

Energienutzungsplan mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan

Kurzversion

erlangen.de/waermeplanung

04/2025



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 eines Energienutzungsplans und 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 | 24 |
| 5 | Potenzialanalyse | 25 |
| 5.1 | Methode: Indikatorenmodell | 25 |
| 5.2 | Ergebnisse der Potenzialanalyse | 28 |
| 5.3 | Fazit Potenzialanalyse | 32 |
| 6 | Eignungsgebiete für Wärmenetze | 34 |
| 6.1 | Eignungsgebiet 1: Innenstadt | 37 |
| 6.2 | Eignungsgebiet 2: Büchenbach | 39 |
| 6.3 | Eignungsgebiet 3: „Alterlangen - Dompfaffstraße“ | 41 |
| 6.4 | Eignungsgebiet 4: Alterlangen – Sankt Johann | 43 |
| 6.5 | Eignungsgebiet 5: Frauenaaurach | 45 |
| 6.6 | Eignungsgebiet 6: Tennenlohe | 47 |
| 6.7 | Eignungsgebiet 7: Bruck | 49 |
| 6.8 | Eignungsgebiet 8: Burgberg Nord | 51 |
| 6.9 | Eignungsgebiet 9: Adalbert-Stifter-Straße | 53 |
| 6.10 | Eignungsgebiet 10: Kosbach | 55 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| 6.11 | Eignungsgebiet 11: Eltersdorf | 57 |
| 6.12 | Eignungsgebiet 12: Kriegenbrunn | 59 |
| 6.13 | Eignungsgebiet 13: Pommernstraße & Dresdnerstraße | 61 |
| 6.14 | Eignungsgebiet 14: Gewerbegebiete | 63 |
| 6.15 | Einzelversorgungsgebiete | 65 |
| 7 | Zielszenario 2040 | 67 |
| 7.1 | Ergebnisse des Zielszenarios 2040 | 68 |
| 7.2 | Fazit Zielszenario | 74 |
| 7.3 | Entwicklung im Stromsektor | 75 |
| 8 | Zielszenario 2030 | 78 |
| 9 | Maßnahmen und Wärmewendestrategie | 82 |
| 9.1 | Erarbeitete Maßnahmen in Erlangen | 83 |
| 9.1.1 | Maßnahme 1: Transformationsplan Fernwärmennetz ESTW | 85 |
| 9.1.2 | Maßnahme 2: Transformationspläne Nahwärmennetze | 87 |
| 9.1.3 | Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien in allen Eignungsgebieten für Wärmennetze | 89 |
| 9.1.4 | Maßnahme 4: Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmennetzen | 91 |
| 9.1.5 | Maßnahme 5: Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien | 92 |
| 9.1.6 | Maßnahme 6: THG-neutrale Wärmeversorgungskonzepte in Gewerbegebieten | 94 |
| 9.1.7 | Maßnahme 7: Zukunftsplan Gasnetz | 96 |
| 9.1.8 | Maßnahme 8: Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes | 98 |
| 9.1.9 | Maßnahme 9: Energetische / Integrierte Quartierskonzepte | 100 |
| 9.1.10 | Maßnahme 10: Intensivierung der Bewerbung bestehender Energieberatungsangebote | 102 |
| 9.1.11 | Maßnahme 11: Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude | 104 |
| 9.1.12 | Maßnahme 12: Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude | 106 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.2 | Übergreifende Wärmewendestrategie für Erlangen | 108 |
| 10 | Verstetigung des Projekts | 109 |
| 10.1 | Verstetigungskonzept | 109 |
| 10.2 | Monitoringkonzept | 109 |
| 11 | Fazit | 111 |
| 12 | Anhänge | 113 |
| 12.1 | Potenzialkarten | 113 |
| 12.2 | Abkürzungsverzeichnis | 125 |
| 12.3 | Abbildungsverzeichnis | 126 |
| 12.4 | Literaturverzeichnis | 129 |
| 12.5 | Impressum | 131 |

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 Energie- und insbesondere Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellen der Energienutzungsplan (ENP) und die Kommunale Wärmeplanung (KWP) strategische Planungsinstrumente dar. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, bestehende Potenziale sowie die treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die Wärmewende. Die Wärmeplanung 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. Der ENP erweitert die ersten beiden Schritte um den Stromsektor.

Die Stadt Erlangen hat den Energienutzungsplans mit Schwerpunkt KWP durchgeführt. Teil des Projekts ist auch die Durchführung der Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) für das Jahr 2021. Diese wird in einem separaten Bericht vorgestellt.

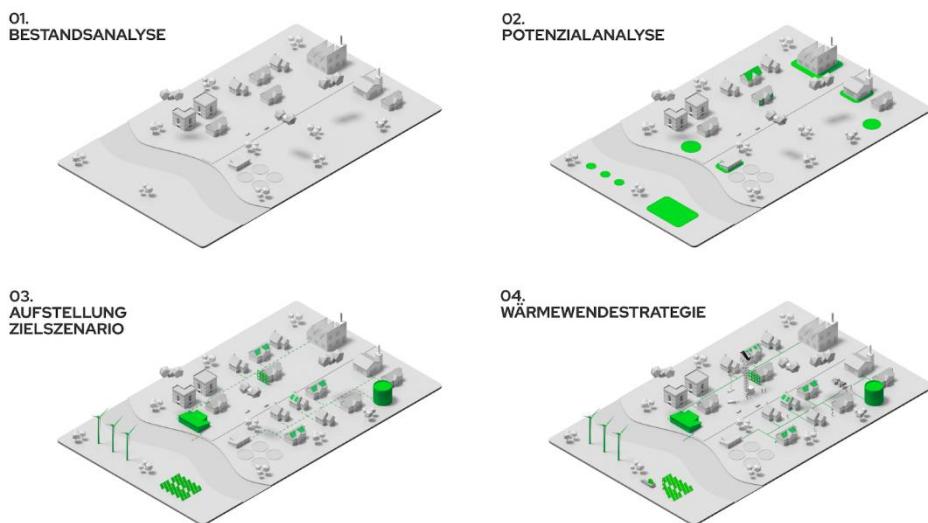


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

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 Klimaneutralität vor 2030 zusammen mit der Erarbeitung eines Fahrplans für die Erreichung der Klimaneutralität konkretisiert. 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 Kälteerzeugung¹. 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.

Schritte des Energienutzungsplans mit Schwerpunkt kommunalen Wärmeplanung

Die Entwicklung des ENP mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan war ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasste:

1. **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.
2. **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.

¹ Die Analyse der Kälteerzeugung ist nicht Teil des Projekts.

3. **Eignungsgebiete:** Auf Basis der Analysen wurden Eignungsgebiete für Wärmenetze und Gebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen identifiziert. Diese Gebiete bilden die Grundlage für das Zielszenario 2040 der Wärmeversorgung.
4. **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 Wärmenetzeignungsgebieten 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 ist, 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.

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 legt eine 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 ENP und KWP zusammen. Kapitel 4 und 5 präsentieren die Potenzialanalyse. Kapitel 6 enthält Steckbriefe der verschiedenen Eignungsgebiete für Wärmenetze. Kapitel 7 das Zielszenario 2040 und Kapitel 8 das Zielszenario 2030. Kapitel 9 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Kapitel 10 erörtert die Verstetigung

des Projekts. Abschließend werden die Befunde der kommunalen Wärmeplanung in Kapitel 11 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. Als ersten Meilenstein in der kommunalen Wärmeplanung erstellt die Stadt einen Energienutzungsplan mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan.

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 „Eignungsgebiete 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 6 beschrieben.

3.7 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Grundlage der Eignungsgebiete 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 eines Energienutzungsplans und der Wärmeplanung?

Die Umsetzung eines Energienutzungsplans und 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 Eignungsgebieten 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 Eignungsgebiete 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 Eignungsgebiet 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 Wärmenetzeignungsgebiete liegen, ist ein zeitnauer 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 Mietern und 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.

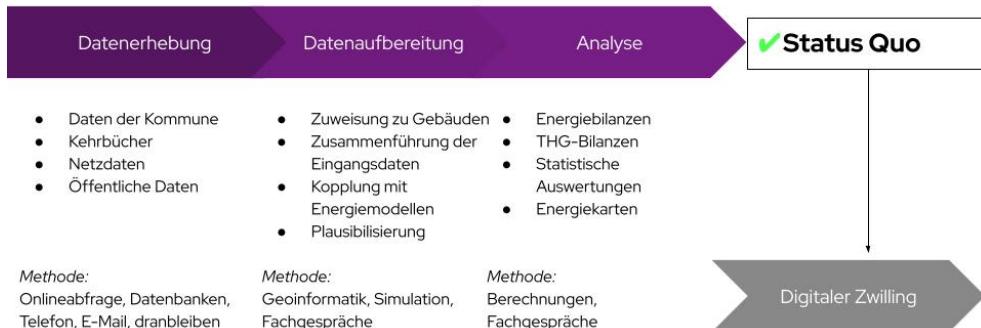


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

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

Gebäudebestand

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 Denkmalschutzaufgaben 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 (unsanierter 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).

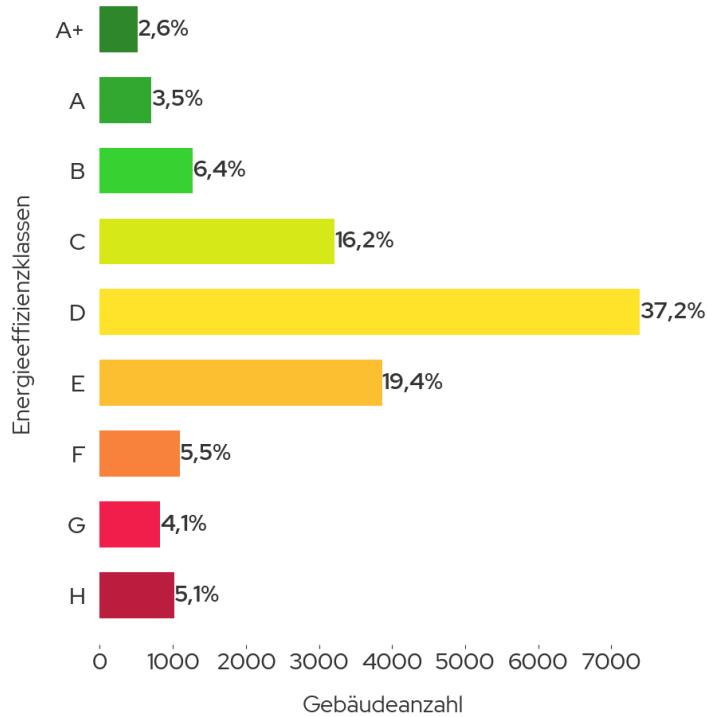


Abbildung 3: Gebäudeverteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

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.

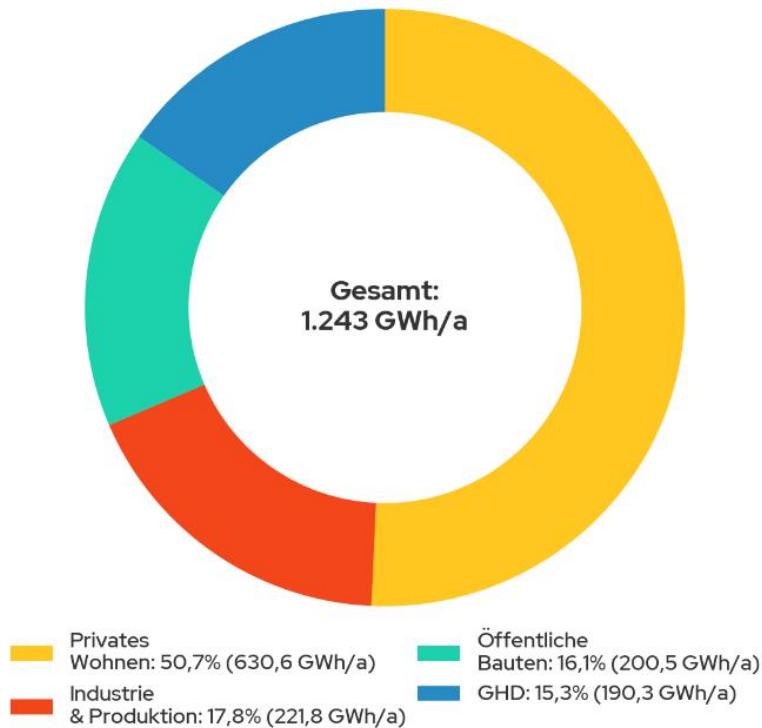


Abbildung 4: Wärmebedarf nach Sektor

Eingesetzte Energieträger

Die jährliche Bereitstellung von 1396 GWh Endenergie für die Wärmeerzeugung in Erlangen zeigt eine deutliche Dominanz fossiler Energieträger (siehe Abbildung 5). 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.

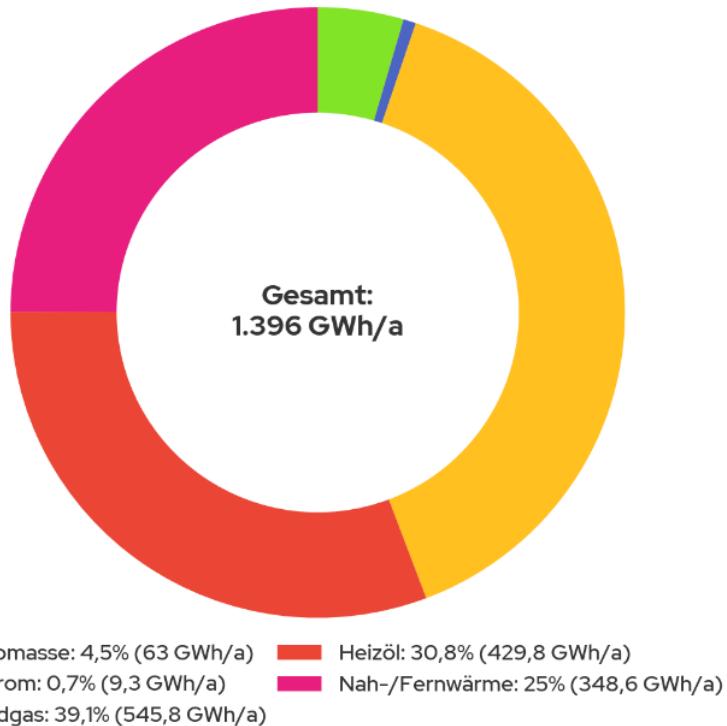


Abbildung 5: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträger

Stromverbrauch

Im gesamten Stadtgebiet wurde ein aktueller Strombedarf von etwa 644 GWh/a ermittelt (siehe Abbildung 6). 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.

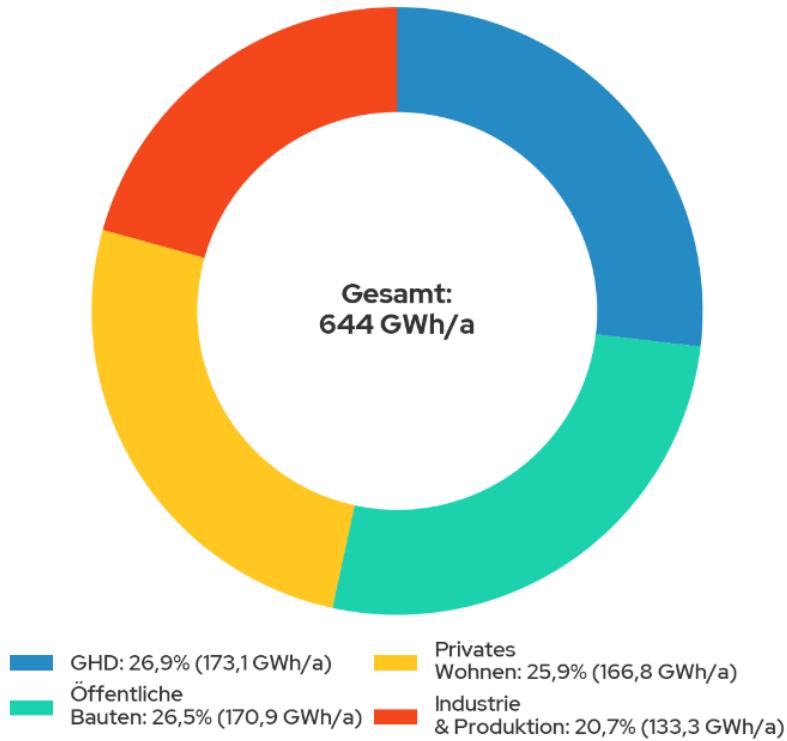


Abbildung 6: Stromverbrauch nach Sektor

Infrastruktur der Erzeugung und Verteilung von Strom und Wärme

Im Erlangener Stadtgebiet sind viele Anlagen zur Strom- und zur Wärmeerzeugung angesiedelt. Abbildung 7 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.

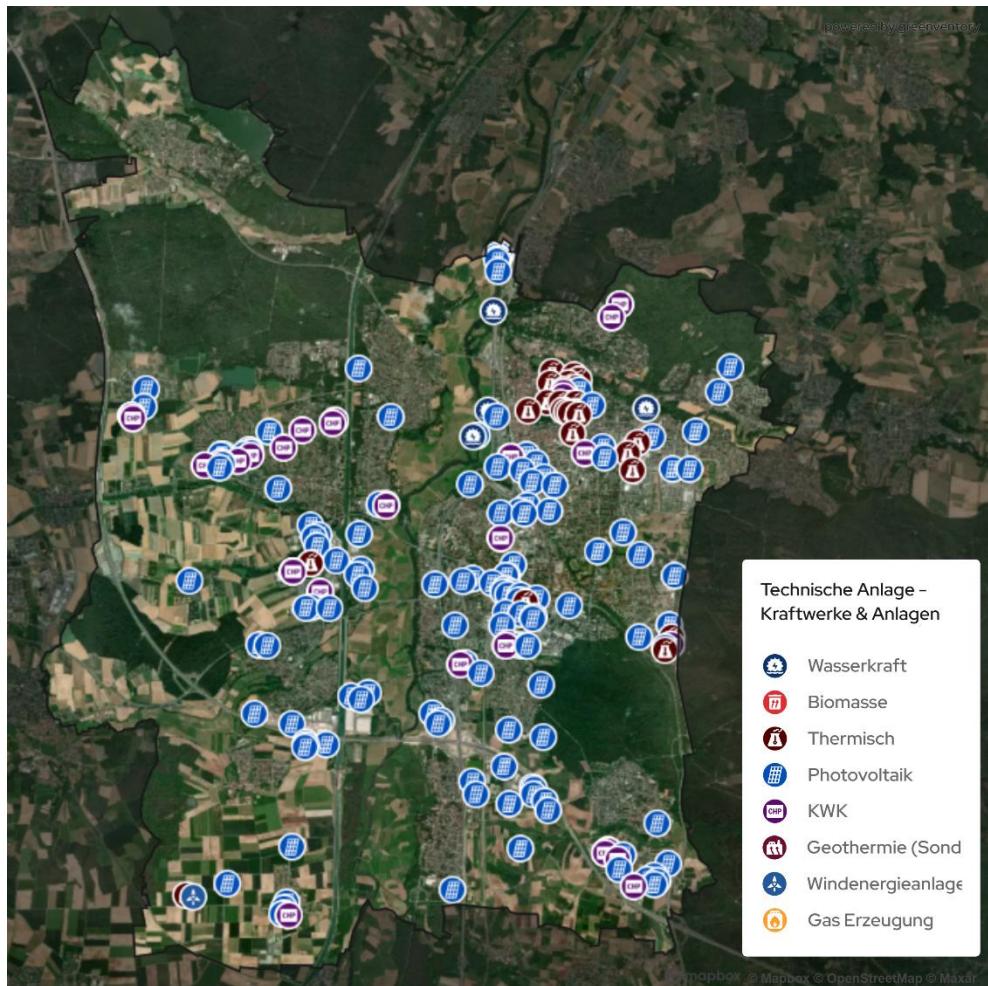


Abbildung 7: Kraftwerke und Anlagen in Erlangen (Marktstammdatenregister)

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 MW_{el}.

