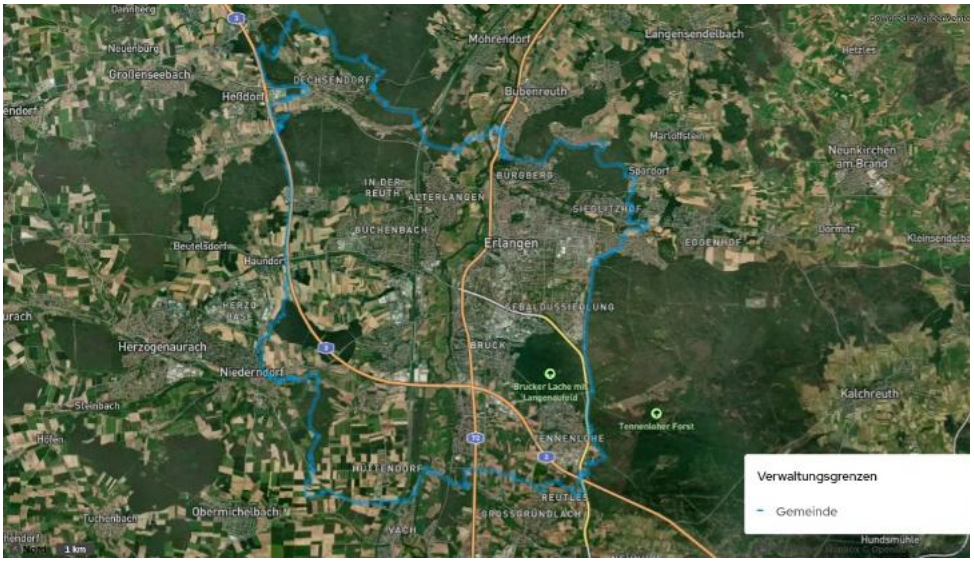
8.1.7 Maßnahme 7: Zukunftsplan Gasnetz



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Gasnetz
Beschreibung	Das Ziel der Maßnahme ist die Prüfung und Planung der Gasnetz-Transformation in Erlangen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Mehr als ein Drittel der Wärmeversorgung in Erlangen erfolgt derzeit über das Gasnetz. Für die Klimaneutralität ist die Dekarbonisierung dieses Anteils wesentlich. Wärmenetze und Wärmepumpen spielen dabei eine zentrale Rolle, während regenerative Gase wie Wasserstoff, Biomethan oder Biogas in spezifischen Fällen relevant bleiben – etwa für Anwendungen mit Prozesswärmebedarf und hohen Temperaturanforderungen oder zukünftig zur Spitzenlastabdeckung in Heizkraftwerken der ESTW. Die Nähe Erlangens zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz könnte dabei wichtige Transformationspotenziale bieten. Die Maßnahme sieht drei Hauptschritte vor: • Identifikation und Prüfung geeigneter Netzabschnitte für die Umstellung auf regenerative Gase • Analyse der Stilllegung von Teilen des Gasnetzes • Fortführung des Gasnetztransformationsplans der ESTW. Bei der Prüfung der Umstellung von Teilen des Gasnetzes auf regenerative Gase sollen folgende Aspekte untersucht werden:

	• Technische Eignung regenerativer Gase wie Wasserstoff in den verschiedenen Netzebenen und den Systemkomponenten wie in Rohrleitungen, Druckregelgeräten, Messgeräten, Ventilen, Armaturen und Zählern • Wirtschaftliche Machbarkeit einer Umstellung einzelner Netzabschnitte • Zukünftige Verfügbarkeit von regenerativen Gasen.
Verantwortlicher Akteur	ESTW (als Kostenträger)
Flächen / Ort	Erlangen Gasnetzversorgungsgebiet
Kosten-schätzung	Studienkosten sind stark variierend, je nach Detaillierungsgrad. Voraussichtlich zwischen 100.000 € bis 1.000.000 €. Ausbaukosten abhängig von den Studienergebnissen.
Finanzierungs-möglichkeiten	Entgeltfinanzierung aus dem Betrieb des Gasnetzes. Bisher gibt es keine Fördermechanismen für die Gasnetz-Transformation.
Erzielbare THG-Einsparung	Die erzielbare THG-Einsparung ist abhängig von der Größe des stillzulegenden oder umzustellenden Gebiets und der eingesetzten Energieträger. Durch Erdgas werden in Erlangen jährlich aktuell ca. 133.600 t CO2e verursacht, welche sich hierdurch einsparen ließen. Je nach gewählter Technologie und den Gebieten sind diese Einsparungen bereits in den Maßnahmen 1-3 enthalten.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung.

8.1.8 Maßnahme 8: Stromnetzplanung, Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes

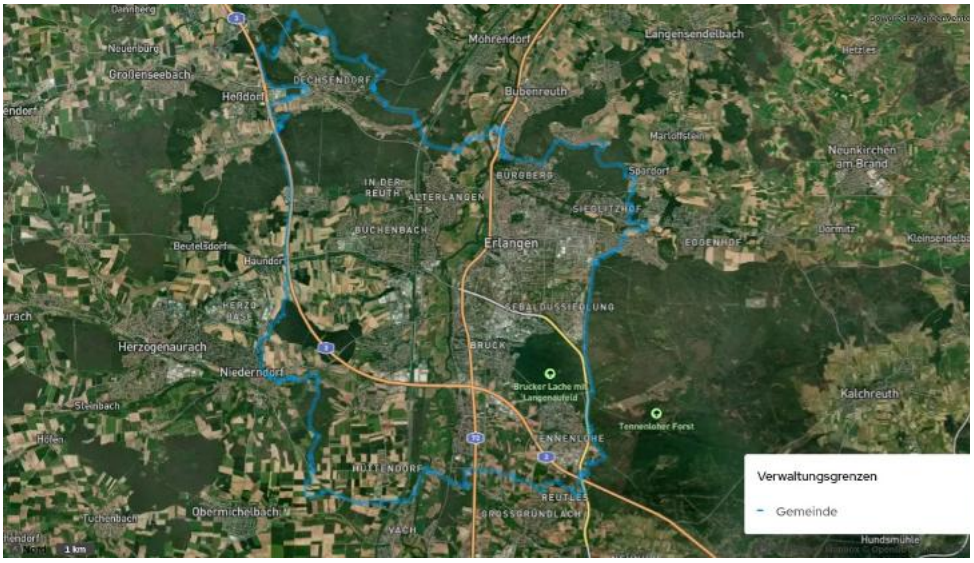


Maßnahme Typ: Planung & Studie | Stromnetz

Beschreibung: Das Ziel der Maßnahme ist die Planung und Optimierung des Stromnetzausbaus, unter anderem zur Bewältigung des steigenden Strombedarfs.
Durch die Transformation und Dekarbonisierung des Wärme- und Mobilitätssektors im Zuge der Sektorenkopplung wird in Zukunft ein steigender Strombedarf erwartet, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen und Elektromobilität. Außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete dürfte der Anteil an Wärmepumpen und damit der Strombedarf besonders stark zunehmen. Gleichzeitig wird die lokale Stromerzeugung durch Photovoltaik-Anlagen weiterwachsen. Dies erfordert voraussichtlich einen erheblichen Ausbau des Stromnetzes sowie der dazugehörigen Infrastruktur.
Das Ziel der Stromnetzplanung besteht darin, die hierfür notwendigen Maßnahmen zu identifizieren. Dazu gehört unter anderem der Ausbau von Umspannwerken, Schalthäusern, Transformatorstationen und die Verstärkung bestehender Stromleitungen. Erste Planungen und Umsetzungen in diesem Bereich wurden bereits durch die ESTW begonnen und sollen fortgeführt werden. Angesichts der begrenzten Verfügbarkeit von Flächen liegt ein besonderer Fokus auf der Optimierung der Nutzung bestehender Standorte.
Diese Maßnahme ist aufgrund der Flächenkonkurrenz eng mit der Sicherstellung von Flächen für die Erzeugung

	erneuerbarer Energien verknüpft, weshalb eine enge Abstimmung mit Maßnahme 5 erforderlich ist.
Verantwortlicher Akteur	ESTW
Flächen / Ort	Gesamtes Stadtgebiet Erlangens
Kostenschätzung	Studienkosten stark variierend je nach Detaillierungsgrad. Ausbaukosten abhängig von Studienergebnissen.
Finanzierungsmöglichkeiten	Förderung des Baus über nationale Förderinstitutionen (z. B. KfW Kredit Nr. 270) oder regionale Förderinstitutionen (z. B. Bayerisches Energiekreditprogramm der LfA Förderbank Bayern).
Erzielbare THG-Einsparung	Keine direkte THG-Einsparung. Voraussetzung für Ausbau im Stromsektor und Sektorenkopplung.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis Ende 2027.

