

Kommunale Wärmeplanung

Stadt Bad Soden am Taunus

IMPRESSUM

Bearbeitung durch:

Syna GmbH
Ludwigshafener Straße 4
65929 Frankfurt am Main
<https://www.syna.de>

Im Auftrag der:

Stadt Bad Soden am Taunus
Königsteiner Straße 73
65812 Bad Soden am Taunus
<https://www.bad-soden.de/>

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Konsortium	2
3	Vorbemerkungen und Ziele	3
4	Aktuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen in der Stadt Bad Soden	5
5	Bestandsanalyse	7
5.1	Datenerhebung	7
5.2	Das Bestandswärmenetz der Stadt Bad Soden am Taunus	11
5.3	Wärmebedarf und -versorgung	12
6	Potenzialanalyse	16
6.1	Oberflächennahe- und Tiefengeothermie	17
6.2	Solarthermie und Photovoltaik – Freiflächen	18
6.3	Solarthermie und Photovoltaik – Dachflächen	20
6.4	Windenergie.....	20
6.5	Industrielle Abwärme	21
6.6	Potenzial Biomasse	21
6.7	Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierung	22
6.8	Fazit und Übersicht der Potenzialanalyse.....	23
7	Verbrauchs-, Versorgungsszenarien und Eignungsgebiete	25
7.1	Vergleich der vier Basisszenarien.....	25
7.2	Identifizierung von Eignungsgebieten für Wärmenetze.....	28
7.3	Detailanalyse der Stadtteile	33
7.3.1	Stadtteil Altenhain	33
7.3.2	Stadtteil Neuenhain.....	34
7.3.3	Stadtteil Bad Soden am Taunus	35
7.4	Identifizierung von Eignungsgebieten Einzelversorgung	37
7.5	Fazit Zielszenario und Eignungsgebiete	38
7.6	Zukunft Gasnetze	41
8	Wärmewendestrategie: Maßnahmenkatalog	44
8.1	Maßnahmenkatalog	44
8.1.1	Gebäudeeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen steigern	44
8.1.2	Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Altenhain	44
8.1.3	Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Neuenhain	45
8.1.4	Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung und Wärmenetz-Verdichtung Bad Soden am Taunus	45
9	Fazit und begleitende Maßnahmen	47
	Abkürzungsverzeichnis	50
	Abbildungsverzeichnis	51
	Literaturverzeichnis	52
	Anhang	53

Kommunale Wärmeplanung

Stadt Bad Soden am Taunus
April 2024

1 Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger der Stadt Bad Soden am Taunus,

bereits 2022 hat der Hessische Landtag beschlossen, dass Kommunen mit mehr als 20.000 Einwohnerinnen und Einwohnern ab dem 29. November 2023 verpflichtet sind, kommunale Wärmepläne zu erstellen. Von diesem Gesetz sind aktuell 59 Kommunen in Hessen betroffen, darunter auch Bad Soden am Taunus.

Mithilfe der kommunalen Wärmeplanung sollen Kommunen eine klimaneutrale, kostengünstige und sichere lokale Wärmeversorgung planen. Die langfristige CO₂-neutrale Wärmeversorgung ist ein zentraler Aspekt in unserer Gesellschaft, und die Abkehr von fossilen Brennstoffen erfordert einen tiefgreifenden Strukturwandel in der Wärmeversorgung. Dies betrifft nicht nur einzelne Gebäude, sondern die gesamte Wärmeinfrastruktur einer Stadt. Energieeffizienz und Energieeinsparung sind wichtiger denn je und bilden einen zentralen Schwerpunkt der deutschen und hessischen Politik, die die Kommunen umsetzen müssen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung muss der Heizungsbestand erfasst, der künftige Wärmebedarf geklärt und bis zum 29. November 2026 eine Grundlage für eine Entwicklung hin zu klimafreundlicher Wärme geschaffen werden. Die Stadt Bad Soden am Taunus ist der gesetzlichen Verpflichtung frühzeitig nachgekommen und veröffentlicht als eine der ersten Kommunen in Hessen einen kommunalen Wärmeplan.

Mit dem Wärmeplan ist die Aufgabe allerdings noch nicht beendet. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Planung einer klimaneutralen, kostengünstigen und sicheren lokalen Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet dienen. Es handelt es sich hier um einen langfristigen Prozess, der unsere Stadt mit den verschiedenen Gegebenheiten in den drei Stadtteilen vor große Herausforderungen stellt. Wir tragen so unserer Verantwortung den Bürgerinnen und Bürger unserer Stadt und auch den kommenden Generationen gegenüber Rechnung.

Ihr

Dr. Frank Blasch

Bürgermeister



2 Konsortium

Das Konsortium zur Bearbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Stadt Bad Soden am Taunus besteht aus den folgenden drei aufgeführten Unternehmen.



Die **evety GmbH** wurde im Mai 2020 als Joint Venture von OGE, TÜV SÜD und Horváth gegründet. Mit den Kernkompetenzen in den energiewirtschaftlichen und technischen Beratungsleistungen, bietet die evety GmbH branchenbezogene intelligente, langfristige Lösungen rund um den Energieträger Wasserstoff für die Sektoren Industrie, Infrastruktur und Mobilität. Die Entwicklung von sozial verträglichen und technisch umsetzbaren Wärmewendestrategien sowie die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans zur Dekarbonisierung des Wärmesektors bildet ein wesentliches Geschäftsfeld der evety GmbH. Die Einbindung erfahrener Spezialisten in gemeindespezifischen Projektteams und die engen Kooperationen mit der DigiKoo GmbH (digitale Zwillinge in der Energiewirtschaft), der Lagom.Energy GmbH (Wärmenetze) und weiterer Experten für individuelle lokale Spezialthemen gewährleistet die Erarbeitung eines datenbasierten, technologieoffenen sowie strategischen kommunalen Wärmeplans. Mit dem Engagement für Qualität, Nachhaltigkeit und Innovation trägt die evety GmbH maßgeblich zur Energiewende und zum Klimaschutz bei.



Die **DigiKoo GmbH** mit Sitz in Essen wurde im Jahr 2017 gegründet und ist der digitale Kern des Energieinfrastrukturanbieters Westenergie AG. Zur Verfügung gestellt werden Informationen, mit denen Stadtwerke, Kommunen, Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen deutschlandweit ihre Klimawende gestalten können. Mithilfe der eigenen entwickelten Software, dem DigiPAD, werden die Daten so aufbereitet, dass belastbare Aussagen über Status Quo und Prognosen in den Bereichen Strom, Verkehr und Wärme möglich werden. Von der detaillierten Ist-Erfassung zur kommunalen Wärmeplanung wird im DigiPAD die Versorgungsbestandssituation digital erfasst, sodass die effiziente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere im Hinblick auf Sanierungsbedarf, Gesamtwirtschaftlichkeit und Haushaltskostenimplikationen erfolgen kann. Das DigiPAD ermöglicht die Abbildung des digitalen Wärmeversorgungs-Zwilling, die individuelle Parametrisierung von Technologieszenarien zukünftiger Heiztechnologien und die bedarfsgerechte Anreicherung von Realdaten. Die DigiKoo GmbH bietet die Grundvoraussetzungen für die digitale Transformation und ermöglicht es, das volle Potenzial der heutigen digitalen Welt auszuschöpfen.



Die **Syna GmbH** ist im Jahr 2012 aus dem Zusammenschluss von Süwag Netz GmbH und Süwag Netzservice GmbH entstanden. Die Syna GmbH agiert als multiregionaler Netzbetreiber für die Strom- und Gasversorgung in Rheinland-Pfalz, Hessen, Bayern und Baden-Württemberg und steht für Regionalität, Partnerschaftlichkeit und zuverlässige Stromversorgung. Das Netzgebiet der Syna GmbH erstreckt sich über ein rund 30.000 km langes Stromnetz und ein rund 3.700 km langes Gasnetz. Über die täglichen Geschäftstätigkeiten hinaus engagiert sich die Syna GmbH auch aktiv in der regionalen Entwicklung und unterstützt Projekte im Bereich erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit. Mit dem Fokus auf erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Elektromobilität trägt die Syna GmbH zur Transformation des Energiebereichs bei und ermöglicht ihren Kunden die Umstellung auf eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung.

3 Vorbemerkungen und Ziele

Die kommunale Wärmeplanung ist ein technologieoffener, langfristiger und strategisch angelegter Prozess mit dem Ziel, eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Bad Soden am Taunus bis 2045 zu erreichen. Dieser soll als Planungsinstrument für die nachfolgenden Jahrzehnte in der Stadtentwicklung berücksichtigt und stetig fortgeschrieben werden. Dabei werden die örtlichen Gegebenheiten und Herausforderungen der einzelnen Stadtteile individuell berücksichtigt.

Die kommunale Wärmeplanung bietet die Möglichkeit, die verschiedenen lokalen Akteure zusammenzubringen und gemeinsam an konkreten Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu arbeiten. Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung ist, neben der Entwicklung der Zielszenarien zur klimaneutralen Wärmeversorgung, eine flächenhafte Darstellung einzelner Versorgungsgebiete zur zentralen oder dezentralen Wärmeversorgung.

Die resultierenden Maßnahmen legen die Grundlage für weitere Aktivitäten durch das Definieren und die zeitliche Einordnung, sodass eine fortlaufende Umsetzung der Wärmewende auf Gebietsebene gewährleistet wird. Im Hinblick auf die Erwartungshaltung der Akteure ist es wichtig zu erwähnen, dass der Detaillierungsgrad und die Verbindlichkeit von kommunalen Wärmeplänen zwischen den Energie- und Klimaschutzkonzepten der Städte und Gemeinden und den Netzentwicklungs- und Transformationsplänen der Energieversorgungsunternehmen einzuordnen ist. Die kommunalen Wärmepläne werden von den Städten und Gemeinden durchgeführt, liegen allerdings an der Schnittstelle zu den Tätigkeiten der Energieversorgungsunternehmen gemäß Abbildung 1.

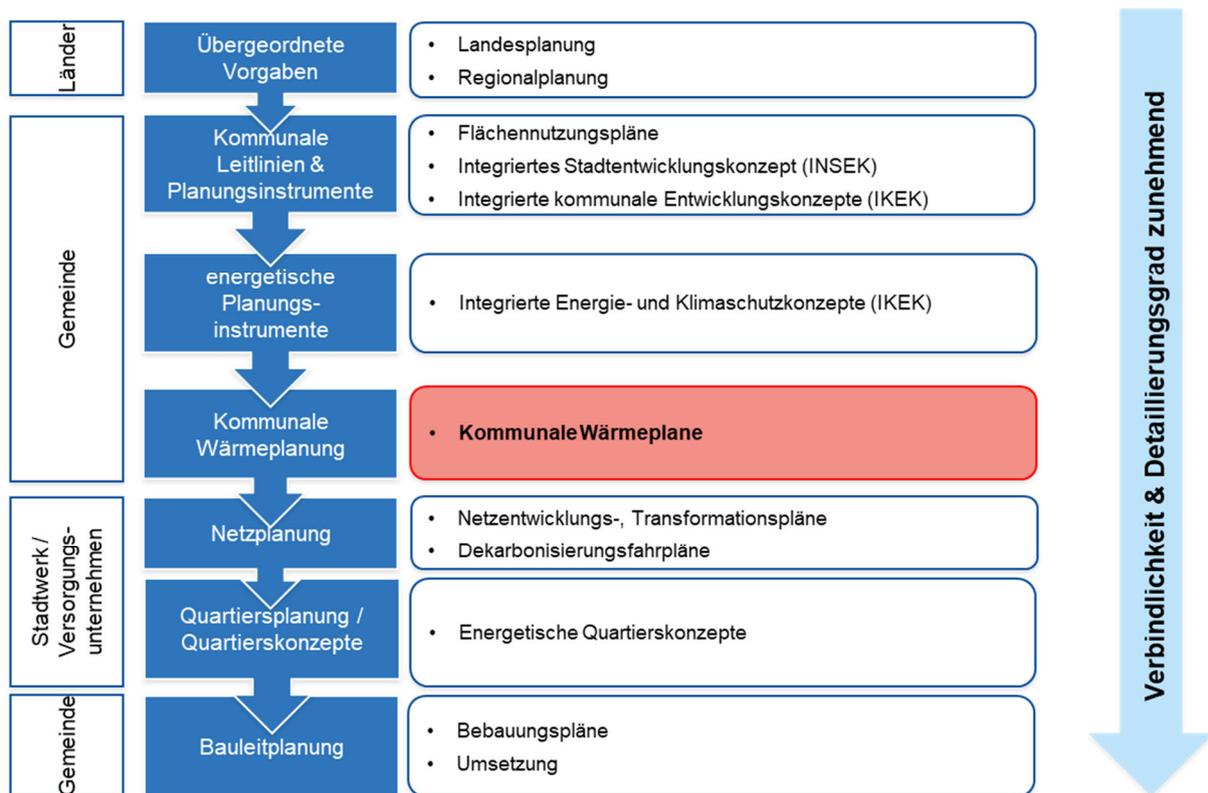


Abbildung 1: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Gemeinde gemäß DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [1]

Am 01.01.2024 ist das Wärmeplanungsgesetz in Kraft getreten. [2] Diese regulatorische Verpflichtung auf Bundesebene muss zunächst ins Landesgesetz umgesetzt werden. Die Umsetzung ist bereits für fünf Länder erfolgt: Baden-Württemberg, Hamburg, Hessen, Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Für die anderen Länder stehen noch die vollständigen

Umsetzungen aus. In Nordrhein-Westfalen werden gerade die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen.

Das Gesetz sieht vor, Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern bis zum Jahr 2028 und bis zu 100.000 Einwohnern bis zum Jahr 2026 zur Erarbeitung eines kommunalen Wärmeplans zu verpflichten. Des Weiteren werden die Kommunen zur Fortschreibung des Wärmeplans alle fünf Jahre verpflichtet. Der kommunale Wärmeplan der Stadt Bad Soden am Taunus und weitere Wärmepläne die vor dem Tag des Inkrafttretens (01.01.2024) dieses Gesetzes erstellt und verabschiedet wurden, werden ebenfalls anerkannt.

Nach dem Hessischen Energiegesetz § 13 ist die Stadt Bad Soden am Taunus zur Erarbeitung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet, da diese ca. 23.000 Einwohner hat und damit über der 20.000-Einwohner-Grenze des Hessischen Energiegesetz zur Wärmeplanung liegt.

Die Stadt Bad Soden am Taunus agiert mit dem Ziel, die kommunale Wärmeplanung als Planungsinstrument für eine langfristige CO₂-neutrale Wärmeversorgung heranzuziehen. Die nachstehende Abbildung 2 schafft einen Überblick über die aktuelle Lage der Gesetzgebung zur Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans.

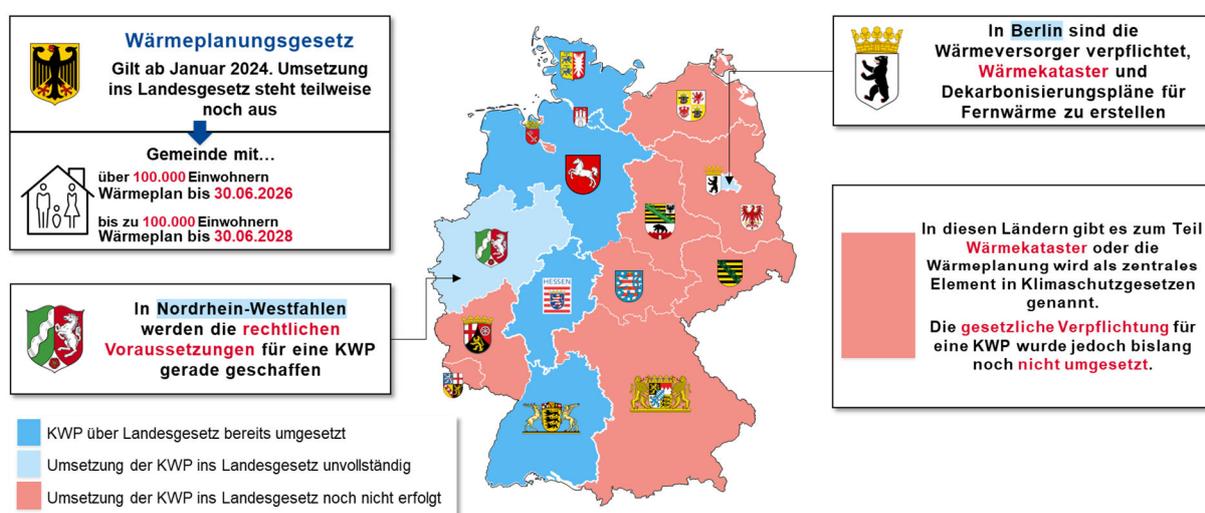


Abbildung 2: Überblick der Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf Landesebene (Stand: 02/2024)

Nachfolgend wird die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Bad Soden am Taunus in den fünf Arbeitsschritten; Bestandsanalyse, Potenzialanalyse sowie die Entwicklung von Szenarien und der Identifikation von Eignungsgebieten bis hin zu den konkreten Maßnahmen ausführlich beschrieben.

4 Aktuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen in der Stadt Bad Soden am Taunus

Die Stadt Bad Soden am Taunus liegt im Rhein-Main-Gebiet in Hessen und erschließt eine Fläche von etwa 12,6 Quadratkilometern. Mit rund 23.000 Einwohnern liegt die Stadt Bad Soden am Taunus am südlichen Hang des Taunus und erstreckt sich entlang des Sulzbachs. Durch seine Eigenschaft und langjährige Geschichte als Kurort ist die Stadt Bad Soden am Taunus bekannt für seine Kurparks, welche zur Erholung und Entspannung auf verschiedenen Grünflächen einladen. Durch die geographische Nähe zum Taunus bieten sich eine Vielzahl an Outdoor-Aktivitäten mit Bezug auf die Natur. Jedoch fällt der Anteil der Waldfläche nur auf einen Teil von etwa 18,5 % der Gesamtfläche der Stadt Bad Soden am Taunus.

Die Kernstadt von Bad Soden am Taunus macht mit 479 Hektar und damit 38,4 % den größten Anteil des Stadtgebietes aus. Danach folgen die Stadtteile Neuenhain mit 454 Hektar (36,4 %) und Altenhain mit einer Fläche von 314 Hektar, was einem Anteil von ungefähr 25,2 % entspricht. Insgesamt hat Bad Soden am Taunus somit drei Stadtteile mit einer durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von 1.843 Einwohner je Quadratkilometer. Zudem wird das Gemeindebild durch zwei Bachläufe geprägt, den Sulzbach, der durch das Stadtzentrum fließt und den Waldbach, der in der Nähe des Stadtteils Neuenhain verläuft. [3]

Wirtschaftlich gesehen gehört die Stadt Bad Soden am Taunus mit einem Kaufkraftindex von 170,3 des Bundesdurchschnittes zu einer Kommune mit Spitzenwerten im bundesweiten Vergleich (diese Angaben stammen aus dem Jahr 2020). Einer der größten Unternehmen am Ort ist der Chemiekonzern Messer Group, einer der größten Industriegasspezialisten weltweit mit einem Umsatz von rund 4 Mrd. Euro im Jahre 2022. Aber auch kleinere und mittelständige Unternehmen prägen das Stadtbild. Dazu zählen Handwerksbetriebe, Dienstleister und auch landwirtschaftlichen Betrieben.

In der Region und in der Altstadt befinden sich viele historische Gebäude, Fachwerkhäuser und Sehenswürdigkeiten. Diese stellen eine besondere Herausforderung im Zuge der Wärmewende dar.

Viele der Häuser in den Stadtkernen der drei Stadtteile wurden saniert und stehen zu großen Teilen unter Denkmalschutz. Es ist zu eruieren, wie diese schützens- und erhaltungswürdigen historischen Stadtkerne klimaneutral weiterentwickelt werden können. Dabei müssen die Anforderungen des Klimaschutzes mit den Anforderungen des Erhalts der historischen Stadtkerne der Stadt Bad Soden am Taunus insbesondere als Wohnumfeld unter Beachtung denkmalrelevanter Aspekte zusammengeführt werden.

Auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung historischer Gebäude muss eine Reduzierung des Wärmebedarfs der Gebäude erfolgen, wobei durch die Denkmalswürdigkeit der Gebäude Limitierungen gesetzt sind, insbesondere wenn eine erste Sanierung bereits stattgefunden hat. Daher muss eine Strategie der Bedarfsabsenkung kombiniert werden mit dem Aufbau einer Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien.

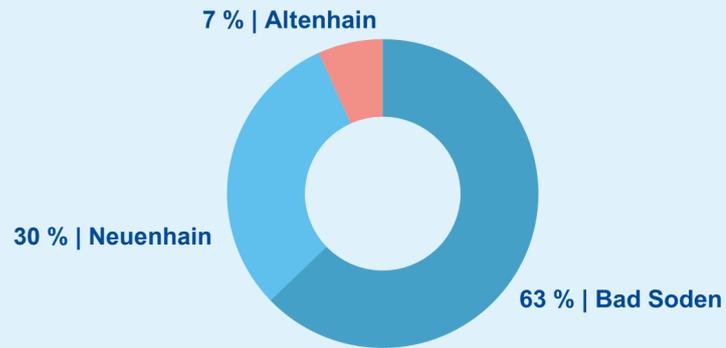
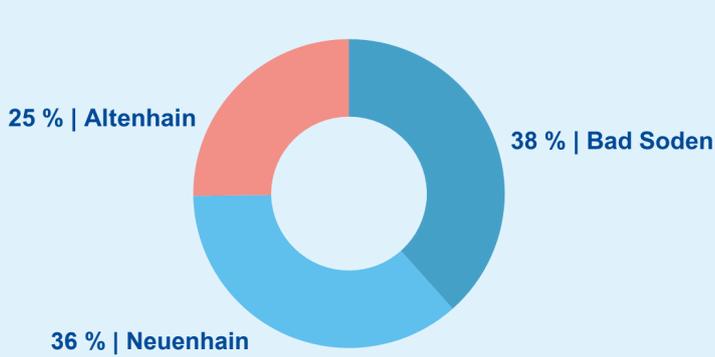
Die Gemeinde Bad Soden am Taunus in Zahlen

12,47 km²

Gesamtfläche Bad Soden am Taunus

23.036

Einwohnerzahl der Stadt [Stand 31.12.2021]

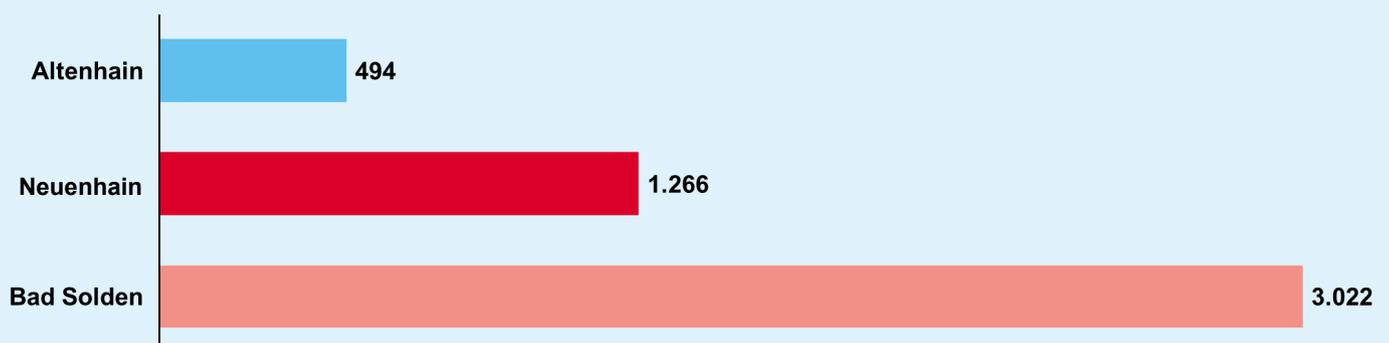


Die Gemeinde Bad Soden am Taunus



Einwohnerdichte

Einwohner pro km²



5 Bestandsanalyse

Eine detaillierte Bestandsanalyse schafft die Grundlage zur Erarbeitung einer datenbasierten kommunalen Wärmewendestrategie und ist somit der erste Arbeitsschritt der Kommunalen Wärmeplanung. Erhoben wird der Status Quo der Stadt Bad Soden am Taunus im Hinblick auf die Wärmebedarfe, Treibhausgas-Emissionen sowie die Gebäude- und Versorgungsstruktur. Es werden Daten zu den vorhandenen Gebäudetypen, der Eigentümerstruktur, den Baualtersklassen, dem Sanierungsstand sowie zu den Heizungstechnologien und deren Alter ermittelt und im DigiPAD¹ implementiert und visualisiert und stellen die Basis für den digitalen Zwilling dar.