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 Äußenen 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 Nahwärmennetze mit Versorgungsgebieten in Stadtteilen wie zum Beispiel Büchenbach, die größtenteils von den ESTW betrieben werden.

Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung und des Stromsektors

Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich in Erlangen belaufen sich auf 308.399 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Die Emissionen verteilen sich proportional zum Wärmebedarf auf die Sektoren (siehe Abbildung 8):

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

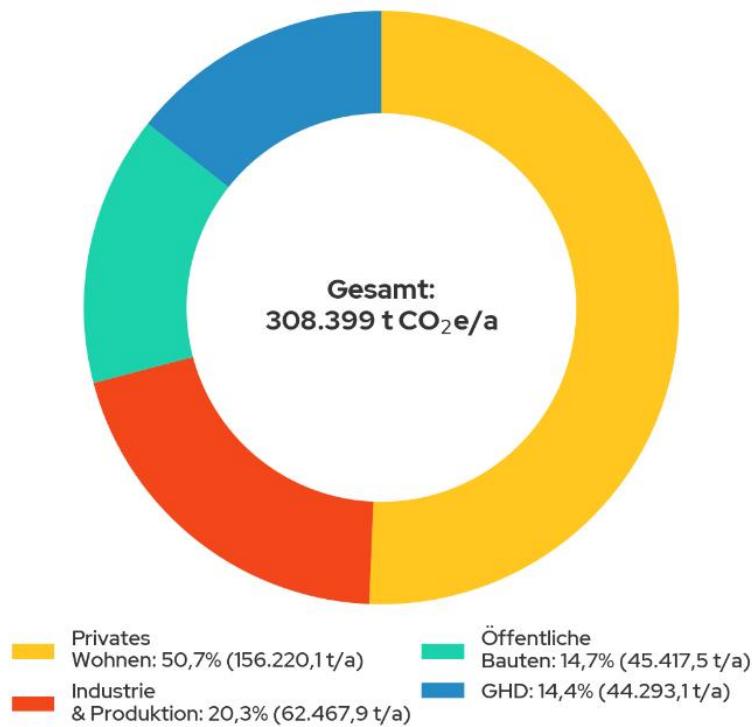


Abbildung 8: Treibhausgasemissionen durch Wärmeerzeugung nach Sektoren in Erlangen

Die Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Erlangen werden hauptsächlich durch fossile Energieträger verursacht (siehe Abbildung 9):

- **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.

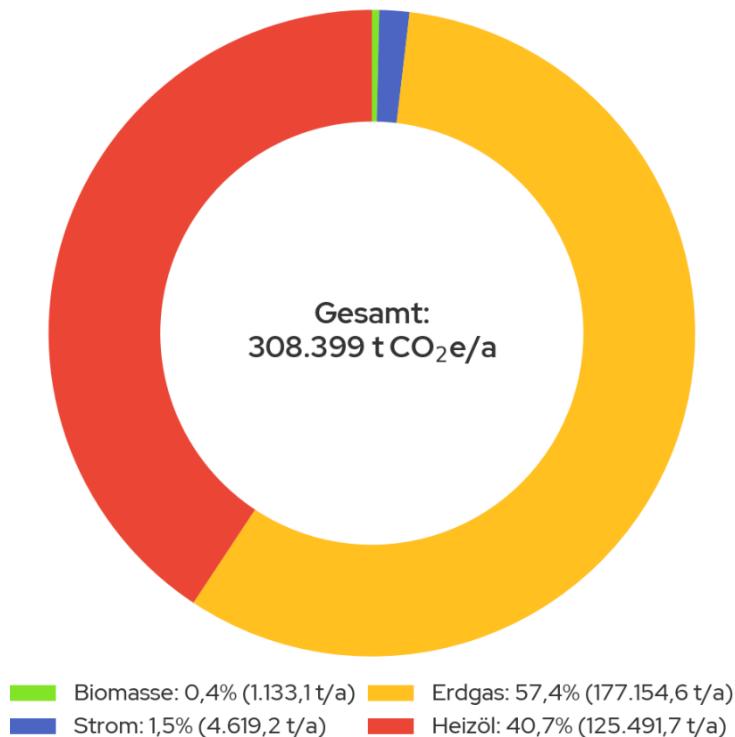


Abbildung 9: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für Wärme in Erlangen

Die Treibhausgasemissionen des Stromsektors sind in Abbildung 10 je Sektor dargestellt. Sie betragen, bezogen auf den Bundesstrommix, etwa 321.000 Tonnen CO₂e pro Jahr. Die sektorale Aufteilung ist identisch mit der des Stromverbrauchs aus Abbildung 6.

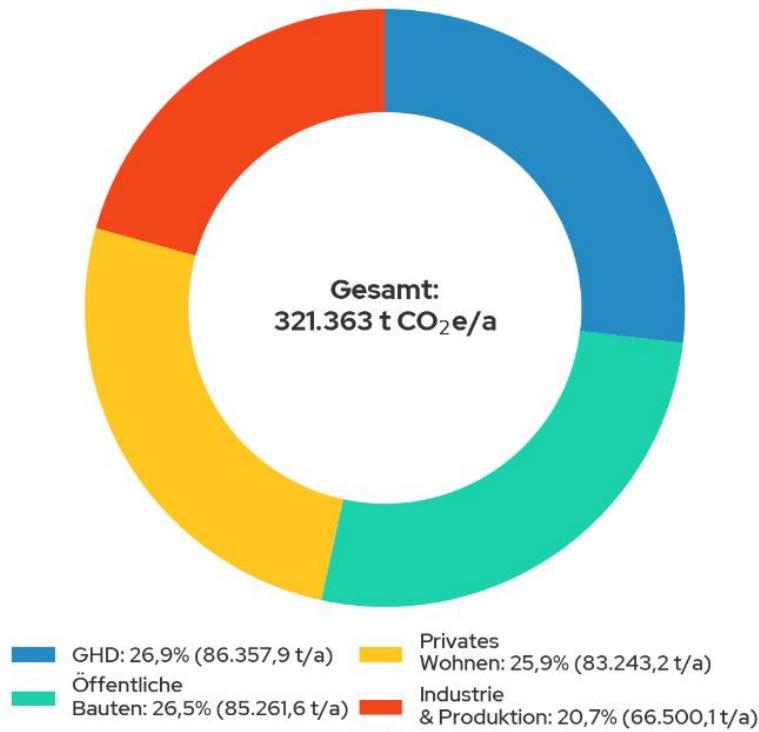


Abbildung 10: Treibhausgasemissionen nach Sektoren für Strom in Erlangen

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 ₂ e/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 verursacht. 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 tCO₂e 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 tCO₂e 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 Fernwärmennetz 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 25f.) 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 eventuellen zusätzlichen, spezifischen Restriktionen in weiterführenden Untersuchungen.

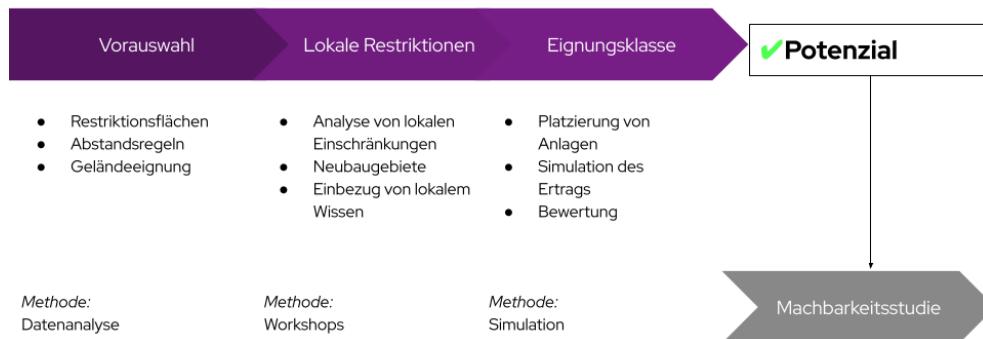


Abbildung 11: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

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, technisch-ökonomische Anlagenparameter |
| Wasserkraft | Bestehende Wasserkraftwerk-Standorte, installierte elektrische Leistung |
| Thermische Potenziale | |
| Abwärme aus Klärwerken | Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, technisch-ökonomische Anlagenparameter |
| Industrielle Abwärme | Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit |
| Biomasse | Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, technisch-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, technisch-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 Energienutzungsplan mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan 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.

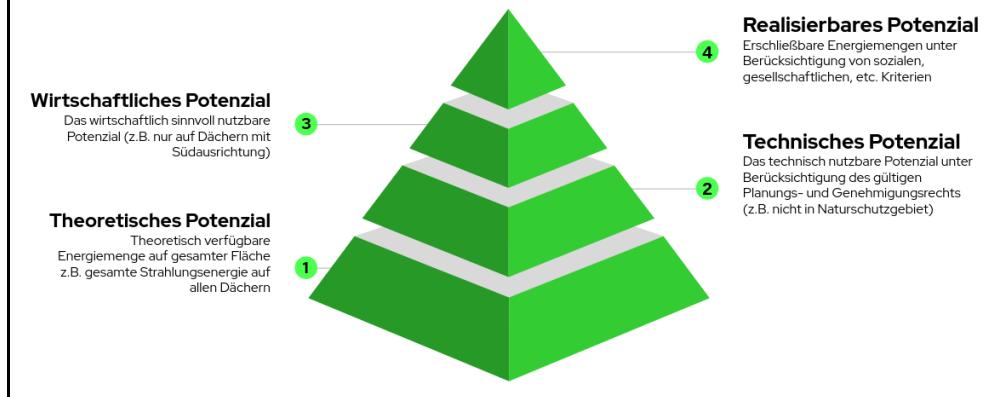
→ *Gut geeignetes technisches Potenzial*: Gebiete durch technisches Kriterium besonders geeignet, zum Beispiel hoher Auslastungsgrad, hoher Wirkungsgrad, räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten

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 12):

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**²: 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-Dachflächen**²: 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.

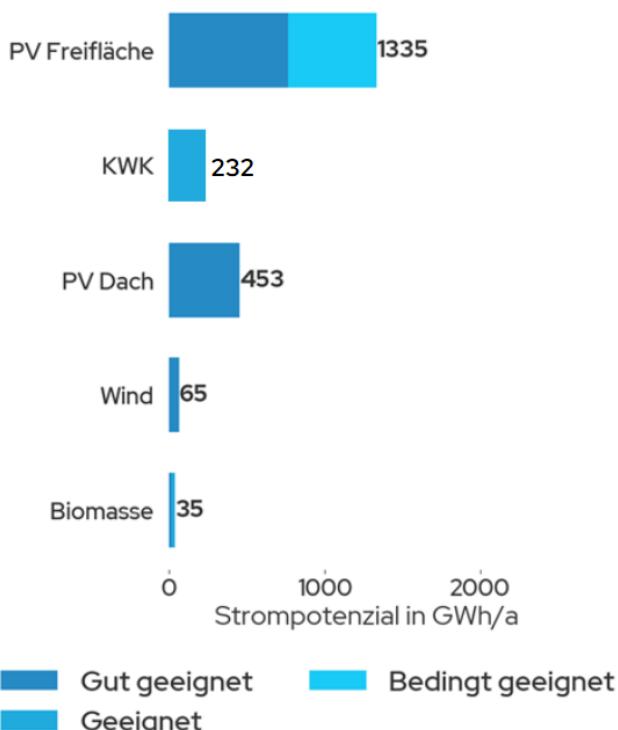


Abbildung 12: Erneuerbare Strompotenziale in Erlangen

² 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 13).

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 Erdwärmesonden 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 444GWh 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 Ausbau- stufe (2030) schätzungsweise 49 GWh/a. Bis 2040 wird sich das Potenzial auf voraussichtlich zirka 97 GWh/a erhöhen.

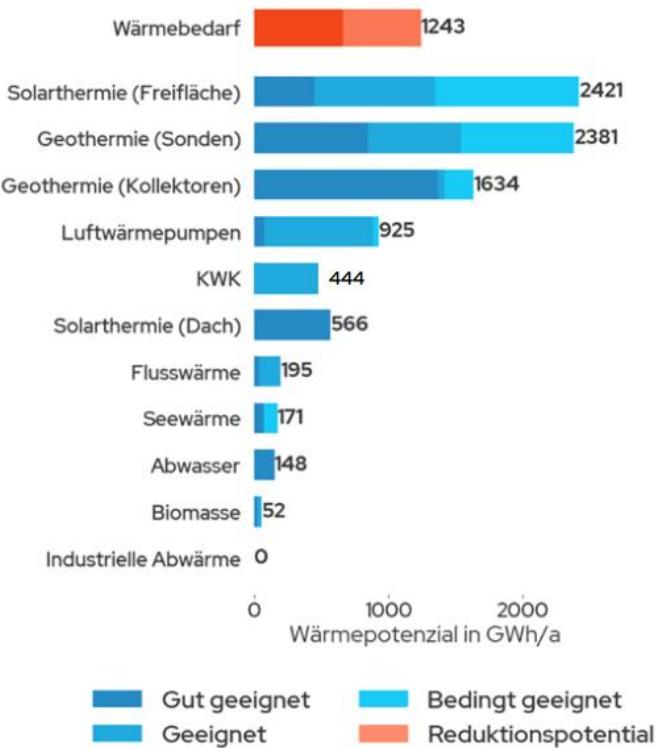


Abbildung 13: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

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 Wärmeschutzzvorschriften. 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) | | | |
|--|--------------------|--|----------------------|
| Gebäudehülle sanieren | | | |
| | Fenster | <ul style="list-style-type: none"> • 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden | 800 €/m ² |
| | Fassade | <ul style="list-style-type: none"> • Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rolladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren | 200 €/m ² |
| | Dach | <ul style="list-style-type: none"> • (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischenparrendämmung • Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen • Oft: verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden | 400 €/m ² |
| | Kellerdecke | <ul style="list-style-type: none"> • Bei unbeheiztem Keller | 100 €/m ² |

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind im Anhang 12.1 räumlich dargestellt.

5.3 Fazit Potenzialanalyse

Die technischen Potenziale zur Erzeugung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme sind räumlich heterogen verteilt: Das Sanierungspotenzial ist räumlich homogen verteilt. In Erlangen dominieren die Potenziale der Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen. In locker bebauten Quartieren bieten sich Luftwärmepumpen und Erdwärmekollektoren für die Wärmeversorgung an. Außerhalb der Wasserschutzgebiete liegen Potenziale für Erdwärme-Kollektorfelder oder Sondenfelder vor. An den Stadträndern sind Solar-Kollektorfelder möglich. Insbesondere die Solarthermie auf Freiflächen erfordert eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze, sowie der Flächenkonkurrenz mit Agrarwirtschaft, Photovoltaik und Wärmespeicherung. Ebenfalls denkbar ist die Nutzung der Flusswärme der Regnitz zur Einspeisung in das Fernwärmennetz. Darüber hinaus können große Luftwärmepumpen flexibel in Wärmenetze

integriert werden, wobei sich gerade Gewerbegebiete aufgrund der Flächenverfügbarkeiten als gute Standorte anbieten. Die Erschließung dieser Potenziale wird bei der detaillierten Prüfung der Wärmenetzeignungsgebiete im Anschluss an die Wärmeplanung mit untersucht. Im Strombereich befindet sich der Windpark Römerreuth derzeit in der Planung.

Bilanziell ist es technisch möglich, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Die Saisonalität der erneuerbaren Energiequellen ist zu berücksichtigen und in der Planung mittels Speichertechnologien und intelligenter Betriebsführung zu adressieren. Aufgrund der räumlichen Verteilung der Potenziale sind räumlich angepasste Lösungen daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Temperaturniveaus der Wärmepotenziale sind relevant und die Flächenverwendung ist ein Thema, welches nicht nur aus energetischer Perspektive zu betrachten ist. Die Nutzung von Dachflächenpotenzialen und weiterer Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten ist der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen. Im Anschluss an den ENP müssen die ermittelten technischen Potenziale auf Realisierbarkeit geprüft werden.

6 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung im Projekt und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen. Die identifizierten Eignungsgebiete können dann in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung weiter entwickelt werden.

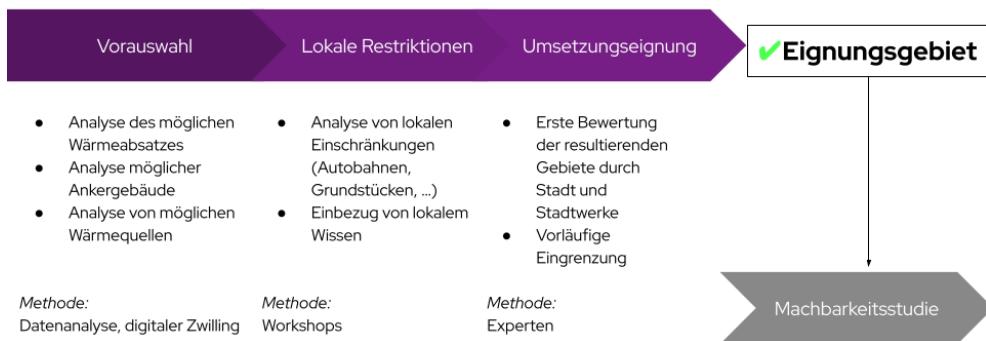


Abbildung 14: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

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 Wärmenetze:** Gebiete, welche auf Basis von Bewertungskriterien für Wärmenetze (Nahwärme oder Fernwärme) grundsätzlich geeignet sind.
- **Einzelversorgungsgebiete:** Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung

erfolgt individuell im Einzelgebäude. Alternativ kann sie auch über Gebäudenetze erfolgen.

- **Gewerbegebiete:** Gebiete mit vielen Gewerbe- und Industriebetrieben mit einem potenziell hohem Prozesswärmeverbrauch. Das Gashochdrucknetz läuft durch bzw. entlang dieser Gebiete. Zur Wärmeversorgung kommen beispielsweise eine Versorgung mit regenerativen Gasen, Wärmenetzen oder Strom in Frage.

Rechtswirkung von Eignungsgebieten:

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die vorgestellten Eignungsgebiete zu prüfenden Wärmenetzausbau- und -neubaugebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturerentwicklung der nächsten Jahre. Für die Eignungsgebiete 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 Eignungsgebiete 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).

Eignungsgebiete für Wärmenetze in Erlangen

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten, was in drei Schritten erfolgte:

1. **Vorauswahl:** Auf der Basis von Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandener Ankergebäude, wie zum Beispiel kommunale Gebäude, wurden Eignungsgebiete 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 Eignungsgebiete 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.