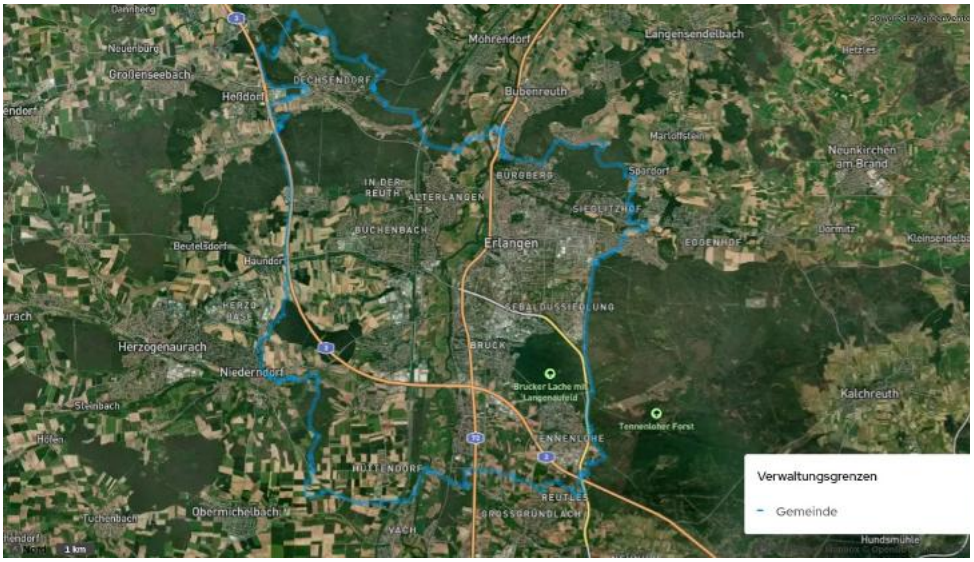
8.1.9 Maßnahme 9: Energetische / Integrierte Quartierskonzepte



Maßnahme Typ	Planung & Studie | Wärmenetz | Stromnetz | Gasnetz | Mobilität
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist die Erstellung von energetischen bzw. integrierten Quartierskonzepten. Ein energetisches Quartierskonzept ist ein Plan zur nachhaltigen Energieversorgung und -nutzung in einem definierten Stadtquartier. Ziel ist es, die Energieeffizienz zu steigern, den THG-Ausstoß zu reduzieren und erneuerbare Energien stärker einzubinden. Der Detaillierungsgrad ist dabei deutlich höher als in der KWP. In enger Zusammenarbeit mit Akteuren werden Maßnahmen entwickelt, priorisiert und in einem Umsetzungsplan festgehalten, oft ergänzt durch Fördermöglichkeiten und Zeitpläne. Als Teil dieser Maßnahme sind seitens der Stadt zunächst folgende Schritte durchzuführen: • Identifizierung der zu untersuchenden Quartiere, z.B. innerhalb der identifizierten Teilgebiete mit erhöhtem Sanierungsbedarf in Kapitel 5.2 • Ausschreibung für Erstellung der Quartierskonzepte • Konzeptumsetzung.
Verantwortlicher Akteur	Stadt Erlangen (als Kostenträger)
Flächen / Ort	Zu definieren

Kosten-schätzung	Die Kosten betragen ca. 60.000 € - 120.000 €. Eine Herausforderung ist die eingestellte Förderung dieser Projekte sowie personelle Ressourcen in der Stadtverwaltung.
Finanzierungs-möglichkeiten	Kreditprogramme der KfW: Investitionskredit Kommunen (IKK 201) und Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU 202).
Erzielbare THG-Einsparung	Keine direkte THG-Einsparung. Schlussendlich abhängig vom betrachteten Gebiet sowie der im Quartierskonzept identifizierten Maßnahmen.
Umsetzung	Umsetzung erfolgt im Einklang mit den Klimazielen der Stadt Erlangen

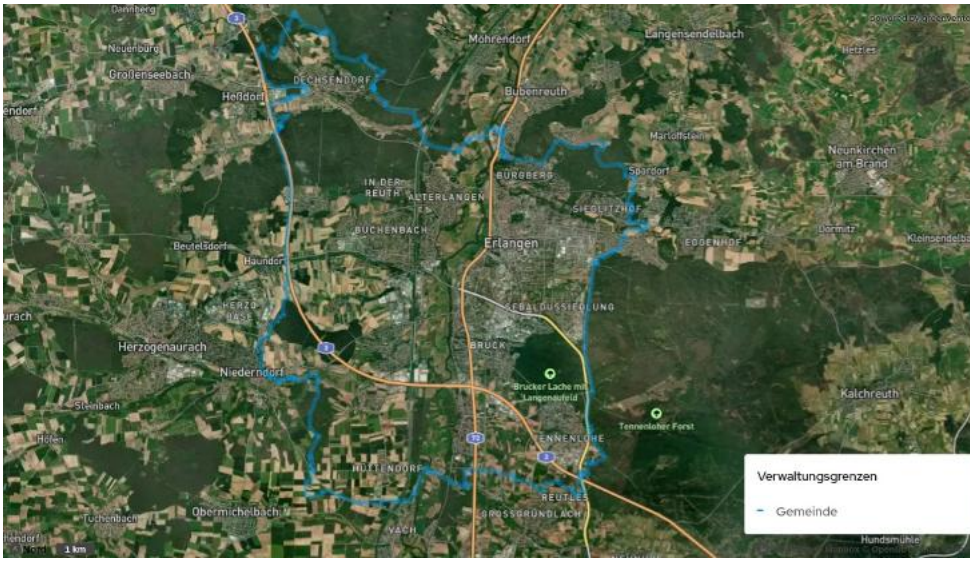
8.1.10 Maßnahme 10: Intensivierung der Bewerbung bestehender Energieberatungsangebote



Maßnahme Typ	Beratung, Koordination & Management | Förderung
Beschreibung	Ziel der Maßnahme ist die Beschleunigung der Sanierungsmaßnahmen durch Eigentümer*innen. Die energetische Sanierung ist ein wichtiger Hebel zur Reduzierung des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Grundsätzlich sind Sanierungen im gesamten Stadtgebiet Erlangens zur Erreichung der Klimaschutzziele notwendig. Seitens der Stadt Erlangen und den ESTW existieren bereits Energieberatungsangebote, welche stärker beworben werden sollen. Die Energieberatung der Stadt Erlangen bietet Bürger*innen, Unternehmen und Institutionen eine unabhängige und kostenfreie Erstberatung. Themen sind u.a. die energetische Sanierung von Gebäuden, nachhaltiger Neubau, erneuerbare Energien, Heizungstausch und Fördermöglichkeiten. Weitere kostenlose Beratungen der Stadt Erlangen sind die Mieterstromberatung, Sanierung am Denkmal und das Klimamobil. Das Energieberatungszentrum der ESTW bietet Kunden kostenfreie Energieberatungen an. Themengebiete sind hier u.a. Stromverbrauchsanalyse & Messgeräteverleih (Identifikation von Einsparpotenzialen), Beratung zur Heizungstechnik, Informationen zur Nutzung erneuerbarer Energien, Förderprogrammen und Energieaudits. Für Gewerbekunden werden auch Optimierungen des Energieverbrauchs angeboten.

	Weitere bestehende kostenfreie Angebote sind beispielsweise die Energieberatung der Verbraucherzentrale Bayern und die Energieberatung des Energiewende ER(H)langen e.V..
Verantwortlicher Akteur	Amt für Umwelt und Energiefragen der Stadt Erlangen (als Kostenträger), ESTW (als Kostenträger), Beratungsakteure
Flächen / Ort	Erlangen
Kosten-schätzung	Personalkosten (brutto): ca. 60.000 €/a je Mitarbeiter*in in Abhängigkeit von der jeweiligen Qualifikation. Zusätzliche Kosten entstehen beispielsweise bei der Durchführung von Veranstaltungen.
Finanzierungs-möglichkeiten	Beantragung von BAFA Förderung zur Energieberatung von Wohngebäuden (50 % des förderfähigen Honorars) und Nichtwohngebäuden (in Abhängigkeit von der Nettogrundfläche bis zu maximal 4.000 €) möglich
Erzielbare THG-Einsparung	Eine Abschätzung der THG-Einsparungen ist aufgrund der Unterschiedlichkeit der sanierten Gebäude und durchzuführenden Maßnahmen nicht seriös möglich.
Umsetzung	Im Anschluss an den Wärmeplan. Umsetzung durchgehend bis mindestens 2030.

8.1.11 Maßnahme 11: Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude



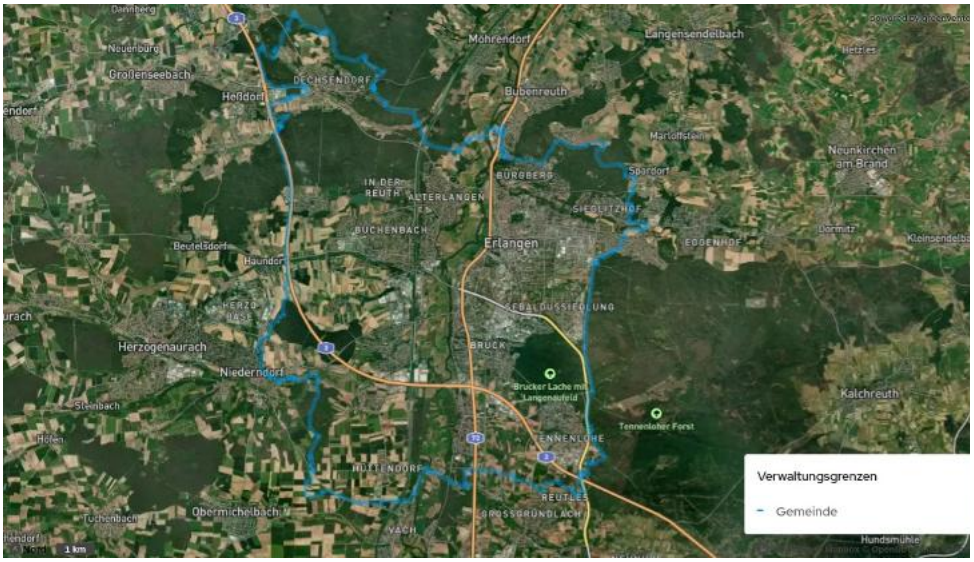
Maßnahme Typ: Selbstverpflichtung | Baumaßnahme

Beschreibung: Ziel ist es, dass die von der Stadt Erlangen verwalteten Gebäude zukünftig keine THG-Emissionen mehr verursachen. Neben der direkten Einsparung an Emissionen, kann sich die Stadt Erlangen so auch als Vorbild positionieren. Der Energiebedarf soll durch energetische Sanierung reduziert und die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt werden.
Die Maßnahmen S1a „Klimaneutrale Verwaltung vor 2030“ und E3 „Moratorium Kesselersatz“ des Fahrplans Klimaaufbruch zielen darauf ab. Dazu gehören ebenfalls die Teilmaßnahmen der Maßnahme S1a:

- Nutzung der Solarenergie bei stadteigenen Liegenschaften
- Umrüstung von Gebäuden mit Öl- und Erdgasheizungen
- Neubau - Baustandards für eigene Liegenschaften
- Bestandsgebäude - Sanierung zur Reduktion des Energieverbrauchs
- Ausbau der Elektromobilität - Städtischer Fuhrpark und Ladeinfrastruktur
- Dienstfahrten der Stadtverwaltung
- Klimafreundliche Maschinen- und Gerätepool
- Sensibilisierung städtischer Mitarbeiter*innen
- Klimafreundliche Beschaffung

	• Klimaneutrale Veranstaltungen. Folgende Teilmaßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog S1a wurden schon umgesetzt: • Sanierungsfahrplan (Gebäudemanagement der Stadt) • Leitfaden für nachhaltige Gebäude (Amt für Umwelt und Energiefragen/Gebäudemanagement der Stadt) • Gebäudestandard bei Bauvorhaben mit städtischem Einfluss.
Verantwortlicher Akteur	Amt für Gebäudemanagement der Stadt Erlangen (als Kostenträger)
Flächen / Ort	Kommunale Liegenschaften der Stadt Erlangen
Kostenschätzung	Kosten für die Sanierungen von kommunalen Liegenschaften. Für die im Sanierungsfahrplan priorisierten Gebäude liegen die Kosten bei 282 Mio.€.
Finanzierungsmöglichkeiten	Die Bundesförderung für effiziente Gebäude für Kommunen (als Kredit oder Zuschuss möglich) bietet Bezuschussung in Abhängigkeit des erreichten Energieeffizienzniveaus von bis zu 5 Millionen Euro für investive Maßnahmen bei Nichtwohngebäuden an.
Erzielbare THG-Einsparung	THG-Einsparungen durch die Sanierung der kommunalen Liegenschaften variieren je nach Umsetzungsziel. In 2022 verursachten die kommunalen Liegenschaften ca. 8.760 tCO2e pro Jahr.
Umsetzung	Bereits in Bearbeitung. Umsetzung erfolgt im Einklang mit den Klimaziele der Stadt Erlangen.

8.1.12 Maßnahme 12: Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude



Maßnahme Typ: Selbstverpflichtung | Baumaßnahme

Beschreibung:

Ziel ist es, dass alle öffentliche Gebäude in Erlangen zukünftig keine THG-Emissionen mehr verursachen. Die Stadtverwaltung hat die städtischen Liegenschaften bereits einen Sanierungsfahrplan erstellt sowie sich Rahmenbedingungen durch den Leitfaden nachhaltige städtische Gebäude gesetzt.

Neben den in Maßnahme 11 genannten Gebäuden existieren in Erlangen noch viele weitere öffentliche Gebäude, die sich nicht in kommunaler Hand befinden. Hierzu zählen beispielsweise universitäre Einrichtungen, die Kliniken oder Gebäude, die dem Freistaat Bayern gehören.

In dieser Maßnahme soll geprüft werden, inwieweit die gleichen Anforderungen auch für öffentliche Gebäude Dritter gelten können.

Da diese Gebäude nicht in kommunalem Eigentum stehen, unterliegen ihre Eigentümer*innen keiner direkten Verpflichtung zur Umsetzung der in Maßnahme 11 beschriebenen Vorgaben. Die Einflussmöglichkeiten der Stadt sind dadurch begrenzt. Der Fahrplan „Klima-Aufbruch Erlangen“ beschreibt die Notwendigkeit, aller Akteur*innen sich zu beteiligen (s. auch Maßnahme S1b: Allianz Klimaneutrales Erlangen).

	Die Stadtverwaltung kann hier eine zentrale Rolle spielen, indem sie durch Beratung, gezielte Anreize und enge Kooperation mit den Gebäudeeigentümer*innen deren Motivation zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen erhöht. Der von der Stadtverwaltung schon erstellte Leitfaden könnte dabei als unterstützendes Instrument dienen, um Empfehlungen und Best Practices für eine klimafreundliche Energieversorgung auch für nicht-kommunale öffentliche Gebäude bereitzustellen.
Verantwortlicher Akteur	Eigentümer*innen öffentlicher Gebäude in Erlangen (als Kostenträger), wie zum Beispiel Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universitätsklinikum Erlangen, Freistaat Bayern.
Flächen / Ort	Öffentliche, nicht-kommunale Gebäude in Erlangen
Kostenschätzung	Kosten durch die Sanierungsmaßnahmen von öffentlichen Liegenschaften. Die genauen Kosten hängen stark vom aktuellen Sanierungsstand der Gebäude sowie dem gewählten Heizsystem ab und lassen sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht seriös beziffern.
Finanzierungsmöglichkeiten	Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fördert bei Nichtwohngebäuden mit einem Grundfördersatz von 15 % der förderfähigen Ausgaben für Maßnahmen an der Gebäudehülle und Anlagentechnik, sowie 30 % bei einem Heizungstausch. Die Höchstgrenze der Förderung ist Fördergegenstandsspezifisch.
Erzielbare THG-Einsparung	Öffentliche Bauten verursachen aktuell ca. 45.400 t CO2e pro Jahr.
Umsetzung	Im Anschluss an den Wärmeplan. Umsetzung erfolgt im Einklang mit den Klimaziele der Stadt Erlangen.

8.2 Übergreifende Wärmewendestrategie für Erlangen

Transformationspfad
Zu Beginn der Wärmeplanung liegt der Fokus auf der Festlegung von Gebieten für Fern- und Nahwärmenetze. In einem zweiten Schritt wird die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und nicht vermeidbarer Abwärme und die Sicherung von Heizzentralen-Standorten, unterstützt durch Machbarkeitsstudien, beabsichtigt. Langfristig sollen bis 2040 Wärmenetze ausgebaut, die Dekarbonisierung bis 2040 erreicht und eine jährliche Sanierungsquote von 2 % eingehalten werden. Die Integration von erneuerbaren Wärmespeichern ist ein zentrales Ziel.

Finanzierung
Die Finanzierung der Wärmewende erfordert eine koordinierte Zusammenarbeit von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren sowie eine vielseitige Finanzierungsstrategie. Die Finanzierung der Wärmewende basiert auf mehreren Säulen: Öffentliche Finanzierung durch staatliche und EU-Förderprogramme für anfängliche Investitionen, ein fester Anteil des kommunalen Haushalts, Private Investitionen zur Mobilisierung zusätzlicher Mittel, sowie Bürgerbeteiligung durch Genossenschaften, Bürger*innenbeteiligungsanlagen und Crowdfunding. Ergänzend sollen strategische Preisgestaltung und Energieeinspar-Contracting sowohl die Finanzierung als auch den Energieverbrauch effizient steuern.

Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende
Die Wärmewende bietet zahlreiche wirtschaftliche Vorteile: Sie schafft neue Arbeitsplätze in Installation, Wartung und Technologieentwicklung. Darüber hinaus fördert sie die regionale Wertschöpfung. Kostenvorteile durch geringere Betriebskosten erneuerbarer Technologien, wie Solarthermie und Geothermie, reduzieren langfristig die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und globalen Energiemärkten. Lokale Betriebe profitieren von gesteigerter Nachfrage, was zu mehr Steuereinnahmen führt. Insgesamt stärkt die Wärmewende die regionale Wirtschaft, erhöht die Unabhängigkeit von globalen Energiemärkten und fördert eine nachhaltige Zukunft.

Fördermöglichkeiten
Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu deren Umsetzung empfohlen:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

9 Verstetigung des Projekts

9.1 Verstetigungskonzept

Das Verstetigungskonzept des kommunalen Wärmeplans sorgt dafür, dass Klimaziele nicht nur initial, sondern nachhaltig verfolgt werden. Es umfasst klare Strukturen, regelmäßige Überprüfungen und Anpassungen, um eine effiziente Transformation der Wärmeversorgung zu gewährleisten. Der Erfolg hängt von der aktiven Einbindung aller relevanten Akteure und der effizienten Ressourcennutzung ab. Es werden interne und externe Arbeitskreise (AK) vorgeschlagen, um die Umsetzung zu fördern. Der interne AK sorgt für die Integration des Wärmeplans in städtische Planungsprozesse, während der externe AK lokale Fachakteure und die Bürgerschaft einbezieht. Eine zentrale Koordinationsstelle, etwa durch das Sachgebiet Umwelt- und Klimaschutzplanung des Amts für Umweltschutz und Energiefragen in Person des „Wärmewendekoordinators“, ist für die Organisation und Nachbereitung der Prozesse zuständig. Die AKs überwachen den Fortschritt der Maßnahmen und ermöglichen Anpassungen bei sich ändernden Rahmenbedingungen. Zudem dienen sie als Plattform für Kommunikation und Networking zwischen den verschiedenen Akteuren.

9.2 Monitoringkonzept

Das Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und Wirksamkeit der Maßnahmen im Kommunalen Wärmeplan, um die Zielerreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Es ist ein wesentlicher Bestandteil der Verstetigungsstrategie.

Monitoringziele

- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Wärmeleitungen, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts.

Monitoringinstrumente:

- Energiemanagementsystem (KEMS): Pflege und Fortführung des kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs auf kommunalen Liegenschaften
- Interne Energieaudits: Regelmäßige Audits zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen
- KWP-Kennzahlen und -Indikatoren: Entwicklung von Indikatoren zur Messung von Energieeffizienz, Infrastruktur-Ausbau und THG-Emissionen
- Benchmarking: Vergleich mit ähnlichen Kommunen zur Identifikation von Best Practices.