5.1 Datenerhebung

Die Bestandsanalyse ist die Basis der kommunalen Wärmeplanung und dient einerseits als Status quo, andererseits als Benchmark für die zukünftige Entwicklung und muss kontinuierlich fortgeschrieben werden. Daraus ergeben sich die Berechnungen von Potentialanalyse, Zielszenarien und die Ableitung von Maßnahmen zur Wärmewendestrategie. Alle Ergebnisdaten werden sowohl als Rohdaten als auch kartografisch aufbereitet, visualisiert und bereitgestellt.

Welche Daten werden erhoben

Die bebauten Siedlungsflächen werden in Kommunen in Wohn-, Misch und Gewerbegebiete unterteilt. Diese Gebietsflächen werden im Rahmen der Datenerhebung hinsichtlich Strukturdaten und ihrer Wärmebedarfe eingeteilt. Die Daten des Status quo werden auf Gebäudeebene über einen sogenannten Bottom-Up-Ansatz abgeschätzt. Darauf aufbauend wird der Status quo der Wärmeversorgung und sämtliche für die kommunale Wärmeplanung relevante Kennwerte jedem Gebäude zugewiesen und bereitgestellt. Dazu zählen insbesondere die Geobasis- bzw. Metadaten der Gebäude. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden somit die Nutzungsarten, Heizungsversorgung/-alter, Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen, der Ist-Zustand des Wärmebedarfs und des Stromverbrauchs für die Wärmebereitstellung, die Fläche solarthermische und PV-Anlagen, die Gebäudetopologien sowie weitere relevanten Daten bereitgestellt.

Quelle der Daten

Die Daten, die im Rahmen dieses Projektes zur Verfügung stehen, basieren auf einer umfangreichen Datenbasis, welche aus diversen Quellen öffentlicher, halböffentlicher und privater Natur zusammengetragen, miteinander verschnitten sowie qualitätsgesichert wurden. Abbildung 3 gibt eine Übersicht über die verwendeten Quellen. Beispielsweise werden unter anderen das Liegenschaftskataster, statistische Ämter, Open-Government-Portale, Daten der Bundesnetzagentur, des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung sowie privatwirtschaftliche Daten wie beispielsweise Immobilienportale oder Daten der Schober Information Group verwendet. Die Datenbasis wurde im Rahmen dieser Studie über von der Stadt Bad Soden am Taunus gemäß [§ 13 \(4\) des Hessischen Energiegesetzes](#) bereitgestellte Realdaten erweitert.

¹ Das DigiPAD sammelt, strukturiert und analysiert Daten, basierend auf algorithmischer Verschneidung von öffentlichen, privaten und partnerschaftlichen Datensets, die mit Realdaten der Kunden visualisiert werden.

Partner | Bereich der Datenbereitstellung und Evaluation

- Open Data
- Solarkataster
- Data Science Ergebnisse



DigiPAD

- Individuelle Datensätze
- Realdaten Geometrische Analysen



Abbildung 3: Quellen der Datenerhebung

Qualitätssicherung der Daten

Die erhobenen Daten werden durch statische Methoden vervollständigt und um weitere Eigenschaften erweitert. Beispielsweise werden Attributerweiterungen basierend auf Studien zur deutschen Wohnbautopologie aus dem EU-Projekt TABULA² durchgeführt. Dadurch können auf wissenschaftlicher Basis Gebäudealter, Sanierungsstatus und weitere energetische Kenngrößen bestimmt werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse für die unterschiedlichen Hauskategorien im Hinblick auf die Siedlungstypologien angegeben. Die Gebäude werden in die Hauskategorien Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser sowie Gewerbe- und Industriegebäude unterteilt. Zu der Kategorie Einfamilienhäuser zählen Gebäude mit ein oder zwei Wohnungen, Reihen-/Doppelhäuser, sowie Bauernhäuser. Gebäude, die mindestens drei Wohneinheiten aufweisen, fallen unter die Kategorie Mehrfamilienhäuser. Dazu zählen auch Wohnblöcke, die aus mehreren direkt aneinandergrenzenden Grundstücken bzw. Flurstücken bestehen. Ebenfalls den Mehrfamilienhäusern zugeordnet wurden Wohnhochhäuser, deren Höhe mehr als 22 Meter beträgt. Gebäude die ganz oder zum überwiegenden Teil gewerblich verwendet werden, gehören der Kategorie GHD an. Zur

Exkurs: Hauskategorien

Hauskategorien		
Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Gewerbe- und Industriegebäude
<p>Ein-/Zweifamilienhaus</p> <p>→ Gebäude mit ein oder zwei Wohnungen</p> <p>Reihen-/Doppelhaus</p> <p>→ Gebaut zusammen an der gemeinsamen Grenze mit gleichartigen Einfamilienhäusern</p> <p>Terrassenhaus</p> <p>→ An einen Hang gebautes Haus, sodass jede Wohnung eine eigene Terrasse hat</p> <p>Bauernhaus</p> <p>→ Wohngebäude innerhalb eines Bauernhofs</p>	<p>Mehrfamilienhaus</p> <p>→ Gebäude mit mindestens drei Wohneinheiten</p> <p>Wohnblock</p> <p>→ ein bebauter Straßenblock, der vom Wege- und Straßennetz umschlossen wird und aus mehreren direkt aneinandergrenzenden Grundstücken bzw. Flurstücken</p> <p>Wohnhochhaus</p> <p>→ Wohngebäude mit einer Höhe von mehr als 22 Metern</p>	<p>Gewerbe- Handel und Dienstleistungen</p> <p>→ Büros</p> <p>→ Gebäude das ganz oder zum überwiegenden Teil gewerblichen verwendet wird</p> <p>Industriegebäude</p> <p>→ Fabrik, Lagergebäude</p> <p>→ Industrielle Produktions-/Lagerstätte</p>

² Englisch: Typology Approach for Building Stock Energy Assessment

Kategorie der Industriegebäude zählen Fabriken, Lagergebäude sowie industrielle Produktions- und Lagerstätten.

Siedlungstypologie und Eigentümerstrukturen

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden insgesamt 4.800 Gebäude erfasst und gemäß Abbildung 4 nach Siedlungstypologie und Eigentümerstrukturen analysiert. Obwohl mit einem Anteil von 73 % überwiegend Einfamilienhäuser in der Stadt Bad Soden am Taunus vorzufinden sind, liegt der Wärmebedarf von 111 GWh/a mit 43 % knapp unter dem der Mehrfamilienhäuser. Der Anteil der Mehrfamilienhäuser an den Gebäuden macht insgesamt nur 26 % aus, während der Wärmebedarf mit knapp 115 GWh/a bei rund 44 % auf dem Niveau der Einfamilienhäuser liegt. Einen sehr geringen Anteil machen die Gebäude der Kategorie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen aus, diese wurden mit knapp 60 Gebäuden (ca. 1%) erfasst. Die Eigentümerstrukturen lassen sich für die Stadt Bad Soden am Taunus mit 94 % hauptsächlich den Privatpersonen zuordnen. Der Anteil der Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaften und der Kommune ist vernachlässigbar gering. Der Wärmebedarf bezogen auf die Eigentümerstrukturen fällt dementsprechend ähnlich aus.

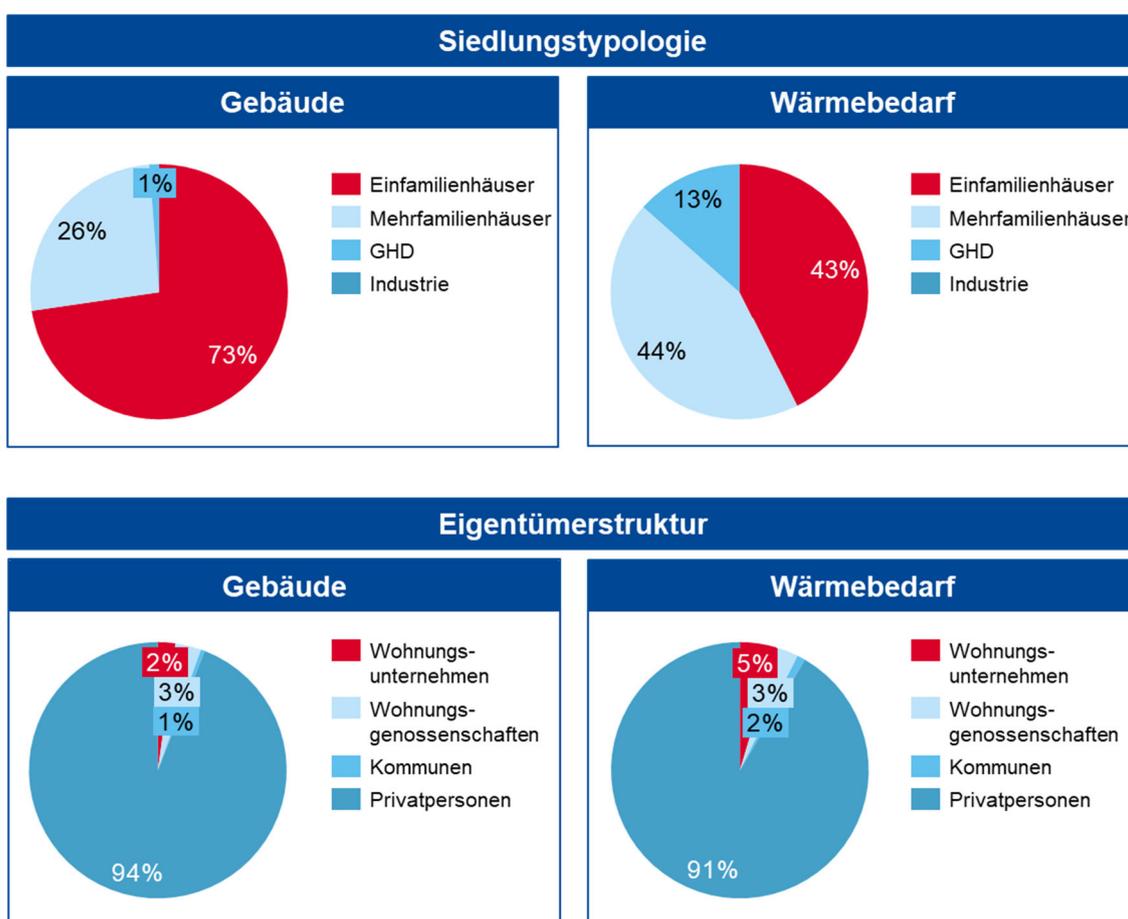


Abbildung 4: Siedlungstypologie und Eigentümerstruktur der Gebäude GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

Baualterklassen und Sanierungsbestand der Gebäude

Das Baualter gibt Rückschlüsse auf die Bauart und den Wärmebedarf der einzelnen Gebäude. Die meisten Gebäude in der Stadt Bad Soden am Taunus können den Jahren vor 1984 zugeordnet werden, in diesem Betrachtungszeitraum galt die im Jahr 1977 erste erlassene Wärmeschutzverordnung als Folge der Ölkrise; (Rationalisierungsstufe II). Darauf folgt die Zuordnung der Gebäude aus dem Jahrzehnt 1984 bis 1995, in diesem Zeitraum galt bereits die zweite Wärmeschutzverordnung (WSchV 84). Die weitere Baualterklasse beginnt 1995

mit der Einführung der dritten Wärmeschutzverordnung (WSchV 95) und endet 2001. Ab 2002 wurde die Energieeinsparverordnung EnEV '02 und die Förderung für KfW-Energiesparhäuser 60 und 40 eingeführt, daraus ergibt sich die Baualterklasse 2001 bis 2010. Abschließend werden die Gebäude kategorisiert, die ab 2010 errichtet wurden und den neuen Anforderungen der EnEV (Herbst 2009) entsprechen und der Bau von Niedrigenergiehäuser als Regel-Standard gesetzt wurde. Der Gebäudebestand der Stadt Bad Soden am Taunus wird mit 83 % überwiegend den Jahren vor 1984 zugeordnet, dies entspricht circa 4.000 Gebäuden. Demnach fällt der Anteil des Wärmebedarfs in Bezug auf die Gebäudeanzahl und Bauweise ebenfalls hoch aus und beträgt in Summe circa 215 GWh pro Jahr.

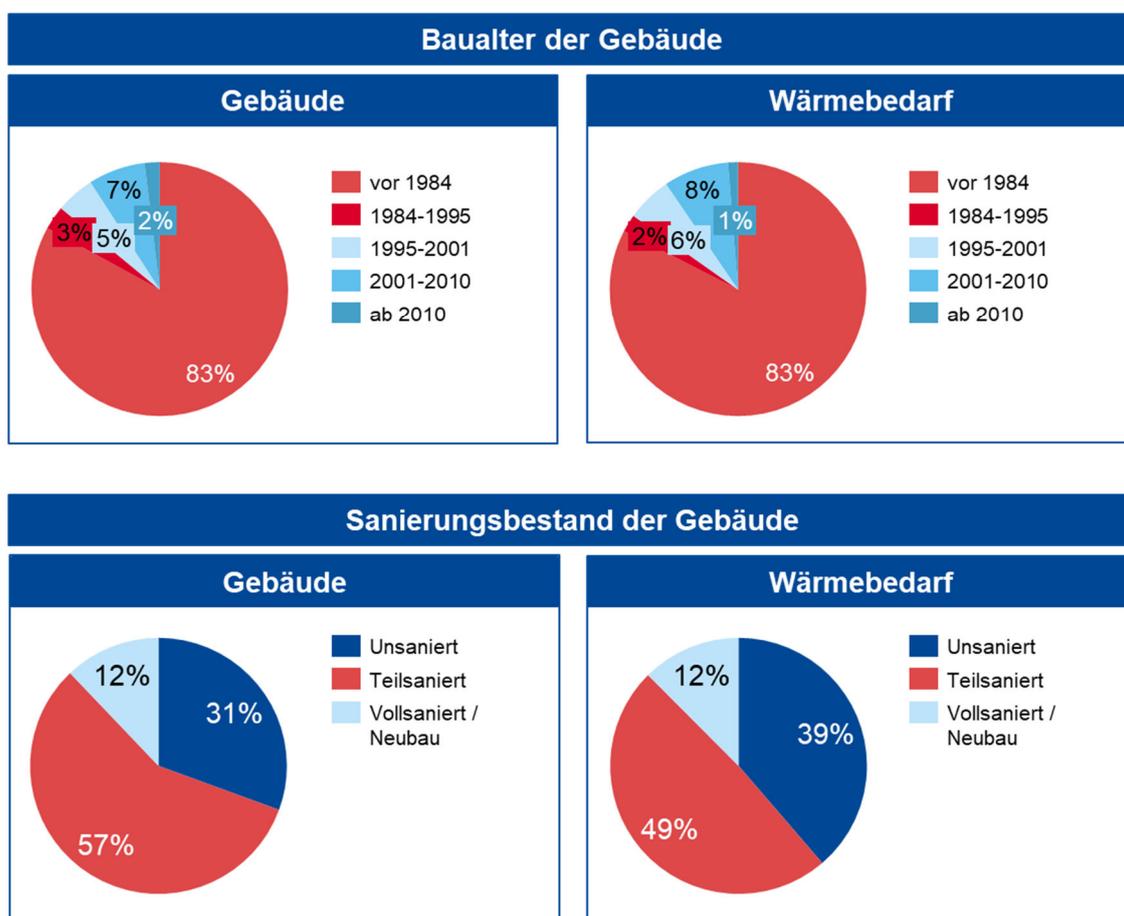


Abbildung 5: Baualter und Sanierungsstand der Gebäude

Von den insgesamt 4.800 erfassten Gebäuden der Stadt Bad Soden am Taunus wurde ein Großteil, rund 2.700 Gebäude teilsaniert, während weitere 1.400 Gebäude weiterhin unsaniert im Bestand sind. Der Anteil der Neubauten und vollsanierten Gebäuden fällt entsprechend mit 12 % gering aus. Der Wärmebedarf der vollsanierten Gebäude einschließlich der Neubauten im Hinblick auf die Anzahl der Gebäude und des energetischen Zustands beträgt circa 32,5 GWh pro Jahr.

Heizungstechnologien und Alter der Heizung

Zur Deckung des Wärmebedarfs finden unterschiedliche Heizungstechnologien in den Gebäuden Anwendung. Berücksichtigt wurde die dezentrale Wärmeversorgung mittels Gas- und Ölheizungen, Wärmepumpen, elektrischen Direktheizungen sowie die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze. Neben der Art der Heizungstechnologie wurde, ebenfalls gebäudespezifisch, das Alter der Heizungsanlage erfasst. In Anlehnung an die Baualterklasse und den Sanierungsstand der Gebäude erfolgt die Wärmeversorgung größtenteils über fossile Energieträger der Gas- und Ölheizungen. Gasheizungen sind in über

3.440 Gebäuden und Ölheizungen in über 1.180 Gebäuden installiert. Demgegenüber steht mit 1 % ein sehr geringer Anteil an Wärmenetzen. Während die Gas- und Ölheizungen jährlich einen Wärmebedarf von knapp über 254 GWh haben, beträgt die Wärmebedarfsdeckung über das Wärmenetz rund 4,7 GWh pro Jahr. Der verbleibende Wärmebedarf wird über Wärmepumpen, elektrische Direktheizungen oder sonstige Heizungstechnologien bedient. Die installierten Heizungstechnologien stammen in rund 1.390 Gebäuden aus dem Jahr 1990. Der verstärkte Gebäudezuwachs in den Jahren 2001 bis 2010 spiegelt sich auch in der Neuinstallation oder einem verstärkten Heizungswechsel für den Zeitabschnitt 2003-2008 wider. In diesem wurden circa 1.700 Heizungstechnologien in Betrieb genommen.

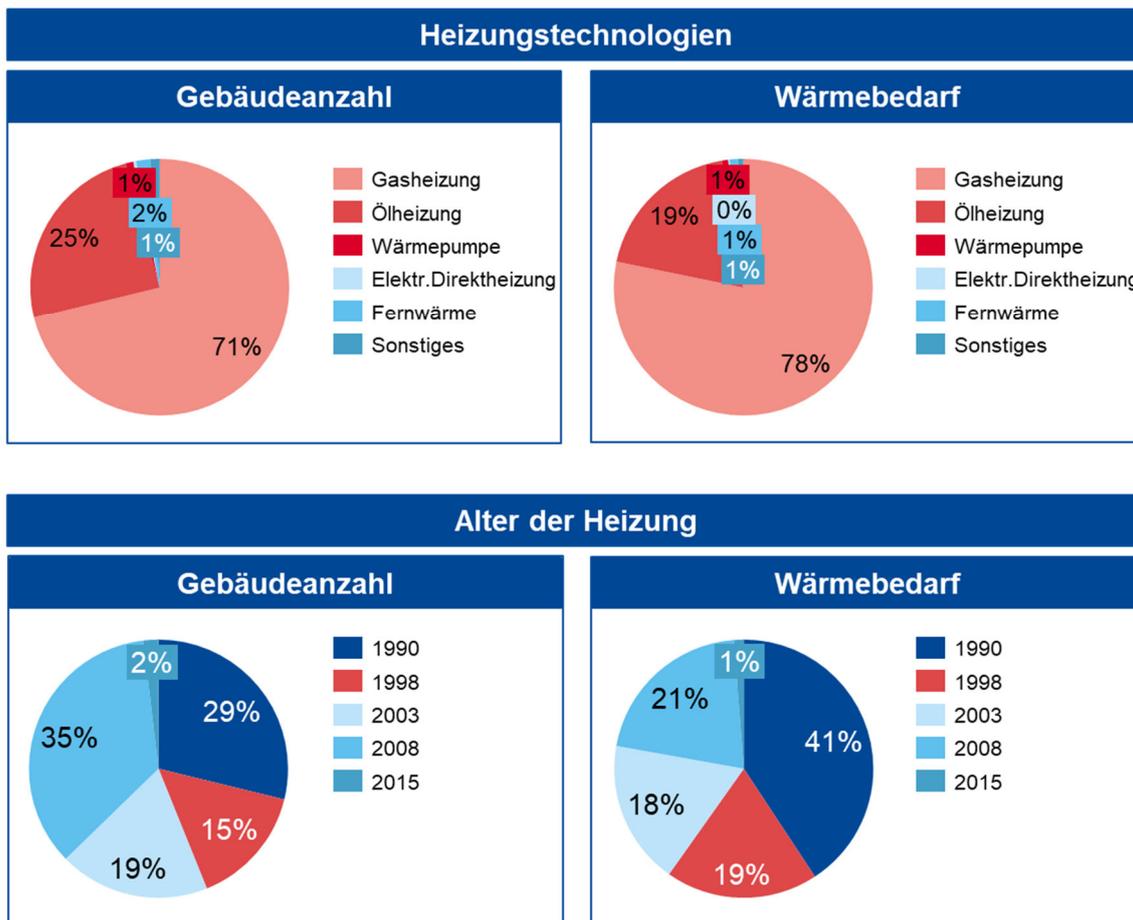


Abbildung 6: Heizungstechnologie und Alter nach Gebäudeanzahl und Wärmebedarf

5.2 Das Bestandswärmenetz der Stadt Bad Soden am Taunus

Die Bestandswärmenetze der Stadt Bad Soden am Taunus befinden sich mit einer Länge von knapp über 2 km in der Kernstadt von Bad Soden am Taunus und decken dort einen Wärmebedarf von ca. 4,7 GWh pro Jahr. Der Wärmebedarf verteilt sich über vier voneinander unabhängige Wärmenetze auf über 100 Hausanschlüsse. Zur Wärmebereitstellung werden insgesamt vier Erdgas-Blockheizkraftwerke betrieben. Das Blockheizkraftwerk am Muchgelände weist eine thermische Leistung von 346 kW auf. Das zugehörige Wärmenetz versorgt auch Liegenschaften auf dem angrenzenden Gebiet der Gemeinde Sulzbach am Taunus. Weiter nördlich befinden sich die zwei Blockheizkraftwerke am Medico-Palais mit einer thermischen Leistung von 80 kW und an der Salinenstraße mit einer thermischen Leistung von 47 kW. Ein weiterer Standort zur Wärmenetzeinspeisung befindet sich an der Wilhelmshöhe, dort weist das Blockheizkraftwerk eine thermische Leistung von 115 kW auf. Im Hinblick auf die Betriebstemperaturen, die in der Vorlaufleitung 75 °C beträgt und in der Rücklaufleitung 55 °C, kann das Bestandswärmenetz der dritten Wärmenetzgeneration

zugeordnet werden. Eine Einbindung an erneuerbaren Energien in das Bestandswärmenetz ist somit nicht kategorisch ausgeschlossen.