In Erlangen wurden die in Abbildung 15 orange und hellgrün eingezeichneten Eignungsgebiete identifiziert. In der Darstellung wird zwischen Eignungsgebieten für Fernwärme (Anschluss an das bestehende Fernwärmennetz durch Nachverdichtung oder Erweiterung) und Eignungsgebieten für Nahwärme (Erweiterung bestehender oder Ausbau neuer Wärmenetze) unterschieden. Anpassungen der Wärmenetzeignungsgebiete 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“)

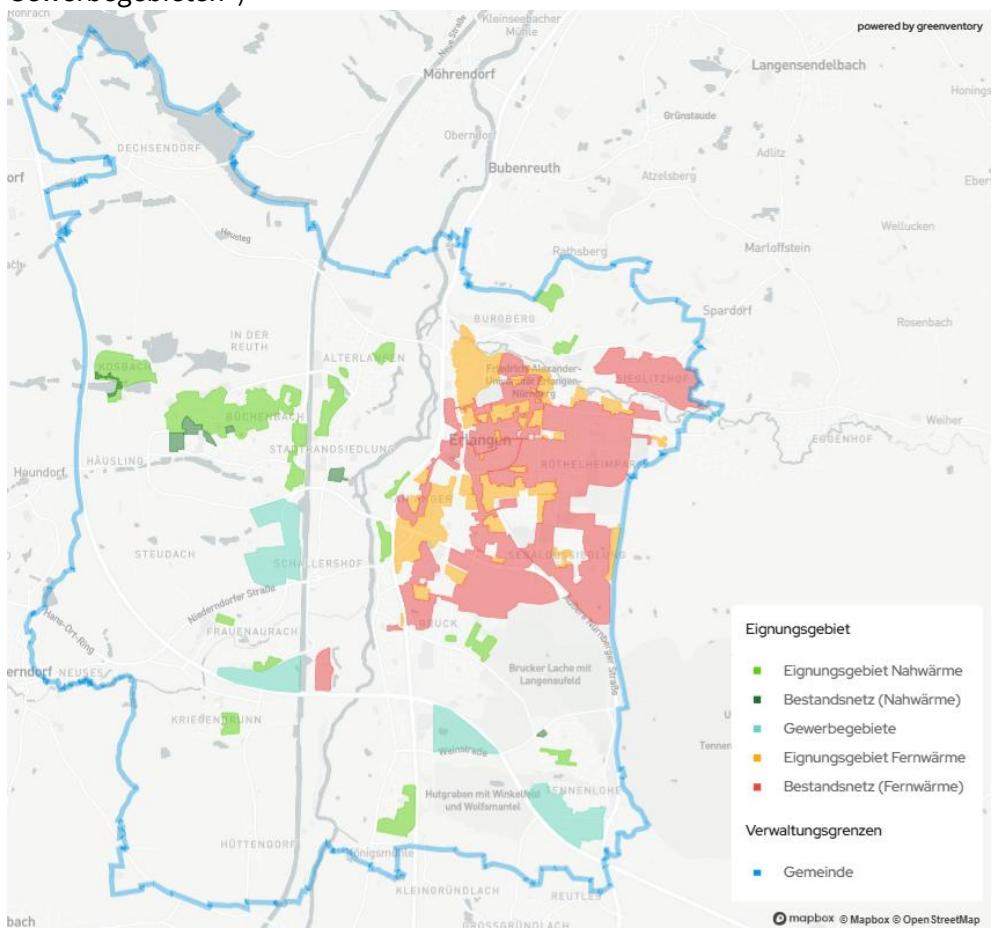
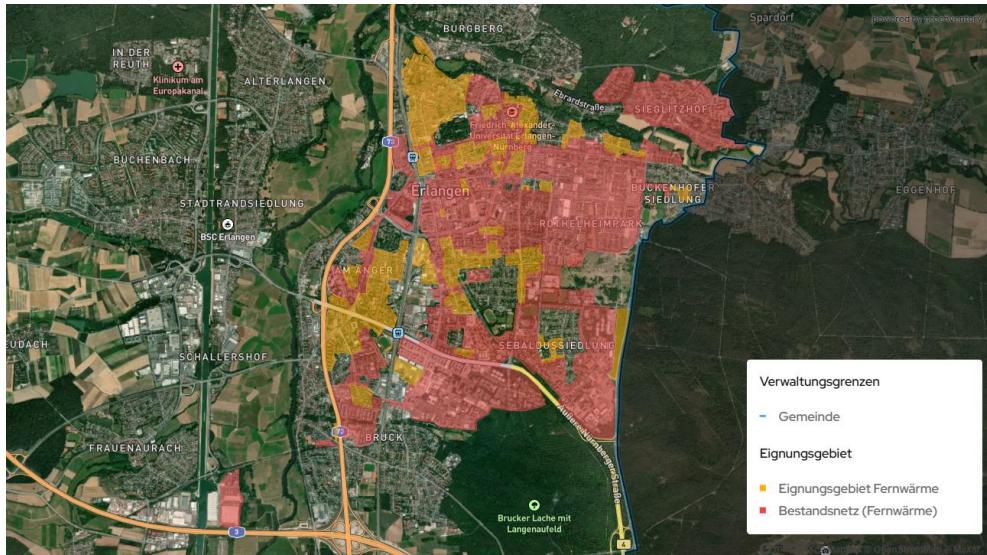


Abbildung 15: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze in Erlangen

6.1 Eignungsgebiet 1: Innenstadt



Aktueller Wärmebedarf 632 GWh/a³

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 437,5 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 6365

(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 4 - 9 ct/kWh

Ausgangssituation:

Das Gebiet rund um das Bestandsfernwärmennetz 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

³ Der nach der in Kapitel 4.1 beschriebenen Methodik ermittelte Fernwärmeverbrauch beträgt in Erlangen aktuell ca. 434 GWh/a

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, Gewerbegebäuden – 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.

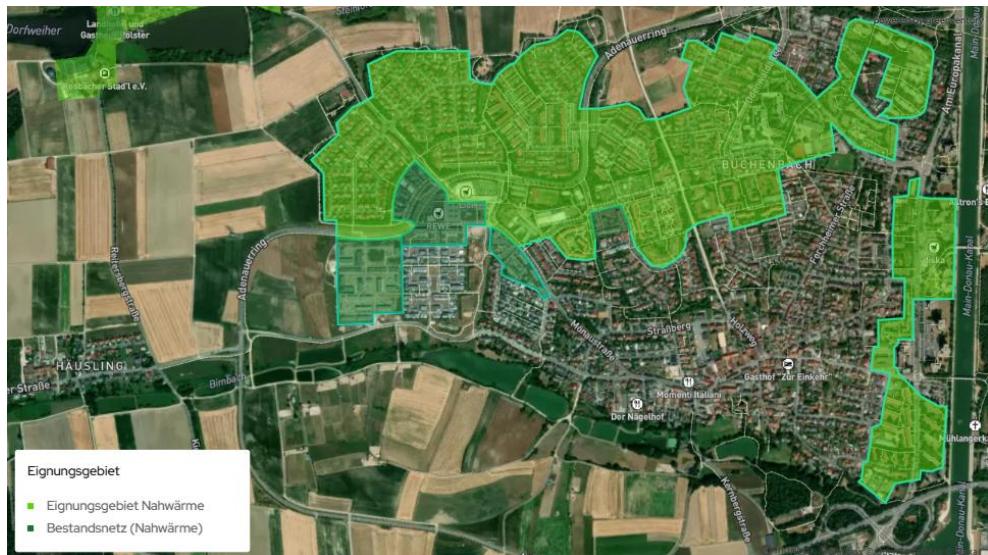
Sofern vorhanden, können zur Spitzenlastbereitstellung Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis der Energieträger Wasserstoff, Biomethan oder Biogas genutzt werden (insbesondere im Heizkraftwerk der ESTW). Hierbei ist die Konkurrenz mit dem Bedarf der Industrie zur Prozesswärmeverzeugung auf einem höheren Temperaturniveau zu beachten.

Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.

**Verknüpfte
Maßnahmen:**

1, 5

6.2 Eignungsgebiet 2: Büchenbach



Aktueller Wärmebedarf 48,1 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 28,6 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 1312
(Stand 2024)

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 Nahwärmesysteme, 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

6.3 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 Mehrfamilienhäusern 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

6.4 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

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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 |

6.5 Eignungsgebiet 5: Frauenaaurach



Aktueller Wärmebedarf 2,9 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 2,7 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 37
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 5 - 14 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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 Frauenaaurachs liegende Teilgebiet grenzt südlich an die Sylviannastraße, die Willi-Grasser-Straße und das Gewerbegebiet. Es beinhaltet die größeren Mehrfamilienhäuser in der Voltastraße und die Grundschule Frauenaaurach.

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.

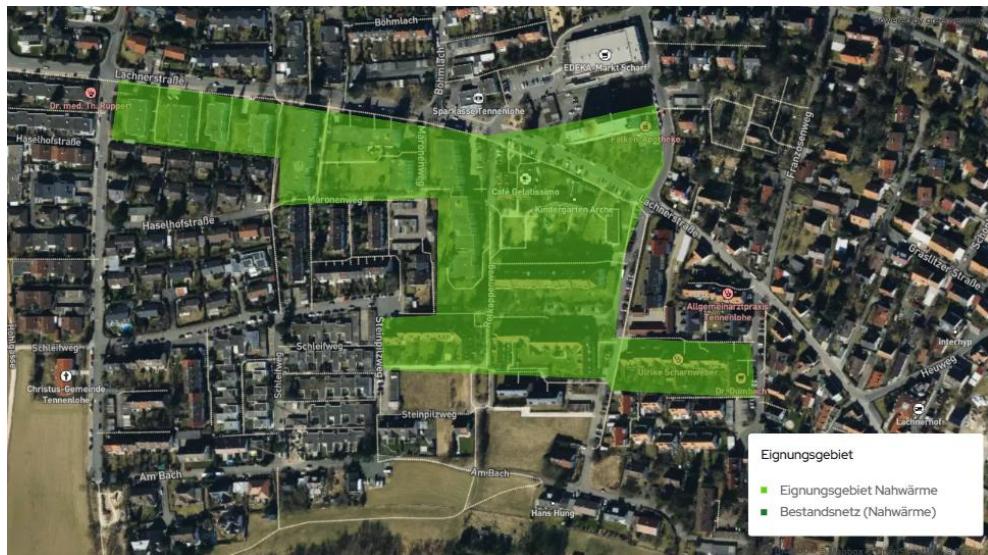
**Nutzbare
Potenziale:**

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

6.6 Eignungsgebiet 6: Tennenlohe



Aktueller Wärmebedarf 3,2 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 2,2 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 39
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 9 - 14 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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

6.7 Eignungsgebiet 7: Bruck



Aktueller Wärmebedarf 10,3 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 6,3 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 73

(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 9 - 13 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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

6.8 Eignungsgebiet 8: Burgberg Nord



Aktueller Wärmebedarf 12,5 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 9,9 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 16
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 4 - 9 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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

6.9 Eignungsgebiet 9: Adalbert-Stifter-Straße



Aktueller Wärmebedarf 1,3 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 0,85 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 28
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 12 - 16 ct/kWh⁴

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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.

⁴ Da bereits ein Wärmenetz vorhanden ist können die Vollkosten ggf. geringer sein, wenn kein Neubau von Leitungen notwendig ist.

Insbesondere die Nutzung von oberflächennaher Geothermie (Sonden und Kollektoren) sollte neben Groß-Luftwärmepumpen untersucht werden. Mögliche Standorte können an den angrenzenden Sportplätzen sein.

**Verknüpfte
Maßnahmen:**

3, 5

6.10 Eignungsgebiet 10: Kosbach



Aktueller Wärmebedarf 10,6 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 9,2 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 348
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 10 - 14 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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

6.11 Eignungsgebiet 11: Eltersdorf



Aktueller Wärmebedarf 6,4 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 4,7 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 271

(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 7 - 11 ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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

6.12 Eignungsgebiet 12: Kriegenbrunn



Aktueller Wärmebedarf 2,2 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 1,2 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 164
(Stand 2024)

Geschätzte Vollkosten zentrale Versorgung: 14 - 18ct/kWh

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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
Maßnahmen:** 3, 5

6.13 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 hohen 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 Fernwärmennetz 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 Nahwärmennetz genutzt werden. Alternativ könnte auch die Nutzung der Wärme aus der Regnitz denkbar sein.

**Verknüpfte
Maßnahmen:**

3, 5

6.14 Eignungsgebiet 14: Gewerbegebiete



Aktueller Wärmebedarf 105,8 GWh/a

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 85,28 GWh/a

(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 344
(Stand 2024)

**Aus-
gangssi-
tuation:**

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:**

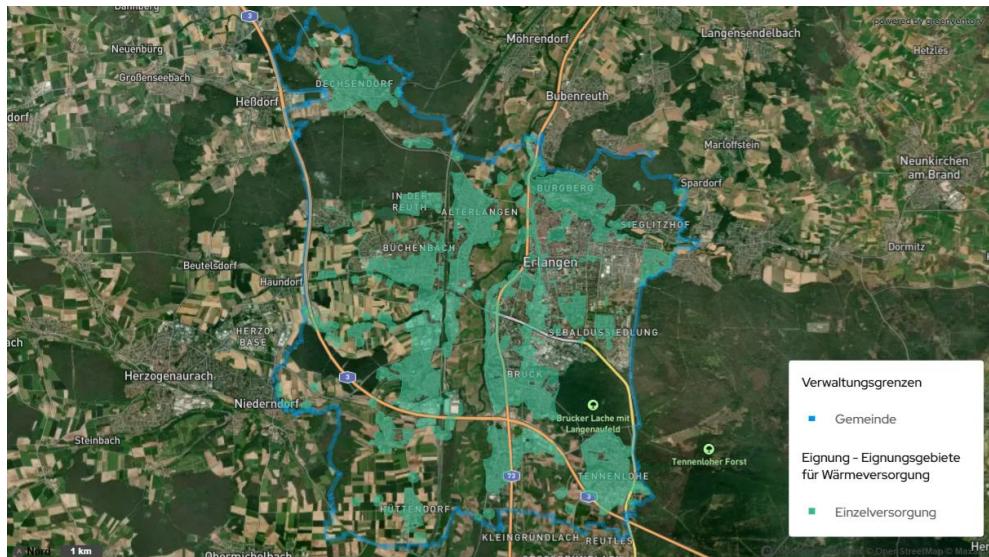
Grundsätzlich liegen zahlreiche Potenziale zur Wärmeerzeugung für Wärmenetze in allen

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

6.15 Einzelversorgungsgebiete



Aktueller Wärmebedarf 392 GWh/a⁵

(Stand 2022)

Zukünftiger Wärmebedarf 300 GWh/a
(2040)

Anzahl Gebäude gesamt 16420
(Stand 2024)

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 einzeln versorgt dargestellt, da auch hier eine Einzelversorgung denkbar ist.

⁵ 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.

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

7 Zielszenario 2040

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

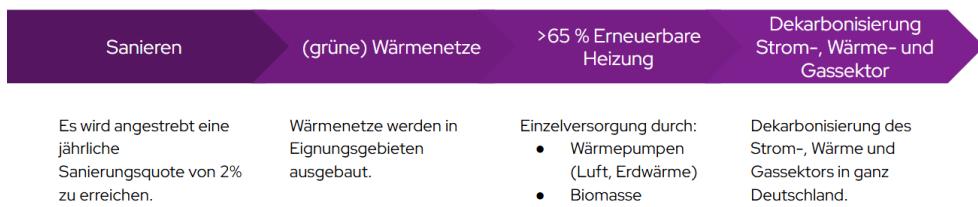


Abbildung 16: Simulation des Zielszenarios für 2040

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 Eignungsgebieten.

Das Zielszenario legt die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich fest, sondern dient als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturrentwicklung.

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 Bestandteil des Zielszenarios.

7.1 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 der 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 17 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).

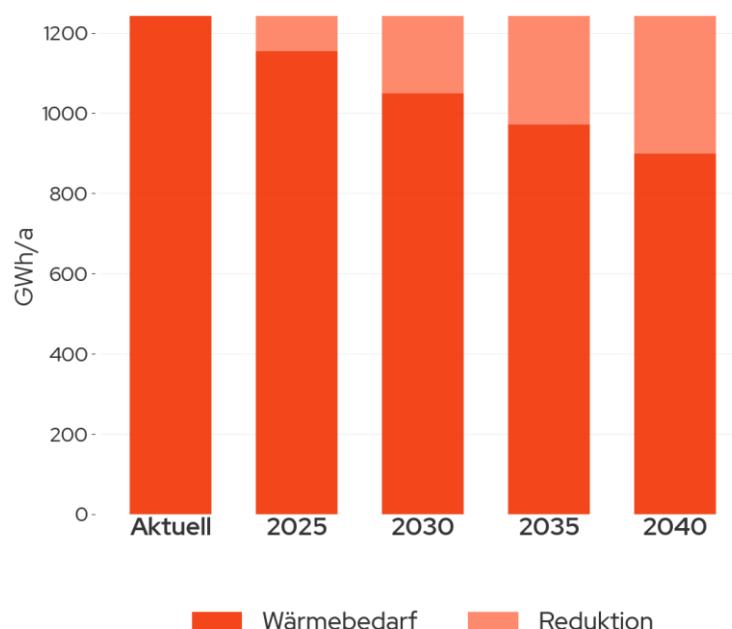


Abbildung 17: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

Infrastruktur zur Wärmeerzeugung und -versorgung

Für die Heizsysteme nach Wärmeerzeugern erfolgt die Aufteilung aus Abbildung 18. Die meisten Heizsysteme sind 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.

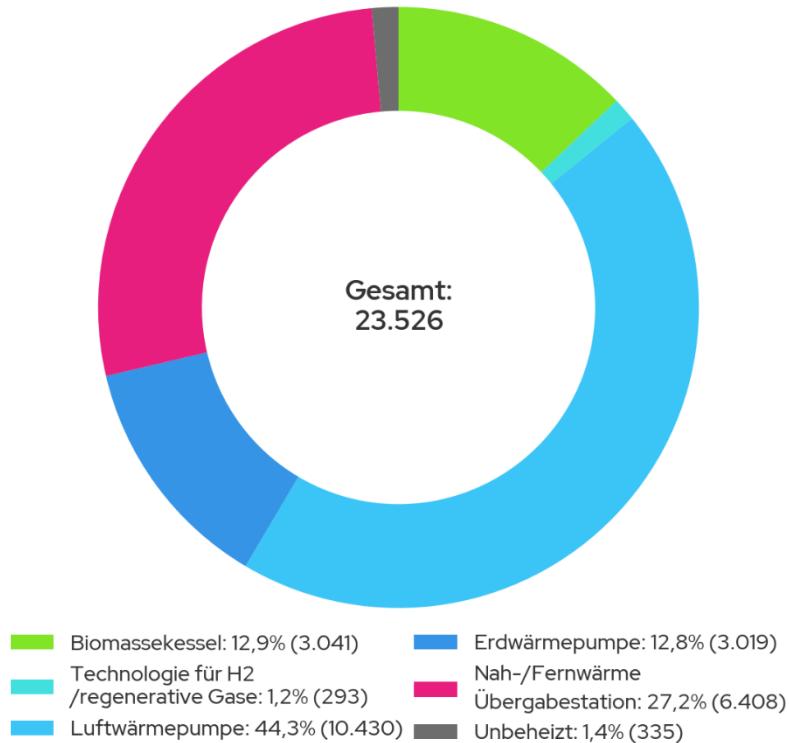


Abbildung 18: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Abbildung 19 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in Erlangen dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt.