Datenerfassung und -analyse:

- Jährliche Erfassung des Wärmeverbrauchs der kommunalen Liegenschaften, bezogen auf die Nettogrundfläche
- Jährliche Erfassung relevanter Indikatoren
- Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz zur Verfolgung von Emissionen und Verbräuchen.

Berichterstattung und Kommunikation:

- Erstellung jährlicher Statusberichte zur Transparenz und Kommunikation der Fortschritte
- Organisation von Networking-Events zur Unterstützung der Wärmewende und Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Akteuren.

10 Fazit

Der kommunale Wärmeplan (KWP) mit Bestandteilen Energienutzungsplan (ENP) der Stadt Erlangen ist ein strategisches Instrument, um den Übergang zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2040 zu gestalten. Das Ziel der Stadt Erlangen THG-Neutralität 2030 wird im Rahmen ihrer Durchführungsmöglichkeiten in den folgenden Konkretisierungen des KWP weiterverfolgt. Der KWP erhöht die Planungssicherheit für Heizsysteme für Bürger*innen sowie Unternehmen und Institutionen (vor allem innerhalb der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für dezentrale Versorgung). Er sorgt bei der Stadt und den Stadtwerken durch die Priorisierung in Form von Maßnahmen für mehr Klarheit. Dadurch können gezielt Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze sowie anderer Energietechnologien definiert werden.
Die Bestandsanalyse zeigt einen deutlichen Handlungsbedarf in Erlangen. Der Wärmebedarf beträgt rund 1243 GWh pro Jahr. Die Wärmeerzeugung wird aktuell von fossilen Energieträgern dominiert: Rund 70 % der Wärme werden durch Erdgas und Heizöl gedeckt. Die bestehenden Wärmenetze decken etwa 25 % des Wärmebedarfs und eine große Fläche in Erlangen ab. Die Anschlussquote beträgt 55 %. Diese basieren jedoch noch zu fast 100 % auf fossilen Quellen.
Im Stromsektor beläuft sich der Verbrauch auf rund 644 GWh pro Jahr. Dieser wird zirka zur Hälfte durch Industrie und Gewerbebetriebe verursacht sowie zu jeweils einem Viertel durch Haushalte und öffentlichen Gebäude. Der hohe Anteil fossiler Energieträger im Bundesstrommix verursacht im Stromsektor immer noch erhebliche Emissionen. Durch den Ausbau der Elektromobilität und Wärmepumpen wird der Strombedarf in Zukunft deutlich steigen und muss klimafreundlich gedeckt werden.
Aufgrund Ihres Anteils am Endenergiebedarf nehmen in Erlangen alle Akteure (Industrie-, und Gewerbebetriebe, private Haushalte sowie die öffentlichen und kommunalen Einrichtungen) eine wichtige Rolle bei der Wärmewende ein. Die Kommune hat zusätzlich eine steuernde Funktion und agiert als Vorbild.
Im Rahmen des Projekts erfolgte die Identifikation von Gebieten, die sich für Wärmenetze eignen (voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze). Für die Versorgung und mögliche Erschließung dieser Gebiete wurden erneuerbare Wärmequellen analysiert und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten voraussichtlichen Wärmenetz-Wärmeversorgungsgebieten kann der Neu- und Ausbau von Wärmenetzen mit weiteren Planungsschritten vorangetrieben werden. Hierfür sind die in Kapitel 8.1 als Maßnahmen aufgeführten Transformationspläne und Machbarkeitsstudien von großer Bedeutung. Ziel ist die Erhöhung der Geschwindigkeit des Ausbaus sowie der Dekarbonisierung der Wärmenetze.
Während in den identifizierten voraussichtlichen Wärmenetz-Wärmeversorgungsgebieten Wärmenetze ausgebaut bzw. neu installiert werden könnten,

wird außerhalb dieser der Fokus auf einer Einzelversorgung liegen. In diesen vermehrt aus Einfamilien- und Doppelhäusern bestehenden Gebieten liegt der Schwerpunkt überwiegend auf einer effizienten Versorgung durch Wärmepumpen (in Kombination mit PV-Strom) und Biomasseheizungen. Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung benötigen die Bürger*innen Unterstützung durch eine Gebäudeenergieberatung. In Erlangen gibt es hier bereits eine kostenlose Energieberatung der Stadt und ESTW. Diese Angebote sollten weiter gestärkt und insbesondere stärker beworben werden.
Die Einführung digitaler Werkzeuge, wie dem digitalen Wärmeplan, unterstützt diesen Prozess zusätzlich durch vereinfachte kartographische Analysen und Monitoring.
Der hohe Anteil fossiler Energie, die benötigten Investitionen in Infrastruktur und die Komplexität der Umsetzung erfordern ein langfristiges und koordiniertes Vorgehen. Dennoch bietet Erlangen mit seinen engagierten Akteuren eine solide Grundlage, um die Transformation zu meistern. Mit den geplanten Maßnahmen kann ein entscheidender Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der Klimaziele auf lokaler und nationaler Ebene geleistet werden.