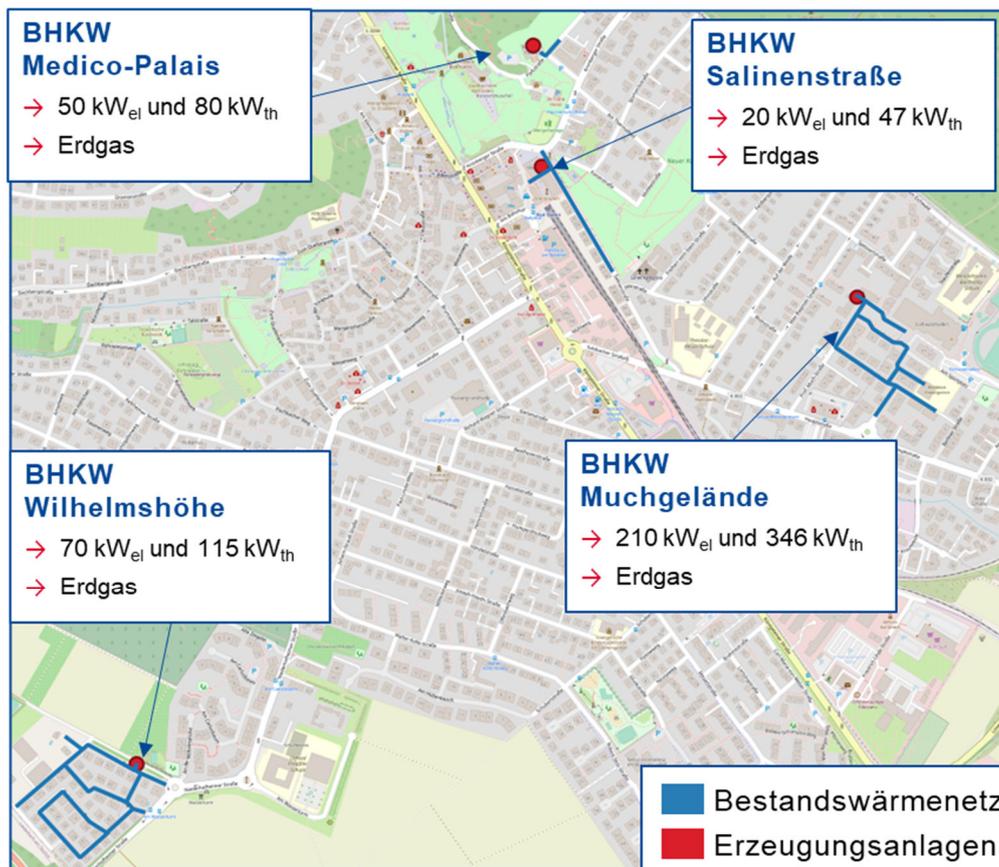


Abbildung 7: Hausanschlüsse und Erzeugungsanlagen des Wärmenetzes

Dabei ist gemäß des Wärmeplanungsgesetzes und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze zu berücksichtigen, dass Bestandsnetze bis 2030 einen erneuerbaren Energieanteil von 30 % aufweisen müssen. Die Erzeugungsanlagen der Bestandswärmenetze ist auf einen Technologiemix aus Luft-Wärmepumpen, Power-to-Heat, Wärmespeichern und den Bestands Blockheizkraftwerken umzurüsten.

5.3 Wärmebedarf und -versorgung

Insgesamt liegt der Wärmebedarf der Stadt Bad Soden am Taunus bei 263 GWh Wärme pro Jahr. Dieser Wärmeverbrauch wird in der nachstehenden Abbildung 8 nach Sektor und Energieträger unterteilt. Die betrachteten Sektoren sind private Haushalte, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Den größten Anteil am Wärmeverbrauch haben mit knapp 223 GWh die privaten Haushalte, wobei 215 GWh Wärme derzeit durch Gas- und Ölheizungen erzeugt werden, während die Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen oder Wärmenetze bei den privaten Haushalten zusammen circa 7 GWh pro Jahr beträgt. Der Sektor GHD wird überwiegend durch fossile Energieträger versorgt, davon sind 22 GWh pro Jahr den Gasheizungen zuzuordnen und 12 GWh/a den Ölheizungen, insgesamt fällt der Wärmebedarf mit 35 GWh/a gering aus. Die Wärmeversorgung der Liegenschaften erfolgt mit rund 5 GWh/a hauptsächlich über Gasheizungen, während lediglich eine Liegenschaft über eine Ölheizung versorgt wird.

Der größte Anteil der erzeugten Emissionen fällt entsprechend des Wärmeverbrauches und der Heizungstechnologie (Gas- und Ölheizung) mit circa 55 Tsd. tCO_2 im Sektor Haushalte an. Ein geringer Anteil der CO_2 -Emissionen ist dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

zuzuordnen: Dieser erzeugt über die Öl- und Gasheizungen zur Wärmebereitstellung rund 9 Tsd. tCO₂. Den kommunalen Liegenschaften sind CO₂-Emissionen in Höhe von rund 1 Tsd. tCO₂ zuzuordnen.

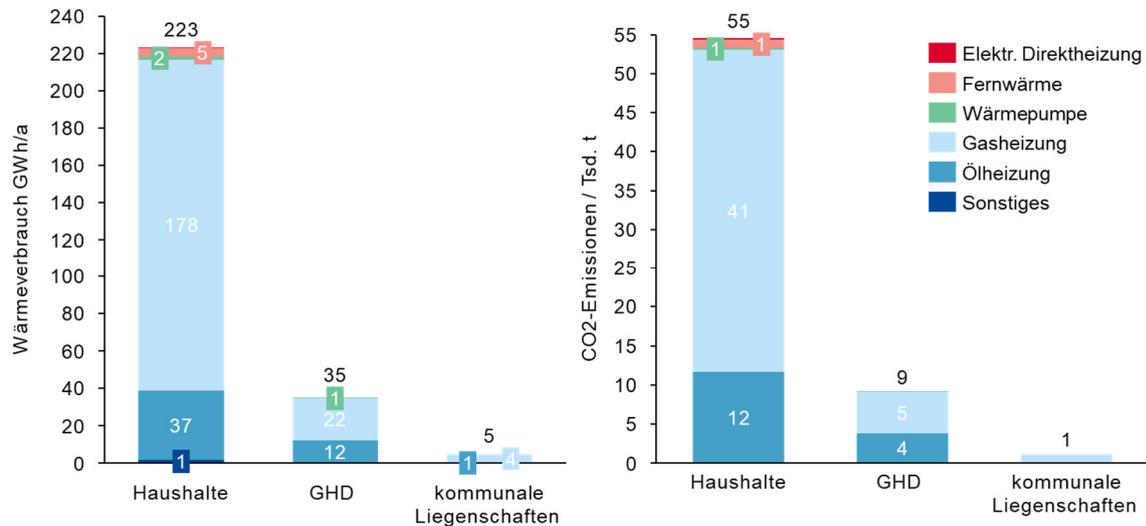


Abbildung 8: Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren. GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

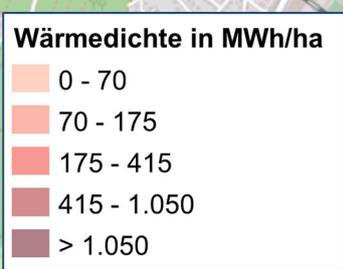
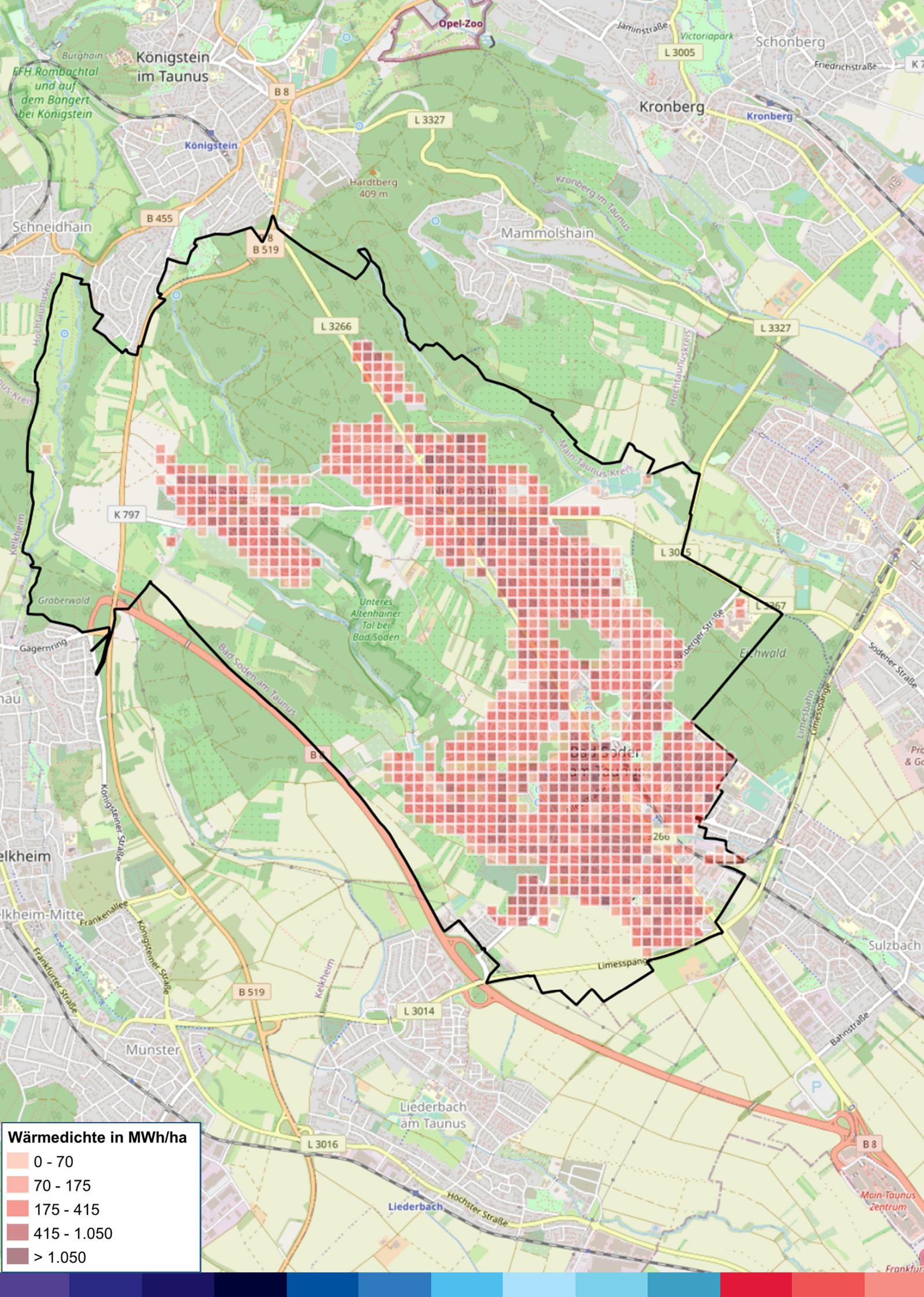
Die beiden folgenden zwei Kartendarstellungen zeigen die Wärmedichte des Bestandes pro Hektar auf unterschiedlichen Bilanzierungsebenen, zum einen als Wärmekataster und zum anderen auf Wohnblockebene. Die Definition der Wärmedichte und die dazugehörige Formel kann der nachstehenden Darstellung entnommen werden.

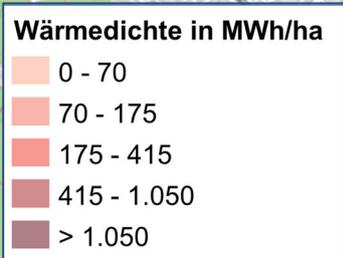
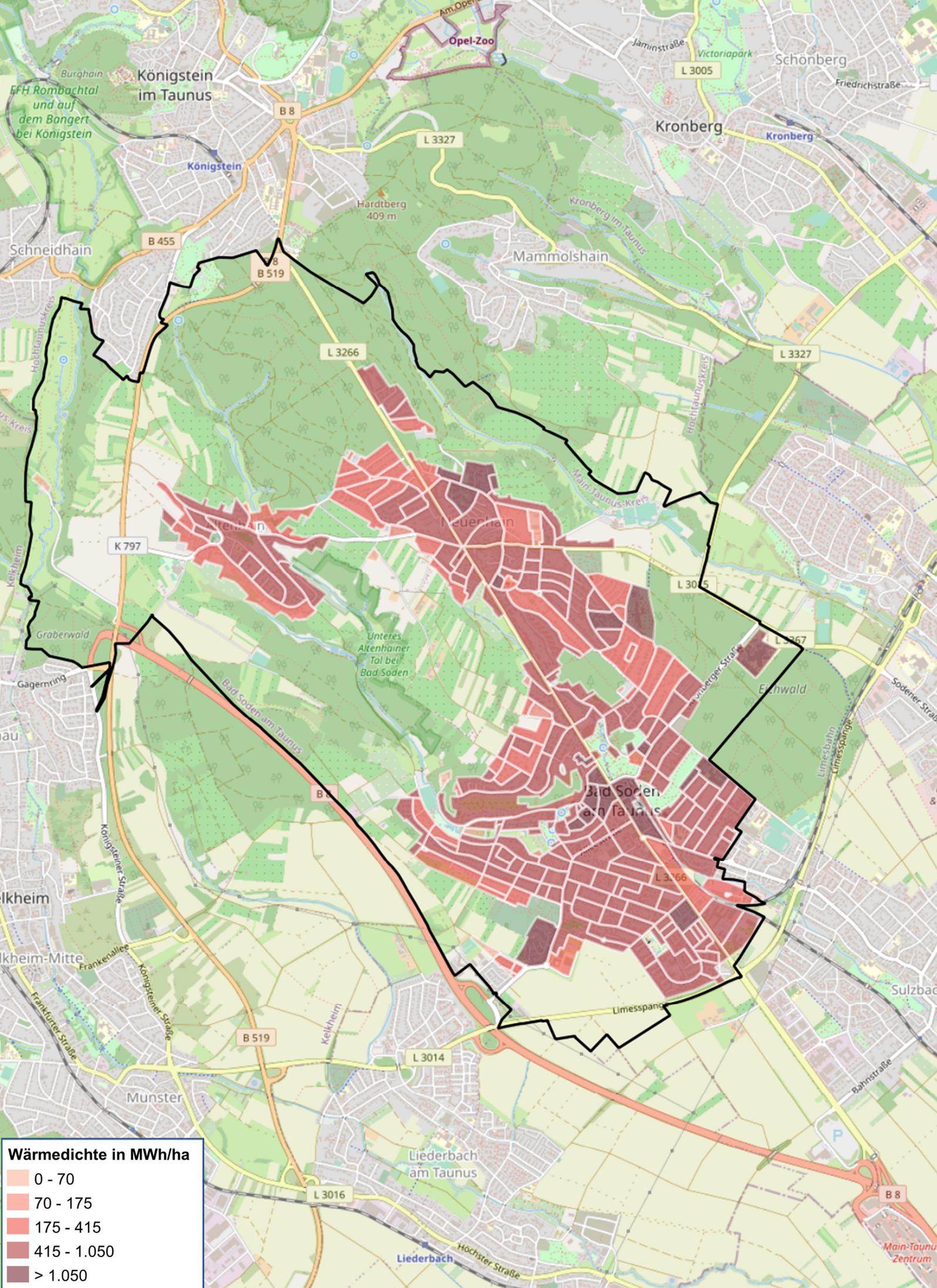
Exkurs: Wärmedichte in MWh/ha

- Quotient der Summe aller Wärmebedarfe in einem räumlich abgegrenzten Bereich und der Fläche des Bereichs.
- Je **höher** die flächenspezifische **Wärmedichte**, desto **höher** ist die **Eignung** für den Einsatz von **Wärmenetzen**, weil sich die eingesetzten Investitionsausgaben (CAPEX) schneller refinanzieren.

$$\text{Wärmedichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmebedarfe}_i}{\text{Fläche}}$$

Die Wärmedichte weist im Stadtzentrum von Bad Soden am Taunus in der Nähe des Bestandswärmenetzes am Bahnhof Wärmedichten in Höhe von 1.050 MWh/ha auf. Im umliegenden Stadtgebiet von Bad Soden am Taunus fällt die Wärmedichte mit 415 MWh/ha bis 1.050 MWh/ha ebenfalls hoch aus. In den ländlicheren Gebieten, die nicht stark besiedelt sind, fällt die Wärmedichte entsprechend geringer aus.





6 Potenzialanalyse

Nachdem der gebäudescharfe Status quo im Hinblick auf die Wärmebedarfe, Treibhausgas-Emissionen sowie die Gebäude- und Versorgungsstruktur erhoben wurde, folgt die gebietsscharfe Ermittlung sämtlicher Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme auf dem gesamten Gebiet der Stadt Bad Soden am Taunus. Auf Grundlage der Potenzialanalyse können die zukünftigen Möglichkeiten zur erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung aufgezeigt und flächenhaft visualisiert werden.

In Anlehnung an den Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg [5] erfolgt die Potenzialanalyse stufenweise gemäß Abbildung 9. Zunächst werden alle Potenziale bestimmt, die basierend auf Verfügbarkeit und gültigem Planungs- und Genehmigungsrecht als Wärmequelle und Erzeugungsfläche in Betracht kommen. Bestandteil des theoretischen Potenzials ist das technische Potenzial, welches eine Anzahl an Ausschlusskriterien wie beispielsweise Flächenverfügbarkeit auf dem Gebiet der Kommune berücksichtigt und damit die Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials abbildet.

Im Rahmen der Identifikation der Eignungsgebiete für die zentralen oder dezentralen Wärmeversorgung erfolgt eine vorläufige technisch-wirtschaftliche Beurteilung der Potenziale.

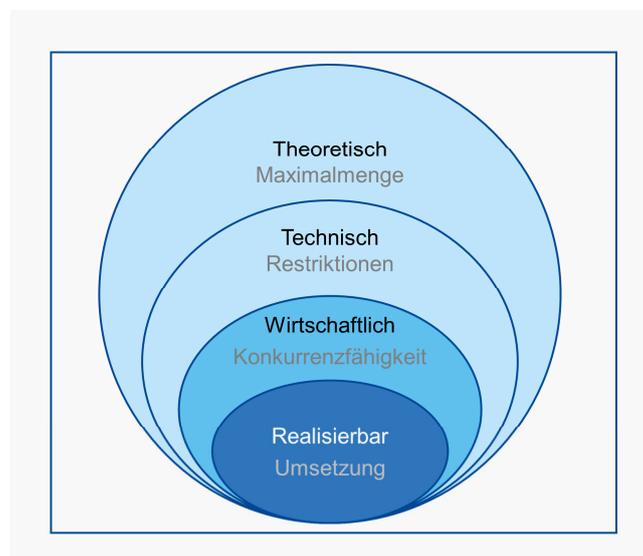


Abbildung 9: Potenzialanalyse - Definition der Begriffe

Für die Potenzialanalyse wurde das theoretische und anschließend das technische Potenzial ermittelt und dafür öffentlich zugängliche Datenquellen, Studien und Realdaten lokaler Akteure berücksichtigt, visualisiert und ins DigiPAD implementiert. Das Ergebnis ist die Grundlage für die kommunalen Entscheidungsträger, fundierte Entscheidungen über die zukünftige Ausrichtung der CO₂-neutralen Wärmeversorgung zu treffen.

Die nachfolgenden erneuerbaren Energiequellen wurden für die Stadt Bad Soden am Taunus untersucht:

- Oberflächennahe- und Tiefengeothermie
- Solarthermie Frei- und Dachflächen
- Photovoltaik Frei- und Dachflächen
- Windenergie
- Industrielle Abwärme
- Biomasse

6.1 Oberflächennahe- und Tiefengeothermie

Geothermie ist die Nutzung der Erdwärme mittels verschiedener Technologie: Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Grundwasser-Brunnenlagen. Dabei wird in oberflächennahe (bis zu 100 m), mitteltiefe (200 – 500 m) und tiefe (1500 – 4500 m und circa 60-120°C Thermalwassertemperatur) Geothermie unterschieden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für die Stadt Bad Soden am Taunus das oberflächennahe Geothermiepotezial mittels Erdwärmesonden mit einer Jahresarbeitszahl³ von 3,3-3,7 in bis zu 100 m Tiefe betrachtet. Dafür wurde die geothermische Wärmeentzugsleistung unter Berücksichtigung der folgenden Ausschlussgebiete erfasst:

- Wasser- und Heilquellenschutzgebiete
- Erfassung der Siedlungsstruktur und Ausschluss aller nicht bebauten Gebiete
- Ausschluss von Gewerbe- und Industriegebieten
- Berücksichtigung von bebauten Flächenanteilen

Zur Berechnung der geothermischen Wärmeentzugsleistung wurde eine durchschnittliche Tiefe von 70 m und eine Wassertemperatur von circa 20-40 °C vorausgesetzt. In Bezug auf die Erdwärmesonden wurde eine Leistung von 30-60 W pro Meter Erdwärmesonde und eine jährliche Vollaststundenzahl von 1.800-2.400 angenommen. Darüber hinaus wurde die Annahme getroffen, dass die Potenzialfläche mit 100 Sonden pro Hektar versehen werden kann. Anhand dieser Annahmen lässt sich für die Stadt Bad Soden am Taunus ein oberes- und unteres Geothermiepotezial bestimmen.