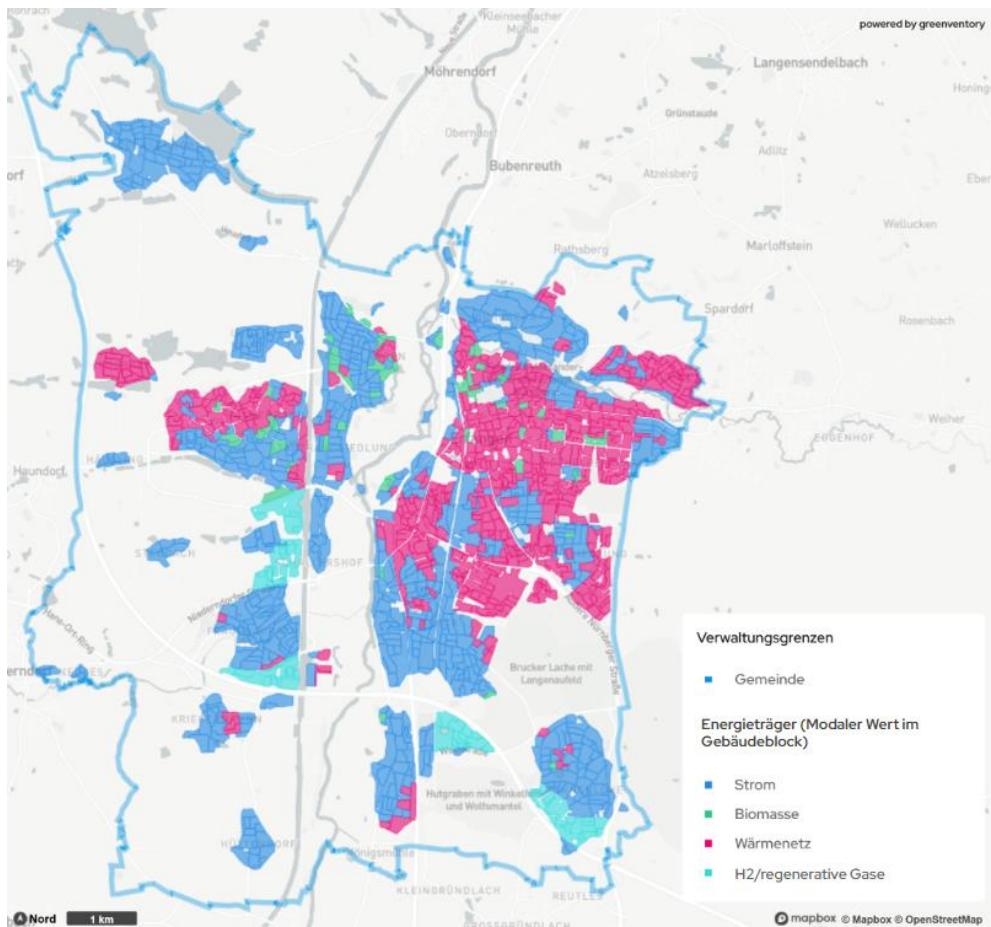


Abbildung 19: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Endenergiebedarfs für Wärme

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen sowie der Wärmebedarfsreduktion führen zu einer kontinuierlichen Reduktion des Endenergiebedarfs für Wärme (siehe Abbildung 20) 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 beträgt⁶.

⁶ Der Endenergiebedarf beinhaltet hier nicht die Umweltwärme der dezentralen Wärme-pumpen

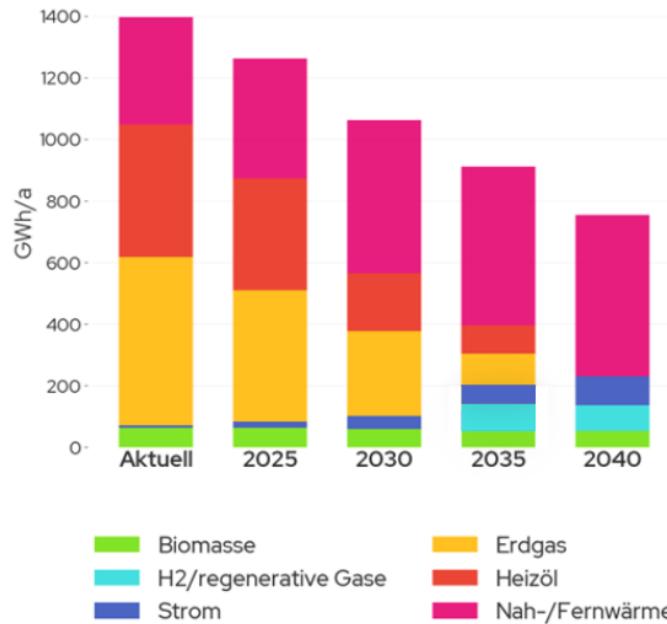


Abbildung 20: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf⁷

Im Kontext der geplanten Fernwärmeverzeugung bis 2040 wurde die Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger basierend auf dem Transformationsplan der ESTW angenommen. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien und ist in Abbildung 21 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 oder Transformationsplänen weiter verfeinert werden.

⁷ In der Abbildung ist die Umweltwärme der dezentralen Wärmepumpen nicht dargestellt

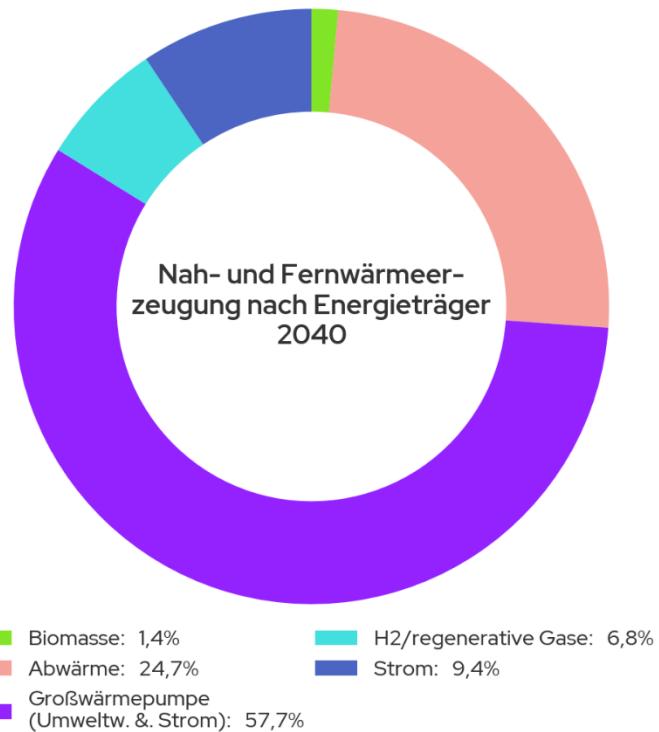


Abbildung 21: Nah- und Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

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 22).

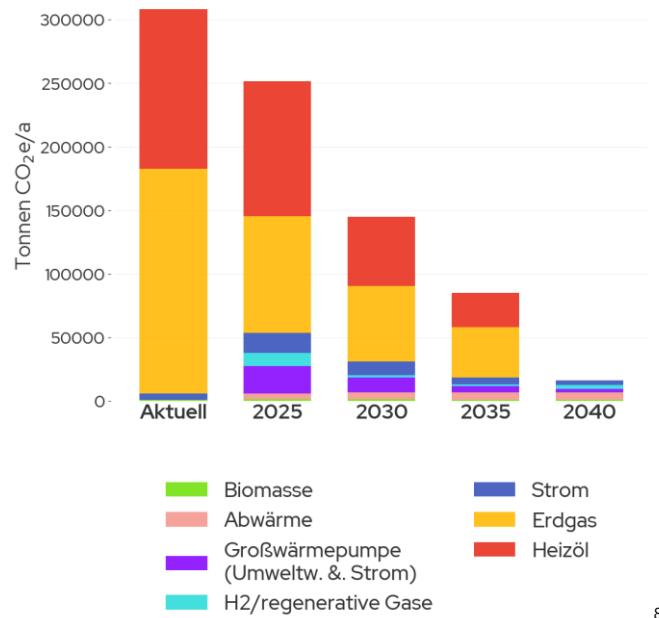


Abbildung 22: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Im Vergleich zum Basisjahr ergibt sich eine Reduktion der jährlichen THG-Emissionen um etwa 95 % bis zum Zieljahr 2040 auf 16.300 tCO₂. Für die Zwischenjahre ergeben sich Reduktionen auf ca. 252.000 tCO₂(2025), 145.000 tCO₂(2035) und 85.000 tCO₂(2035). Die Restemissionen sind den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben. (Abbildung 23) diese sind auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette zurückzuführen (zum Beispiel Fertigung und Installation).

Eine Reduktion auf 0 t CO₂e 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 23 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.

⁸ 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.

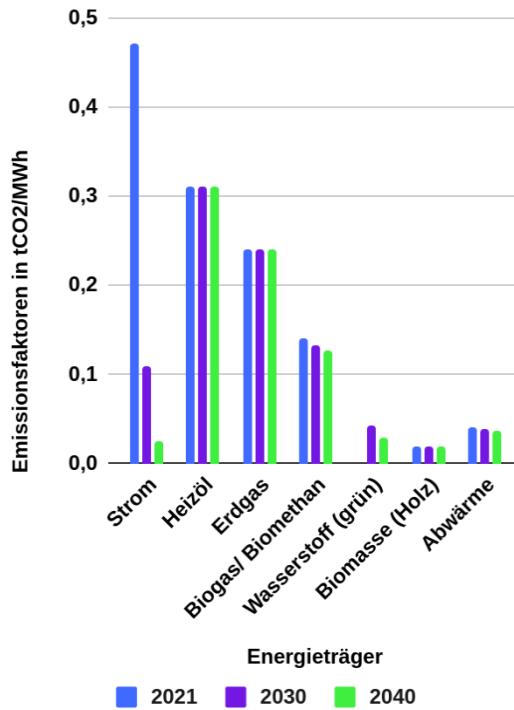


Abbildung 23: Emissionsfaktoren in t CO₂e/MWh (Quelle: KWW Halle, 2024)

7.2 Fazit Zielszenario

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 Eignungsgebiete umgesetzt und die angestrebte Anschlussquote 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 CO₂e/a. Auswirkungen auf den Stromsektor

7.3 Entwicklung im Stromsektor

Im Rahmen des Energienutzungsplans 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 Eignungsgebiete 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 24 stellt die modellierte installierte Leistung für Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen und Ladesäulen da. Für Wärmepumpen würde die installierte Leistung bis 2040 um bis zu 50 MW ansteigen (bis 2030 um 29 MW und bis 2035 um 42 MW). Für Photovoltaikanlagen würde sie bis 2040 um 280 MW (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 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.

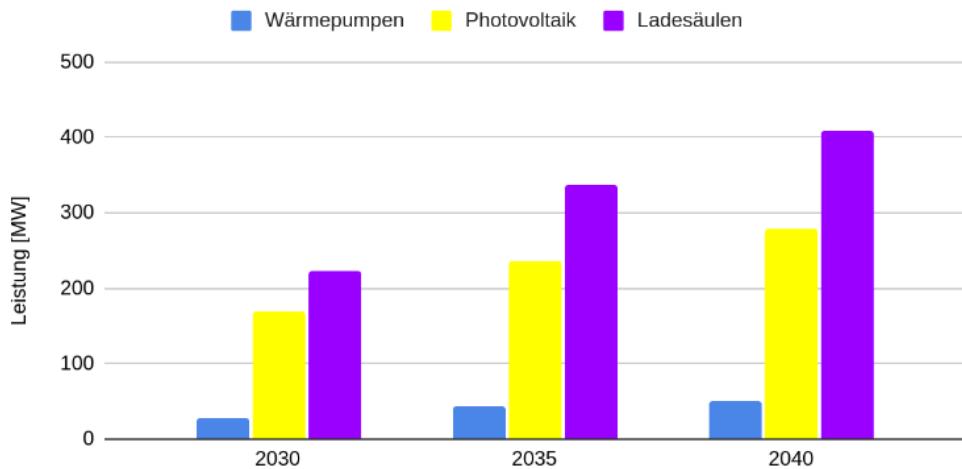


Abbildung 24: Erwartete zusätzliche installierte Leistungen [MW] im Stromnetz nach Technologien

Der Ausbau der Technologien führt bilanziell zu einem zusätzlichen Strombedarf, welcher in Abbildung 25 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.

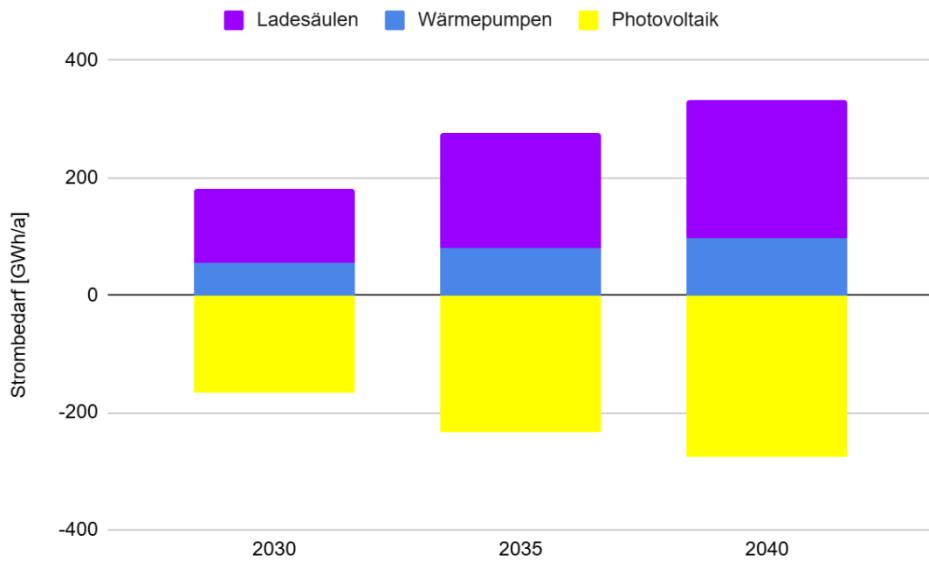


Abbildung 25: Erwarteter zusätzlicher Strombedarf/-erzeugung [GWh/a] nach Technologien

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.

8 Zielszenario 2030

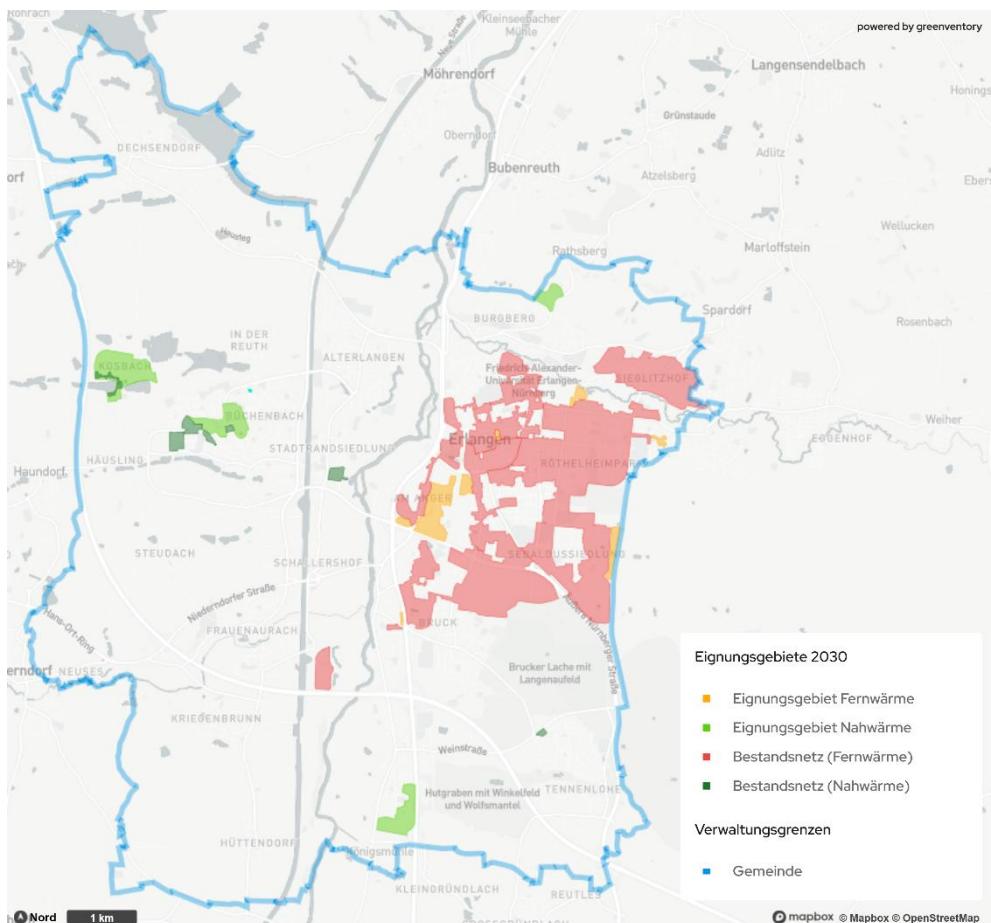


Abbildung 26: Übersicht der im Zielszenario 2030 berücksichtigten Eignungsgebiete für Wärmenetze

Im Rahmen des Projekts wird auch ein Zielszenario für das Jahr 2030 entwickelt. In diesem wird skizzenhaft eine mögliche klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2030 dargestellt.

Die grundlegenden Annahmen und die Methodik entsprechen dabei weitgehend dem Zielszenario 2040. Wesentliche Unterschiede liegen in einer deutlich höheren Sanierungsquote von 10 %. Diese basiert auf den im Fahrplan „Klima-Aufbruch Erlangen“ festgelegten Zielen. Zudem werden in Abstimmung mit den ESTW nur ausgewählte Eignungsgebiete aus dem Szenario 2040 für den Ausbau von Wärmenetzen berücksichtigt. In einigen Fällen werden lediglich Teilbereiche der in Kapitel 6 erarbeiteten Eignungsgebiete einbezogen. Abbildung 26 stellt die im Zielszenario 2030 berücksichtigten Eignungsgebiete für Wärmenetze dar. Wie im Zielszenario 2040 sind die übrigen Gebiete Einzelversorgungsgebiete. In den bestehenden Wärmeversorgungsgebieten wird zusätzlich eine Nachverdichtung simuliert.

Unter den getroffenen Annahmen beträgt der Wärmebedarf im Jahr 2025 1096 GWh und im Zieljahr 2030 866 GWh (siehe Abbildung 27). Dies entspricht einer Minderung um zirka 30 % gegenüber dem Basisjahr. Die 5-fache Sanierungsrate hat eine deutlich stärkere Wärmebedarfsreduktion zur Folge, sodass der Wärmebedarf im Vergleich zum Zielszenario 2040 in etwa der gleichen Größenordnung ist.

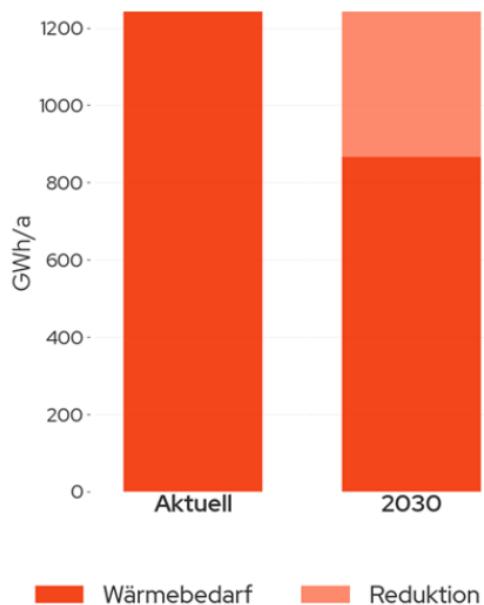


Abbildung 27: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion bis zum Zieljahr 2030

Im betrachteten Szenario werden mehr als 80 % der Gebäude dezentral durch Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Gleichzeitig wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben. Es wird angenommen, dass bis 2030 alle Wärmenetze in den für dieses Szenario definierten Eignungsgebiete vollständig umgesetzt sind und die angestrebten Anschlussquoten erreicht wurden (siehe Abbildung 26).