11 Anhänge

11.1 Potenzialkarten

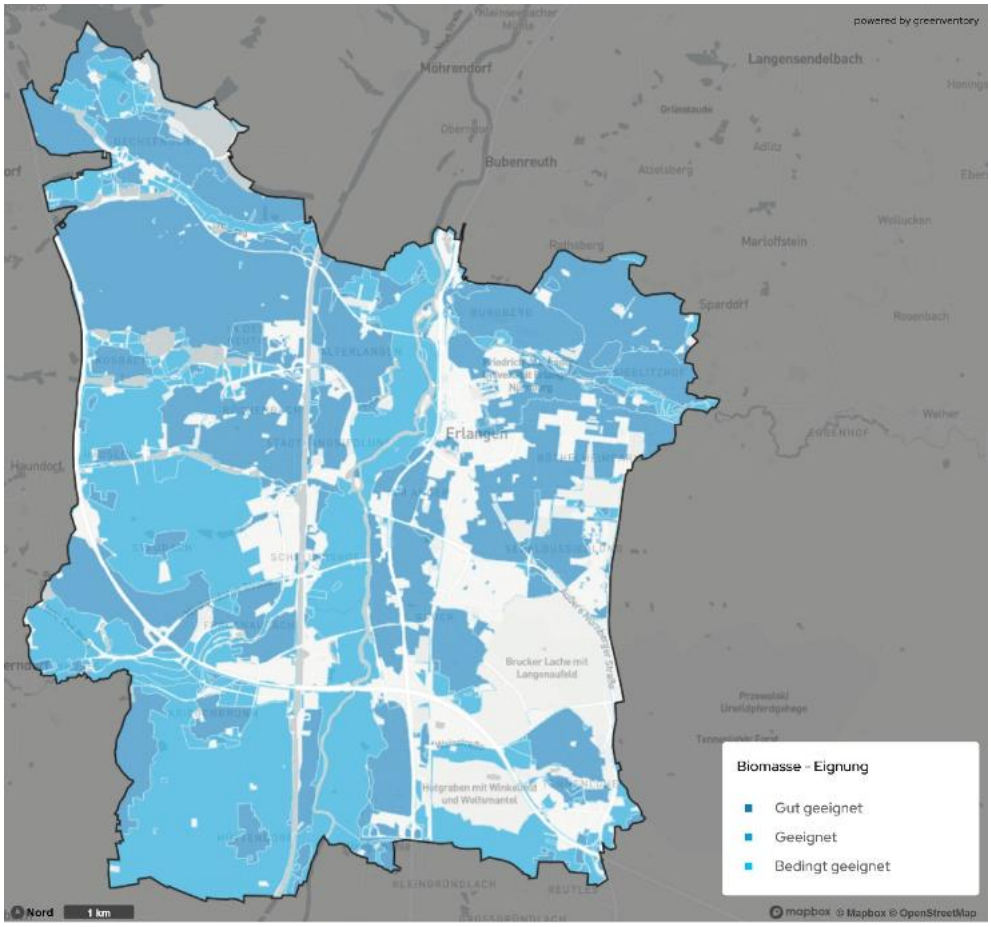


Abbildung 39: Potenzial Biomasse

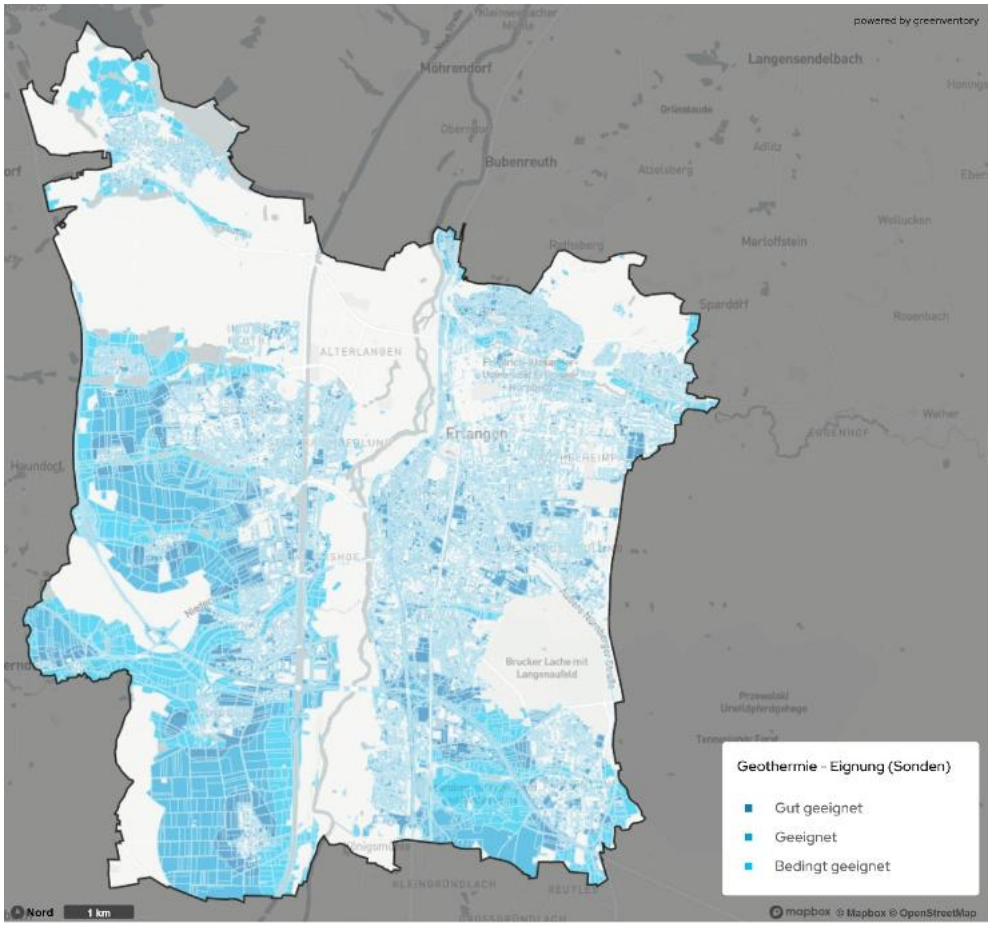


Abbildung 40: Potenzial Erdwärmesonden

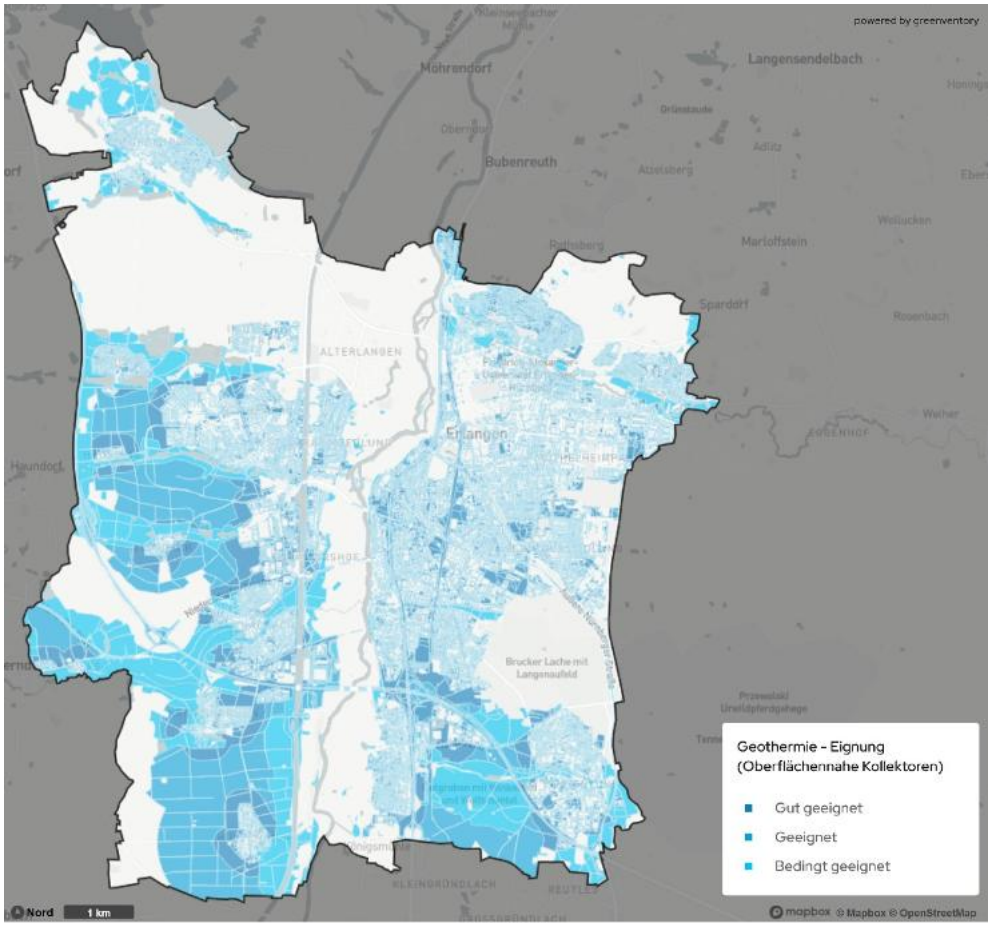


Abbildung 41: Potenzial Erdwärmekollektoren

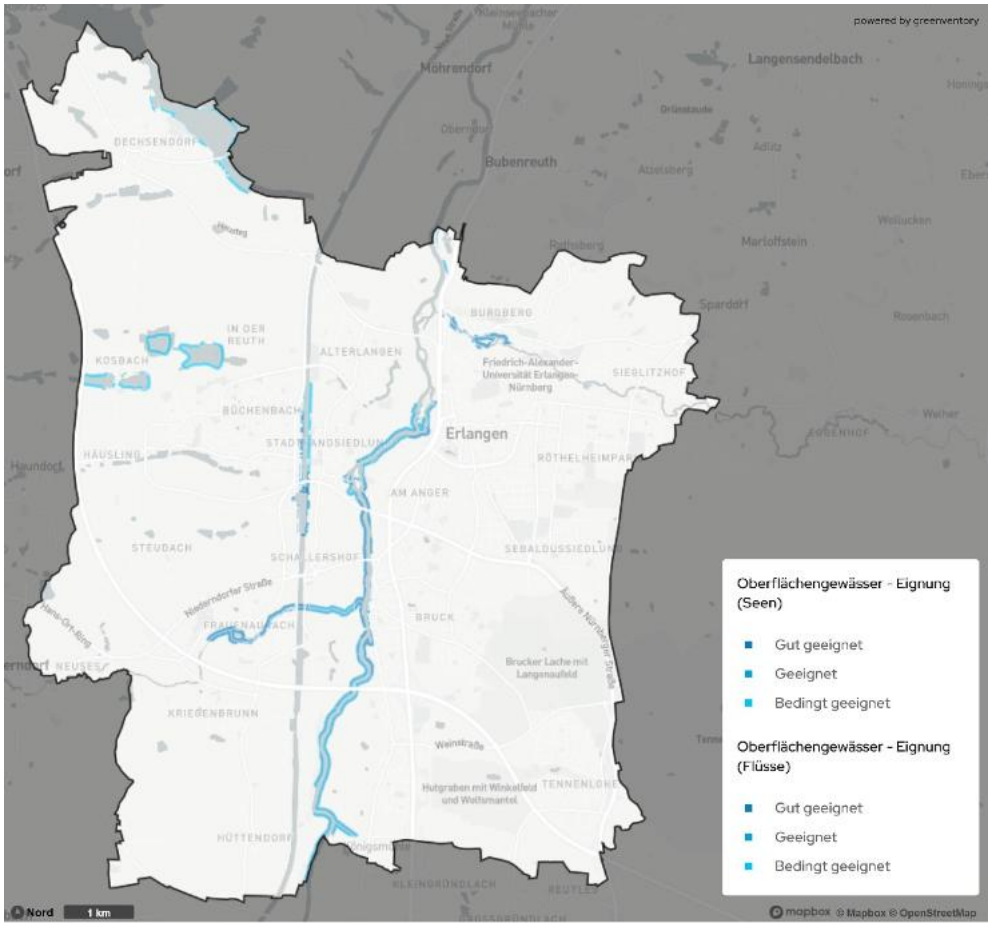


Abbildung 42: Potenzial Oberflächengewässer

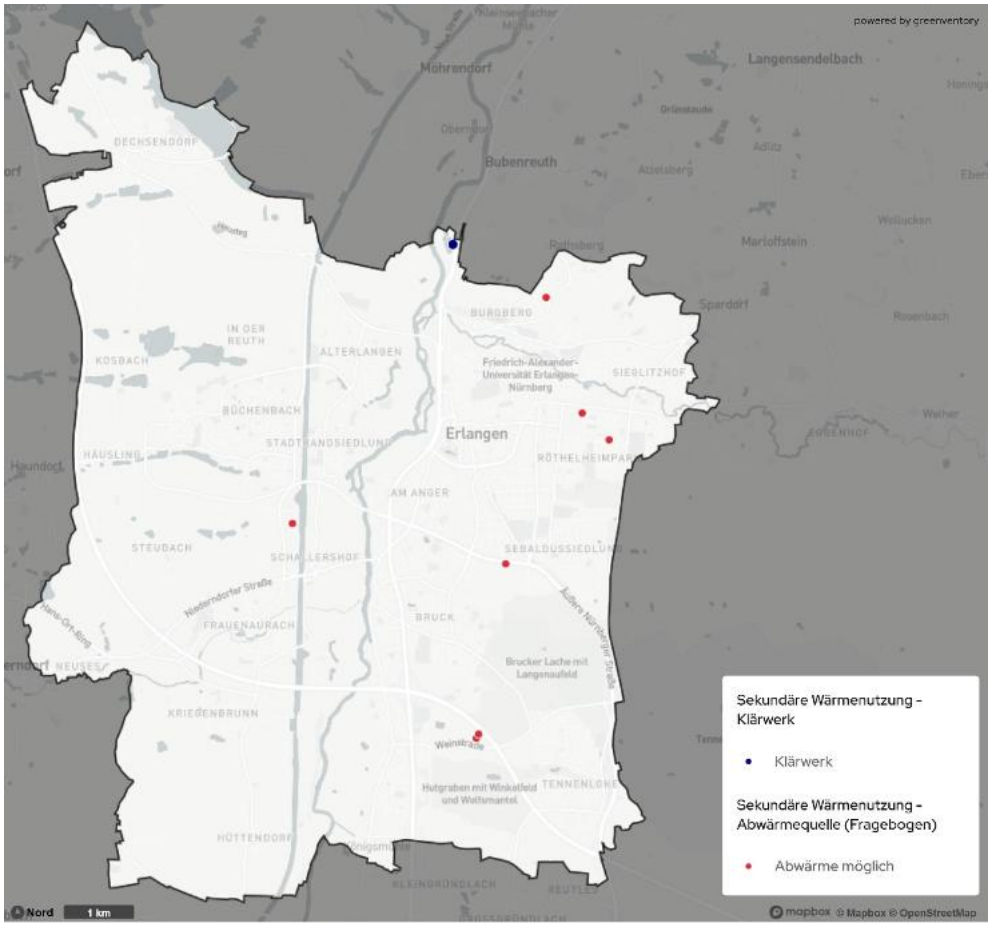


Abbildung 43: Potenzial industrielle Abwärme & Abwasser

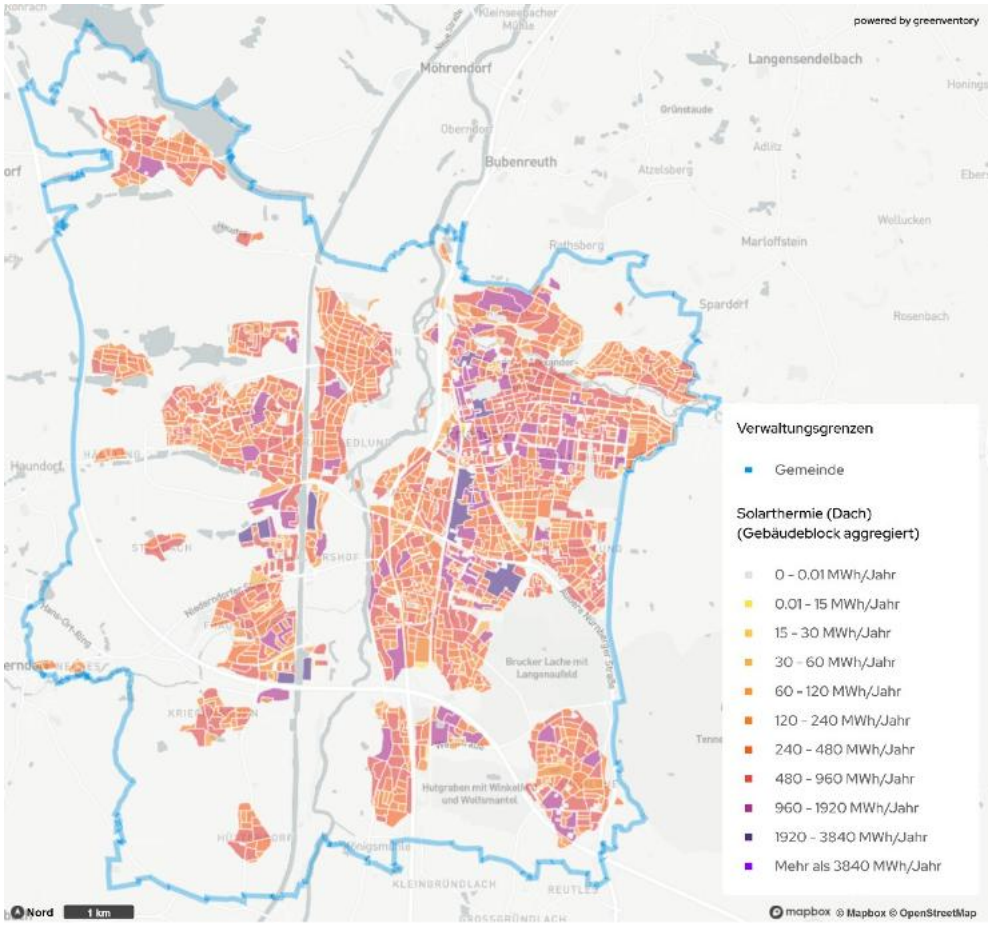


Abbildung 44: Potenzial Solarthermie (Dachflächen)

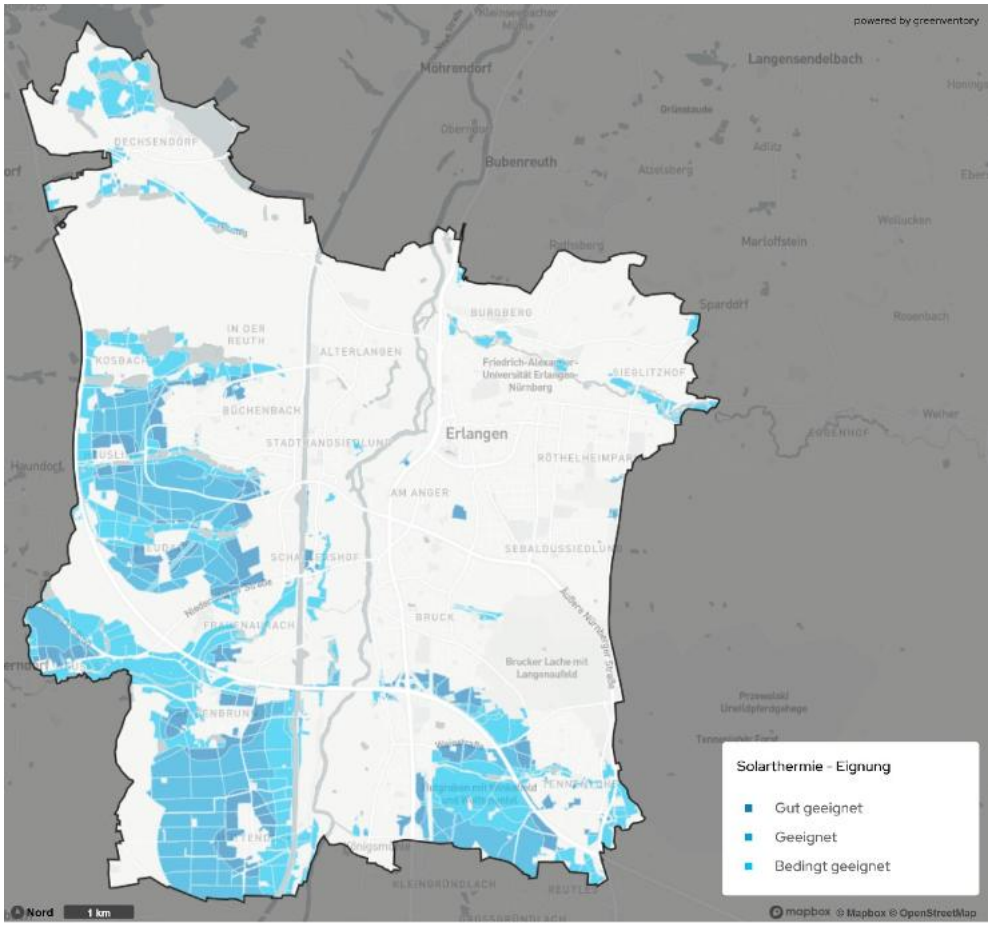


Abbildung 45: Potenzial Solarthermie (Freiflächen)

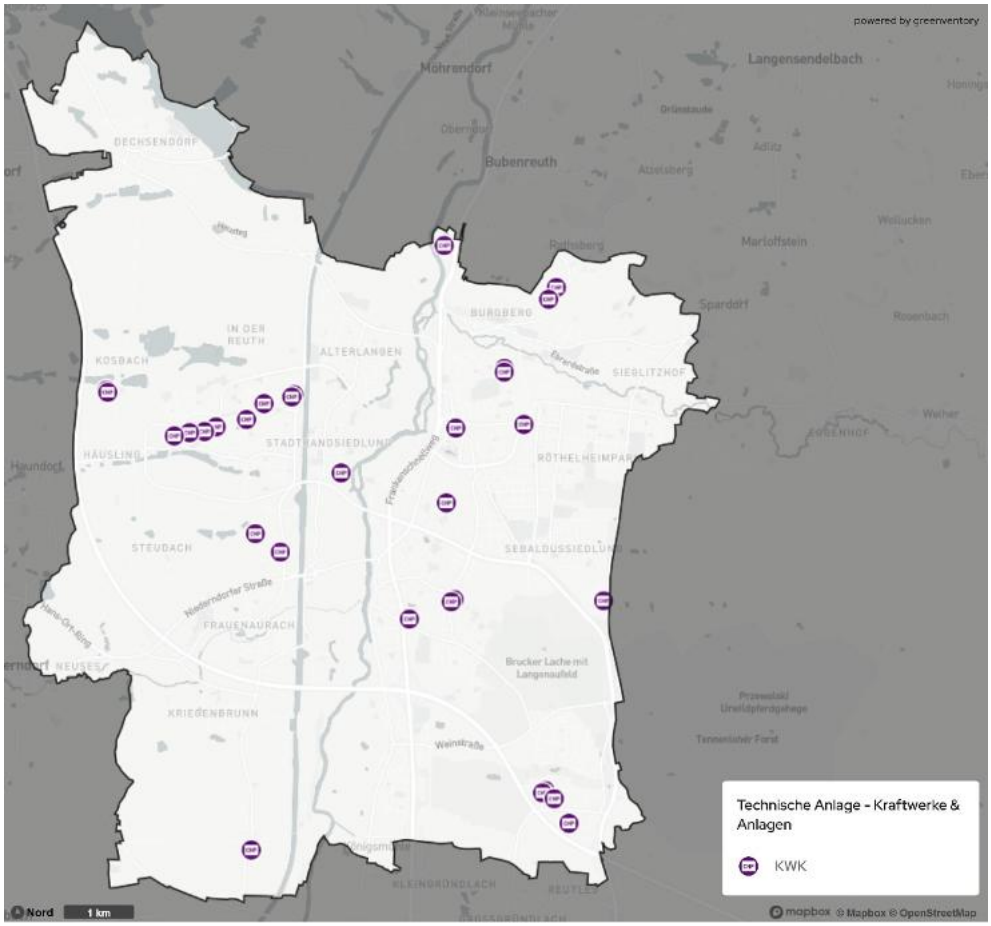


Abbildung 46: Potenzial Kraft-Wärme-Kopplung

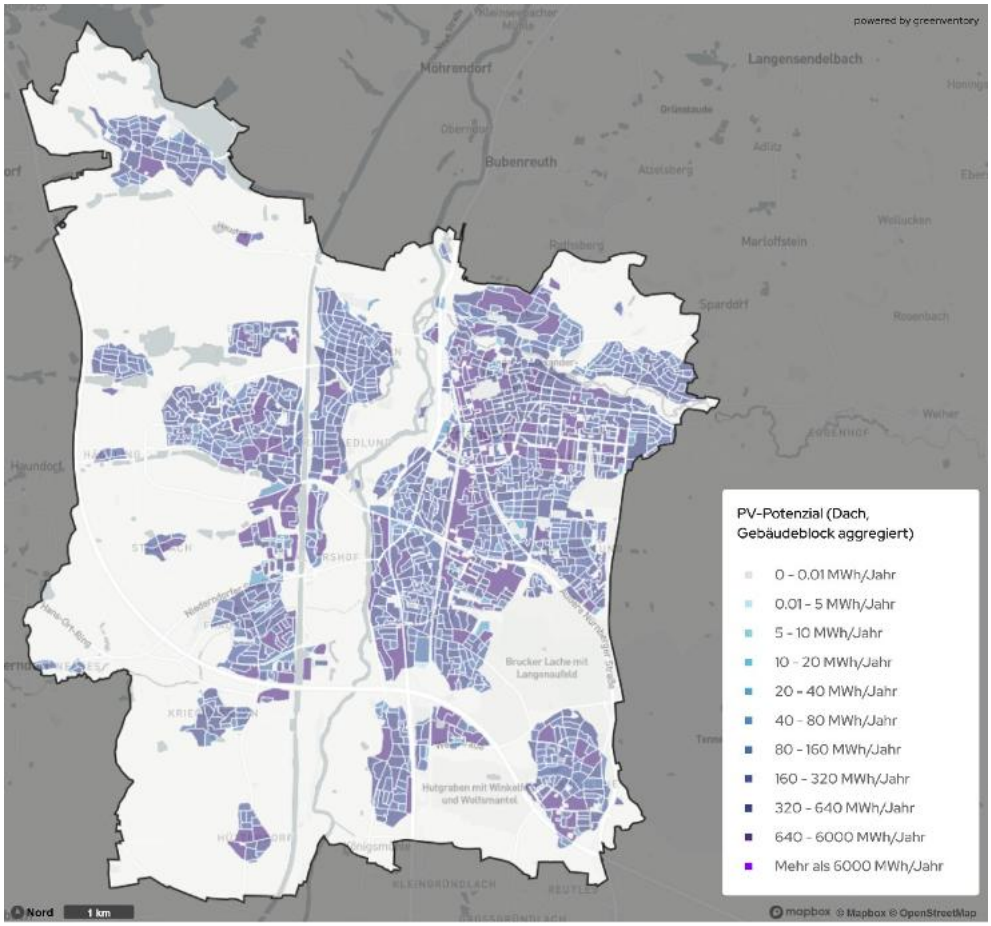


Abbildung 47: Potenzial Photovoltaik (Dachflächen)

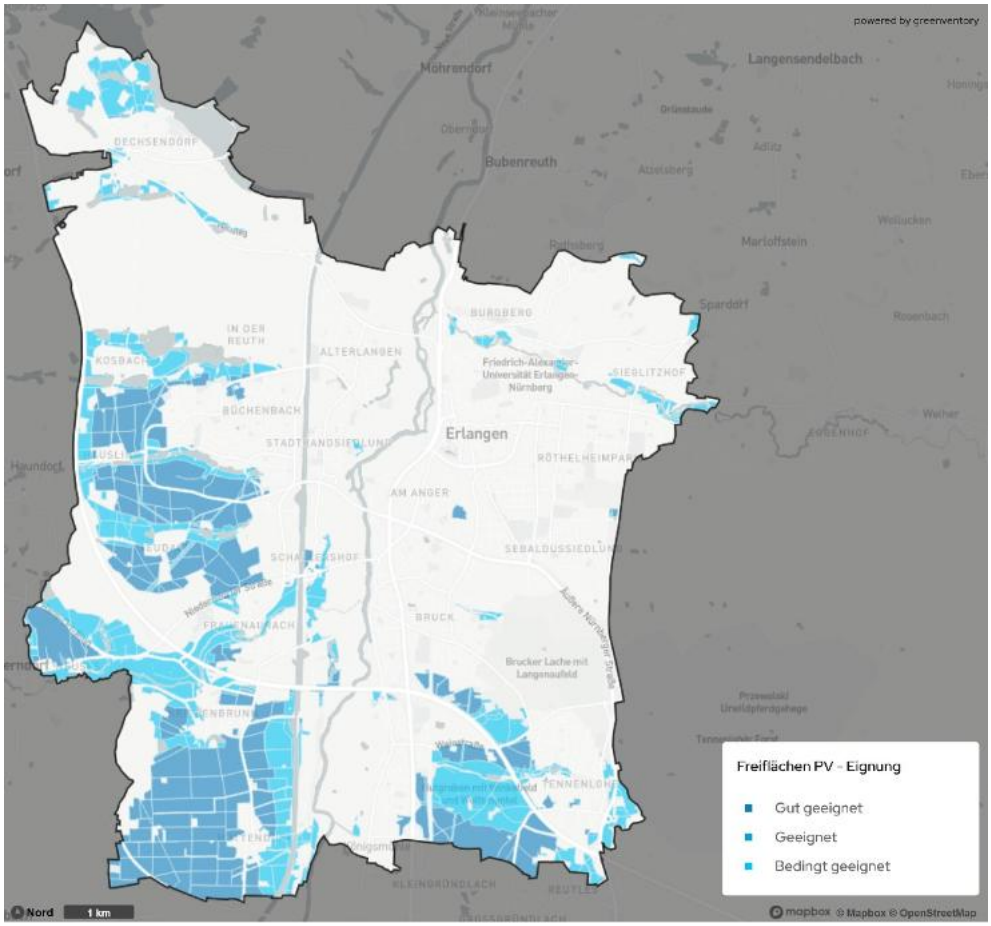


Abbildung 48: Potenzial Photovoltaik (Freiflächen)

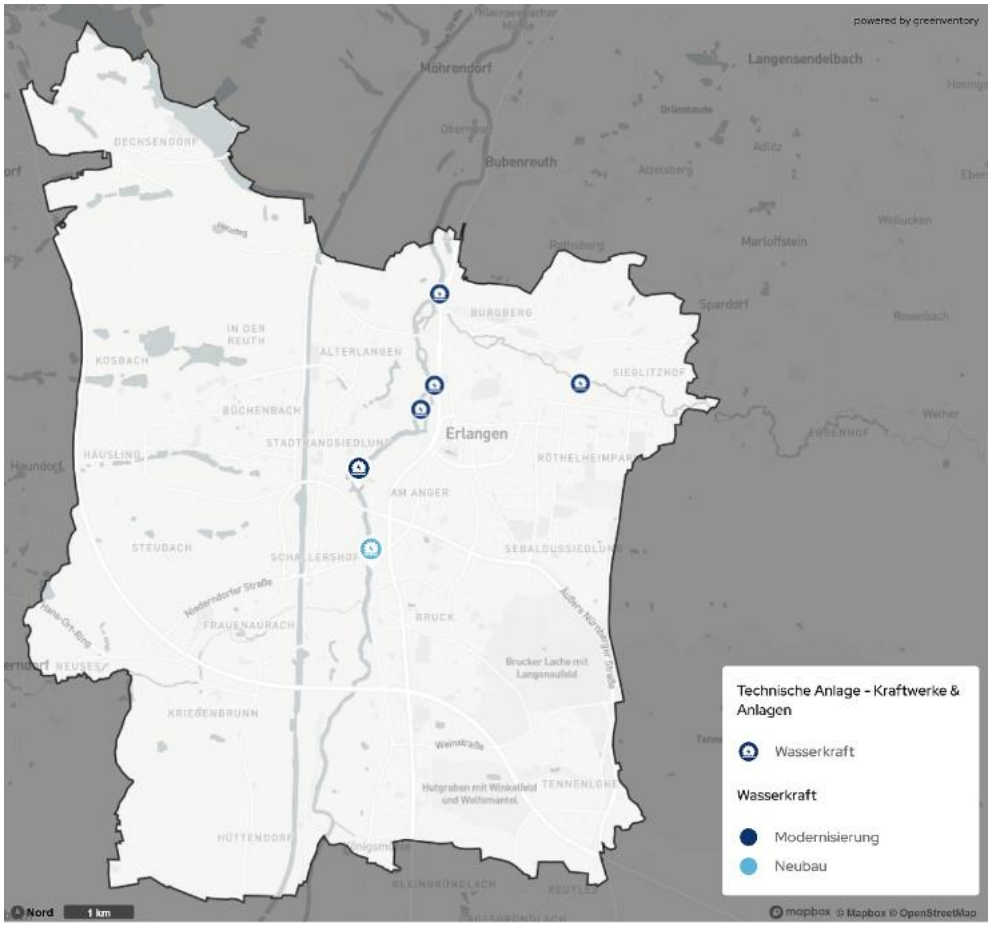


Abbildung 49: Potenzial Wasserkraft

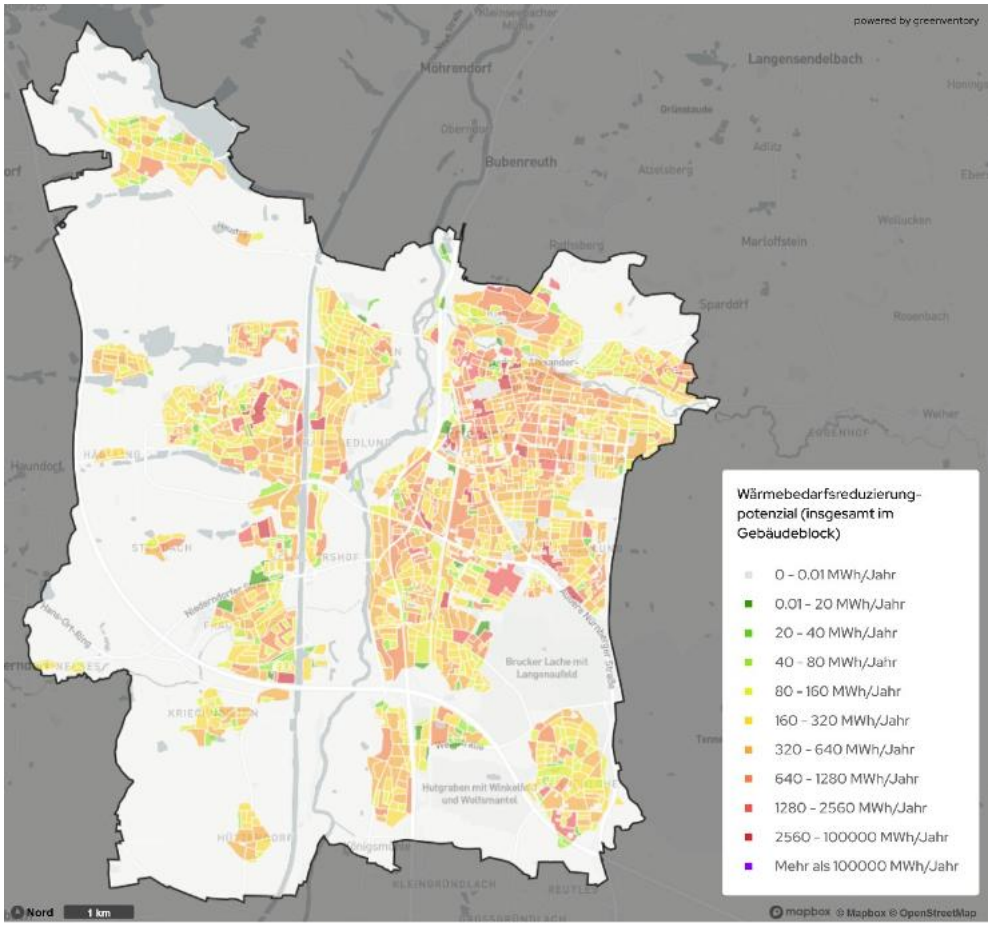


Abbildung 50: Potenzial Sanierung & Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential

11.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
AK	Arbeitskreis
BayKlimaG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CO2e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
ENP	Energienutzungsplan
ESTW	Erlanger Stadtwerke AG
FFH-Gebiete	Flora-Fauna-Habitat-Gebiete
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssysteme
GO	Gemeindeordnung
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
H2	Wasserstoff
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
kW/ha	Kilowatt pro Hektar
kWh/(m*a)	Kilowattstunde pro Meter und Jahr
kWh/m²	Kilowattstunde pro Quadratmeter
kWh/m³	Kilowattstunde pro Kubikmeter

kWh/m²a	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
LfStat	Bayerisches Landesamt für Statistik
LoD2	Level of Detail 2
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt
PPP	Public-Private-Partnership
PV	Photovoltaik
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
t CO2e/a	Tonne Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr
t CO2e/MWh	Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente pro Megawatt-stunde
UBA	Umweltbundesamt
UVPA	Umwelt-, Verkehrs- und Planungsausschuss
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes
€/lfm	Euro pro laufendem Meter
€/MWh	Euro pro Megawattstunde

11.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans 5

Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse 14

Abbildung 3: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) 16

Abbildung 4: Wärmebedarf nach Sektor 17

Abbildung 5: Wärmeliniendichten der einzelnen Straßenabschnitte 18

Abbildung 6: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern 19

Abbildung 7: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträger 20

Abbildung 8: Stromverbrauch nach Sektor 21

Abbildung 9: Kraftwerke und Anlagen in Erlangen (Marktstammdatenregister) 22

Abbildung 10: Treibhausgasemissionen durch Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren in Erlangen 23

Abbildung 11: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für Wärme in Erlangen 24

Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren für Strom in Erlangen 25

Abbildung 13: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen 27

Abbildung 14: Erneuerbare Strompotenziale in Erlangen 31

Abbildung 15: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet 33

Abbildung 16: Wasserschutzgebiete in Erlangen 34

Abbildung 17: Simulation des Zielszenarios für 2040 37

Abbildung 18: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr 38

Abbildung 19: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2030 39

Abbildung 20: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2035 40

Abbildung 21: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040 41

Abbildung 22: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 42

Abbildung 23: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf 43

Abbildung 24: Nah- und Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 44

Abbildung 25: Endenergiebedarf nach Sektor im Zwischenjahr 2030 44

Abbildung 26: Endenergiebedarf nach Sektor im Zwischenjahr 2035 45

Abbildung 27: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2040 46

Abbildung 28: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf 47

Abbildung 29: Emissionsfaktoren in t CO_2e/MWh (Quelle: KWW Halle, 2024) 48

Abbildung 30: Erwartete zusätzliche installierte Leistungen [MW] im Stromnetz nach Technologien 49

Abbildung 31: Erwarteter zusätzlicher Strombedarf/ - erzeugung [GWh/a] nach Technologien 50

Abbildung 32: Vorgehen bei der Identifikation der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (In Abbildung Eignungsgebiete) 53

Abbildung 33: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Stützjahr 2030 56

Abbildung 34: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Stützjahr 2035 57

Abbildung 35: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2040 58

Abbildung 36: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze in Erlangen 59

Abbildung 37: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios 90

Abbildung 38: Maßnahmen Zeitstrahl 92

Abbildung 39: Potenzial Biomasse 121

Abbildung 40: Potenzial Erdwärmesonden 122

Abbildung 41: Potenzial Erdwärmekollektoren 123

Abbildung 42: Potenzial Oberflächengewässer 124

Abbildung 43: Potenzial industrielle Abwärme & Abwasser 125

Abbildung 44: Potenzial Solarthermie (Dachflächen) 126

Abbildung 45: Potenzial Solarthermie (Freiflächen) 127

Abbildung 46: Potenzial Kraft-Wärme-Kopplung 128

Abbildung 47: Potenzial Photovoltaik (Dachflächen) 129

Abbildung 48: Potenzial Photovoltaik (Freiflächen) 130

Abbildung 49: Potenzial Wasserkraft 131

Abbildung 50: Potenzial Sanierung & Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential 132

11.4 Literaturverzeichnis

BAFA (2024). Förderprogramm im Überblick. BAFA.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

BDEW (2021a) BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021. Aufgerufen am 15.10.2024 unter https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Neubau.pdf

BDEW (2021b) BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021. Aufgerufen am 15.10.2024 unter https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

BMWK (2024). Erneuerbares Heizen – Gebäudeenergiegesetz (GEG). Häufig gestellte Fragen (FAQ). Aufgerufen am 11. Juli 2024 unter https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html

BMWSB (2023a). Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen. BMWSB.de. Aufgerufen am 13. Februar 2024 unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html

BMWSB (2023b). Novelle des Gebäudeenergiegesetzes auf einen Blick (GEG). BMWSB.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/geg-auf-einen-Blick.pdf;jsessionid=AD290818DAE9254DBAF11EC268661C84.1_cid505?__blob=publicationFile&v=3

dena (2016). Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016

dena (2023). Fit für 2045: Zielparameter für Nichtwohngebäude im Bestand. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2023

Erlangen (2025). Energienutzungsplan mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan. Stadt Erlangen. Hrsg.: Stadt Erlangen. Referat VII Umwelt und Klimaschutz. Amt für Umweltschutz und Energiefragen, 2025.

IWU (2012). „TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter https://www.iwu.de/index.php?id=205

KEA (2020). Leitfaden Kommunale Wärmeplanung. KEA-BW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf

KEA (2024). Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-3

KfW (2024). Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432). KfW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/

KWW Halle (2024). Technikkatalog Wärmeplanung. Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende. KWW-halle.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung

Umweltbundesamt (2023). Erneuerbare Energien in Zahlen. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick

Umweltbundesamt (2024a). Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme

Umweltbundesamt. (2024b). Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 15. April 2024 unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren

11.5 Impressum

Herausgeber
Stadt Erlangen
Referat VII Umwelt und Klimaschutz
Amt für Umweltschutz und Energiefragen
91051 Erlangen

Kontakt
Telefon: 09131 86-3821
E-Mail: waermewende@stadt.erlangen.de
www.erlangen.de/waermeplanung

Redaktion
Referat VII Umwelt und Klimaschutz
Amt für Umweltschutz und Energiefragen
91051 Erlangen

Gestaltung
Stefan Beck, greenventory GmbH
Dr.-Ing. Kai Mainzer, greenventory GmbH
Johannes Jacobs, greenventory GmbH

greenventory Gmbh
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau
Telefon: +49 (0)761 7699 4160
E-Mail: info@greenventory.de
Webseite: www.greenventory.de

Erscheinungsdatum
November 2025