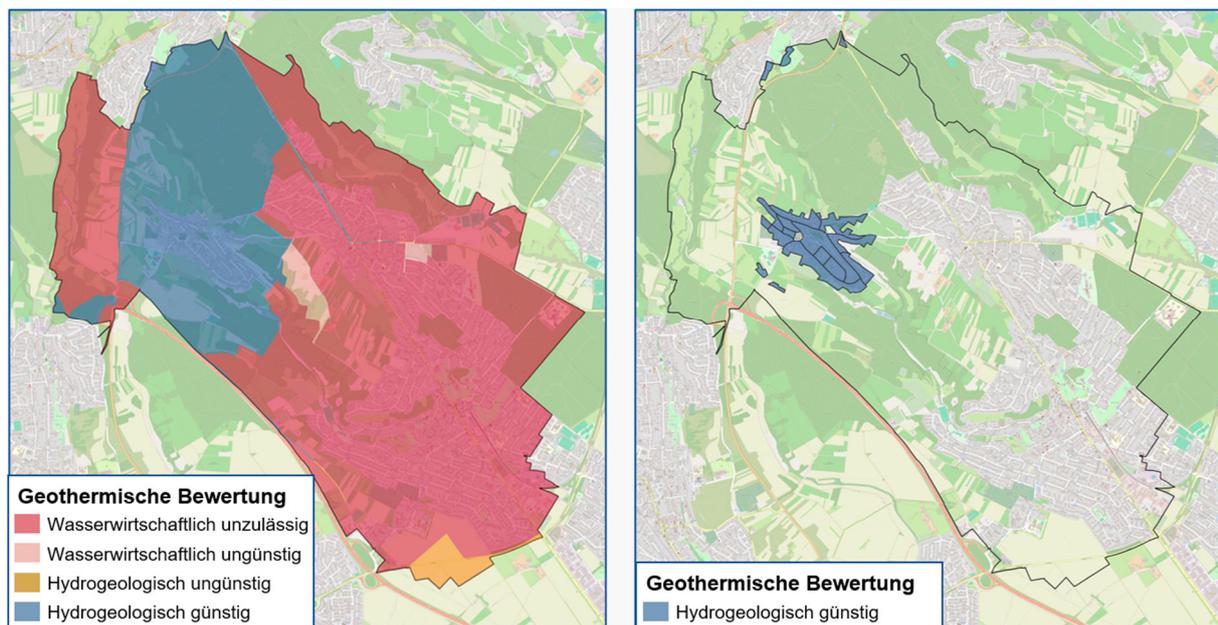


Abbildung 10: Geologische Bewertung und Geothermiepotezial

Für die geologische Bewertung der Flächen in der Stadt Bad Soden am Taunus wurde eine Datenbank des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie [6] herangezogen mit den flächenspezifischen Informationen zu den wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch günstigen und ungünstigen Gebieten. Anschließend wurde das Potenzial für

³ Jahresarbeitszahl: Kurz JAZ. Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe. Die Jahresarbeitszahl ist das Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie und zugeführter elektrischer Energie in Form von Strom.

oberflächennahe Geothermie flächenspezifisch in hydrogeologisch günstig und ungünstig gemäß Abbildung 10 unterteilt. Große Teile der Stadt Bad Soden am Taunus werden als wasserwirtschaftlich unzulässig oder ungünstig bewertet. Die für Geothermie geeignete Gebiete befinden sich im Nord-Westen der Stadt. Ausschließlich der Stadtteil Altenhain kann unter Berücksichtigung der hydrogeologisch geeigneten Flächen mit Oberflächengeothermie versorgt werden. Die für Geothermie geeigneten Flächen in der Stadt Bad Soden am Taunus betragen circa 0,42 km². Unter Berücksichtigung der versiegelten Fläche ergibt sich ein theoretisches Potential von 101,9 GWh/a. Der Wärmebedarf des Stadtteils Altenhain in Höhe von 16 GWh/a könnte vollständig gedeckt werden.

Nicht ermittelt wurde die Potentiale unbebauter Gebiete sowie deren Einbindung in Wärmenetze. Dies hat im Zuge von Detailanalysen zu Wärmenetzen gemäß Kapitel 8 zu erfolgen.

Während das technische Potenzial der Oberflächengeothermie quantitativ ermittelt werden konnte, kann hingegen das technische Potenzial der Wärme- und Stromerzeugung aus einem tiefeingeothermischen Reservoir nur qualitativ abgeschätzt werden. Da öffentlich keine detaillierten Informationen zur thermodynamischen Leistungsfähigkeit des Erdreichs für die Stadt Bad Soden am Taunus vorliegen. Darüber hinaus werden Aufsuchungs- und Gewinnungsrechte in Konzessionen („Erdwärmekonzessionen“) vergeben. Typische Anlagen weisen eine thermische Leistung von 2-20 MW auf, mit Bohrungen in einer Tiefe von rund 1.500 bis 4.500 Meter und einer Thermalwassertemperatur von circa 60-120 °C.

Das Hydrothermale und petrothermale⁴ Potenzial für die Stadt Bad Soden am Taunus gemäß den Auswertungen des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie [6] kann der nachstehenden Abbildung 11 entnommen werden. Diese zeigt, dass in einer Tiefe von 500 bis 4.000 Meter das hydrothermale Potenzial als sehr gering ermittelt wurde. Ebenfalls als sehr gering erwies sich das petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500 bis 1.000 Metern, erst ab einer Tiefe von 1.500 bis 2.500 Metern konnte dieses als gering eingestuft werden und als mittel lediglich in einer Tiefe von 3.000 bis 4.000 Metern.

	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	3000 m	3500 m	4000 m
Hydrothermal	Sehr gering							
Petrothermal	Sehr gering	Sehr gering	Gering	Gering	Gering	Mittel	Mittel	Mittel

Abbildung 11: Hydrothermale und petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500-4.000 m

6.2 Solarthermie und Photovoltaik – Freiflächen

Die Solarthermie und Photovoltaik Anlagen besitzen in ländlichen Regionen auf Freiflächen ein sehr großes Potenzial. Prinzipiell wird für die Wärmeversorgung über Solarthermie entweder Röhren- oder Flachkollektoren mit unterschiedlichen spezifischen Kosten und Temperaturniveaus verwendet. Grundsätzlich ist der Sektor Stromerzeugung nicht

⁴ Hydrothermale Geothermie: die Wärme wird dem Untergrund im Wesentlichen zusammen mit dem heißen Fluid (Wasser/ Dampf) entnommen.

Petrothermale Geothermie: kann nicht auf natürlich vorhandenen Wasserdampf oder Thermalwasser zurückgreifen. Unter hohem Druck wird Wasser in künstlich vergrößerte Risse und Klüfte des heißen Gesteins eingepresst.

Gegenstand der Wärmeplanung, allerdings kann ein Großteil der Potenziale nur mit strombetriebenen Wärmepumpen erschlossen werden, sodass nachfolgend die technischen Potenziale der Stromerzeugung durch Photovoltaik im Rahmen der Wärmeplanung erfasst werden.

Die Nutzung von Freiflächen erfolgt unter Beachtung der bestehenden Bebauungspläne der Stadt Bad Soden am Taunus. Für solarthermische und Photovoltaik Anlagen ergeben sich allerdings gewisse Restriktionen an die Gebietsausweisung. Bevorzugt wird die Nutzung sog. „benachteiligter Gebiete“, hierzu gehören u.a. Konversionsflächen oder Seitenrandstreifen. Die Flächen müssen allerdings außerhalb folgender Gebiete liegen:

- Biosphärengebiete
- Biotopverbünde
- Generalwildwegepläne
- Landschaftsschutzgebiete
- Natura 2000 Gebiete
- Wasserschutzgebietszonen I und II

Die Potenzialflächen für Solarthermie und Photovoltaik Anlagen werden ab einer Bodenfläche von 2.000 m² ermittelt. Der pauschale Flächenertrag der Solarthermieanlage wird gemäß KEA-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung mit 400 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche angenommen, dies entspricht einer minimalen Wärmeerzeugung von circa 270 MWh/a. Für die Photovoltaik-Anlagen wird ein jährlicher Ertrag von 40 kWh pro Quadratmeter berücksichtigt. [5]

In einem ersten Schritt wurden die potenziell nutzbaren Freiflächen der Stadt Bad Soden am Taunus recherchiert, dazu zählen Freiflächen die nicht bewaldet oder bebaut sind, d.h. vor allem landwirtschaftliche Flächen und unkultivierte Bodenflächen. Daran anschließend wurden die Sonderflächen ausfindig gemacht, wobei die landwirtschaftlich benachteiligten Flächen bevorzugt Erteilung von Zuschlägen für Freiflächen-Solarthermie erhalten. Aber auch die Biosphärengebieten, Biotopverbünden, Natura 2000 Gebiete und die Landschaftsschutzgebiete wurden als Restriktionsflächen berücksichtigt. Insgesamt kommt Bad Soden am Taunus auf circa 1,08 km² Freiflächen, diese liegen insbesondere westlich des Ortsteils Altenhain und um die Sportanlagen im Osten von Neuenhain. Das technische Potenzial der Freiflächen für Solarthermie beträgt 432 GWh/a, während das technische Photovoltaik Freiflächenpotenzial einen Stromertrag von 43 GWh/a aufweist. Das technische Freiflächenpotenzial der Solarthermie liegt mit den 432 GWh/a höher als der Wärmebedarf der Stadt Bad Soden am Taunus mit 263 GWh/a, dieser könnte vollständig gedeckt werden.

Die Stadt Bad Soden am Taunus befindet sich gemäß [Abbildung 12](#) im Naturpark Hochtaunus. Vor der Verwendung der einzelnen Flächen für die Gewinnung solarer Energie, müssen die Freiflächen daher nochmal detailliert untersucht werden. Ebenfalls müssen bei der tatsächlichen wirtschaftlichen Erschließung die Eigentumsverhältnisse berücksichtigt werden.

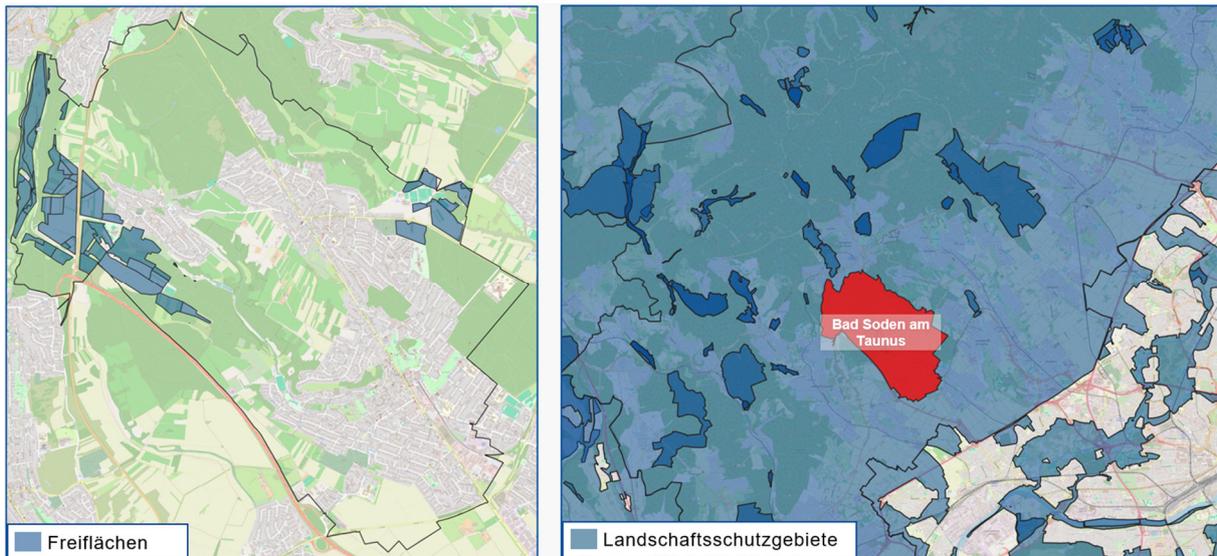


Abbildung 12: Freiflächen Potenzial Solarthermie / Photovoltaik und Landschaftsschutzgebiet Naturpark Hochtaunus

6.3 Solarthermie und Photovoltaik – Dachflächen

Neben den Freiflächenpotenzialen der Solarthermie und Photovoltaik Anlagen wurde auch das Dachflächenpotenzial für die Stadt Bad Soden am Taunus ermittelt. Dafür wurden in einem GIS-Modell die Gebäudegrößen analysiert und die Grundflächen ab mindestens 50 m² berücksichtigt, während die Ausrichtung der Dachflächen vernachlässigt wurde. Für die Solarthermieanlagen wurden 25% und für die Photovoltaik Anlagen 50% der identifizierten Grundflächen als Potenzial in die Berechnungen des Kollektorertrages mit einbezogen.

Durch die hohe Anzahl an Gebäuden in der Stadt Bad Soden am Taunus ist, mit insgesamt 0,75 km² nutzbarer Dachflächen, das Solarthermie und Photovoltaik Potenzial hoch. Die Auswertungen der nutzbaren Dachflächen haben ein technisches Potenzial für Solarthermie in Höhe von 75 GWh/a ergeben. Davon werden bereits Dachflächen mit einer möglichen Wärmeerzeugung von rund 18 GWh/a genutzt. Das technische Potenzial der Photovoltaik Stromerzeugung beträgt 15 GWh/a, auch davon werden nach Angaben der EEG-geförderten Anlagen 2021 bereits Dachflächen genutzt, die einer Stromerzeugung von ca. 1,8 GWh/a entsprechen. [7]

6.4 Windenergie

Windenergieanlagen sind neben Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen die wichtigste Quelle für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die erzeugte Energie ist vor allem abhängig von den Vollaststunden der Region, den Windgeschwindigkeiten, der verwendeten Anlage und der Umgebung. Zur Ermittlung des Windenergiepotenzials wird in einem ersten Schritt, der Teilregionalplan Energie Mittelhessen/Südhessen herangezogen, dieser gibt Auskunft über die Windenergienutzung auf Freiflächen und weist Vorranggebiete zur Nutzung der Windenergie auf. Diese Vorranggebiete sehen bspw. vor, dass eine durchschnittliche Mindestwindgeschwindigkeit von 5,75 m/s in einer Höhe von 140 m vorliegt und schließt die Gebiete aus, die als Natur- oder Wasserschutzgebiete gelten oder unter die Abstandsregeln fallen (weitere Details siehe Teilregionalplan). Neben den Freiflächen und Vorranggebieten zur Nutzung der Windenergie, wird in einem zweiten Schritt die Windgeschwindigkeiten, Windhäufigkeiten und die Windrichtung (Winkel, Himmelsrichtung) berücksichtigt.

Der Teilregionalplan Energie Mittelhessen/Südhessen weist für die Stadt Bad Soden am Taunus keine potenziell geeigneten Flächen für Windenergie aus. [8]

Die dezentrale Stromerzeugung mittels baugenehmigungsfreier Kleinanlagen wurde nicht betrachtet, da auch hier derzeit keine wirtschaftliche Stromerzeugung zu erwarten ist.

6.5 Industrielle Abwärme

Zur industriellen Abwärme zählt nicht vermeidbare Abwärme, die nicht innerbetrieblich nutzbar ist und technisch-wirtschaftlich für Wärmenetze erschließbar ist. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die folgenden möglichen Lieferanten von industrieller Abwärme betrachtet:

- Industrie und GHD
- Höchstleistungsrechenzentren
- Abwasser von Kläranlagen / Abwasserkanälen
- Thermische Abfallverwertung
- unterirdische Bauwerke (z.B. U-Bahntunnel)

Für die Stadt Bad Soden am Taunus wurden aktuell keine potenziellen Lieferanten von industrieller Abwärme identifiziert. Die Datenbank des EU-Projekts sEEnergies hat keine Abwärmequellen verzeichnet, ggf. werden kleine Abwärmequellen nicht erfasst, da die kleinste Erfassungsklasse < 83 GWh/a ist. [9] [10]

6.6 Potenzial Biomasse

Im Zuge der Transformationsphase der Wärmeversorgung im Hinblick auf die nächsten 20 bis 30 Jahre werden Biomasseheizungen, vorwiegend in Form von Pelletkesseln, ebenfalls relevant bei der Gebäudeheizung sein. Daneben wird davon ausgegangen, dass im ländlichen Raum die lokale Restholznutzung eine wieder zunehmende Bedeutung erlangen wird. Die Potenzialerhebung für die mögliche Wärmeerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und organischen Abfälle erfolgt auf Basis der vorhandenen Rohstoffe. Dafür werden spezifische Heizwerte in Kilowattstunde pro Tonne oder Kubikmeter für entweder flächen- oder gewichtsbasierte Erträge herangezogen. Das Biomasse Potenzial lässt sich folgendermaßen unterteilen:

- Nachwachsende Rohstoffe: Reststoffe in Form holzartiger Biomasse (Alt- und Restholz, Waldrestholz, Sägerest- und Industrieholz etc.), Landschaftspflegegut aber auch landwirtschaftliche Rückstände, Energiepflanzen.
- Organische Abfälle
- Klärgas
- Biogas

Für die Stadt Bad Soden am Taunus wird das Potenzial nachwachsender Rohstoffe mittels der thermischen Energie pro Hektar Waldfläche berechnet, diese wird gemäß KEA-BW Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung mit 4,3 MWh/ha (Waldrestholz) angenommen. [5] Die Menge an Waldrestholz, die pro Hektar Waldfläche anfällt ist abhängig von Baumart, Alter und Zustand des Waldes sowie der Art der Waldbewirtschaftung. Waldrestholz umfasst die bei der Holzernte zurückgebliebenen Äste, Zweige, Baumkronen und andere nicht nutzbare Teile des Baumes. Mit einer insgesamt Waldfläche von rund 293 ha Waldfläche ergibt sich ein Potenzial von circa 1,26 GWh. In der Stadt Bad Soden am Taunus befinden sich keine Bio- oder Klärgasanlagen. Das Biomasse Potenzial aus organischen Abfällen wurde mangels Datenlage nicht betrachtet.

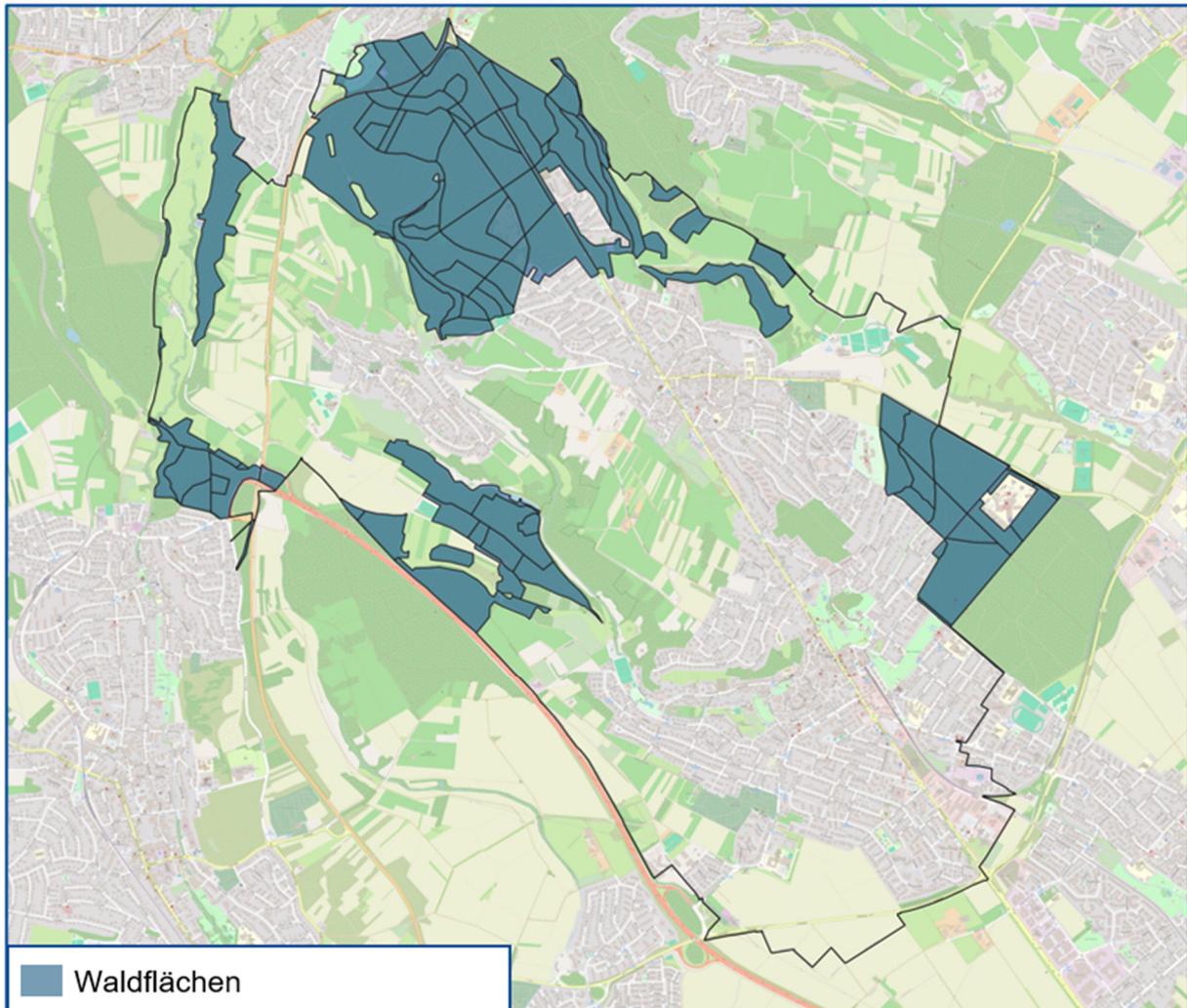


Abbildung 13: Waldfläche der Stadt Bad Soden am Taunus

6.7 Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierung

Neben den Potenzialen der erneuerbaren Energien und der Nutzung von Abwärme zur Wärmeversorgung, trägt auch der zukünftige Sanierungsstand der Gebäude zur langfristigen CO₂-neutralen Wärmeversorgung bei. Die nachfolgende Abbildung 14 soll das Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion durch unterschiedlichen Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnungen und der damit einhergehenden Sanierungsrate verdeutlichen.

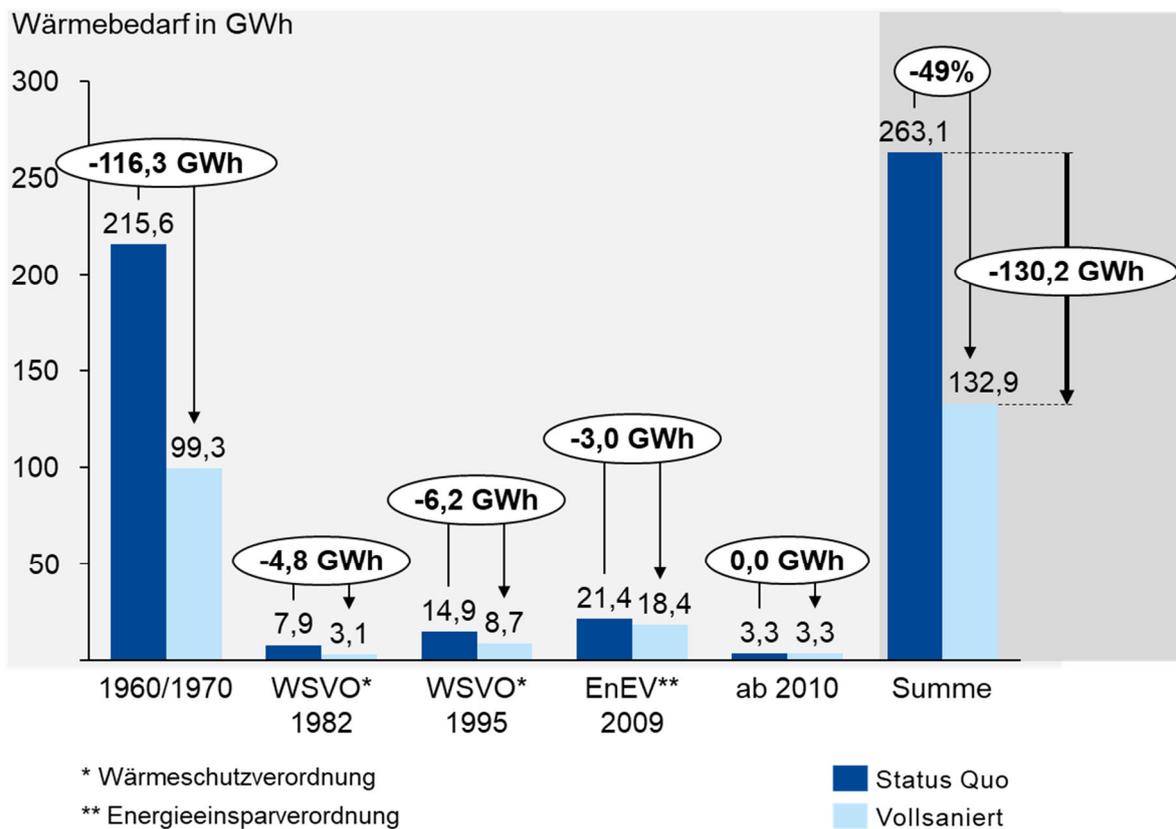


Abbildung 14: Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierungen

Die Gebäude in der Stadt Bad Soden am Taunus, die aus den Jahren (vor) 1960/1970 stammen, weisen insgesamt einen Wärmebedarf von circa 216 GWh/a auf. Der Wärmebedarf dieser Gebäude lässt sich durch eine Vollsanierung um rund 54 % auf 99 GWh/a reduzieren. Ein weiteres Potenzial durch die Durchführung einer Vollsanierung, liegt bei den Gebäuden aus den Jahren 1982 und 1995, hier lässt sich der Wärmebedarf um die 61 % und 41 % senken. Die Gebäude aus dem Jahr 2009 und ab 2010 weisen prinzipiell keinen schlechten Sanierungsstand auf, daher hat an dieser Stelle die Durchführung einer Vollsanierung nur einen bedingten Einfluss auf die Reduzierung des Wärmebedarfs. Dieser lässt sich dahingehend um gerade 3 GWh für die Gebäude aus dem Jahr 2009 reduzieren. Während bei den neueren Gebäuden ab 2010 durch eine Vollsanierung keine Einsparpotenziale vorliegen. In Summe liegt der Wärmebedarf aller Gebäude der Stadt Bad Soden am Taunus bei 263 GWh/a, mithilfe einer Vollsanierung des gesamten Gebäudebestands kann dieser um 130 GWh/a auf insgesamt rund 133 GWh/a abgesenkt werden, sodass eine Reduzierung um 49 % vorliegt. Der größte Hebel zur Reduktion des Wärmebedarfes sind die teils unsanierten Gebäude aus den Jahren (vor) 1960/1970, welche 90 % des gesamten Wärmeeinsparpotenzials entsprechen.