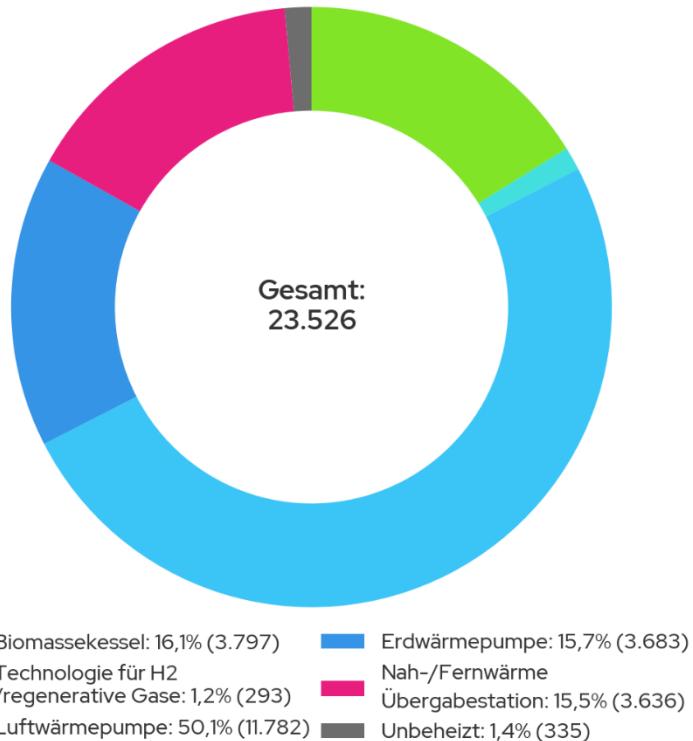


Abbildung 28: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2030

Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors in Erlangen zu erreichen, ist die konsequente Erschließung erneuerbarer Energiequellen im Projektgebiet erforderlich. Im Jahr 2035 würden sich die jährlichen Emissionen auf 216.000 tCO₂ verringern. Selbst bei vollständiger Umsetzung des Zielszenarios und Erreichen einer dekarbonisierten Wärmeversorgung verbleiben im Jahr 2030 Restemissionen von ca. 36.000t CO₂e/a im Wärmesektor. Wie in Kapitel 7 beschrieben, sind diese auf die Bilanzierungsmethodik zurückzuführen. Selbst erneuerbare Energien haben aufgrund ihrer Vorketten sehr geringe THG-Emissionsfaktoren.

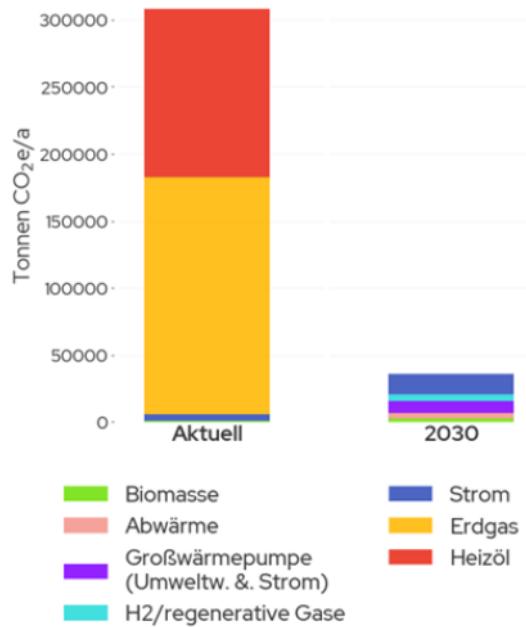


Abbildung 29: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf für das Szenario 2030

Zusammenfassung des Zielszenarios 2030

Die Simulation des Zielszenarios zeigt, dass bei einer ambitionierten Sanierungsquote von 10 % der Wärmebedarf bis 2030 signifikant reduziert werden kann. Diese Sanierungsquote entspricht dem 12,5-fachen des aktuellen Bundesdurchschnitts von 0,8 %.

In diesem Szenario würden mehr als 80 % der Gebäude dezentral mit Wärmepumpen oder Biomasse beheizt, während der Ausbau der FernwärmeverSORGUNG ebenfalls vorangetrieben wird. Es wird angenommen, dass die Wärmenetze in den definierten Eignungsgebieten bis 2030 vollständig umgesetzt.

Auch bei einer vollständigen Dekarbonisierung des Wärmesektors verbleiben 2030 noch Restemissionen von 36.113 t CO₂e/a. Eine Kompensation ist auf kommunaler Ebene kaum umsetzbar, weshalb sie auf übergeordneter Ebene, etwa durch staatliche oder internationale Mechanismen erfolgen muss.

9 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 CO₂-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 CO₂-Einsparpotenzial anhand des KWW Halle Technikkatalogs berechnet wurde.

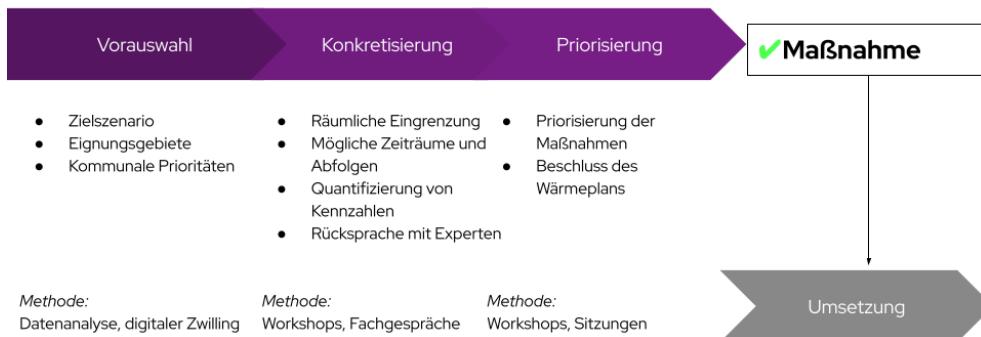


Abbildung 30: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

9.1 Erarbeitete Maßnahmen in Erlangen

1. **Transformationsplan Fernwärmennetz ESTW:** Ausarbeitung eines Plans zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung des Fernwärmennetzes, inklusive möglicher Temperaturabsenkung, Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
2. **Transformationspläne Nahwärmennetze:** Ausarbeitung von Plänen zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung der Nahwärmennetze, inklusive Effizienzsteigerung und THG-Reduktion durch Einbindung erneuerbarer Energien.
3. **Machbarkeitsstudie in allen Eignungsgebieten für Wärmennetze:** Evaluierung der Machbarkeit für den Neubau von Wärmennetzen oder Anschluss an das bestehende Netz, Fokus auf technische und ökonomische Machbarkeit.
4. **Prüfung von Ausweisungen von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmennetzen:** 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 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. **Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes Intensivierung der Bewerbung bestehender Energieberatungsangebote:** Unter anderem kostenlose Energieberatungen der Stadt und ESTW
10. **Dekarbonisierung der Energieversorgung kommunaler Gebäude:** Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV
11. **Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude:** Fokus Sanierungsmaßnahmen, Energieträgerwechsel und Einbindung von Dach-PV

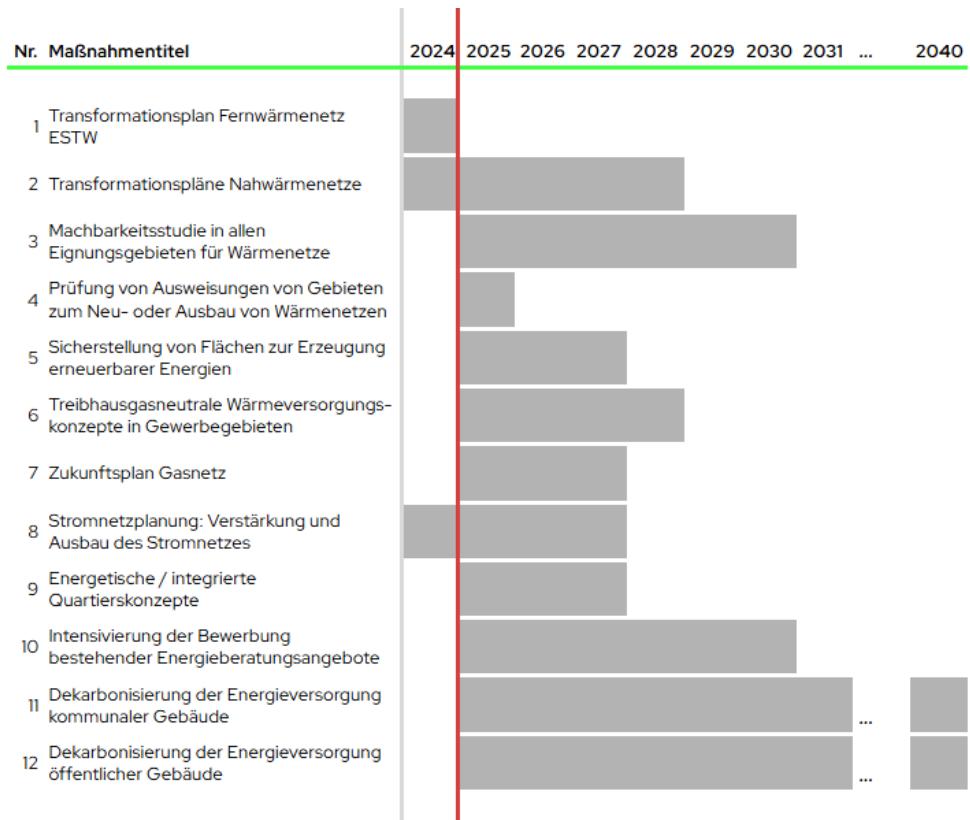
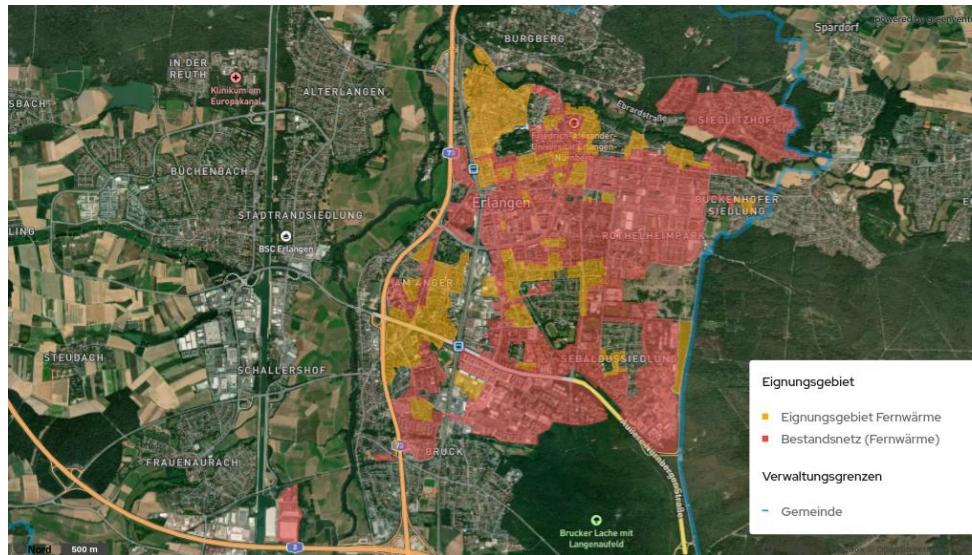


Abbildung 31: Maßnahmen Zeitstrahl

9.1.1 Maßnahme 1: Transformationsplan Fernwärmennetz ESTW



Maßnahme Typ

💡 Planung & Studie | 🌋 Wärmenetz

Beschreibung Ziel der Maßnahme ist die Ausarbeitung eines Plans zur Dekarbonisierung, Optimierung und Erweiterung des Fernwärmennetzes, 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 Fernwärmennetz 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 Gewerbegebäude 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 Fernwärmennetzes 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 Flusswärme-pumpe für die Grundversorgung oder regenerativer Gase wie zum Beispiel Wasserstoff für die Abdeckung der Spitzenlast.

| | |
|----------------------------------|--|
| Verantwortlicher Akteur | ESTW |
| Flächen / Ort | Fernwärme-Erzeugung, Bestandsnetz und Fernwärme-Eigennutzungsgebiete in Erlangen |
| Kosten-schätzung | <p>Kosten Transformationsplan 200.000 €</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je nach Abdeckung der HOAI⁹-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten • BEW-Förderung bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025) <p>Umsetzungskosten: voraussichtlich 3-stelliger Millionenbereich durch Investitions- und Baukosten in Heizzentralen, Netze und Übergabestationen (voraussichtliche Veröffentlichung des Transformationsplans) €</p> <ul style="list-style-type: none"> • BEW-Förderung 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 CO ₂ e pro Jahr. |
| Umsetzung | Transformationsplan erstellt, Umsetzung bereits in Bearbeitung |

⁹ Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

9.1.2 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 Fernwärmennetzes der ESTW existieren Nahwärmennetze, 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 Nahwärmennetze durch erdgasbetriebene Heizzentralen.

Verantwortlicher Akteur Wärmenetzbetreiber (bei ESTW-Netzen: ESTW)

Flächen / Ort Im gesamten Stadtgebiet verteilt

Kosten-schätzung Kosten je Transformationsplan ca. 150.000 € je nach Größe des Gebiets auch höher

- 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.

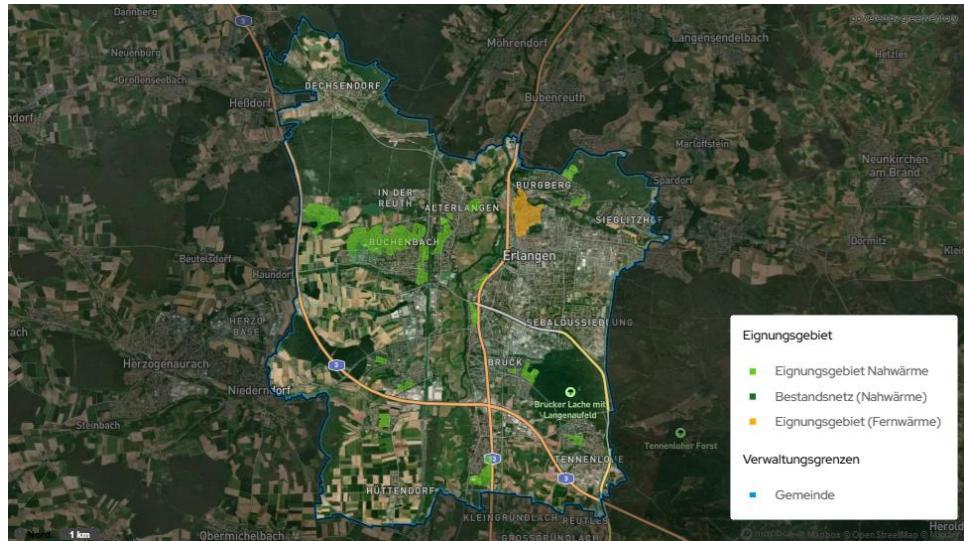
- BEW-Förderung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich (Stand: Januar 2025)

Erzielbare THG- Ca. 19.400 t CO₂e pro Jahr.

Einsparung (Je nach Erschließungskonzept teilweise Überschneidungen mit der Maßnahme 3 „Machbarkeitsstudien in weiteren Eignungsgebieten“)

Umsetzung Beginn bis Ende 2028
Teilweise bereits in Bearbeitung. Die Erstellung des ersten Transformationsplans der ESTW ist bereits abgeschlossen.

9.1.3 Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien in allen Eignungsgebieten für Wärmenetze



Maßnahme Typ

Planung & Studie | Wärmenetz

Beschreibung

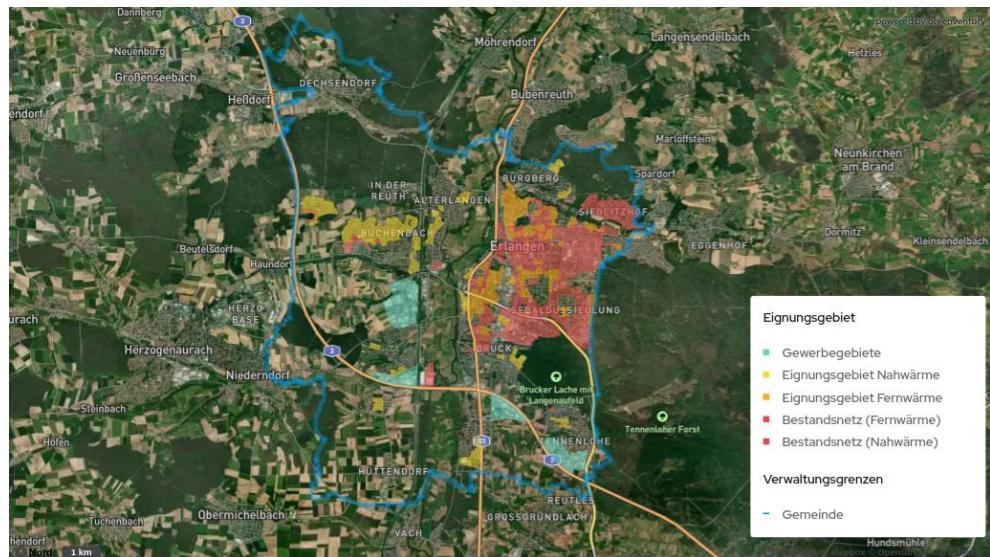
Ziel der Maßnahme ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze in den identifizierten Eignungsgebieten, in denen noch kein Wärmenetz existiert. Für Erweiterungen bestehender Netze werden Transformationspläne entwickelt (s. Maßnahme 1 und Maßnahme 2), während in den weiteren Eignungsgebieten (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

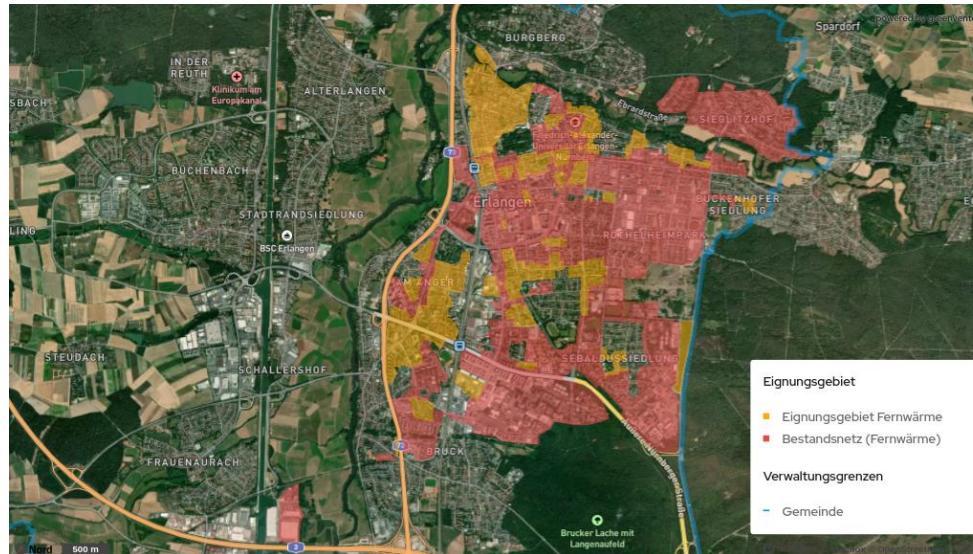
| | |
|----------------------------------|--|
| Verantwortlicher Akteur | Mögliche Betreiber, u.a. ESTW |
| Flächen / Ort | Im gesamten Stadtgebiet verteilt |
| Kosten-schätzung | <p>Kosten je Machbarkeitsstudie zwischen 150.000 € und 1.500.000 € je nach Eignungsgebiet und Detailtiefe</p> <ul style="list-style-type: none">• Je nach Abdeckung der HOAI-Leistungsphasen auch deutlich höhere Kosten• BEW-Förderung bis zu 2.000.000 € bzw. 50 % möglich (Stand: Januar 2025) <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none">• BEW-Förderung bis zu 100.000.000 € bzw. 40 % möglich (Stand: Januar 2025) |
| Erzielbare THG-Einsparung | Je nach gewähltem Energieträger ca. 15.300 t CO ₂ e pro Jahr über allen Eignungsgebiete hinweg. (Je nach Erschließungskonzept teilweise Überschneidungen mit den Maßnahmen 1 und 2) |
| Umsetzung | Bis Ende 2030 |

9.1.4 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 |
| Kosten-schätzung | 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 CO ₂ e pro Jahr erzielen. |
| Umsetzung | Im Anschluss an den Energienutzungsplan |

9.1.5 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 gezielt 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 Fernwärmennetz“, „Transformationspläne Nahwärmennetze“ und „Machbarkeitsstudien in weiteren Eignungsgebieten“) erreicht werden. Für den Bau von Anlagen zur klimaneutralen Strom- und Wärmeerzeugung werden Flächen benötigt, die von der ESTW oder anderen möglichen Betreibern genutzt werden können.