6.8 Fazit und Übersicht der Potenzialanalyse

Die Abbildung 15 fasst die in der Potenzialanalyse ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung zusammen und berücksichtigt neben dem technisch verfügbaren Potenzial auch das bereits genutzte Potenzial in der Stadt Bad Soden am Taunus. Das zur Wärmeversorgung größte technische Potenzial mit bis zu 102 GWh/a weist die oberflächennahe Geothermie auf. Darauf folgt das Freiflächenpotenzial für Solarthermie mit 432 GWh/a, unter der Voraussetzung das diese trotz Landschaftsschutzgebiet genutzt werden können. Das Dachflächen Potenzial für Solarthermie beträgt insgesamt ca. 75 GWh/a, davon werden bereits Dachflächen mit einer möglichen

Wärmeerzeugung von rund 18 GWh/a genutzt, sodass noch ein weiteres Potenzial von 57 GWh/a zur Verfügung stehen. Das Potenzial durch Biomasse (Waldrestholz) liegt bei circa 1,26 GWh. Ein technisches Potenzial für Tiefengeothermie oder industrieller Abwärme konnte nicht quantitativ ermittelt werden.

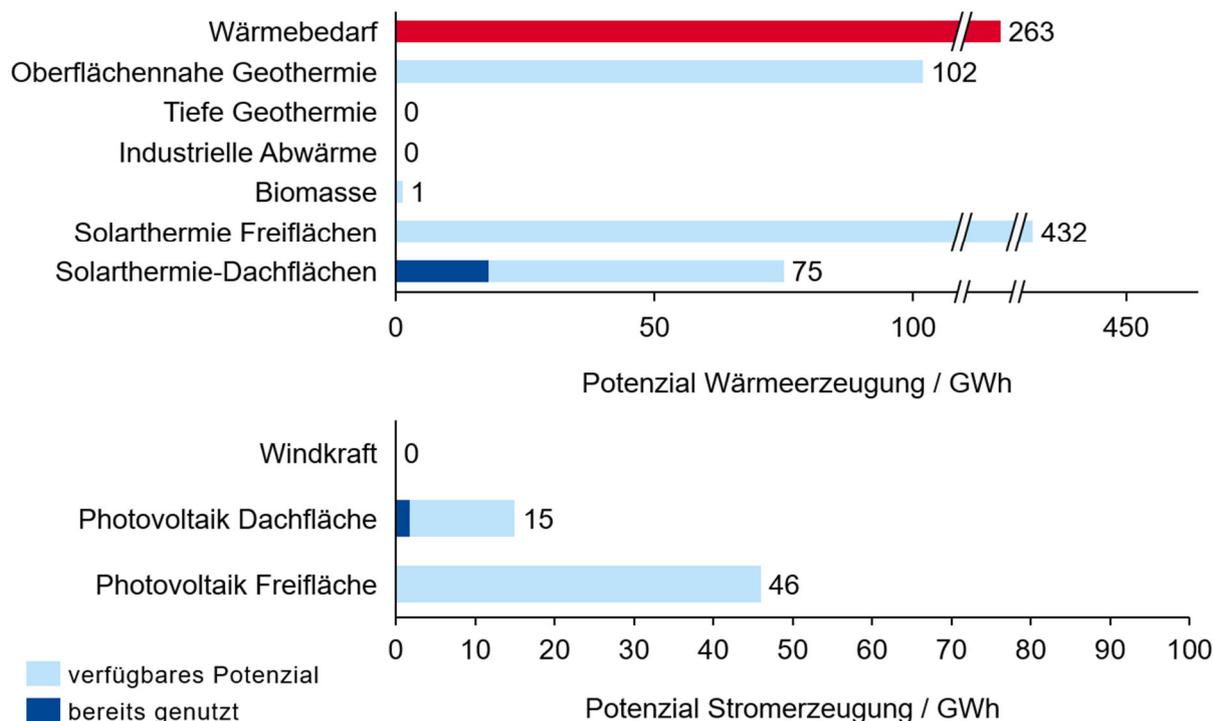


Abbildung 15: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale

Das Dachflächen Potenzial für die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen beträgt insgesamt rund 15 GWh/a von diesen werden bereits Dachflächen genutzt die einer Stromerzeugung von ca. 1,8 GWh/a entsprechen. Zur Verfügung stehen dann noch weitere 13,2 GWh/a die als technisches Potenzial genutzt werden können. Die bereits genutzten Potenziale der Dachflächen beziehen sich auf die EEG-geförderte Anlagen der Stadt Bad Soden am Taunus (Stand 2021). [7] Neben den Potenzialen zur Wärme- und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt auch ein Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs über Sanierungsmaßnahmen in Höhe von rund 130 GWh/a vor.

7 Verbrauchs-, Versorgungsszenarien und Eignungsgebiete

Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung zur klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045 mit der zusätzlichen Angabe eines Zwischenmeilensteins für das Jahr 2030 erläutert. Das Zielszenario dient als wesentliche Schnittstelle zwischen dem Status quo und der Ableitung der einzelnen Maßnahmen. Grundlage des Zielszenarios sind Basisszenarien mit verschiedenen Technologieschwerpunkten, die Identifizierung von Eignungsgebieten und die Detailanalysen einzelner Eignungsgebiete.

7.1 Vergleich der vier Basisszenarien

Die Basisszenarien zur Ableitung des Zielszenarios, lassen sich im Hinblick auf die Technologieschwerpunkte gemäß Abbildung 16 in vier Szenarien unterscheiden. Grundlage der Szenarien sind Vollkosten unter Berücksichtigung von Heizungstausch und Sanierung. Für alle vier Szenarien erfolgt eine Sanierung der Gebäude nach Wirtschaftlichkeit. In den Szenarien „Business As Usual“ und „Technology Mix“ wird die Neuinstallation von Ölheizungen ausgeschlossen und ein kompletter Austausch aller Ölheizungen bis 2040 wird vorgesehen. Die Szenarien „All Electric“ und „District Heating“ schließen neben den Ölheizungen auch die Neuinstallation von Gasheizungen aus. Darüber hinaus wird ein kompletter Austausch aller Öl- und Gasheizungen bis 2040 bzw. 2050 angenommen.

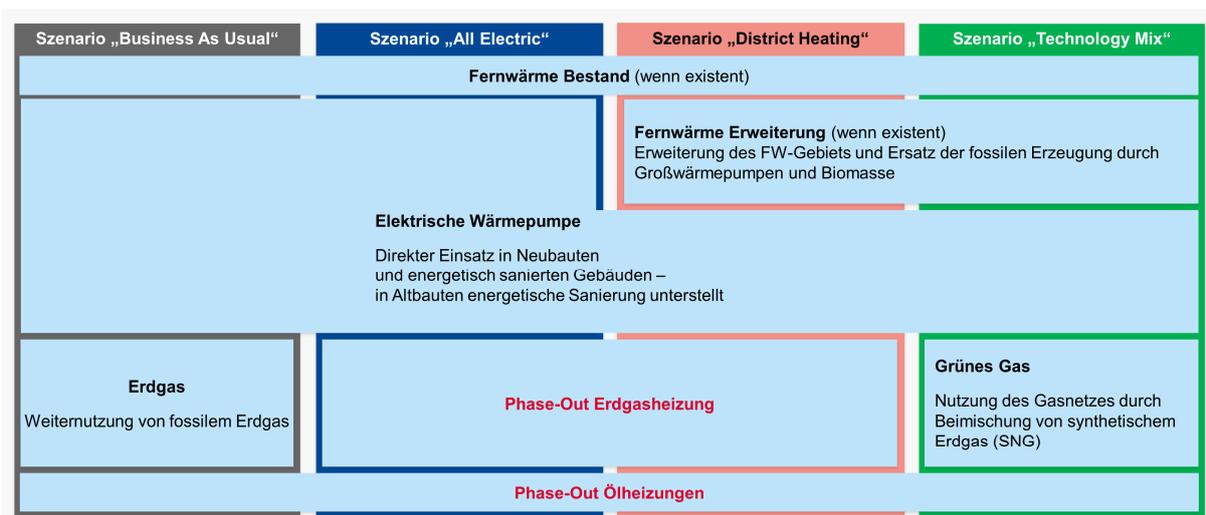


Abbildung 16: Die vier Basisszenarien mit unterschiedlichen Technologieschwerpunkten

Szenario „Business As Usual“:

Das Szenario „Business As Usual“ sieht die weitere Nutzung von fossilem Erdgas vor. Betrachtet wird ein Technologiemix mit den Optionen elektrische Wärmepumpe, Gasheizung (falls Gasanschluss vorhanden) und Nah-/Fernwärme (falls Gebäude im Wärmenetzgebiet liegen, keine Erweiterung).

Szenario „All Electric“:

In dem Szenario „All Electric“ wird eine Umstellung auf Wärmepumpen bis 2050 für den Großteil der Gebäude angenommen. Die Gebäude hingegen, die sich im Wärmenetzgebiet befinden, behalten den Wärmeanschluss, wenn dies günstiger als die Wärmepumpe ist. Eine

Nachverdichtung im Wärmenetzgebiet ist möglich, allerdings wird keine Erweiterung des Gebietes berücksichtigt.

Szenario „District Heating“:

Im Rahmen des Szenarios „District Heating“ behalten die Gebäude im Wärmenetzgebiet den Wärmeanschluss, wenn dies günstiger ist als die Wärmepumpe. Die Nachverdichtung und Erweiterung des Wärmenetzgebiets sind in diesem Szenario möglich. Eine Umstellung auf Wärmepumpen wird bis zum Jahr 2050 für den Großteil der Gebäude berücksichtigt und eine vollständige Sanierung der entsprechenden Gebäude wird angenommen.

Szenario „Technology Mix“:

Das Szenario Technologiemix umfasst die Optionen elektrische Wärmepumpe, Gasheizung (falls Gasanschluss vorhanden) und Nah-/Fernwärme (falls Gebäude im Wärmenetz- oder Erweiterungsgebiet liegt) zur zukünftigen Wärmeversorgung. Eine weitere Annahme ist, dass der Anteil an grünem Gas (synthetisches Erdgas, SNG) im Gasverteilnetz stufenweise auf 100 % bis 2050 erhöht wird.

Die Ergebnisse der vier Basisszenarien zur Wärmeversorgung in den Jahren 2030 und 2045 unterteilt in die verschiedenen Heizungstechnologie kann der nachstehenden Abbildung 17 entnommen werden. Die Heizungstechnologie Wärmepumpe bezieht sich auf Luft Wärmepumpen.

Im „**All Electric**“ Szenario sinkt der Wärmebedarf von circa 263 GWh auf 137 GWh im Jahr 2045, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 3,8 %. Hier wird die Wärmeversorgung in erster Linie dezentral über Wärmepumpen in Höhe von insgesamt circa 127 GWh/a erfolgen, während 7 % des Wärmebedarfs über Wärmenetze gedeckt wird. Der Anteil der Wärmenetze an der Wärmeversorgung nimmt im Szenario „**District Heating**“ um 11 Prozentpunkte zu, hier liegt dieser für das Jahr 2045 bei rund 18 % und beträgt knapp über 25 GWh/a. Der restliche Anteil des Wärmebedarfs im „District Heating“ Szenario wird bei einer jährlichen Sanierungsrate von 3,5 % über die Wärmepumpen gedeckt.

Das Szenario „**Technology Mix**“ reduziert den zukünftigen Wärmebedarf von 263 GWh/a auf rund 169 GWh/a für das Jahr 2045. In diesem Szenario wird die Annahme getroffen, dass der Anteil an grünem Gas (synthetisches Erdgas, SNG) im Gasverteilnetz 2050 100 % beträgt. Demzufolge beträgt der Anteil an grünem Gas im Jahr 2030 bereits 14 % und steigt bis zum Jahr 2045 auf 30 % an. Die Wärmeversorgung über Ölheizungen findet im Jahr 2045 keine Anwendung mehr. Die Wärmeversorgung über Gasheizungen erfolgt im Jahr 2030 weiterhin mit einem Anteil von 55 %. Der restliche Anteil des Wärmebedarfs wird bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2,1 % über die Wärmepumpen und das Wärmenetz bedient.

Das „**Business As Usual**“ Szenario zeigt, dass für das Zieljahr 2045 die Wärmeversorgung weiterhin zu 44 % über Gasheizungen erfolgen wird. Unter der Annahme, dass im Jahr 2045 alle Gasheizungen bereits ausgetauscht werden, erweist sich die Wärmeversorgung für diesen Anteil an Haushalten zukünftig problematisch. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung mit 6 % fällt weiterhin gering aus. Wird eine jährliche Sanierungsrate von 1,4 % angenommen, kann im Jahr 2045 rund 50 % der Gebäude mit Wärmepumpen versorgt werden.

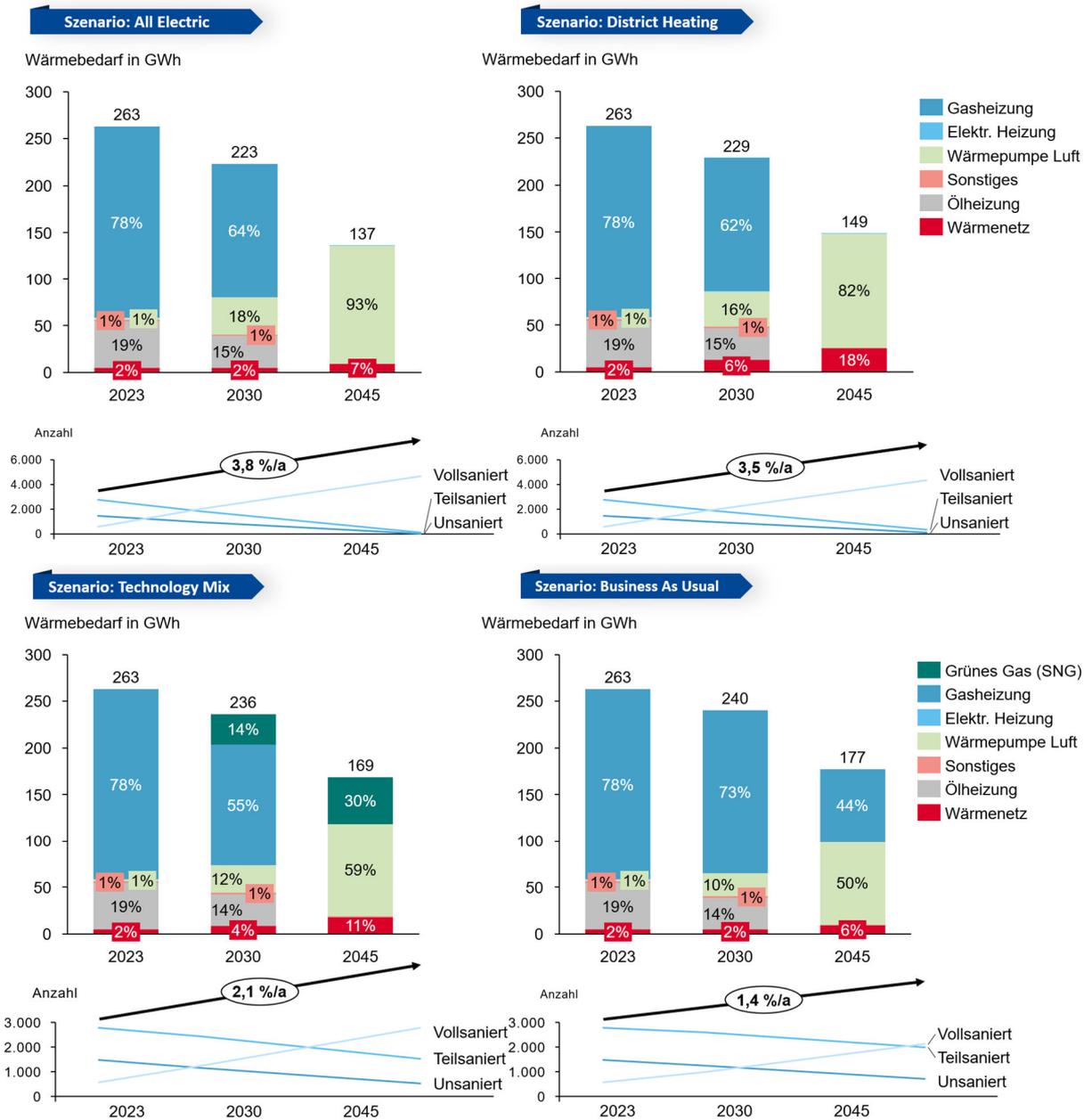


Abbildung 17: Wärmeversorgung in 2030/2045 in den vier verschiedenen Basisszenarien

7.2 Identifizierung von Eignungsgebieten für Wärmenetze

Der kommunale Wärmeplan für die Stadt Bad Soden am Taunus ermöglicht Quartiersabgrenzungen auf dem gesamten Gebiet im Hinblick auf die Eignungsgebiete für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung. Zur Ermittlung der Eignungsgebiete wurde ein zweistufiges Vorgehensmodell entwickelt. Zunächst werden die Gebiete identifiziert, die für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sind. Anschließend wird für die restlichen Gebiete eine dezentrale Wärmeversorgung überprüft.

Die gebäudescharfen Daten im digitalen Zwilling bilden das Wärmebedarfsmodell und dienen als Grundlage zur Eignungsprüfung für Wärmenetze, diese werden mit realen (Mess-) Daten angereichert. Darauf aufbauend wird die datenbasierte Entwicklung von Katastern vorgenommen, die synergetische Gebiete für Wärmenetze aufzeigen und als Ansatz für weitere Untersuchungen dienen. Eine Abschätzung wirtschaftlicher Wärmetrassen wird über die Berechnung der Wärmelinien-dichte anhand öffentlicher Verkehrswege vorgenommen und bildet die Grundlage für initiale Vorplanungen bzgl. Netzinfrastrukturen. Die Identifizierung von Eignungsgebieten zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

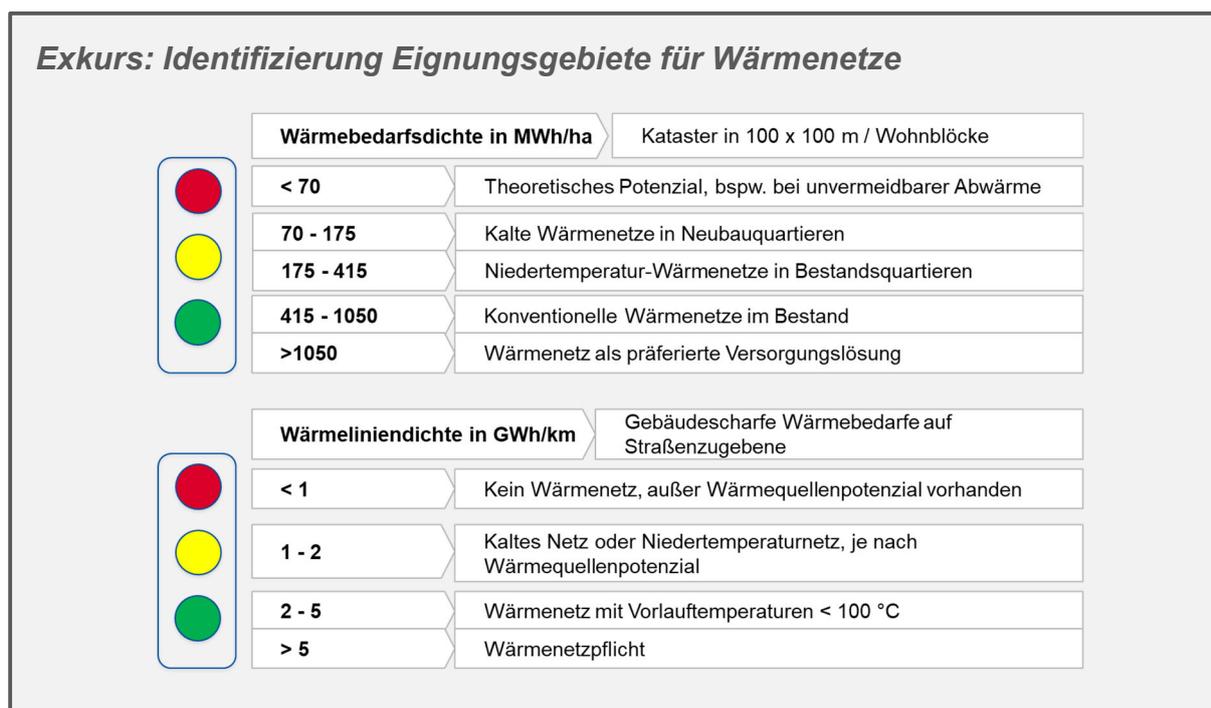
- Wärmebedarfsdichte (in MWh/ha)
- Wärmelinien-dichte (in GWh/km)
- Gebäude mit hohem Wärmebedarf (Ankergebäude)
- Bebauungsstruktur und -dichte des Gebiets
- Berücksichtigung von Denkmalschutz
- Wärmequellen erneuerbarer Energien
- Ausbaubarrieren wie Gewässer, Bahnlinien, stark befahrende Straßen, Höhenunterschiede
- Bestehende Wärmenetze
- Zukünftiger Anschlussgrad

Exkurs: Wärmelinien-dichte in GWh/km

- Theoretische Verlegung eines Wärmenetzes entlang des Straßennetzes. Der Wärmebedarf jedes Gebäudes wird dem nächstliegenden Wärmenetzabschnitt zugerechnet. Die **Wärmelinien-dichte** ist der Quotient aus summierten Wärmebedarfen und der Länge des Straßenabschnitts.
- Je **höher** die längenspezifische **Wärmelinien-dichte**, desto **wirtschaftlicher** ist ein theoretisch konstruiertes Wärmenetz, weil sich die eingesetzten Investitionsausgaben (CAPEX) schneller refinanzieren.

$$\text{Wärmelinien-dichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmebedarfe}_i}{\text{Länge des Straßenabschnitts}}$$

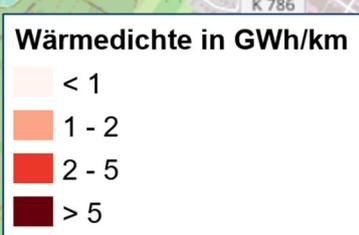
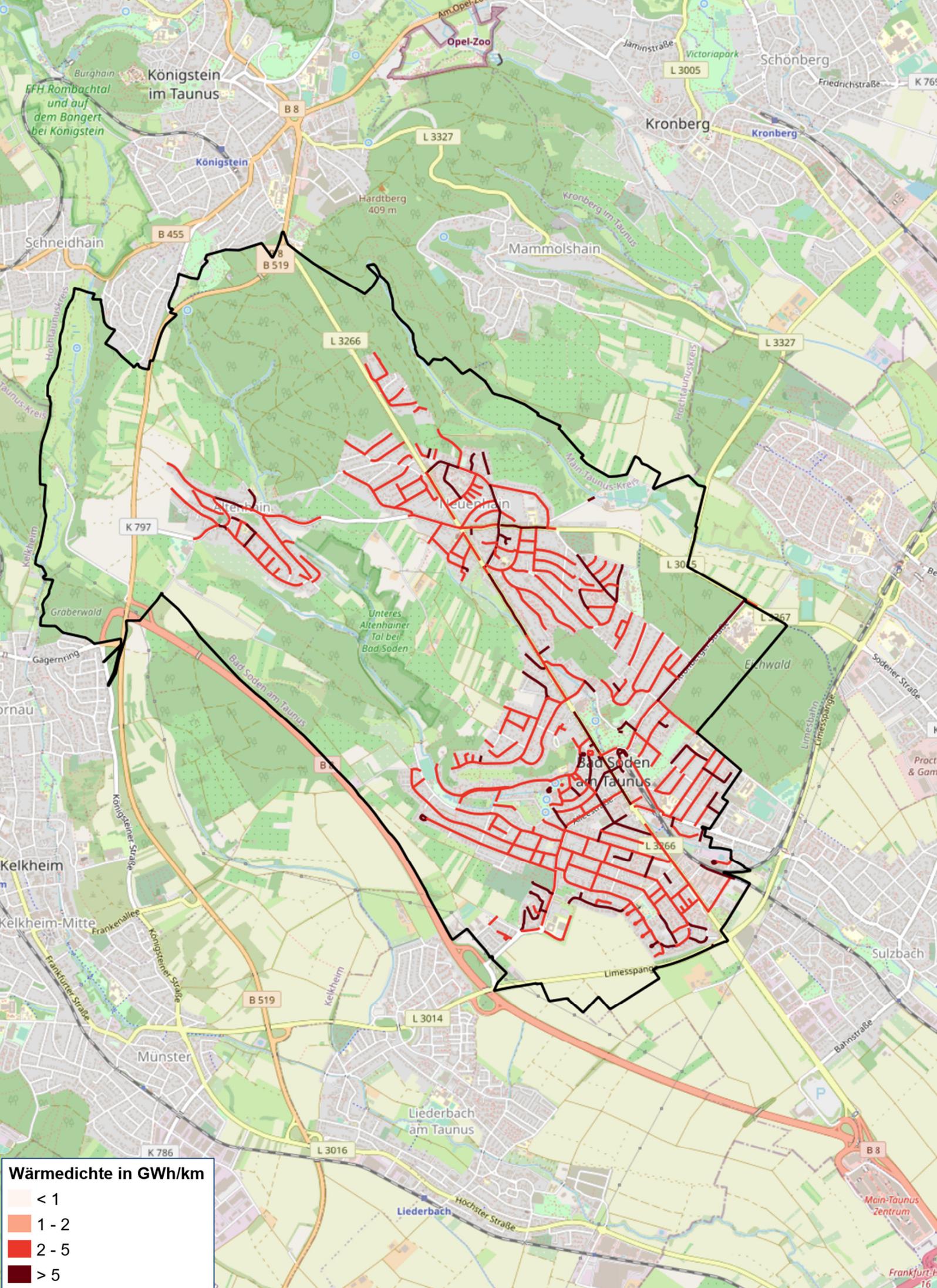
Als erste und wesentliche Indikatoren wurden die Wärmebedarfsdichten und Wärmelinienindichten herangezogen und in Anlehnung an den KEA-BW Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung klassifiziert, sodass ein Ampelsystem zur Identifizierung der Eignungsgebiete für die leitungsgebundene Wärmeversorgung gemäß [5] entsteht. Dieses Ampelsystem sieht ab einer Wärmebedarfsdichte von 70 MWh/ha ein kaltes Wärmenetz in Neubauquartieren vor oder ab 175 MWh/ha ein Niedertemperatur-Wärmenetz in Bestandsquartieren. Das gleiche gilt bei einer Wärmelinienindichte von 1-2 GWh/km. Während ab einer Wärmebedarfsdichte von 1.050 MWh/ha und einer Wärmelinienindichte ab 5 GWh/km die leitungsgebundene Wärmeversorgung präferiert wird und eine Wärmenetzpflicht in Frage kommt.

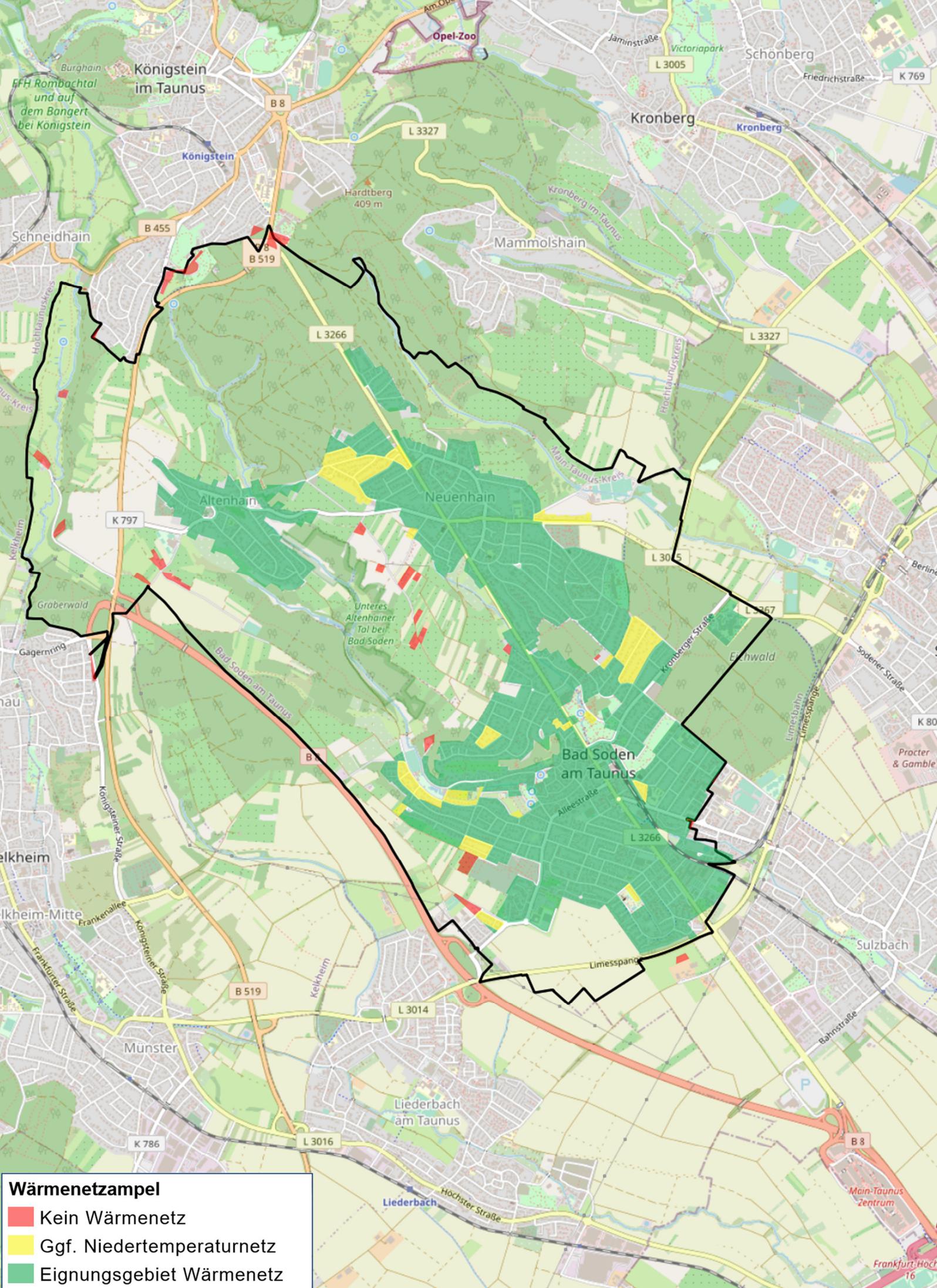


Bei der Bilanzierung der Wohnblöcke der Stadt Bad Soden am Taunus liegen die Wärmedichten hauptsächlich über 415 MWh/ha. In einzelnen Gebieten liegen Wärmedichten von über 1.050 MWh/a vor. Auch verteilt in den Wohngebieten liegen Wärmedichten im Bereich über 415 MWh/a breit verteilt vor. Der hohe Wärmebedarf ist auf das Alter der Gebäude, die dichte Besiedlung sowie auf die verschiedenen potenziellen Ankerkunden (Krankenhaus, große Mehrfamiliengebäude als WEG, Seniorenresidenz, Hotels, Schulen, Schwimmbäder) zurückzuführen. Dahingehend ist eine Konzentration des Wärmebedarfs ersichtlich bei gleichzeitig günstiger Verteilung. Die hohen Wärmedichten lassen auf ebenfalls hohe Wärmelinienindichten schließen, diese liegen flächendeckend in den Wohngebieten im Bereich 2-5 GWh/km. Allerdings muss die Höhendifferenz von Altenhain und Neuenhain gegenüber Bad Soden am Taunus von circa 100 m berücksichtigt werden, sodass eine hydraulische Netztrennung bzw. mehrere Inselnetze sinnvoll sind.

Im Hinblick auf die hohen und flächendeckenden Wärmedichten und Wärmelinienindichten kann gemäß dem Ampelsystem von einer wirtschaftlichen Eignung von Wärmenetzen ausgegangen werden. Die Eignungsgebiete für die leitungsgebundene Wärmeversorgung wurden unter Berücksichtigung und Gewichtung der verschiedenen Kennzahlen identifiziert. Dabei wurden die Wärmebedarfsdichte mit 40 % und die Wärmelinienindichten mit 60 % gewertet. Die nachstehende Karte zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze in der Stadt Bad Soden am Taunus. Diese zeigt das aufgrund der hohen Wärmelinienindichten flächendeckend Eignungsgebiete für die Stadtteile Bad Soden am Taunus, Altenhain und Neuenhain vorliegen.

In den nicht stark besiedelten Gebieten können keine Eignungsgebiete für Wärmenetze ausgemacht werden.





Wärmenetzampel

- Kein Wärmenetz
- Ggf. Niedertemperaturnetz
- Eignungsgebiet Wärmenetz

7.3 Detailanalyse der Stadtteile

Die Stadt Bad Soden wird in drei Analysegebiete unterteilt. Die Stadtteile Altenhain, Neuenhain und Bad Soden bieten sich aufgrund der räumlichen Distanz dafür an. Im Folgenden werden diese Gebiete detailliert einzeln analysiert. In der Detailanalyse wird sowohl die bereits bestehenden Wärmenetze im Stadtteil Bad Soden am Taunus berücksichtigt als auch die denkmalgeschützten Gebäude in den einzelnen Analysegebieten. Durch die Denkmalwürdigkeit der Gebäude entstehen Einschränkungen im Hinblick auf die Reduzierung des Wärmebedarfes. Insbesondere wenn eine erste Sanierung bereits stattgefunden hat, muss eine Strategie der Bedarfsabsenkung kombiniert werden mit dem Aufbau einer Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien. Diese Voraussetzungen unterstreichen die besondere Bedeutung einer netzbasierten Wärmeversorgung für solche Stadtbereiche, denn dezentrale Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung (Geothermie, Solarthermie, Großwärmepumpen etc.) sind aufgrund der spezifischen baulichen Gegebenheiten historischer Stadtkerne (hohe Baudichte, viele Baudenkmale) aus Gründen des Denkmalsowie des Schallschutzes nur begrenzt einsetzbar. Für eine regenerative Wärmeversorgung ist ein Wärmenetz prädestiniert, das dann allerdings regenerativ Wärme erzeugen muss, d.h. die umliegenden EE-Potenziale einbindet und durch die Wärmetransportinfrastruktur im denkmalgeschützten Stadtkern bzw. Gebäude bereitstellt. Eine entsprechende Umstellung denkmalgeschützter Gebäude auf Wärmenetzversorgung und auch das Energiekonzept sind stets individuell zu prüfen.

7.3.1 Stadtteil Altenhain

Der Gebäudebestand in Altenhain besteht aus vielen un- oder teilsanierten Einfamilienhäusern, einem Gebäude das Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG⁵ ist und 14 Gebäuden die Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG sind. Der Sanierungsstand mit 10 % Vollsanierungsquote ist in Altenhain moderat. Der Wärmebedarf wird größtenteils durch Einfamilienhäuser verursacht. Insgesamt liegt ein Wärmebedarf von rund 16 GWh/a vor. Der Wärmebedarf in Altenhain ist auf einem hohem Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1970 liegt. Die höheren Wärmedichten liegen eher im nördlichen Teil von Altenhain vor, dabei liegt die maximale Wärmedichten bei 1.050 MWh/a. Eine maximale Wärmelinienichten von bis zu 10 GWh/km liegt im Bereich eines großen Mehrfamilienhauskomplexes an der der Altkönigstraße sowie am angrenzenden Bereich der Kastanienhain Straße vor. Die Langstraße, an der sich mehrere denkmalgeschützte Gebäude befinden und die Heidenfeldstraße Richtung Altenhainer Schule weisen ebenfalls Wärmelinienichten von knapp über 5 GWh/km auf. In Altenhain liegt unter Berücksichtigung der versiegelten Fläche ein theoretisches Geothermiepotenzial von 101,9 GWh/a vor, welches zur vollständigen Deckung des Wärmebedarfs mit Erdwärmesonden ausreicht. Im Analysegebiet liegt keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung vor. Die Einbindung von Geothermie und Dachflächen-Solarthermie sollte geprüft werden.

⁵ HDSchG: Hessische Denkmalschutzgesetz



Abbildung 18: Detailansicht Wärmedichte, Wärmelinie, Denkmalschutz Stadtteil Altenhain

Der hohe Anteil an Einfamilienhäusern ermöglicht den Einsatz von Wärmepumpen in Verbindung mit energetischen Sanierungsmaßnahmen. Die Ausstattung mit Wärmepumpen erfolgt idealerweise unter Einbindung von Erdsonden, um das vorhandene Geothermiepotenzial zu nutzen.

Wärmedichte und Wärmelinie weisen ein Potenzial für ein Wärmenetz aus, vorausgesetzt die Gebäude können nicht großartig saniert/gedämmt werden. Die Kosten für den Endkunden betragen nach einer ersten Schätzung 21 ct/kWh.

7.3.2 Stadtteil Neuenhain

Die Gebäude in Neuenhain sind über die Hälfte teilsanierte Einfamilienhäuser. Darüber hinaus befinden sich viele Denkmalschutz Gebäude im Ortskern von Neuenhain insgesamt 31 Gebäude unterliegen dem Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG. Der Sanierungsstand in Neuenhain ist mit 10 % Vollsanierungsquote moderat. Der Wärmebedarf wird größtenteils durch Ein- und Mehrfamilienhäuser verursacht, insgesamt liegt dieser bei ca. 75,5 GWh/a. Der Wärmebedarf ist auf hohem Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1970 liegt. In Neuenhain liegt die maximale Wärmedichte bei 1.520 MWh/ha in einem Wohnblock (Mehrfamilienhaus im Wohnblock). Höhere Wärmedichten liegen eher im Zentrum vor. In vereinzelt Abschnitten von Neuenhain liegen maximale Wärmelinien von über 5 GWh/km vor.

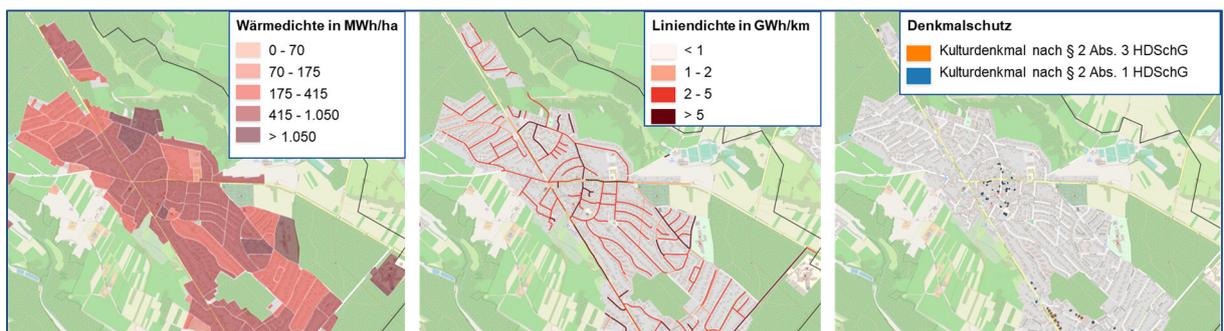


Abbildung 19: Detailansicht Wärmedichte, Wärmelinie, Denkmalschutz Stadtteil Neuenhain

Im Stadtteil Neuenhain befinden sich keine Freiflächen, die für Solarthermie oder Photovoltaik genutzt werden können, darüber hinaus befindet sich das Analysegebiet in Wasserwirtschaftlich unzulässigen Bereich, sodass eine Einbindung von Geothermie für die dezentrale Versorgung ebenfalls nicht näher betrachtet wurde. Es befindet sich auch keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung im Analysegebiet. Daher sollte das Dachflächen-Solarthermie Potenzial genauer geprüft werden.

Im Hinblick auf die hohen Wärmedichten und Wärmeliniedichten besteht ein Potenzial für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Allerdings hängen die Erzeugerkonzepte stark von den lokalen Gegebenheiten ab (Technologiemix bestehend aus Solarthermie, Wärmepumpen, großem Wärmespeicher, BHKW⁶, Geothermie etc.). Unter Annahme wirtschaftlicher Parameter wurde eine Grobschätzung eines Wärmenetzes für Neuenhain vorgenommen, daraus wurde ein Wärmenetzpreis von 17 ct/kWh generiert. Dieser ist gegenüber der dezentralen Wärmeversorgung konkurrenzfähig. In einer Machbarkeitsstudie könnten potenzielle Erzeugerstandorte näher bestimmt und die Wirtschaftlichkeit nachgeschärft werden. Im Analysegebiet liegt ebenfalls ein hoher Anteil an Einfamilienhäusern vor, sodass in Verbindung mit energetischen Sanierungen der Einsatz von Wärmepumpen möglich ist.

7.3.3 Stadtteil Bad Soden am Taunus

Der Wärmebedarf im Stadtteil Bad Soden am Taunus wird größtenteils durch Mehrfamilienhäuser verursacht, gefolgt von den Einfamilienhäusern. Der Wärmebedarf im Stadtteil Bad Soden am Taunus beträgt 169 GWh/a, dieser ist auf einem hohen Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1970 liegt. Im Vergleich zu den anderen Stadtteilen ist der Sanierungsstand mit 14 % Vollsanierungsquote gut. Der Anteil der denkmalgeschützten Gebäude in der Stadt Bad Soden am Taunus ist hoch: im Stadtkern befinden sich 65 Gebäude, die Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG sind und 125 Gebäude sind Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG.

Das Varisano Krankenhaus weist mit 3.852 MWh/ha die höchste Wärmedichte in der Bad Soden am Taunus auf. Weitere hohe Wärmedichten von über 1.050 MWh/ha befinden sich im Zentrum von Bad Soden am Taunus. In diesem Bereich liegt die maximale Wärmeliniedichten bei über 5 GWh/km. Eine ebenfalls hohe Wärmeliniedichte befindet sich im südwestlichen Teil von Bad Soden am Taunus in einem Wohnquartier zwischen dem Friedhof und der Otfried-Preußler-Schule.

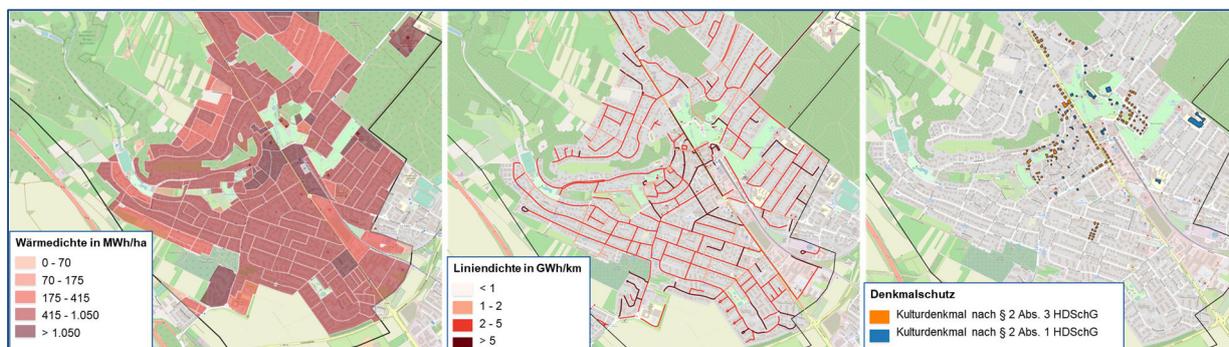


Abbildung 20: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Stadtteil Bad Soden

Aktuell sind vier Wärmenetze vorhanden mit einer Gesamtlänge von knapp über 2 km, welche circa 4,7 GWh/a bereitstellen. Diese befinden sich zum einen im Zentrum von Bad Soden am Taunus in Bahnhofsnähe und zum anderen etwas weiter östlich an der Prof.-Much-Straße. Das dritte Wärmenetz befindet sich südwestlich vom Wasserturm und deckt den Wärmebedarf des dort gelegenen Wohnquartiers ab. Die leitungsgebundene Wärmeversorgung erfolgt aktuell über die Einbindung von Erdgas Blockheizkraftwerken. Die Umrüstung der Wärmeerzeugungsanlagen auf erneuerbare Energien muss geprüft werden.

⁶ BHKW: Blockheizkraftwerk

Im Hinblick auf die Potenziale befinden sich im Stadtteil Bad Soden am Taunus keine Freiflächen für Solarthermie oder Photovoltaik. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie ist aufgrund von Wasserschutzgebieten ebenfalls ausgeschlossen. Darüber stehen im Analysegebiet keine nennenswerten Abwärme, keine Biomasse und keine Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung zur Verfügung. Allerdings sollte ggf. das Wasserstoffpotenzial geprüft werden, da die Entfernung zum geplanten Backbone im Jahr 2030 circa 3 km betragen soll. Die Einbindung von Dachflächen-Solarthermie sollte ebenfalls geprüft werden.

Im Stadtteil Bad Soden am Taunus liegt ein hohes Potenzial für eine zentrale Versorgung durch hohe Wärmedichten und vorhandene Netze vor. Die Erzeugerkonzepte hängen vermutlich stark von den lokalen Gegebenheiten ab (Technologiemix bestehend aus Solarthermie, Wärmepumpen, großem Wärmespeicher, BHKW, etc.). Nach einer ersten Grobschätzung liegen die Kosten für den Endkunden bei rund 14 ct/kWh.