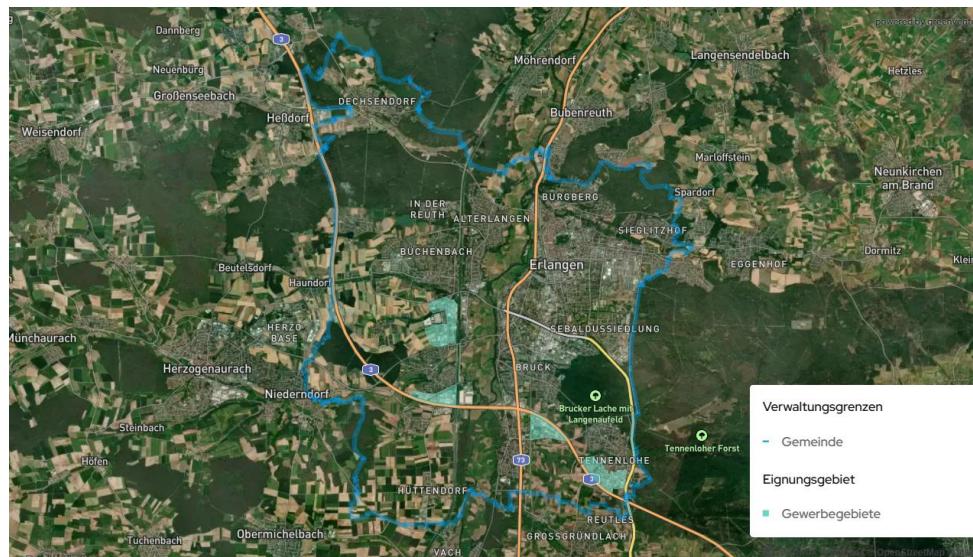
Im Kapitel 5 wurden Potenzialflächen als technisches Potenzial identifiziert. Damit diese Flächen für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden können, müssen jedoch zusätzliche Faktoren wie Kosten, Flächennutzungskonkurrenz, Akzeptanz und raumplanerische Prioritäten berücksichtigt werden.

Verantwortlicher Akteur Stadt Erlangen

Flächen / Ort Im gesamten Stadtgebiet verteilt

| | |
|-----------------------------------|--|
| Kosten-schätzung | Für die Stadt Erlangen entstehen (neben dem Verwaltungs- und Personalaufwand) keine direkten Kosten. |
| Erzielbare THG-Einspa-rung | Eine Abschätzung der THG-Einsparungen ist aufgrund der qualitativen Natur der Maßnahme nicht seriös möglich. |
| Umsetzung | Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis 2027. |

9.1.6 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 über Strom (Wärmepumpen, Direktelektrifizierung), regenerative Gase oder Wärmenetze. Die Gebiete sind an das Gas-Hochdrucknetz angeschlossen. Einige Betriebe haben einen Prozesswärmeverbedarf, der im Rahmen der Datenerfassung (Kapitel 4.1) von der Stadt sowie durch den 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 Prozesswärmeverbedarfs der Betriebe in den Gebieten
- Identifikation der Betriebe mit Anschlussinteresse an ein Wärmenetz oder ein regeneratives Gasnetz seitens der Betriebe

- Eignung des Gebiets für den Aufbau eines dezentralen Nahwärmenetzes

Verantwortlicher Akteur Stadt Erlangen, ESTW

Flächen / Ort Gewerbegebiet Tennenlohe, Gewerbegebiet Weinstraße, Gewerbegebiet Sylvaniastrasse, Gewerbegebiet „Am Hafen“

Kosten-schätzung Für die Stadt Erlangen entstehen (neben dem Verwaltungs- und Personalaufwand) keine direkten Kosten. Ggf. 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 Energienutzungsplan. Abschluss der Konzepte bis Ende 2028.

9.1.7

Maßnahme 7: Zukunftsplan Gasnetz


Maßnahme
Typ
💡 Planung & Studie | H₂ 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 Prozesswärmeverbedarf 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 Rohrleitungen, Druckregelgeräten, Messgeräten, Ventilen, Armaturen und Zähler.

- Wirtschaftliche Machbarkeit einer Umstellung einzelner Netzabschnitte. Zukünftige Verfügbarkeit von regenerativen Gasen

Verantwortlicher Akteur ESTW

Flächen / Ort Erlangen Gasnetzversorgungsgebiet

Kosten-schätzung Studienkosten stark variierend je nach Detaillierungsgrad, vorraussichtlich zwischen 100.000 € bis 1.000.000 €. Ausbaukosten abhängig von Studienergebnissen.

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 Beginn 2027, bereits in Bearbeitung.

9.1.8

Maßnahme 8: Stromnetzplanung: Verstärkung und Ausbau des Stromnetzes


Maßnahme
Typ
■ Planung & Studie | ■ Stromnetz

Beschreibung Das Ziel der Maßnahme ist die Planung und Optimierung des Stromnetzausbau, 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

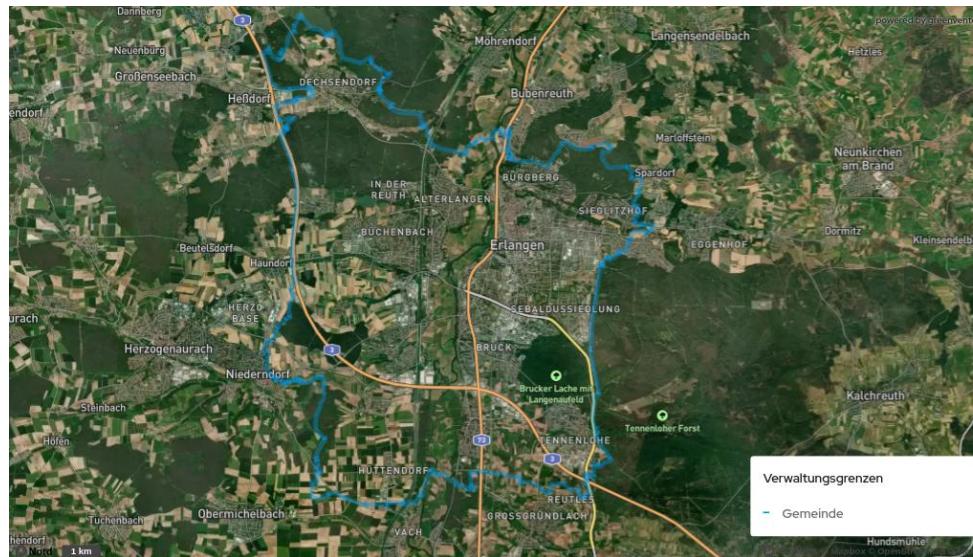
Flächen / Ort Gesamtes Stadtgebiet Erlangens

Kosten- schätzung Studienkosten stark variierend je nach Detaillierungsgrad. Ausbaukosten abhängig von Studienergebnissen.

Erzielbare THG-Einsparung Keine direkte THG-Einsparung. Voraussetzung für Ausbau im Stromsektor und Sektorenkopplung

Umsetzung Bereits in Bearbeitung. Beginn bis Ende 2027,

9.1.9 Maßnahme 9: Energetische / Integrierte Quartierskonzepte



Maßnahme Planung & Studie | Wärmenetz | Stromnetz | Gasnetz |
Typ 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 im ENP. 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 zunächst folgende Schritte seitens der Stadt durchzuführen:

- Identifizierung der zu untersuchenden Quartiere
- Ausschreibung für Erstellung der Quartierskonzepte
- Konzeptumsetzung

Verantwortlicher Akteur Stadt Erlangen

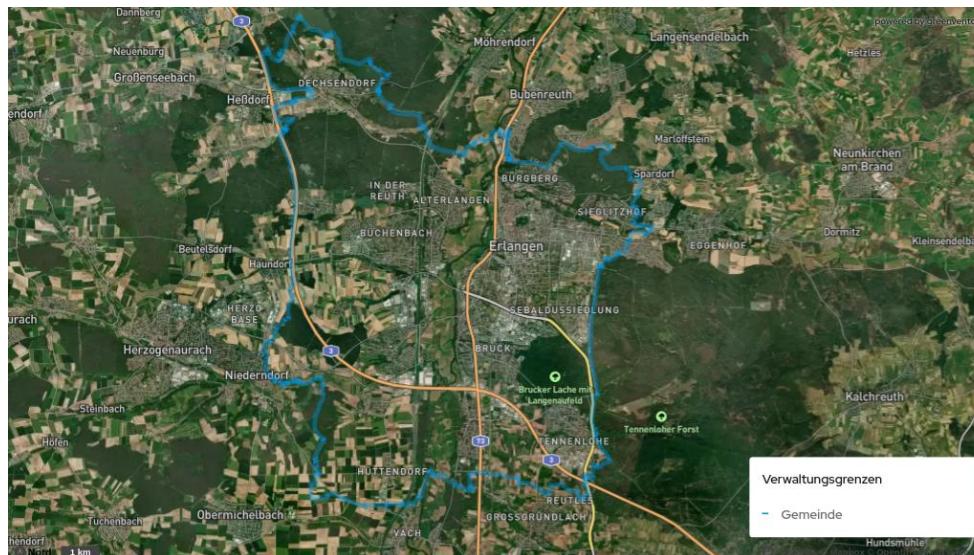
Flächen / Ort Zu definieren

Kosten-schätzung Die Kosten betragen ca. 60.000 € - 120.000 €. Eine Herausforderung ist die eingestellte Förderung dieser Projekte sowie personelle Ressourcen in der Stadtverwaltung.

Erzielbare THG-Einsparung Keine direkte THG-Einsparung. Schlussendlich abhängig vom betrachteten Gebiet sowie der im Quartierskonzept identifizierten Maßnahmen.

Umsetzung Beginn bis 2027

9.1.10 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 Gewerbeleuten 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 Stadt Erlangen (Amt für Umwelt und Energiefragen), ESTW, Beratungsakteure

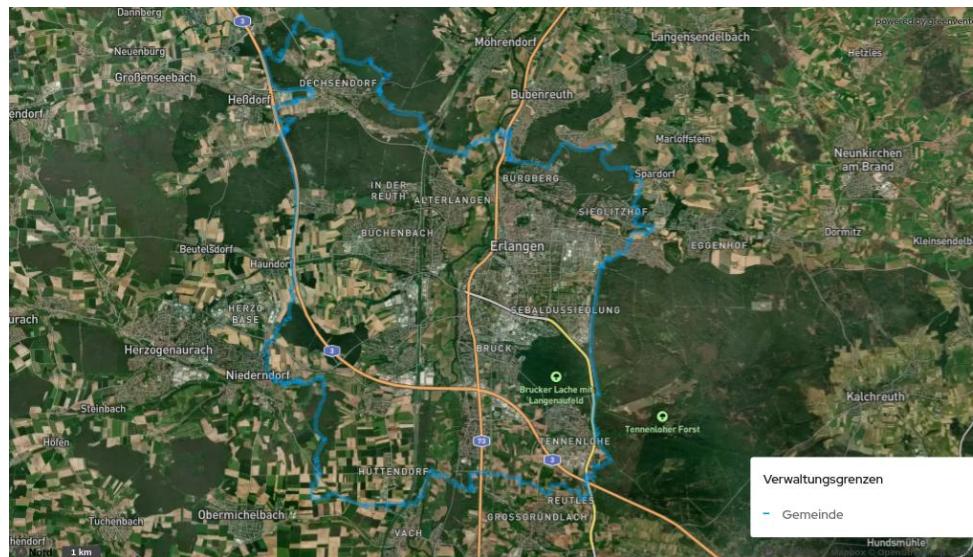
Flächen / Ort Erlangen

Kosten-schätzung Personalkosten (brutto): ca. 60.000 - 100.000 €/a je Mitarbeiter*in (z.B. Werbe- oder Marketingfachkräfte) in Abhängigkeit von der jeweiligen Qualifikation
Zusätzliche Kosten entstehen beispielsweise in der Durchführung von Veranstaltungen.

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 Energienutzungsplan. Umsetzung durchgehend bis mindestens 2030.

9.1.11 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 Kesslersatz“ des Fahrplans Klimaaufbruch zielen darauf ab und sich durchzuführen. Dazu gehören ebenfalls die Teilmaßnahmen der Maßnahme S1a:

- Weiterentwicklung der „Klima-Checks“ in Beschlussvorlagen:
- 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 Gerätetpool
- Sensibilisierung städtischer Mitarbeiter*innen
- Klimafreundliche Beschaffung
- Klimaneutrale Veranstaltungen

Folgende Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog wurden schon umgesetzt:

- Sanierungsfahrplan (Gebäudemanagement der Stadt)
- Leitfaden für nachhaltige Gebäude (Amt für Umwelt und Energiefragen/Gebäudemanagement)
- Gebäudestandard bei Bauvorhaben mit städtischem Einfluss

Verantwortlicher Akteur Stadt Erlangen (Amt für Gebäudemanagement)

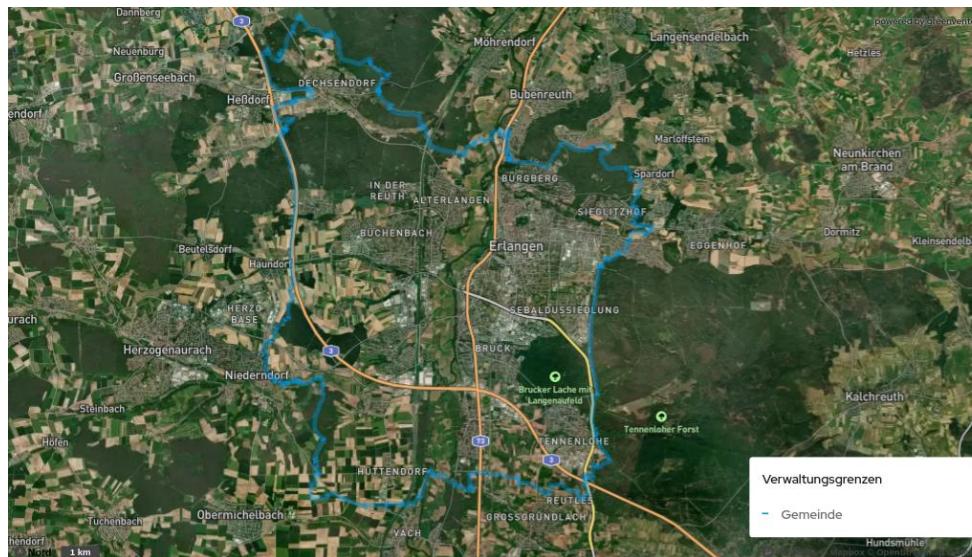
Flächen / Ort Kommunale Liegenschaften der Stadt Erlangen

**Kosten-
schätzung** Kosten für die Sanierungen von kommunalen Liegenschaften. Die Kosten hängen stark vom aktuellen Sanierungsstand der Gebäude sowie dem gewählten Heizsystem ab und lassen sich erst nach Fertigstellung des Sanierungsfahrplans überschlägig benennen.

**Erzielbare
THG-Einspa-
rung** THG-Einsparungen durch die Sanierung der kommunalen Liegenschaften. Die Einsparungen hängen von den getroffenen Sanierungsmaßnahmen ab und lassen sich erst nach Fertigstellung des Sanierungsfahrplans abschätzen.

Umsetzung Bereits in Bearbeitung. Umsetzung bis 2040.

9.1.12 Maßnahme 12: Dekarbonisierung der Energieversorgung öffentlicher Gebäude



Maßnahme Typ

 Selbstverpflichtung |  Baumaßnahme

Beschreibung Ziel ist es, dass alle öffentlichen Gebäude in Erlangen zukünftig keine THG-Emissionen mehr verursachen. Die Stadtverwaltung hat für ihren eigenen Bereich aller 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, wie zum Beispiel Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universitätsklinikum Erlangen, Freistaat Bayern

Flächen / Ort Öffentliche, nicht-kommunale Gebäude in Erlangen

Kosten-schätzung 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.

Erzielbare THG-Einsparung Öffentliche Bauten verursachen aktuell ca. 45.400 t CO₂e pro Jahr.

Umsetzung Im Anschluss an den Energienutzungsplan. Umsetzung bis 2040.

9.2 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 der 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 Energiemarkten. **Lokale Betriebe** profitieren von gesteigerter Nachfrage, was zu mehr Steuereinnahmen führt. Insgesamt stärkt die Wärmewende die regionale Wirtschaft, erhöht die **Unabhängigkeit** von globalen Energiemarkten 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)

10 Verstetigung des Projekts

10.1 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 Ressourcenutzung 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 zukünftige Sachgebiet Umwelt- und Klimaschutzplanung oder die Rolle 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.

10.2 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 Wärme wende und Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Akteuren.

11 Fazit

Der Energienutzungsplan (ENP) mit Schwerpunkt kommunaler Wärmeplan der Stadt Erlangen ist ein strategisches Instrument, um den Übergang zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2040 bzw. 2030 zu gestalten. Die Fertigstellung erhöht die Planungssicherheit für Heizsysteme für Bürger*innen sowie Unternehmen und Institutionen (vor allem außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete). Sie 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. Auch in mehreren Stadt- und Ortsteilen Erlangens gibt es zahlreiche kleinere Nahwärmenetze.

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 aus Haushalten und öffentlichen Gebäuden. Der hohe Anteil fossiler Energieträger im Bundesstrommix verursacht im Stromsektor immer noch erhebliche Emissionen. Durch den Ausbau der Elektromobilität und Wärmeerpumpen 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 (Eignungsgebiete). Für die Versorgung und mögliche Er-schließung dieser Gebiete wurden erneuerbarer Wärmequellen analysiert und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten Eignungsgebieten kann der Neu- und Ausbau von Wärmenetzen mit weiteren Planungsschritten vorangetrieben werden. Hierfür sind die in Kapitel 9.1 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 Eignungsgebieten 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. Mit über 73 % der Gebäude sind insbesondere die vor 1978 erbauten relevant. In Erlangen gibt es hier bereits die kostenlose Energieberatung der Stadt und ESTW. Diese Angebote sollten weiter gestärkt und insbesondere stärker beworben werden.

Die Strategie zur Erreichung der Klimaneutralität unterscheidet sich in den beiden Zielszenarien für die Zieljahre 2030 und 2040. Während zur Erreichung der Klimaneutralität 2030 durch die höheren Sanierungsquoten und Anzahl an dezentral versorgten Gebäuden mehr auf die Aktion Einzelner und mehr Wärmepumpen gesetzt wird, liegen Wärmenetze stärker im Fokus beim Zielszenario 2040 mehr auf Wärmenetze.

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.