Der hohe Anteil an Einfamilienhäusern außerhalb des Kernbereichs ermöglicht den Einsatz von Wärmepumpen in Verbindung mit energetischen Sanierungsmaßnahmen. Empfehlenswert ist die Entwicklung eines Versorgungskonzept für die Vielzahl an denkmalgeschützten Gebäuden sowie der Großverbraucher im Zentrum von Bad Soden am Taunus.

Weiterhin besteht die Handlungsempfehlung einer Machbarkeitsstudie für ein weiteres Wärmenetz oder einen Netzausbau, insbesondere im Hinblick auf die Erzeugungstechnologien sowie die resultierende Wirtschaftlichkeit. Dabei ist eine genauere Betrachtung des Wohnquartiers im südwestlichen Teil von Bad Soden am Taunus zwischen dem Friedhof und der Otfried-Preußler-Schule zu empfehlen. Da in diesem Wohngebiet Wärmeliniedichten von über 5 GWh/km vorliegen. Das Quartier besteht größtenteils aus teilsanierten Mehrfamilienhäusern, die aus dem Jahr 1995 bis 2001 stammen. Aktuell werden die Gebäude hauptsächlich über Gas- und Ölheizungen mit Wärme versorgt. Die Nähe zum bereits bestehenden Wärmenetz und der Erzeugungsanlage kann ebenfalls als Vorteil gesehen werden, sodass auch ein Netzausbau in Betracht gezogen werden kann.

Die im Kapitel 7.3 genannten Grobabschätzungen der Wärmenetzpreise beruhen auf den nachfolgenden in Abbildung 21 aufgeführten Annahmen. Für die einzelnen Stadtteile wurden die genannten Erzeugungsanlagen als Technologiemix betrachtet, die dazugehörigen Annahmen in Bezug auf die Investitionen, Dauer der Abschreibungen und der durchschnittlichen Kapitalkosten etc. sind in den einzelnen Tabellen aufgeführt. Neben den Erzeugungsanlagen wurden auch die Verteilnetzkosten und die Kosten der Übergabestationen an den Hausanschlüssen berücksichtigt.

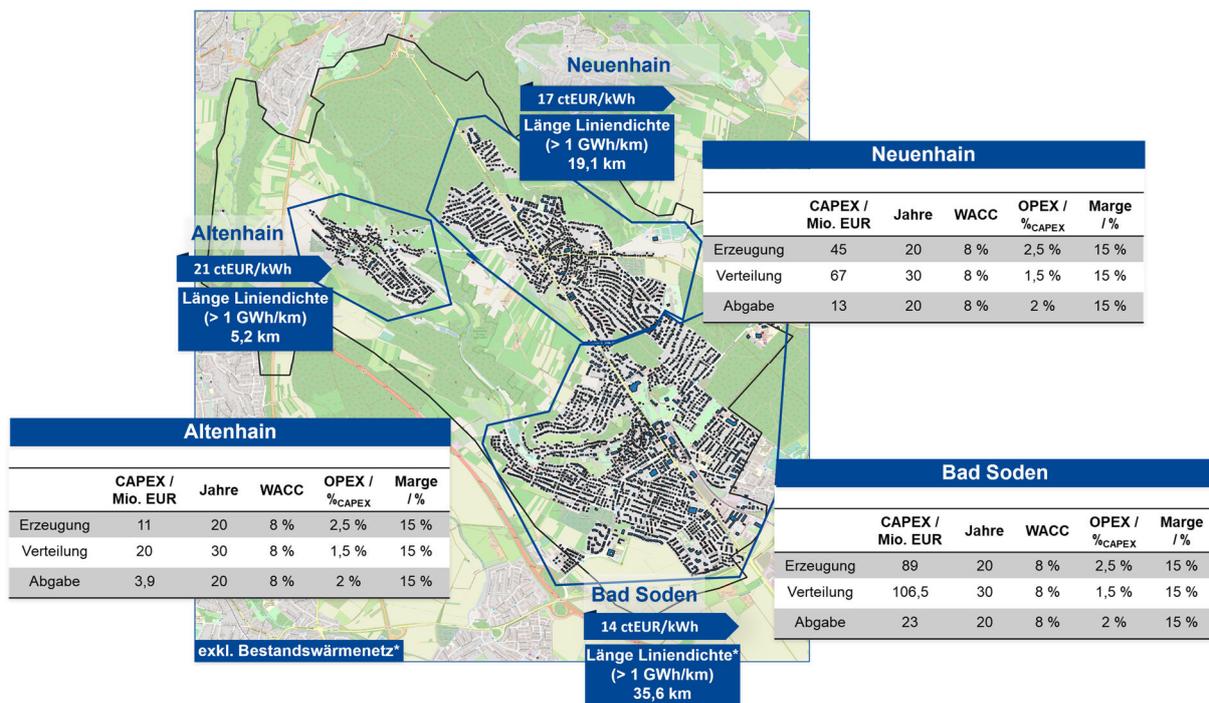


Abbildung 21: Berechnung von Wärmenetzpreisen in den unterschiedlichen Stadtteilen der Stadt Bad Soden

7.4 Identifizierung von Eignungsgebieten Einzelversorgung

In allen Analysegebieten der Gemeinde in denen die Kosten für die Endkunden eines Wärmenetzes aufgrund der Randbedingungen zu hoch sind, kommen Einzelheizungen bzw. die dezentrale Wärmeversorgung zum Einsatz. Die nachfolgenden technisch/ökonomischen Kriterien können ausschlaggebend dafür sein, dass ein Gebiet im Zuge der kommunalen Wärmeplanung als Eignungsgebiet für die Einzelversorgung identifiziert wird:

- Die Wärmebedarfsdichte/Wärmelinendichte im jeweiligen Analysegebiet ist für den Bau oder die Erweiterung von Wärmenetzen zu niedrig
- Der Anschlussgrad (z. B. im Außenbereich) ist zu klein, um ökonomisch tragfähige Wärmenetze zu errichten und betreiben zu können.
- Es steht keine (Ab-)Wärmequelle mit ausreichendem Wärmeangebot bzw. -erzeugung zur Verfügung, die in unmittelbarer Nähe wirtschaftlich zentral erschlossen werden kann.

Für die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden wird angenommen, dass im Wesentlichen Erd- und Luftwärmepumpen zum Einsatz kommen und dass der Sanierungsstand der Gebäude ausreichend ist. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass im Stadtteil Altenhain ein technisches Geothermiepotenzial von circa 101,9 GWh/a vorliegt, sodass Wärmepumpen idealerweise unter Einbindung von Erdsonden Anwendung finden, um das vorhandene Geothermiepotenzial zu nutzen. Die Stadtteile Neuenhain und Bad Soden am Taunus sind wasserwirtschaftlich oder hydrogeologisch ungünstig, sodass Luftwärmepumpen zum Einsatz kommen.

7.5 Fazit Zielszenario und Eignungsgebiete

Eine Aufteilung der gesamten Stadt Bad Soden in die unterschiedlichen Eignungsgebiete zur Ableitung der Wärmewendestrategie zur langfristigen CO₂-neutrale Wärmeversorgung kann der nachstehenden Karte entnommen werden.

Für die Wärmenetzgebiete liegt die Annahme zu Grunde, dass bis 2030 40 % und bis 2045 80 % aller Haushalte in den Wärmenetzgebieten an ein Wärmenetz angeschlossen sind. Die Wärmeversorgung der Haushalte in Bad Soden am Taunus, Neuenhain kann über Wärmenetze erfolgen. Erdwärmepumpen sind aus wasserwirtschaftlicher Perspektive für Bad Soden am Taunus, Neuenhain ungünstig.

In Altenhain wird die Installation von Erdwärmepumpen empfohlen, da ein hohes Geothermiepotenzial vorliegt und der grob berechnete Wärmenetzpreis höchstwahrscheinlich nicht konkurrenzfähig mit Wärmepumpen ist. Allerdings setzt der zukünftige Einsatz von Wärmepumpen einen ausreichenden Sanierungsstand der Gebäude voraus. Die Bereiche von Altenhain, wo einige denkmalgeschützte Gebäude und zudem vergleichsweise hohe Wärmedichten vorliegen, werden als Wärmenetzgebiet zur weiteren Überprüfung klassifiziert. Für die verbleibenden Gebiete müssen Einzelfallprüfungen in Abhängigkeit der ortsspezifischen Randbedingungen durchgeführt werden.

Auch Neuenhain ist prinzipiell für die netzbasierte Wärmenutzung geeignet. Unter anderem sprechen die hohe Anzahl an denkmalgeschützten Gebäuden sowie einige Mehrfamilienhäuser mit hohen Wärmedichten für die Errichtung eines Wärmenetzes.

In Bad Soden am Taunus kann nach einer Grobabschätzung der niedrigste Wärmenetzpreis erzielt werden. Aktuell sind in Bad Soden am Taunus bereits vier Inselnetze vorhanden, dessen Erzeugungsanlagen derzeit allesamt mit Erdgas betrieben werden.

Der Anteil denkmalgeschützter Gebäude in Bad Soden am Taunus ist hoch. Insgesamt stehen 190 Gebäude unter Kulturdenkmal, für die in Einzelfalluntersuchungen die Wärmeversorgung bewertet werden muss. Insbesondere die Bereiche mit denkmalgeschützten Gebäuden, hoher Bebauungsdichte und zudem vergleichsweise hohen Wärmedichten sind als Wärmenetzgebiete zur weiteren Überprüfung empfohlen.

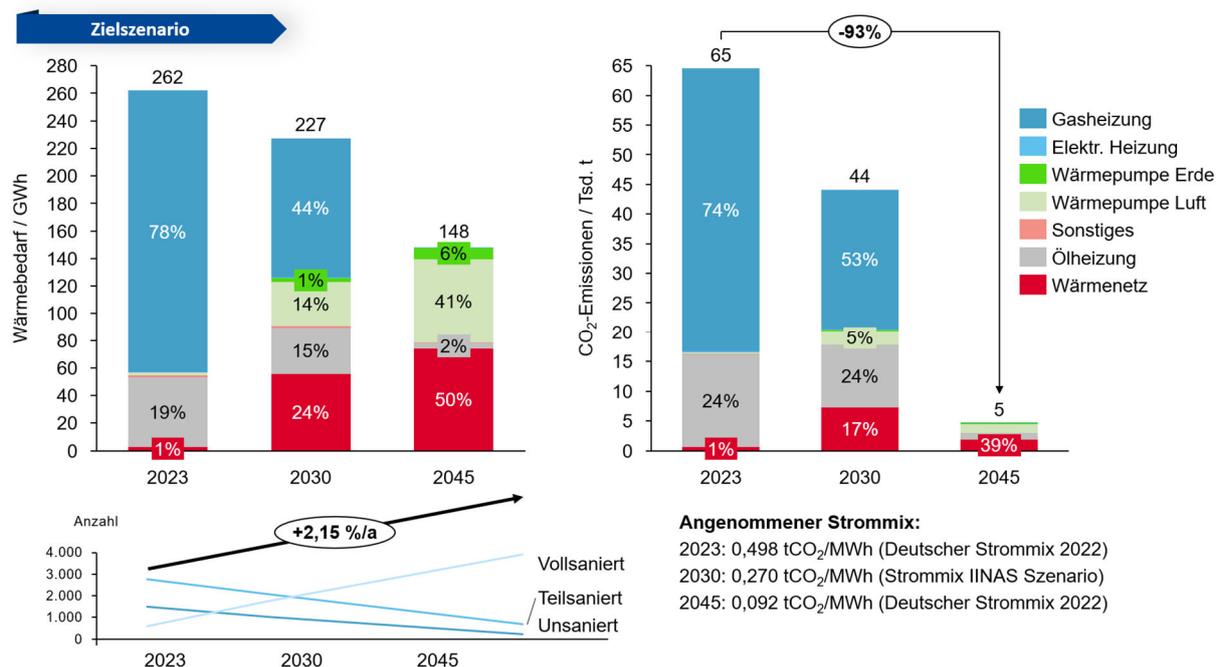


Abbildung 22: Wärmebedarf und CO₂-Emissionen im Zielszenario in den Jahren 2023, 2030 und 2045 - aufgrund von Rundungen kann die Summe der Wärmeversorgungsanteile leicht abweichen

Auf Grundlage der vier beschriebenen Basisszenarien mit den verschiedenen Technologieschwerpunkten, der Identifizierung von Eignungsgebieten und der Detailanalysen, konnte ein aussagekräftiges Zielszenario zur klimaneutralen Wärmeversorgung für das Jahr 2045 mit einer zusätzlichen Angabe eines Zwischenmeilensteins für das Jahr 2030 abgeleitet werden. Dafür wurden die Annahmen berücksichtigt, dass ein Anschluss ans Wärmenetz zu 40 % im Jahr 2030 erfolgt und zu 80 % im Jahr 2045.

Das Zielszenario in Abbildung 22 verdeutlicht, dass zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Wärmebedarf der Stadt Bad Soden am Taunus von 262 GWh auf 227 GWh im Jahr 2030 und im Zieljahr 2045 auf 148 GWh sinken muss. Damit geht eine Sanierungsrate der Gebäude von jährlich 2,15 % einher. Bereits im Jahr 2030 ändert sich die Wärmeversorgung signifikant.

Der Anteil der Gasheizungen sinkt auf 44 % und damit um 34 Prozentpunkte im Vergleich zu 2023. Ölheizungen werden nur noch in 15 % der Fälle eingesetzt, was einer Reduzierung von 4 Prozentpunkten im Vergleich zu 2023 entspricht. Gleichzeitig steigt der Wärmenetzanteil massiv von 1 % auf 24 % an. Wärmepumpen tragen im Jahr 2030 zu 15 % der Wärmeversorgung bei. Die angestrebte klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2045 erfolgt gemäß des Zielszenarios zu 50 % über Wärmenetze und 47 % über Wärmepumpen (41 % Wärmepumpe Luft und 6 % Wärmepumpe Erde).

Das Basisszenario „District Heating“ hat eine Wärmeversorgung über Wärmenetze im Jahr 2045 mit einem Anteil von 18 % herausgestellt. Die Diskrepanz zwischen dem Basisszenario und dem Zielszenario im Hinblick auf den Wärmenetzanteil ist dadurch begründet, dass im Basisszenario lediglich die automatisierte Netzerweiterung des Bestandwärmenetzes berücksichtigt wurde. Im Zielszenario wurde jedoch neben der Erweiterung bzw. Nachverdichtung der Bestandwärmenetze auch die Erschließung von neuen Wärmenetzgebieten betrachtet.

Vor dem Hintergrund, dass die Wärmeerzeugung über Biomasse, Solarthermie, Strom etc. auch im Jahr 2045 noch emissionsbehaftet ist und die entsprechenden CO₂-Faktoren nicht gleich null sind (gemäß KEA-BW Technikatalog), fallen auch im Jahr 2045 noch Treibhausgasemissionen zur Wärmeerzeugung an. Dies ist nach Angaben der KEA-BW mit dem Klimaschutzgesetz vereinbar. [5] Die CO₂-Emissionen können durch die im Zielszenario vorgesehene Wärmeversorgung im Jahr 2045 gegenüber 2023 um 93 % reduziert werden. Während im Jahr 2023 die CO₂-Emissionen insgesamt noch rund 65 Tsd. Tonnen betragen, belaufen sich diese im Jahr 2045 nur noch auf knapp 5 Tsd. tCO₂. Die Ableitung eines Zielszenarios für das Jahr 2045 zur langfristigen CO₂-neutralen Wärmeversorgung dient als Schnittstelle zur Erarbeitung der konkreten Maßnahmen der Wärmewendestrategie.

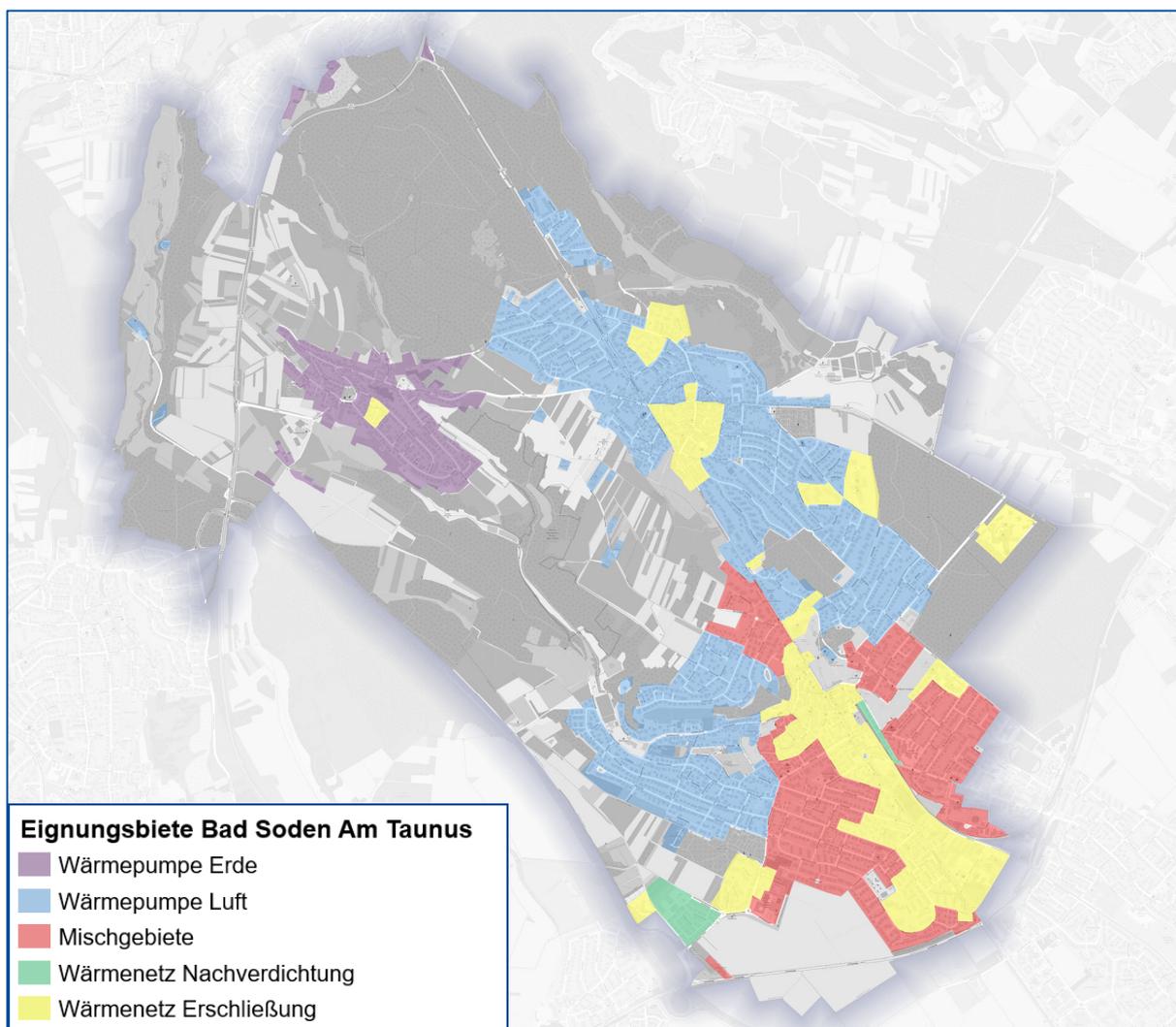


Abbildung 23: Eignungsgebiete für unterschiedliche zukünftige Wärmeversorgungstechnologien in der Stadt Bad Soden am Taunus

7.6 Zukunft Gasnetze

Aufgrund der Zielvorgabe der Klimaneutralität im Wärmesektor bis 2045 wird der Einsatz von fossilem Erdgas von aktuell 65 %⁷ auf 0 % im Jahr 2045 sinken müssen.

Mögliche Alternativen in bestehenden Netzen sind sogenannte grüne Gase wie grüner Wasserstoff, synthetisches Erdgas oder biomassebasiertes Erdgas. Insbesondere Wasserstoff (H₂) gilt in der Metropolregion Rhein-Main als Energieträger der Zukunft. Basierend auf den Planungen der Netzbetreiber geht die Stadt Bad Soden am Taunus aktuell davon aus, dass die Rhein-Main Region frühestens ab 2028 initial bzw. Mitte der 30er-Jahre erweitert an die geplante überregionale Wasserstoff-Transportinfrastruktur angeschlossen wird. Die nächste Transportleitung ist jene des Projekts H₂ercules von der Open Grid Europe GmbH. Dieses liegt circa 8,5 km von Bad Soden am Taunus entfernt.

Abbildung 24 zeigt das geplante Wasserstofftransportnetz in Deutschland.

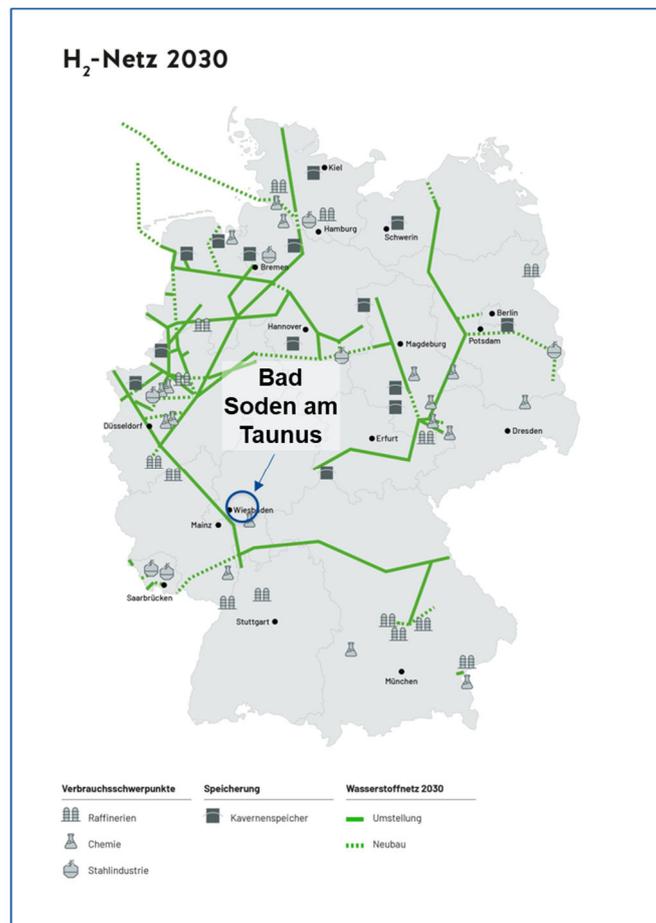


Abbildung 24: Wasserstoffnetz 2030 FNB GAS [11]

Zeitgleich planen die Regionalversorger für die Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main die Errichtung eines eigenen regionalen Wasserstoff-Verteilnetz („Rh2ein-Main Connect“).

⁷ Dezentrale Gaseinzelheizungen

Grundsätzlich können die Gasnetze der allgemeinen Versorgung, die in Bad Soden eine sehr hohe Ausbaudichte haben und aus modernen (Rohrnetz-)Materialien bestehen, mit überschaubarem Aufwand auf die neuen Anforderungen umgestellt werden, da hauptsächlich Regelanlagen und Dichtungen, aber nur in geringfügigem Umfang „Netzstrecken“ von den Anpassungen betroffen sind.

Für die abschließende (z.B. straßenzugweise) Netzumstellung bedarf es Endkundenseitig einer wasserstofffähigen Installation sowie wasserstofffähiger Geräte, die erst in den kommenden Jahren auf den Markt gebracht werden.

Der Einsatz von grünen Gasen hängt am Ende vor allem an der grundsätzlichen Verfügbarkeit sowie nachrangig auch am Preis bzw. der Wirtschaftlichkeit des grünen Gases. Ob und in welcher Menge klimaneutrale Gase gesichert zur Verfügung stehen, kann heute nicht seriös dargelegt werden, da dies von vielen Parametern entlang der gesamten Wertschöpfungskette abhängt (u. a. der Entwicklung der H₂-Importe, der Binnen-H₂-Eigenerzeugungen und der H₂-Speicherung, dem Ausbaugrad an H₂-Transportleitungen (sogenanntes „H₂-Kernnetz“) und den Entwicklungen vor Ort). Die Bottom-Up Studie des nationalen Wasserstoffrates kommt zum Schluss, dass Wasserstoff vorrangig für die Stromerzeugung sowie im Wärmesektor vor allem für die Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie und zur Wärmeerzeugung für Wärmenetze eingesetzt werden soll. [12]

Ökonomisch betrachtet ist eine verbindliche oder verlässliche Einschätzung zu den Kosten von z.B. grünem Wasserstoff im zeitlichen Verlauf nicht möglich. Steigende Netznutzungsentgelte aufgrund eines gegenüber dem heutigen Erdgas-Verbrauchs sinkenden Bedarfs (Reduktion um ca. 50-75%) sowie Kosten notwendiger Netzanpassungen haben dabei einen Einfluss auf den Endkundenpreis, der jedoch aufgrund des im Vergleich zum Strompreis geringen Preisanteils der Netznutzungsentgelte bei Gasen weiterhin wesentlich durch die Beschaffungskosten bestimmt wird. Attraktiv ist der Einsatz von Wasserstoff bei dezentralen Heizungsanlagen laut der oben genannten Studie nur, wenn der Preis des Wasserstoffes 50 % des Stromendkundenpreises entspricht.

Der Einsatz im dezentralen Bereich kann infolge sehr vieler Faktoren sowie (wirtschaftlicher und technischer) Wechselwirkungen zwischen den möglichen Entwicklungen nur vage eingeschätzt werden. Insbesondere auf Grund aktuell mangelnder Verfügbarkeit, vorgenannten Versorgungsprioritäten, den Annahmen zum Hochlauf konkurrierender Systeme wie Wärmepumpen und möglichen Wärmenetzausbauten, Fortschritt der Stromnetztransformation, Erschließung regenerativer Quellen sowie den Gebäudeentwicklungen (Sanierungsquote/-tiefe, Technikwechsel) wird die Zukunft von Gassubstituten ab 2045 für die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden derzeit als wenig vielversprechend eingeschätzt.

Im Rahmen des Technology-Mix Szenarios in dieser Studie wurde Wasserstoff als Alternative betrachtet (vgl. Abbildung 17). [12] In diesem Szenario wurde die Annahme getroffen, dass Wasserstoff in ausreichender Menge zur Verfügung steht, über das Verteilnetz an die Haushalte verteilt werden kann und zu einem wirtschaftlich vertretbaren Preis zur Verfügung steht. Die Ergebnisse dieser Betrachtung zeigen, dass selbst unter diesen optimistischen Annahmen, die durch das Gasnetz zur Verfügung gestellte Wärme von aktuell knapp über 200 GWh über Erdgas auf zukünftig 50 GWh in 2045 sinken würde. Die Auslastung des Gasnetzes würde also um 75 % sinken, wobei die Entwicklung des kommunalen Gesamtverbrauchs auch davon abhängt, inwieweit der Einsatz von Erdgas/H₂ für die Anwendung z.B. in einem zentralen Heizwerk zur Versorgung nachgelagerter Fern-/Nahwärmenetze geplant ist (H₂ für die Grundlast, nur zur Besicherung bei Wegfall sonst. regenerativer Wärmquellen oder als Spitzenlastabdeckung) oder Gas bei weiteren Ankerkunden als Option in Betracht gezogen wird.

Bis zur angestrebten CO₂-neutralen Wärmeversorgung 2045 werden Hybridsysteme aus „kleineren“ Wärmepumpen und Spitzenlastgaskesseln oder ähnlichen Kombinationen einen wesentlichen Teil des Lösungsansatzes des Übergangs darstellen, um dem mit der steigenden Stromnachfrage korrespondierende Ausbau der Stromnetze sowie der Bedarfsreduktion durch die Gebäudeentwicklung Zeit (Planung und Bau) zu verschaffen und notwendige Investitionen verträglich zu ermöglichen.

8 Wärmewendestrategie: Maßnahmenkatalog

8.1 Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen der hier vorliegenden kommunalen Wärmeplanung fokussieren sich auf Maßnahmen zu Wärmenetzen, da die dezentrale Wärmeversorgung individueller und mit geringeren Planungs- und Realisierungszeiträumen verbunden sind.

Vor der Durchführung der Machbarkeitsstudien zu Wärmenetzen ist die Transformationsplanung des Gasnetzes zu prüfen und im weiteren Entscheidungsprozess zu berücksichtigen.

Des Weiteren bedarf es zuerst einer Prüfung möglicher Betreibermodelle von Wärmenetzen in der Stadt Bad Soden am Taunus und daraus folgend eine Festlegung über die Zuständigkeit für die Durchführung der Machbarkeitsstudien.

8.1.1 Gebäudeeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen steigern

Um die Klimaneutralität im Jahr 2045 zu erreichen, ist rechnerisch eine bestmögliche Sanierungsrate von mindestens 2,15 %/a notwendig.

Die Sanierungsrate sollte kontinuierlich, vor allem im Rahmen der durchzuführenden BEW⁸-Studien, überprüft werden. Das Ergebnis dieser Studien kann einen Einfluss auf die angenommenen Sanierungsraten haben, wobei zu berücksichtigen ist, dass die durchschnittliche Sanierung von Gebäuden kein linearer Prozess, sondern abhängig vom durchschnittlichen Zustand und Alter der Gebäude sowie äußeren Faktoren wie den Energiepreisen ist und sich die Sanierungsrate und -qualität voraussichtlich in den nächsten Jahren dem Stellenwert des Themas anpassen wird.

Diese Maßnahme wird mit der Priorität C bewertet.

8.1.2 Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Altenhain

Der Stadtteil Altenhain ist kein eindeutiges Wärmenetzgebiet. Hier können überwiegend Wärmepumpen die Lösung sein.

Die Ausnahme bilden Bereiche im Kerngebiet mit einer großen Anzahl denkmalgeschützten Gebäuden. Die Wärmenetzplanung hängt hier wesentlich vom Anschlussgrad und Wärmebedarf ab.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine initiale Wirtschaftlichkeitsabschätzung für die Erschließung des Stadtteils Altenhain durchgeführt. Die Abschätzungen haben zu einem Endkundenpreis von circa 21 ct/kWh geführt.

Als Erzeugungstechnologien wurde im Stadtteil Altenhain sowohl für dezentrale als auch für die zentrale Wärmezeugung in der wesentlichen oberflächennahen Geothermie (Erd-Wärmepumpen) ergänzt durch Luft-Wärmepumpen, Wärmespeicher, Power-to-Heat und für Wärmenetze ggf. übergangsweise Blockheizkraftwerke identifiziert.

Die Überprüfung der Annahmen für ein Wärmenetz wird im Rahmen der empfohlenen BEW-Studien mit der Priorität C bewertet.

⁸ BEW: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Im nächsten Schritt sollte eine Studie nach BEW durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

8.1.3 Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Neuenhain

Der Kern des Stadtteils Neuenhain wurde als Wärmenetzgebiet zur Erschließung identifiziert. Im Kern befinden sich viele denkmalgeschützte Gebäude, welche für eine Wärmenetzeignung sprechen. Außerdem sind ein hoher Anteil der Gebäude Mehrfamilienhäuser, was für Wärmenetze und gegen den Einsatz von Wärmepumpen, aufgrund einer möglichen Problematik bezüglich des Platzbedarfs, spricht.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine initiale Wirtschaftlichkeitsabschätzung für die Erschließung der Stadtteile Neuenhain durchgeführt. Die Abschätzungen haben zu einem Endkundenpreis von circa 17 ct/kWh geführt. Als Erzeugungstechnologien wurden Wärmespeicher, Luft-WP, Power-to-Heat und ggf. übergangsweise Blockheizkraftwerke identifiziert. Im nördlichen Bereich von Neuenhain ist eine Erzeugung über Geothermie zu prüfen.

Diese Maßnahme wird im Rahmen der empfohlenen BEW-Studien mit der Priorität B bewertet.

Im nächsten Schritt sollte eine Studie nach BEW durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

Für die am Eichwald liegenden Bereiche mit hoher Wärmedichte (Ankerkunden Seniorenresidenz und Mehrfamilienwohnanlage) ist in Verbindung mit dem Ankerkunden Krankenhaus ein Wärmenetz bzw. eine Erweiterung der bestehenden Wärmenetze in Zusammenarbeit mit der Stadt Schwalbach am Taunus zu prüfen.

8.1.4 Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung und Wärmenetz-Verdichtung Bad Soden am Taunus

Die Bereiche entlang der Achse Königsteiner Straße im Stadtteil Bad Soden am Taunus wurde als Wärmenetzgebiet zur Nachverdichtung und Erschließung identifiziert. Hierzu sind ebenfalls die Altstadtbereiche zu zählen. Im Stadtteil befinden sich circa 200 denkmalgeschützten Gebäuden, welche für eine Wärmenetzeignung sprechen.

Darüber hinaus wurden Bestands-Wärmenetzgebiete zur Erweiterung und Nachverdichtung im Bereich Wilhelmshöhe und „ehemalige Muchgelände“ identifiziert. In diesen Bereichen findet sind ein hoher Anteil an Mehrfamilienhäuser, was für Wärmenetze und gegen den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen spricht.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine initiale Wirtschaftlichkeitsabschätzung für die Erschließung und Nachverdichtung des Stadtteils Bad Soden am Taunus durchgeführt. Die Abschätzungen haben zu einem Endkundenpreis von circa 14 ct/kWh geführt.

Als Erzeugungstechnologien wurden Wärmespeicher, Luft-WP, Power-to-Heat und ggf. übergangsweise Blockheizkraftwerke identifiziert.

Diese Maßnahme wird im Rahmen der empfohlenen BEW-Studien mit der Priorität A bewertet.

Im nächsten Schritt sollte eine Studie nach BEW durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

9 Fazit und begleitende Maßnahmen

Aus der Pilotstudie sind als zentrale Ergebnisse vier Handlungsmaßnahmen und eine Einteilung in Eignungsgebiete entstanden. Das Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung ist in den Bereichen mit hoher Bebauungsdichte sehr hoch.

Ein wichtiges Ergebnis dieser Studie ist, dass eine Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs durch eine Steigerung der Gebäudeeffizienz ein wesentlicher Bestandteil für das Erreichen der Klimaneutralität der Wärmeversorgung im Jahr 2045 in der Stadt Bad Soden am Taunus ist, da die Wärmeerzeugungsmöglichkeiten der Stadt begrenzt sind.

Eine Sanierungsrate von mindestens 2,15 % pro Jahr, welche für das Erreichen der Klimaneutralität im Jahr 2045 notwendig ist, gilt nur in Verbindung mit einer netzbasierten Wärmeversorgung. Bei einer dezentralen Wärmeerzeugung z.B. mittels Wärmepumpen wird sich die notwendige Sanierungsrate signifikant erhöhen. Aufgrund des durchschnittlichen Gebäudezustands, der Gebäudealter sowie externer Faktoren wie z.B. steigender Energiepreise sowie einer zunehmenden Relevanz des Themas ist mit einer Zunahme der Sanierungsrate zu rechnen.

Die konkreten nächsten Schritte sind die Umsetzung der in Kapitel 8 identifizierten Maßnahmen.

Zusätzlich werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sowie deren Fortschreibung begleitend weitere Maßnahmen durchgeführt, die den Erfolg langfristig sichern sollen. Diese Maßnahmen werden im Folgenden kurz beschrieben.

Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung

Ziel der Akteursbeteiligung ist das Einbinden relevanter Akteure für die Wärmewende. Zu diesen gehören unter anderem Energieinfrastrukturbetreiber, Ankerkunden für Wärmenetze (z.B. Krankenhaus, Wohnungsbaugenossenschaften), Energieanbieter und Schornsteinfeger.

Zusätzlich werden die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit der Politik und den zuständigen Gremien diskutiert und die weitere Vorgehensweise beschlossen.

Die Beteiligung der für die Wärmeplanung relevanten Akteure wird auch während des weiteren Prozesses berücksichtigt.

Kommunikationsstrategie

Das Ergebnis und der Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung soll der Bürgerschaft verständlich und umfassend kommuniziert und für das Thema Wärmewende in der Stadt Bad Soden am Taunus sensibilisiert und informiert werden. Mit der Kommunikation wird erst nach Erstellung dieser Startstudie der kommunalen Wärmeplanung begonnen.

Inhaltlich steht das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung mit den ausgewiesenen Eignungsgebieten sowie den Auswirkungen gemäß Gebäudeenergiegesetz im Mittelpunkt. Darüber hinaus sollen die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen, die zugehörigen Technologien für die Wärmeversorgung sowie mit fortschreitendem Kenntnisstand die Versorgung mittels Gas-/Wärmenetzen mit Netzplanung und Erzeugung Teil der kommunizierten Inhalte sein.

Um die Bürger zu erreichen und über die kommunale Wärmeplanung zu informieren, stehen die bewährten Kommunikationsmittel zu Verfügung: Webseite, Pressemitteilungen, städtischer Newsletter, Social Media und Zeitungsberichte weisen auf die kommunale Wärmeplanung hin und informieren über das Ergebnis sowie über zukünftige Fortschritte.

Als Ansprechpartner für weitere Rückfragen steht die Stadt zur Verfügung und schafft eine entsprechende Kontaktmöglichkeit über die Internetpräsenz.

Verstetigungsstrategie

Im Rahmen der Verstetigungsstrategie wird die Fortführung der Wärmeplanung definiert. Ein zentrales Ziel ist der Aufbau einer Organisationsstruktur, in der Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten in der Verwaltung sowie ein Zeitplan für die konkrete Umsetzung von Maßnahmen benannt werden.

Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept regelt das fortlaufende Monitoring des Wärmeplans. Auf kommunaler Ebene werden Treibhausgas-Emissionen und die Minderung des Energiebedarfs verfolgt, während auf Maßnahmenebene die Meilensteine zur Erreichung der Maßnahmen definiert werden.

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
CO ₂	Kohlendioxid
C	Celcius
ct	cent in Euro
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EE	Erneuerbare Energien
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
GWh/m ² a	Gigawattstunden pro Quadratmeter und Jahr
ha	Hektar (1 ha = 10.000 Quadratmeter)
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
kWh	Kilowattstunde
kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
MWh	Megawattstunde
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
MWh/m ² a	Megawattstunden pro Quadratmeter und Jahr
PV	Photovoltaik
t	1 Tonne = 1.000 kg = 1 Mg = 1.000.000 g (Gramm)
THG	Treibhausgasemissionen
Tsd	Tausend
W	Watt

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Gemeinde gemäß DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [1]	3
Abbildung 2: Überblick der Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf Landesebene (Stand: 02/2024).....	4
Abbildung 3: Quellen der Datenerhebung.....	8
Abbildung 4: Siedlungstypologie und Eigentümerstruktur der Gebäude GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.	9
Abbildung 5: Baualter und Sanierungsstand der Gebäude	10
Abbildung 6: Heizungstechnologie und Alter nach Gebäudeanzahl und Wärmebedarf.....	11
Abbildung 7: Hausanschlüsse und Erzeugungsanlagen des Wärmenetzes.....	12
Abbildung 8: Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren. GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	13
Abbildung 9: Potenzialanalyse - Definition der Begriffe.....	16
Abbildung 10: Geologische Bewertung und Geothermiepotenzial	17
Abbildung 11: Hydrothermale und petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500-4.000 m	18
Abbildung 12: Freiflächen Potenzial Solarthermie / Photovoltaik und Landschaftsschutzgebiet Naturpark Hochtaunus	20
Abbildung 13: Waldfläche der Stadt Bad Soden am Taunus	22
Abbildung 14: Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierungen.....	23
Abbildung 15: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale.....	24
Abbildung 16: Die vier Basisszenarien mit unterschiedlichen Technologieschwerpunkten	25
Abbildung 17: Wärmeversorgung in 2030/2045 in den vier verschiedenen Basisszenarien	27
Abbildung 18: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Stadtteil Altenhain	34
Abbildung 19: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Stadtteil Neuenhain	34
Abbildung 20: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Stadtteil Bad Soden.....	35
Abbildung 21: Berechnung von Wärmenetzpreisen in den unterschiedlichen Stadtteilen der Stadt Bad Soden	37
Abbildung 22: Wärmebedarf und CO ₂ -Emissionen im Zielszenario in den Jahren 2023, 2030 und 2045 - aufgrund von Rundungen kann die Summe der Wärmeversorgungsanteile leicht abweichen.....	39
Abbildung 23: Eignungsgebiete für unterschiedliche zukünftige Wärmeversorgungstechnologien in der Stadt Bad Soden am Taunus	40
Abbildung 24: Wasserstoffnetz 2030 FNB GAS [11].....	41

Literaturverzeichnis

- [1] T. W. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Harald Rapp, „Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung,“ AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V, DVGW Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches e. V. , 2023.
- [2] „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze,“ Referentenentwurf der Bundesregierung, 2023.
- [3] „Bad Soden am Taunus,“ [Online]. Available: <https://www.bad-soden.de/unsere-stadt/zahlen-daten-fakten/flaeche-lage-hoehe/>.
- [4] „Bad Soden am Taunus,“ [Online]. Available: <https://www.bad-soden.de/unsere-stadt/wirtschaft-gewerbe/>.
- [5] F. N. T. K. Dr. Max Peters, Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden, Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020.
- [6] „Geologie Hessen,“ Hessisches Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie.
- [7] „EEG-geförderten Anlagen 2021,“ LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH .
- [8] „Teilregionalplan Energie Mittelhessen,“ Regierungspräsidium Gießen, Dezernat 31, Gießen, 2021.
- [9] „sEEnergies,“ [Online]. Available: <https://s-eenergies-open-data-euf.hub.arcgis.com/>..
- [10] „Wärmeatlas Hessen,“ [Online]. Available: <https://www.waermeatlas-hessen.de/>..
- [11] „FNB Gas,“ [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2030/>.
- [12] M. L. Dr. Jessica Thomsen, „Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, 2022.

Anhang

<i>Allgemeine Annahmen</i>		
	Einheit	Wert
<i>Wirtschaftliche Nutzungsdauer der Technologie</i>	a	20
<i>Verzinsungsfaktor für die Heizungstechnologie</i>	%	3
<i>Heizungswechselkohorte*</i>	%	3,5

* Anteil der Gebäude, bei denen die Technologie pro Jahr gewechselt werden soll; vordefinierter Anteil höchster Heizungswechselwahrscheinlichkeit um Heizungswechselnde Gebäude zu identifizieren

<i>CO₂-Faktoren</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	tCO ₂ /MWh	0,23	0,23	0,23
<i>Elektr. Heizung</i>	tCO ₂ /MWh	0,50	0,27	0,09
<i>Wärmepumpe Erde</i>	tCO ₂ /MWh	0,13	0,06	0,02
<i>Wärmepumpe Luft</i>	tCO ₂ /MWh	0,15	0,08	0,02
<i>Sonstiges</i>	tCO ₂ /MWh	0,02	0,02	0,02
<i>Ölheizung</i>	tCO ₂ /MWh	0,31	0,31	0,31
<i>Fernwärme</i>	tCO ₂ /MWh	0,23	0,13	0,02
<i>Holz</i>	tCO ₂ /MWh	0,02	0,02	0,02
<i>Strom-Mix</i>	tCO ₂ /MWh	0,50	0,27	0,09

<i>Brennstoffpreise</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	€/kWh	0,10 – 0,17	0,09 – 0,15	0,11 – 0,18
<i>H₂-Heizung</i>	€/kWh	0,14 – 0,23	0,12 – 0,19	0,08 – 0,14
<i>Elektr. Heizung</i>	€/kWh	0,21 – 0,35	0,14 – 0,24	0,13 – 0,22
<i>Wärmepumpe</i>	€/kWh	0,21 – 0,35	0,14 – 0,24	0,13 – 0,22
<i>Sonstiges</i>	€/kWh	0,04 – 0,06	0,04 – 0,06	0,04 – 0,06
<i>Ölheizung</i>	€/kWh	0,06 – 0,10	0,07 – 0,12	0,11 – 0,19
<i>Fernwärme</i>	€/kWh	0,12 – 0,21	0,10 – 0,16	0,10 – 0,17

<i>Wirkungsgrade</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	%	98	98	98
<i>H₂-Heizung</i>	%	98	98	98
<i>Elektr. Heizung</i>	%	100	100	100
<i>Sonstiges</i>	%	100	100	100
<i>Ölheizung</i>	%	98	98	98
<i>Fernwärme</i>	%	91	91	91

<i>Jahresarbeitszahl Wärmepumpe</i>				
<i>Energieträger</i>	<i>Einheit</i>	<i>Keine Sanierung</i>	<i>Teilsanierung</i>	<i>Vollsanierung</i>
<i>Wärmepumpe</i>	-	2,8	3,0	4,5

<i>OPEX pro Jahr und Anlage bzw. Gebäude (BDEW-Heizkostenvergleich Altbau)</i>				
<i>Energieträger</i>	<i>Einheit</i>	<i>2023</i>	<i>2030</i>	<i>2045</i>
<i>Gasheizung</i>	€	182	182	182
<i>H₂-Heizung</i>	€	646	646	646
<i>Elektr. Heizung</i>	€	0	0	0
<i>Wärmepumpe</i>	€	171	171	171
<i>Sonstiges</i>	€	0	0	0
<i>Ölheizung</i>	€	228	228	228
<i>Fernwärme</i>	€	136	136	136

<i>Modernisierungskosten Heizung (CAPEX)</i>				
<i>Energieträger</i>	<i>Einheit</i>	<i>2023</i>	<i>2030</i>	<i>2045</i>
<i>Gasheizung</i>	€			
<i>Hardware</i>		2204	2204	2204
<i>Installation</i>		1843	1843	1843
<i>Wärmepumpe</i>	€			
<i>Hardware</i>		4659	4659	4659
<i>Installation</i>		1243	1243	1243
<i>Ölheizung</i>	€			
<i>Hardware</i>		2548	2548	2548
<i>Installation</i>		1843	1843	1843
<i>Fernwärme</i>	€			
<i>Hardware</i>		15500	15500	15500
<i>Installation</i>		3500	3500	3500

<i>Förderung der Technologie aus öffentlichen Mitteln</i>				
<i>Energieträger</i>	<i>Einheit</i>	<i>2023</i>	<i>2030</i>	<i>2045</i>
<i>Gasheizung</i>	%	0	0	0
<i>Elektr. Heizung</i>	%	0	0	0
<i>Wärmepumpe</i>	%	35	35	35
<i>Ölheizung</i>	%	0	0	0
<i>Fernwärme</i>	%	35	35	35
<i>Teilsanierung</i>	%	20	20	20
<i>Vollsanierung</i>	%	35	35	35