12 Anhänge

12.1 Potenzialkarten

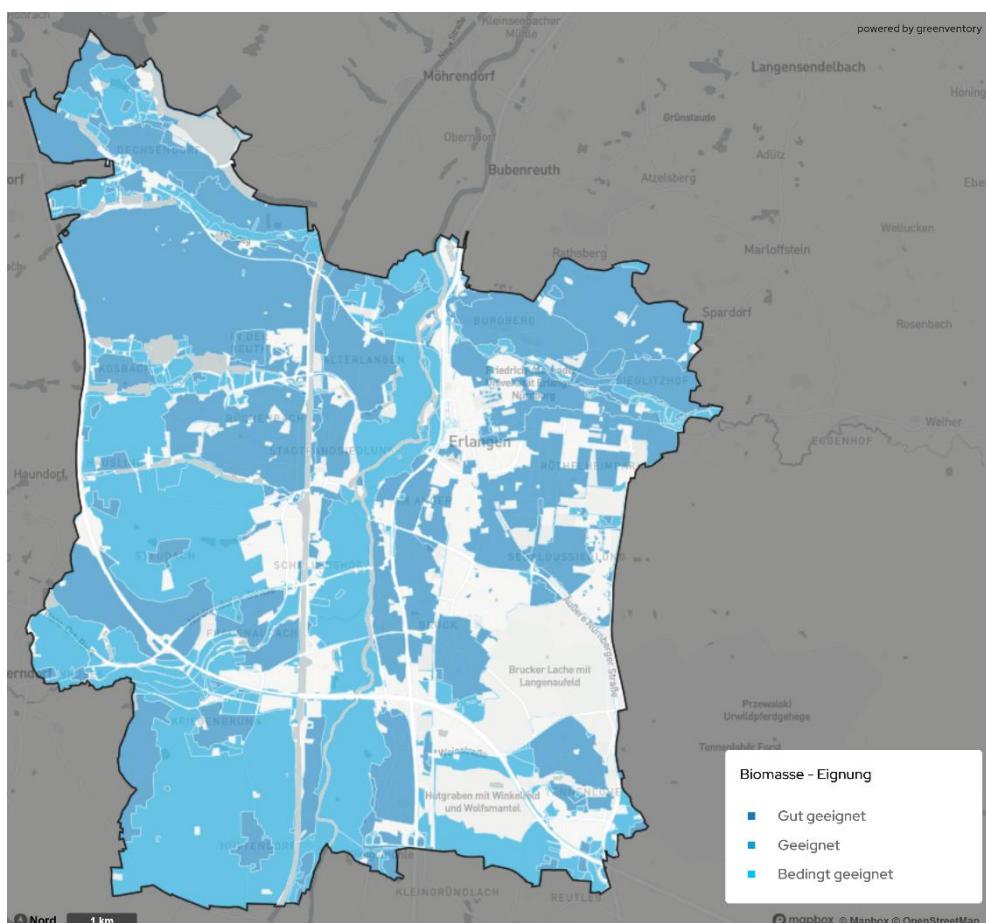


Abbildung 32: Potenzial Biomasse

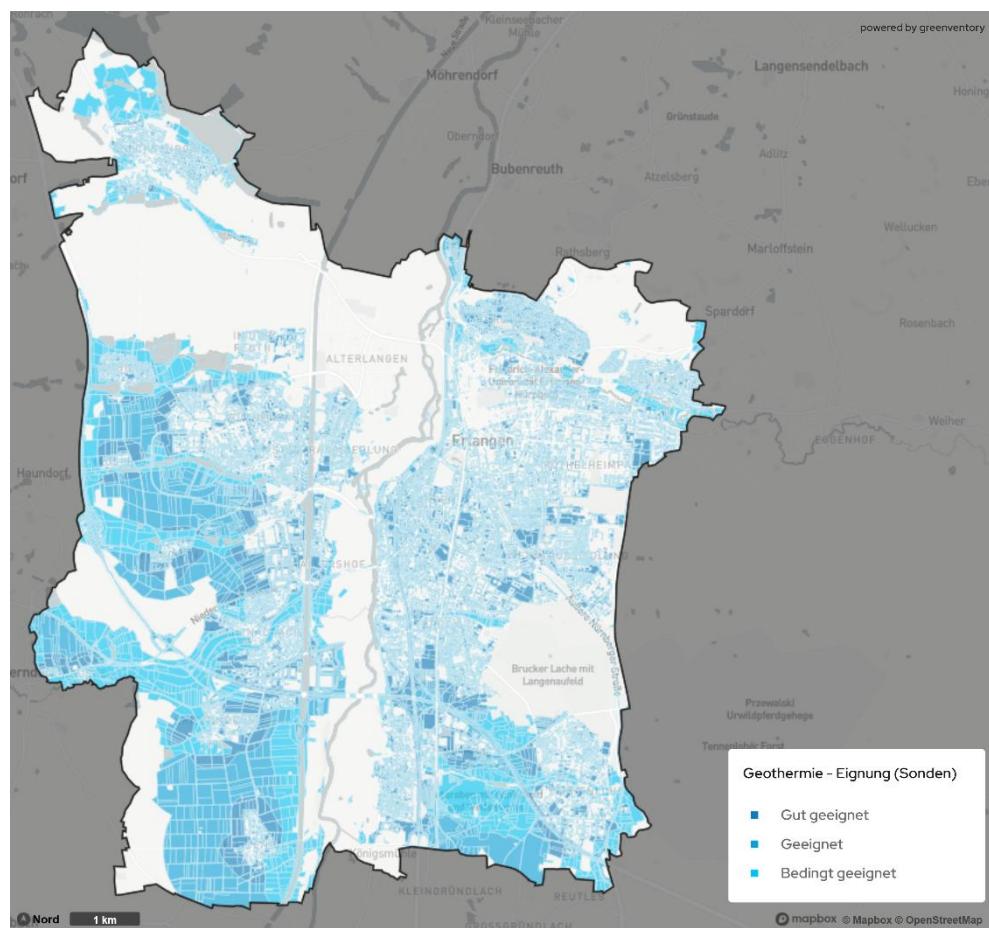


Abbildung 33: Potenzial Erdwärmesonden

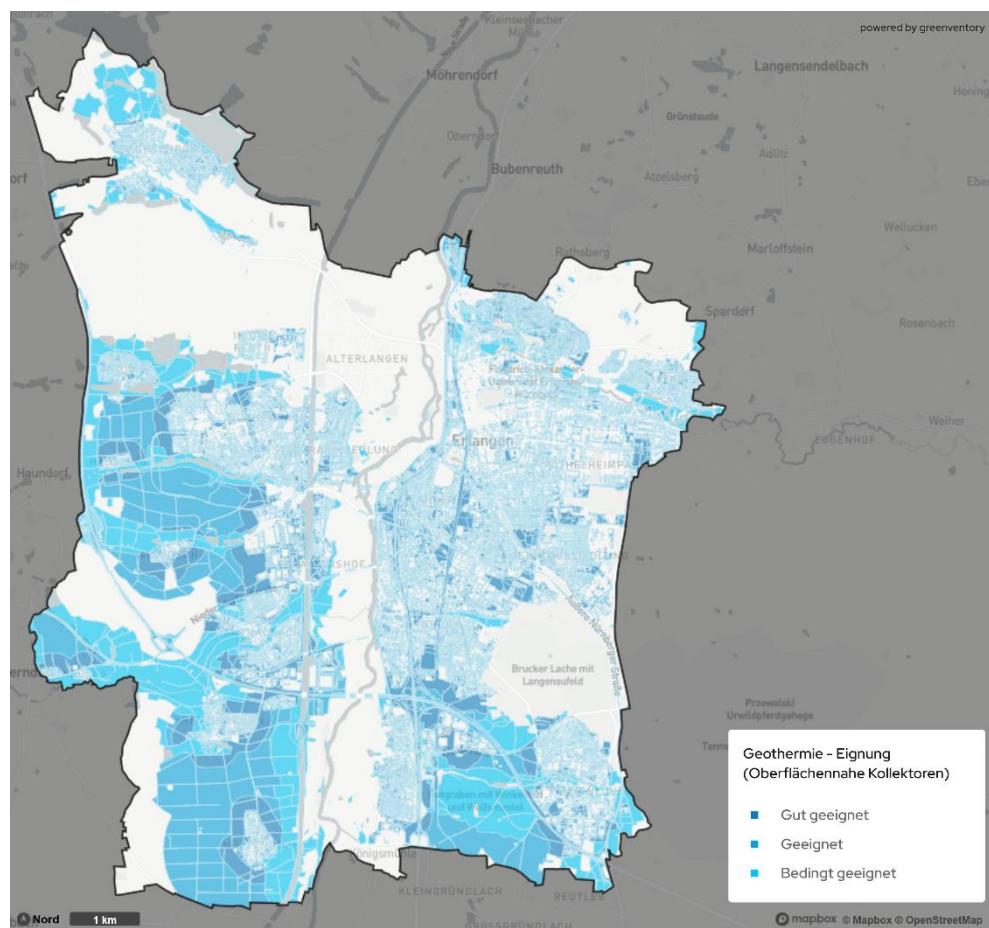


Abbildung 34: Potenzial Erdwärmekollektoren

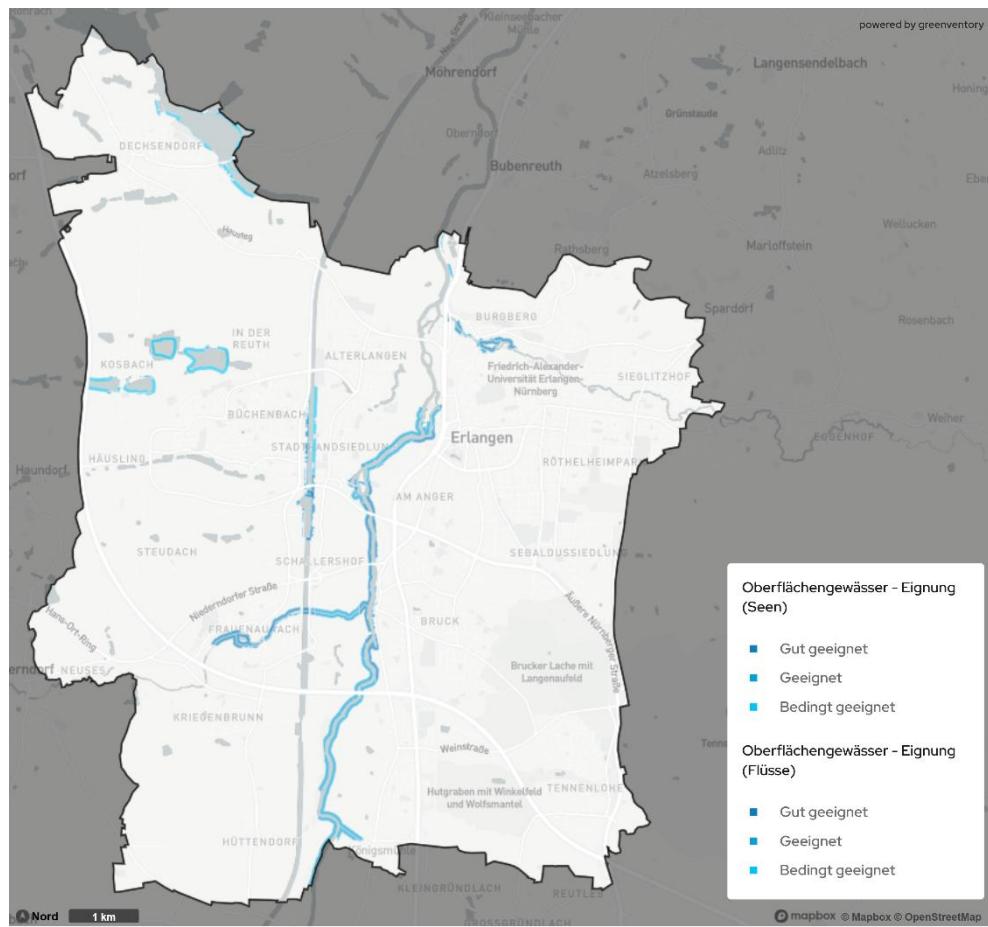


Abbildung 35: Potenzial Oberflächengewässer

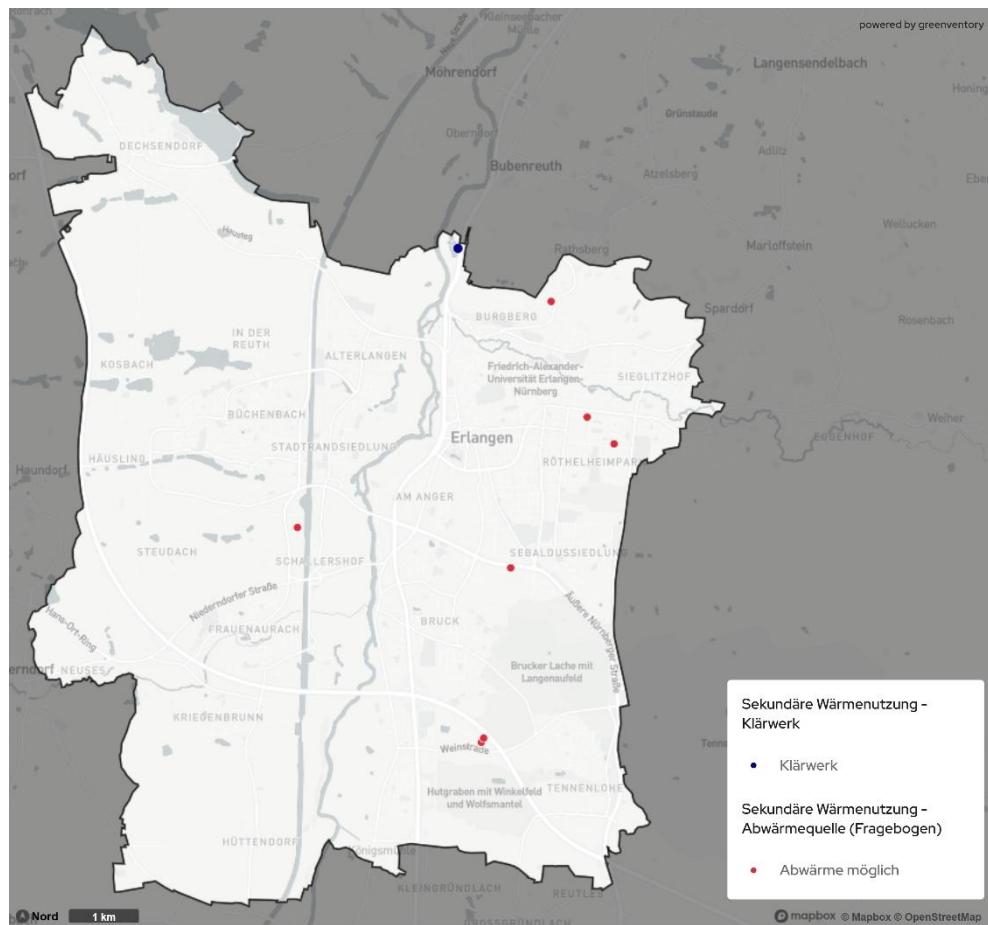


Abbildung 36: Potenzial industrielle Abwärme & Abwasser

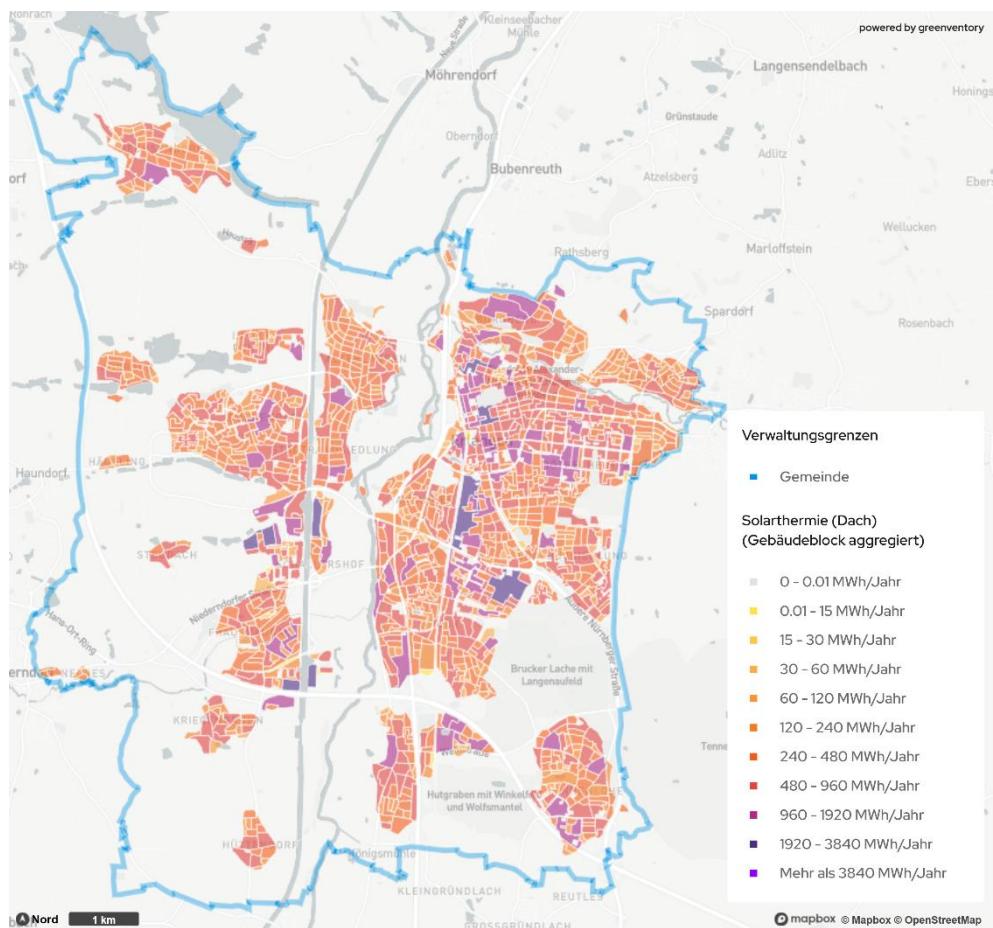


Abbildung 37: Potenzial Solarthermie (Dachflächen)

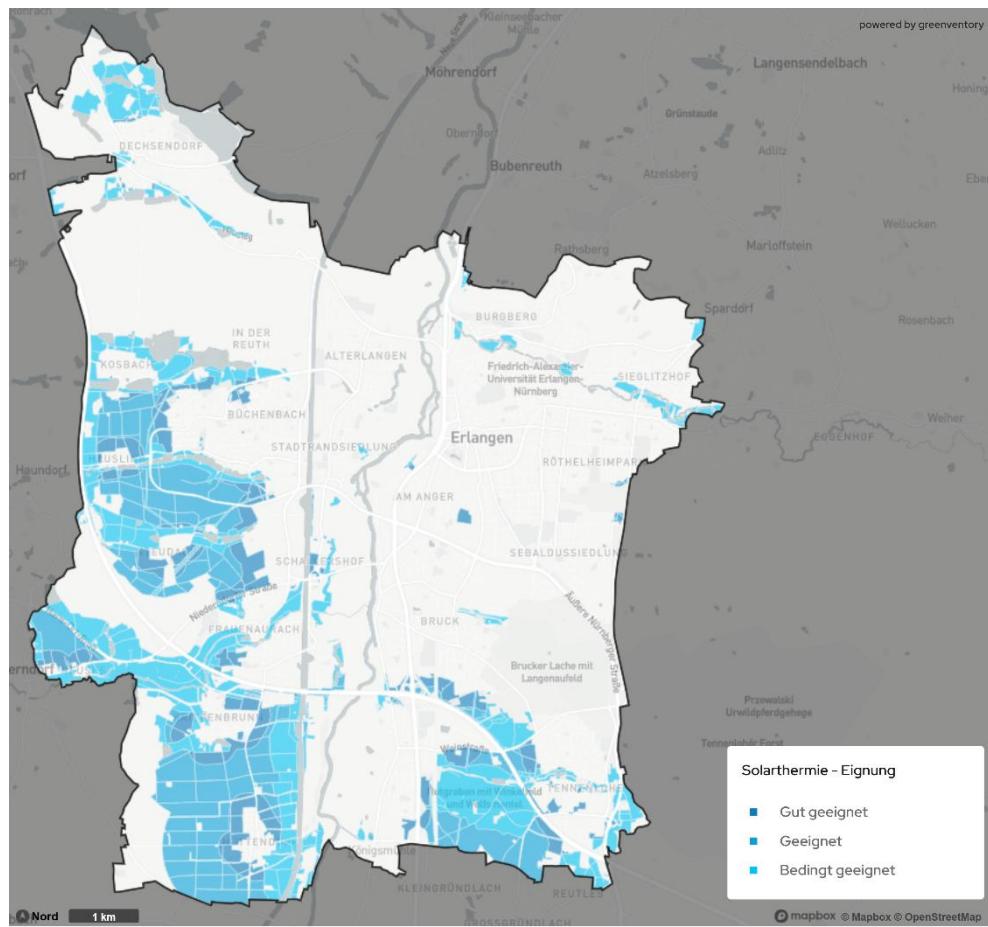


Abbildung 38: Potenzial Solarthermie (Freiflächen)

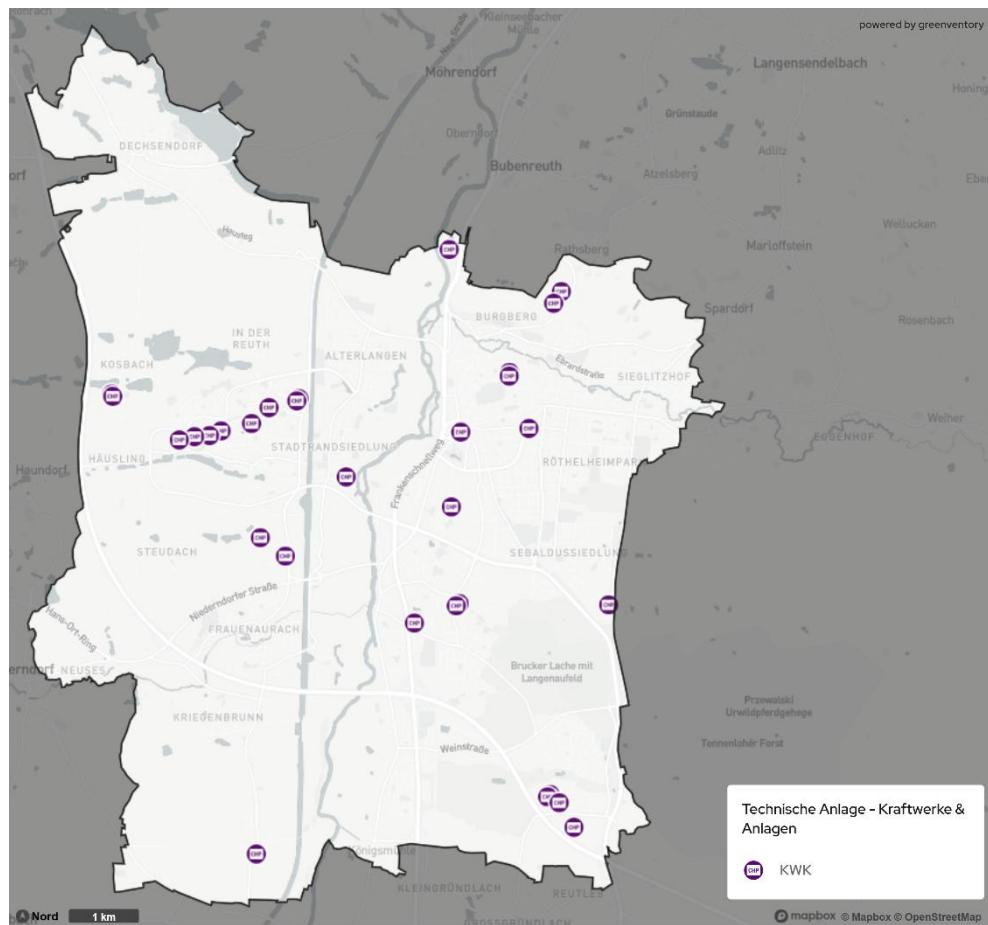


Abbildung 39: Potenzial Kraft-Wärme-Kopplung¹⁰

¹⁰ Die Abbildung stellt ebenfalls das Heizkraftwerk der ESTW dar. Dieses Potenzial ist zwar theoretisch vorhanden, wird jedoch wegfallen und nicht verfügbar sein.

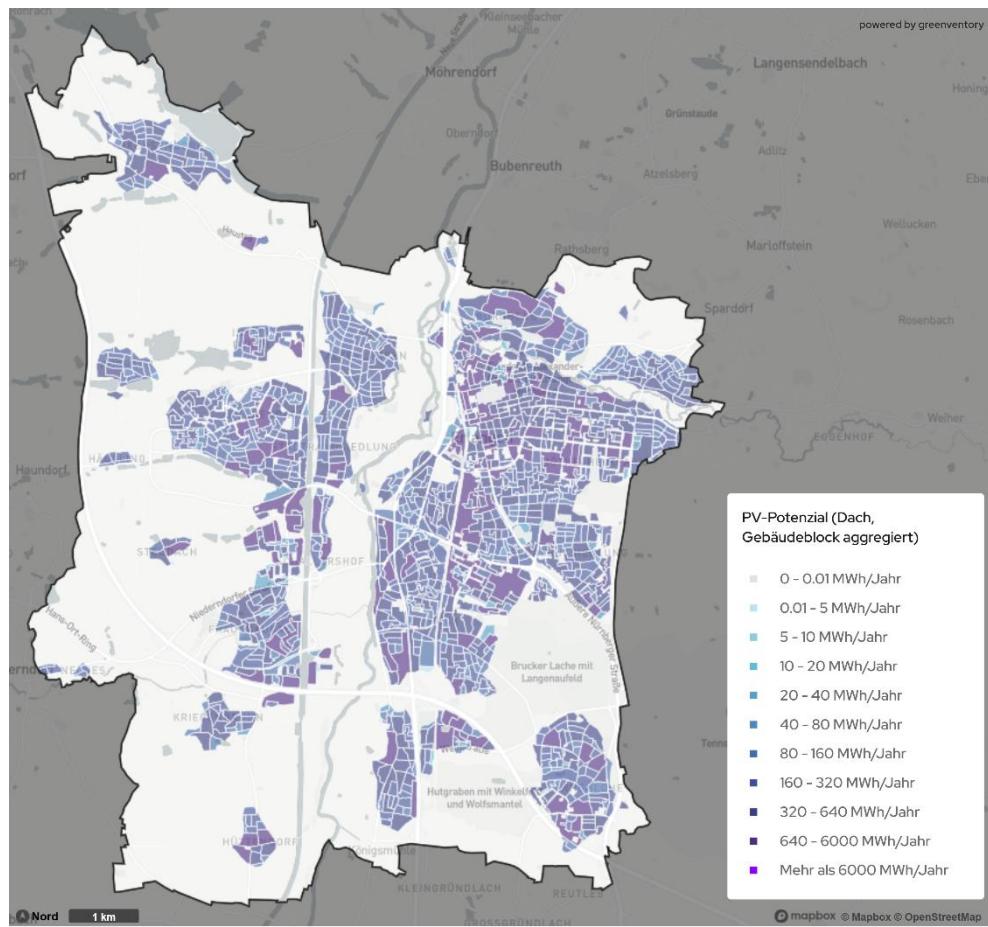


Abbildung 40: Potenzial Photovoltaik (Dachflächen)

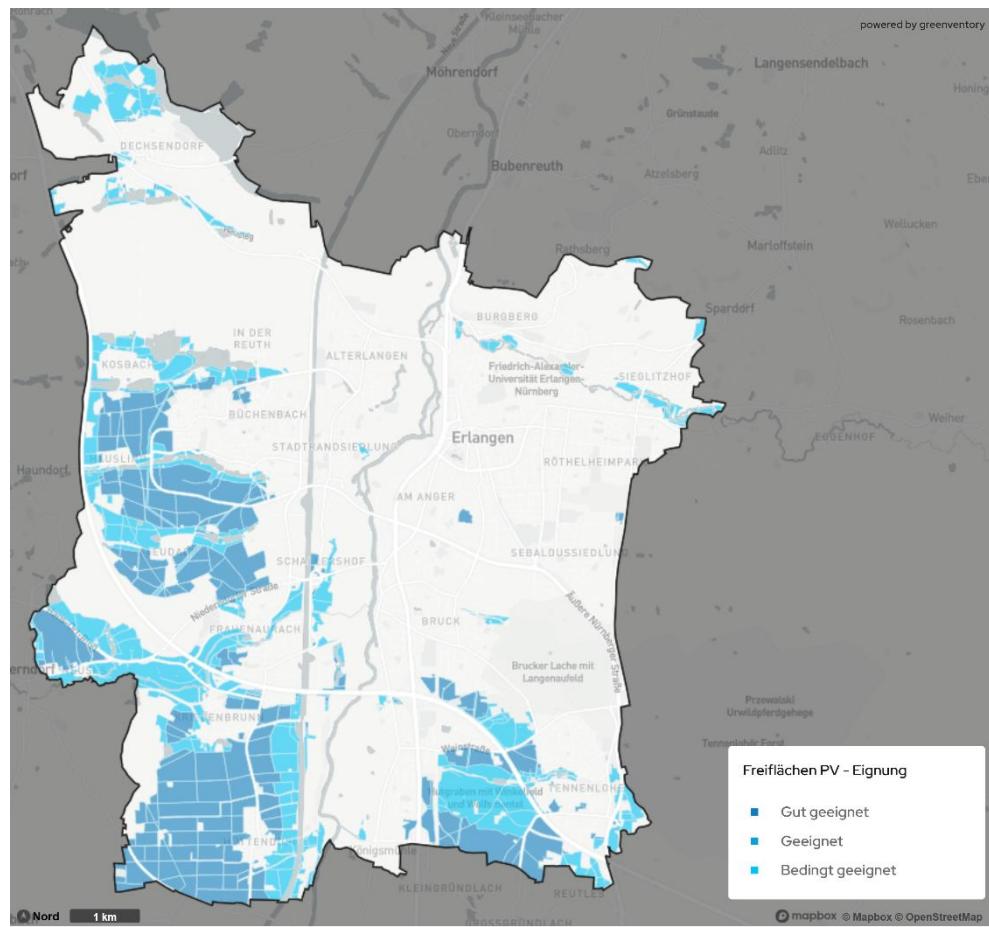


Abbildung 41: Potenzial Photovoltaik (Freiflächen)

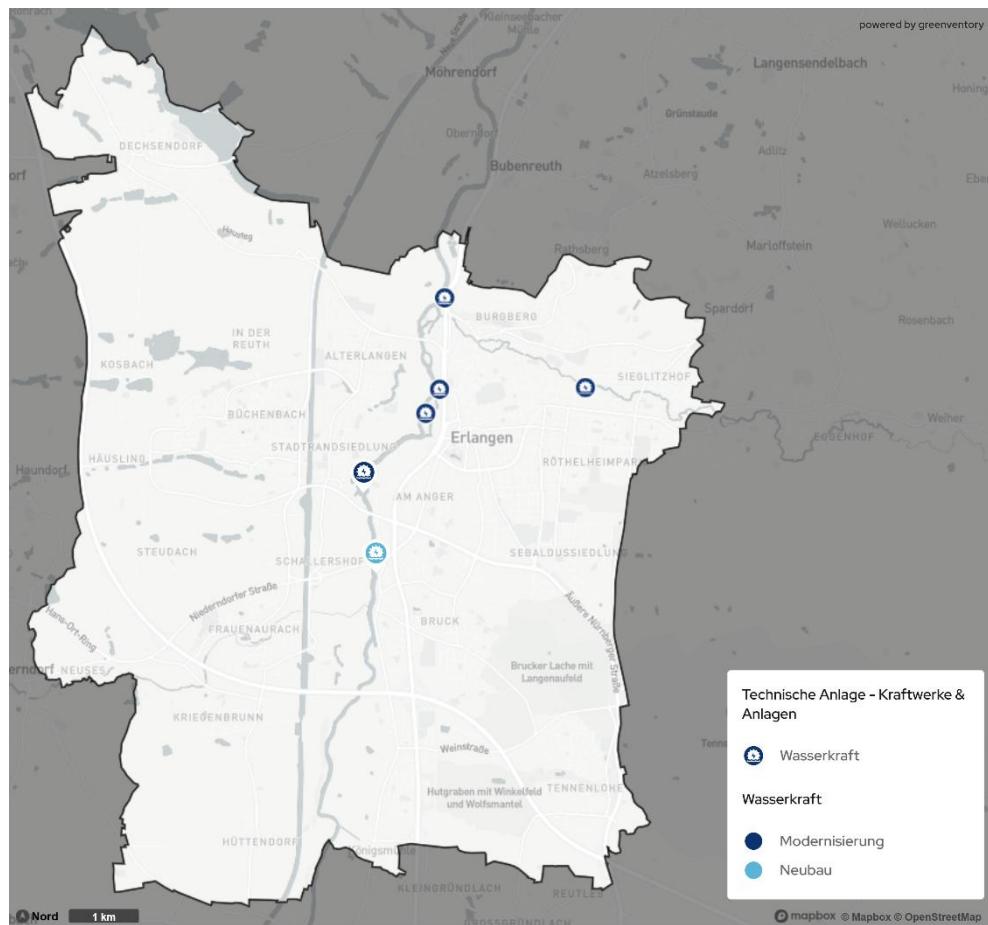


Abbildung 42: Potenzial Wasserkraft

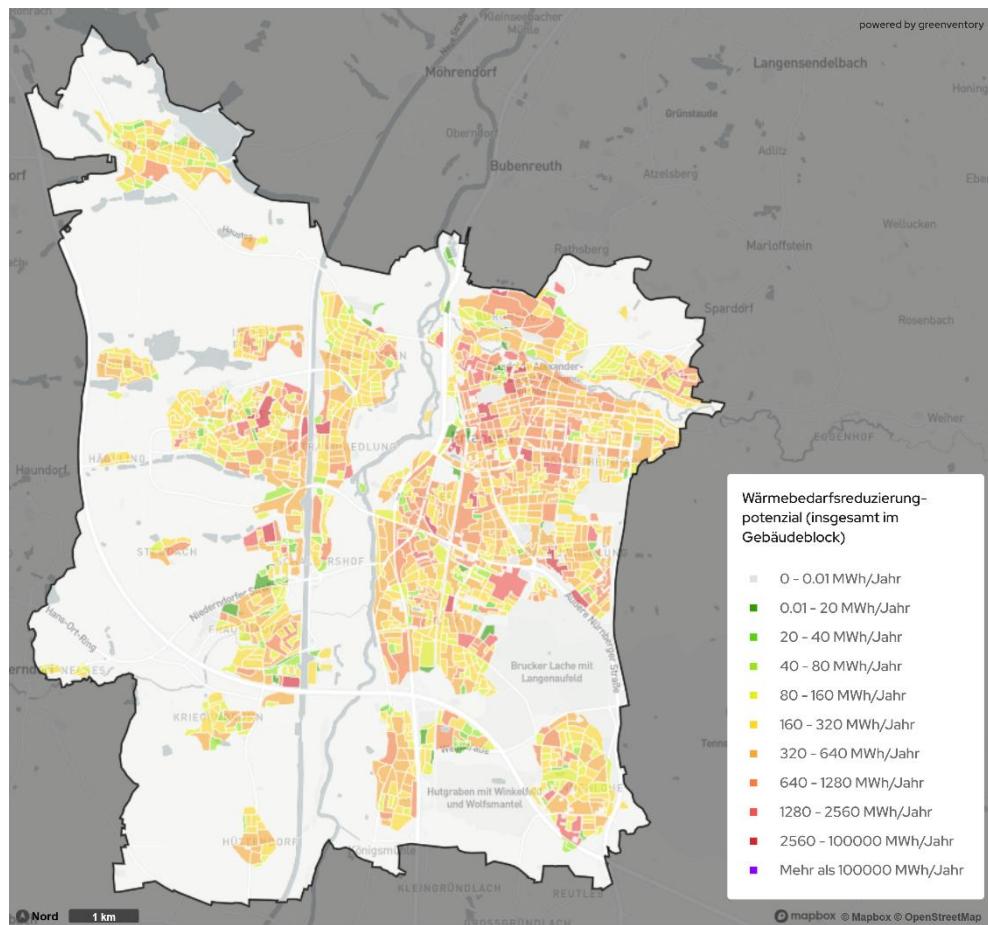


Abbildung 43: Potenzial Sanierung

12.2 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 |
| CO ₂ e | 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 |
| H ₂ | 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 ² *a) | Kilowattstunde pro Meter und Jahr |
| kWh/m ² | Kilowattstunde pro Quadratmeter |
| kWh/m ³ | Kilowattstunde pro Kubikmeter |

| | |
|-------------------------|--|
| kWh/m ² a | 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 CO ₂ e/a | Tonne Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr |
| t CO ₂ e/MWh | Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente pro Megawattstunde |
| UBA | Umweltbundesamt |
| UVPA | Umwelt-, Verkehrs- und Planungsausschuss |
| WP | Wärmepumpe |
| WPG | Wärmeplanungsgesetz des Bundes |
| €/lfm | Euro pro laufendem Meter |
| €/MWh | Euro pro Megawattstunde |

12.3 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: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträger | 18 |
| Abbildung 6: Stromverbrauch nach Sektor | 19 |
| Abbildung 7: Kraftwerke und Anlagen-in Erlangen (Marktstammdatenregister) | 20 |
| Abbildung 8: Treibhausgasemissionen durch Wärmeerzeugung nach Sektoren in Erlangen | 21 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 9: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern für Wärme in Erlangen | 22 |
| Abbildung 10: Treibhausgasemissionen nach Sektoren für Strom in Erlangen | 23 |
| Abbildung 11: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen | 25 |
| Abbildung 12: Erneuerbare Strompotenziale in Erlangen | 29 |
| Abbildung 13: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet | 31 |
| Abbildung 14: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete | 34 |
| Abbildung 15: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze in Erlangen | 36 |
| Abbildung 16: Simulation des Zielszenarios für 2040 | 67 |
| Abbildung 17: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr | 68 |
| Abbildung 18: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040 | 69 |
| Abbildung 19: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 | 70 |
| Abbildung 20: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf | 71 |
| Abbildung 21: Nah- und Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 | 72 |
| Abbildung 22: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf | 73 |
| Abbildung 23: Emissionsfaktoren in t CO ₂ e/MWh (Quelle: KWW Halle, 2024) | 74 |
| Abbildung 24: Erwartete zusätzliche installierte Leistungen [MW] im Stromnetz nach Technologien | 76 |
| Abbildung 25: Erwarteter zusätzlicher Strombedarf/ - erzeugung [GWh/a] nach Technologien | 76 |
| Abbildung 26: Übersicht der im Zielszenario 2030 berücksichtigten Eignungsgebiete für Wärmenetze | 78 |
| Abbildung 27: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion bis zum Zieljahr 2030 | 79 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 28: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2030 | 80 |
| Abbildung 29: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf für das Szenario 2030 | 81 |
| Abbildung 30: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios | 82 |
| Abbildung 31: Maßnahmen Zeitstrahl | 84 |
| Abbildung 32: Potenzial Biomasse | 113 |
| Abbildung 33: Potenzial Erdwärmesoden | 114 |
| Abbildung 34: Potenzial Erdwärmekollektoren | 115 |
| Abbildung 35: Potenzial Oberflächengewässer | 116 |
| Abbildung 36: Potenzial industrielle Abwärme & Abwasser | 117 |
| Abbildung 37: Potenzial Solarthermie (Dachflächen) | 118 |
| Abbildung 38: Potenzial Solarthermie (Freiflächen) | 119 |
| Abbildung 39: Potenzial Kraft-Wärme-Kopplung | 120 |
| Abbildung 40: Potenzial Photovoltaik (Dachflächen) | 121 |
| Abbildung 41: Potenzial Photovoltaik (Freiflächen) | 122 |
| Abbildung 42: Potenzial Wasserkraft | 123 |
| Abbildung 43: Potenzial Sanierung | 124 |

12.4 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/KA-ENEF/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=publication-File&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
- 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/wissen-sportal/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-\(432\)/](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 Wärme wende. 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>

12.5 Impressum

Herausgeber

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

Kontakt

Telefon: 09131 86-3423
E-Mail: waermewende@stadt.erlangen.de
www.erlangen.de/waermeplanung

Redaktion

Ambrosius Ruch
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

April 2025

Gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie