

Kommunale Wärmeplanung der Stadt Luckenwalde

Sachstandsbericht – 1. Änderung

Stand 12.10.2026



Impressum

Herausgeber / Copyright

Stadt Luckenwalde
Markt 10
14943 Luckenwalde

bearbeitet durch:



EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Landstraße 20
52457 Aldenhoven
www.enerko.de

complan

Kommunalberatung

complan Kommunalberatung GmbH
Voltaireweg 4
14496 Potsdam
<https://www.complangmbh.de>

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Herausgeber / Verfasser.

gefördert durch:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der Abschlussbericht zur kommunalen Wärmeplanung wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen 67K26390 mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz bzw. dem Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf die gendersensible beziehungsweise geschlechtsneutrale Differenzierung, z.B. Bewohner/innen, Klimaschutzmanager/in verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter. Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Herausgeber / Verfasser.

Stand: Oktober 2026

Inhalt

Impressum	2
Kurzfassung	6
1 Einführung	9
1.1 Gesetzliche Grundlagen	9
1.2 Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung	10
1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer	12
2 Ausgangssituation	14
2.1 Geografische Lage, Stadt- und Bevölkerungsstruktur	14
2.2 Klimapolitische Rahmenbedingungen	14
3 Vorgehensweise	16
3.1 Ablauf und Projektstruktur	16
3.2 Akteursbeteiligung und Kommunikation	16
3.2.1 Strategische und fachliche Begleitung des Prozesses	17
3.2.2 Fachworkshops Industrie und Wohnungswirtschaft	17
3.2.3 Fachgespräch mit den Nachbargemeinden	18
3.2.4 Akteursbeteiligung in den Fokusquartieren	19
3.2.5 Öffentliche Informationsveranstaltungen	19
3.2.6 Digitale Kommunikation, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	20
3.2.7 Offenlage	21
4 Eignungsprüfung	22
4.1 Methodik	22
4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung	22
5 Bestandsanalyse	25
5.1 Methodik	25
5.2 Gebäudestruktur	26
5.3 Versorgungsstruktur	30
5.4 Wärmebilanz	33
5.5 Endenergiebilanz	41
5.6 Treibhausgasbilanz	43
6 Potenzialanalyse	45
6.1 Methodik	45
6.2 Schutzgebiete	46

6.3	Reduktion des Wärmebedarfs	50
6.4	Dezentrale Potenziale	56
6.4.1	Oberflächennahe Geothermie	56
6.4.2	Umgebungsluft	61
6.4.3	Dachflächen-Solarthermie	62
6.4.4	Dachflächen-Photovoltaik	65
6.5	Zentrale Potenziale	69
6.5.1	Tiefe und mitteltiefe Geothermie	69
6.5.2	Flusswasserwärme	72
6.5.3	Klärwasserwärme	76
6.5.4	Abwasserwärme	79
6.5.5	Industrielle Abwärme	80
6.5.6	Biomasse	80
6.5.7	Wasserstoff im Wärmemarkt	84
6.5.8	Freiflächen-Solarthermie	85
6.5.9	Freiflächen-Photovoltaik	89
6.5.10	Windkraft	92
6.6	Gesamtpotenzial	93
7	Zielszenario	94
7.1	Methodik	94
7.2	Wärmeversorgungsgebiete	98
7.2.1	Wärmenetzgebiete	102
7.2.2	Teilgebiete und Quartierslösungen	102
7.2.3	Dezentrale Versorgungsgebiete	107
7.3	Entwicklung der Energie- und Treibhausgasbilanz	109
8	Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	114
8.1	Handlungsfelder	114
8.2	Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog	115
8.3	Prioritäre Maßnahmen – Stadt	122
8.4	Prioritäre Maßnahmen – SBL (Steckbrief)	130
8.5	Prioritäre Maßnahmen – stadtnahe Institutionen	137
9	Verstetigung und Controlling	138
9.1	Verstetigungsstrategie	138
9.2	Controllingkonzept	138
9.2.1	Indikatoren	139

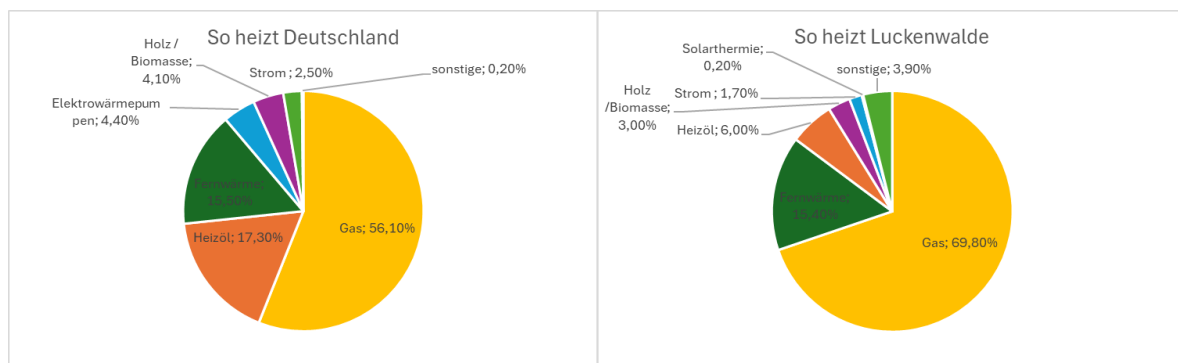
9.2.2	Fortschrittsbericht	141
10	Fazit und Ausblick.....	142
11	Anhang.....	143
11.1	Ergänzende Materialien.....	143
11.2	Ergänzende Ausführungen zur Methodik und Datengrundlage.....	144
11.2.1	Potenzialanalyse	144
11.2.2	Zielszenario	151
	Ableitung der Umstellung der Heizungsart.....	152
11.3	Abkürzungen.....	154
11.4	Glossar.....	155
12	Literaturverzeichnis	160
13	Anlagen	166

Kurzfassung

Der vorliegende kommunale Wärmeplan für die Stadt Luckenwalde stellt die strategische Grundlage dar, um die für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 notwendigen Aktivitäten abzuleiten. Eine detaillierte Darstellung der Bestandsaufnahme der Wärmeversorgung sowie eine umfassende Potenzialanalyse erlauben die Entwicklung eines Zielszenarios für das Zieljahr 2045 und die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 sowie das Ableiten eines Maßnahmenplans. Somit unterstützt der Wärmeplan die Kommunen sowie weitere relevante lokale Akteure im Sinne einer Leitplanke für die Wärmetransformation.

Bestandsaufnahme

Auf die Versorgung des Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmebedarfs entfielen im Referenzjahr 2023 rd. 189 GWh Nutzenergie, wobei bereits rd. 15 % durch Fernwärme bereitgestellt wurden und das räumlich gut verzweigte Fernwärmenetz eine gute Ausgangssituation darstellt. Weitere 70 % entfielen auf Erdgasheizungen, 6 % auf Heizöl, 2 % auf Strom und 3 % basieren auf Holz und sonstigen Energieträgern (4 %). Die damit verbundenen Treibhausgasemissionen betrugen rund 48.890 tCO₂-Äquivalenten bzw. 2,6 t pro Einwohner.



Potenzialanalyse

Die zentralen Säulen für das Gelingen der Wärmewende sind die Senkung des Gesamtwärmebedarfs sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien. Unter Berücksichtigung von Effizienzpotenzialen im Gebäudebestand sind bis 2045 hinreichend erneuerbare Quellen in Luckenwalde verfügbar, um den Wärmebedarf zu decken. Jedoch ist die Ausstattung mit großen sehr ergiebigen Potenzialen weniger gut als in anderen untersuchten Gemeinden. Bei Fortschreibung des bisherigen Rückgangs des Wärmebedarfs, insbesondere durch Sanierung, konnte ein Einsparpotenzial in Höhe von rd. 18 % identifiziert werden. Wesentliche Potenziale an erneuerbaren Energien sind vor allem die Nutzung von Umweltwärme durch den Einsatz bzw. die Nutzung der Abwasserwärme der Kläranlage sowie der Einsatz dezentraler Wärmepumpenlösungen. Das Photovoltaikpotenzial zeigt, dass zumindest ein Teil eines zuwachsenden Strombedarfs bei Ausbau der Wärmepumpennutzung auch durch Stromproduktion im Gemeindegebiet Luckenwalde abgedeckt werden kann. Windkraft stellt im Untersuchungsgebiet derzeit keine Option dar. Hier müssen Potenziale in unmittelbarer Nähe einbezogen werden. Der Jahreswärmebedarf könnte dann bilanziell vollständig gedeckt werden, dies dann auch schon deutlich vor 2045. Hierzu wird die Stadt Luckenwalde gemeinsam mit dem Versorger weitere vertiefende Untersuchungen vornehmen. Andere Wärmequellen, wie zum Beispiel Großwärmepumpen, könnten zu einem gewissen Anteil mit Strom aus Photovoltaik gedeckt werden.

Zielszenario

Bei der Erstellung des Zielszenarios werden die möglichen Wärmequellen und -senken gemeinsam betrachtet. Es bildet zudem die Grundlage, um eine ganzheitliche Wärmewendestrategie

einschließlich der notwendigen Maßnahmen abzuleiten. Gesetzlich verankertes Ziel der kommunalen Wärmeplanung in Brandenburg ist dabei die Klimaneutralität bis 2045. In Ergänzung des Zielszenarios wurde weiterhin das Jahr 2030 als „Etappenziel“ definiert, das auch die Zielsetzungen der Stadt Luckenwalde einer weitgehend klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2030 abbildet.

Die Versorgungsstruktur im Zielszenario ist durch eine dynamische Fernwärmeverdichtung in fast allen „relevanten“ Teilräumen in Verbindung mit einer bis 2045 weitgehend umzusetzenden Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung durch den Ausbau von erneuerbaren Energien geprägt. In den Teilräumen ohne großflächigen Fernwärmeausbau sollten dezentrale Wärmepumpen mit Wärmequelle Luft und Erdwärme umgesetzt sowie einzelne Nahwärmelösungen geprüft werden. Ein Überblick über die identifizierten Potenzialgebiete ist nachfolgend dargestellt.

Die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung lassen sich so bis zum Jahr 2030 um 32 % und bis 2035 um 55 % und schließlich bis 2045 um 98 % reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, muss bei vielen Gebäuden die Versorgungsart der Heizungen geändert werden. So sind deutlich mehr Fernwärmeanschlüsse im Vergleich zu heute notwendig¹ (Verdichtung), rd. 21-mal so viel Wärmepumpenheizungen (rd. 4.200 statt rd. 200) sowie ein moderater Ausbau der Solarthermie und Holznutzung. Um die Stromerzeugung zu dekarbonisieren, müssen sowohl die PV-Potenziale auf Dachflächen wie auch Freiflächenpotenziale im Stadtgebiet erschlossen werden. Gemäß dem Konzept zur Berücksichtigung der erneuerbaren Energien im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung der Stadt Luckenwalde sollte der Fokus für neue PV-Anlagen in erster Linie auf den bereits bebauten bzw. beplanten Siedlungsbereich gerichtet werden (beispielsweise bereits versiegelte Flächen und Konversationsflächen). Zudem sollte vorrangig die Anlage von Photovoltaikanlagen auf bestehenden Gebäuden, beispielsweise auf Dach- und Wandflächen, unterstützt werden.

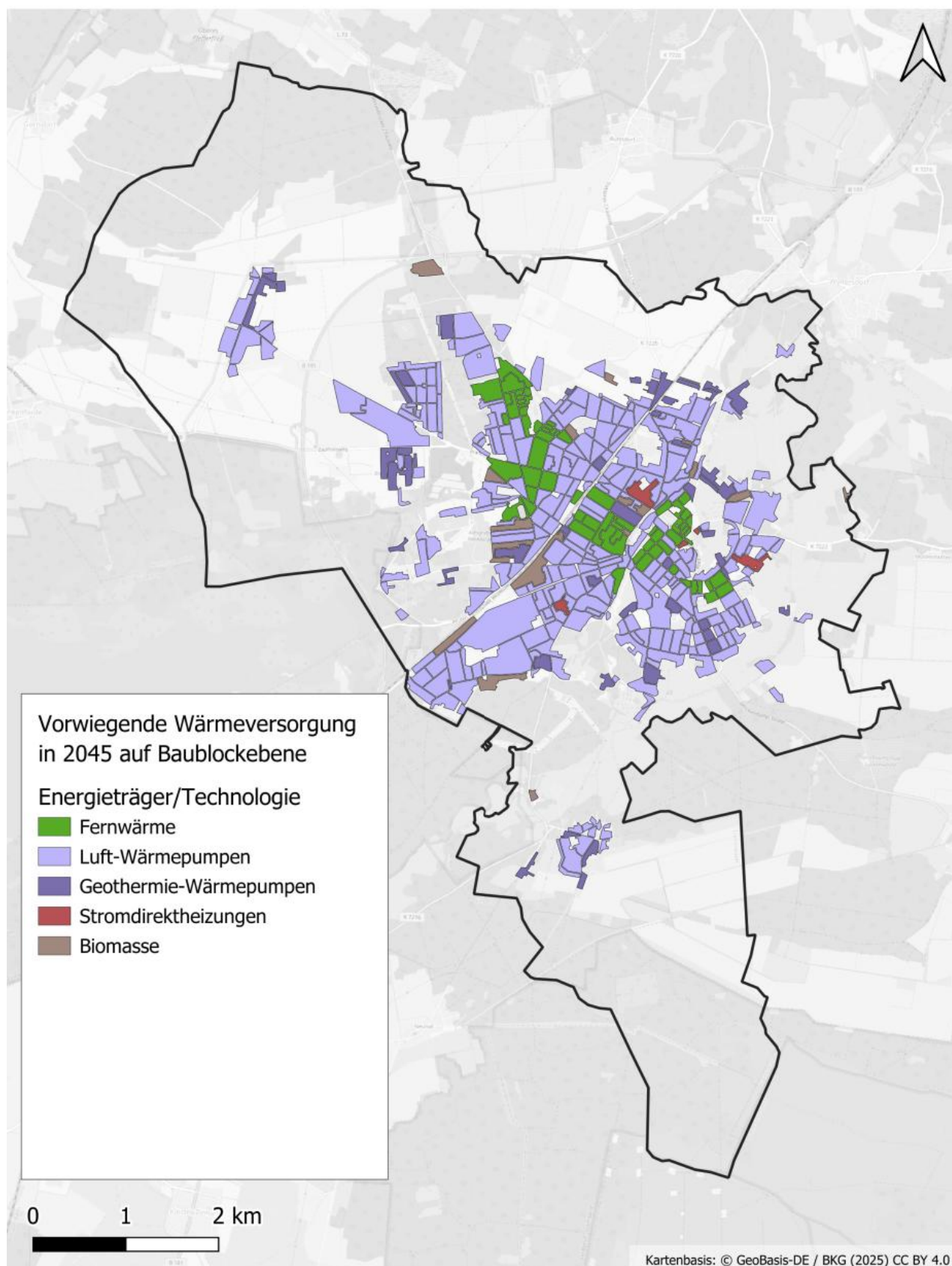
Maßnahmen

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erfordert den Einsatz und das Zusammenwirken aller beteiligten Akteure unter dem Dach einer Wärmewendestrategie. Dabei sind Aktivitäten in folgenden Handlungsfeldern nötig:

- Im Bereich Effizienz zur Realisierung von Energieeinsparungen im Wärmemarkt.
- Der Ausbau der zentralen Versorgung durch Ausbau und Verdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes.
- Die Dekarbonisierung der Fernwärme durch Erzeugung mittels erneuerbarer Energien und Abwärme.
- Der Aufbau von Quartierlösungen bzw. Microlösungen zur Nutzung von Niedertemperatur-Wärmequellen.
- Die Lenkung der Heizungsumstellungen in Gebieten mit Einzelversorgung zur Sicherung der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in Gebäuden.
- Gesamtabstimmung der Infrastrukturplanung verstetigen beispielsweise zur koordinierten Abstimmung relevanter Investitionsentscheidungen.
- Das Schaffen organisatorischer Rahmenbedingungen und Einführen von begleitenden Maßnahmen.

¹ Ohne Prüfgebiete ca. 200 Stück, mit Prüfgebieten ca. 600 Stück

Kommunale Wärmeplanung Luckenwalde - Zielszenario -



1 Einführung

1.1 Gesetzliche Grundlagen

Bundesrechtliche Vorgaben

In der deutschen Klimapolitik gewinnt der Bereich Wärme immer mehr an Bedeutung. Mit dem im Jahr 2024 in Kraft getretenen Wärmeplanungsgesetz (WPG) hat der Bund erstmals einen einheitlichen gesetzlichen Rahmen für die verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) geschaffen. Ziel des Gesetzes ist es, eine verlässliche und langfristige Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Deutschland zu etablieren. Da der Wärmesektor einen erheblichen Anteil an den nationalen Treibhausgasemissionen hat, ist die Transformation hin zu einer klimaneutralen Versorgung ein zentraler Baustein für das Erreichen der nationalen Klimaziele.

Das Wärmeplanungsgesetz regelt, dass flächendeckend Wärmepläne für alle Städte und Gemeinden aufgestellt werden. Abhängig von der Zahl der Einwohner muss dieser bis 2026 beziehungsweise bis 2028 vorliegen. Die kommunale Wärmeplanung versteht sich als strategisches Instrument auf dem Weg zur Verwirklichung einer klimaneutralen, bezahlbaren und zukunftsfähigen Wärmeversorgung. Durch die im Wärmeplanungsgesetz verankerte Pflicht zur regelmäßigen Fortschreibung wird eine Kontinuität aufgebaut. Gleichzeitig ist die Planung flexibel und anpassungsfähig, um auf technologische Entwicklungen und lokale Veränderungen reagieren zu können.

Landesrechtliche Vorgaben Brandenburgs

Das Land Brandenburg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2045 klimaneutral zu werden. Somit hat die kommunale Wärmeplanung auch auf Landesseite eine große Bedeutung. In Brandenburg bildet die Brandenburgische Wärmeplanungsverordnung (BbgWPV) neben dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes die rechtliche Grundlage für die Umsetzung der Wärmeplanung der Städte und Gemeinden. Die Verordnung setzt das bundesweite Wärmeplanungsgesetz auf Landesebene um und regelt Zuständigkeiten (§1), vereinfachtes Verfahren (§2), Interkommunale Wärmeplanung (§3), Anzeigepflicht (§4), Kostenerstattung (§5) und Evaluierung (§6). Zudem sieht die Brandenburgische Bauordnung (BbgBO) vor, dass neue Bauprojekte bereits heute hohe energetische Standards erfüllen müssen, was einen Einfluss auf die Wärmeplanung hat.

Vorgaben und Zeitplan in Luckenwalde

Die Stadt Luckenwalde arbeitet bereits seit Jahren aktiv daran, Klimaschutz und Klimaanpassung in der Stadtentwicklung voranzubringen. Mit dem 2013 erstellten Klimaschutz- und Energiekonzept (gemeinsam mit den Städten Trebbin und Jüterbog) und dessen Fortschreibung im Jahr 2024 (gemeinsam mit der Stadt Trebbin) sowie den energetischen Quartierskonzepten "Dahmer Straße" und "Nuthe/Burg" liegen relevante konzeptionelle Grundlagen vor.

Die Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung als wichtigen Schritt hin zum gesetzten Ziel der Treibhausgasneutralität hat die Stadt Luckenwalde frühzeitig erkannt. In dem im März 2024 beschlossenen, fortgeschriebenen Klimaschutz- und Energiekonzept (KEK) der Stadt Luckenwalde ist die Kommunale Wärmeplanung als Maßnahme (Nummer E7) festgehalten. Um deren Realisierung unabhängig des kommunalen Haushaltes und des Klimaschutz- und Energiekonzeptes voranzutreiben, wurde Ende 2023 ein Förderantrag bei der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) gestellt. Die Erstellung des Konzeptes wird im Rahmen der Kommunalrichtlinie mit einer Förderquote in Höhe von 90 % gefördert. Dadurch konnte die Stadt schnell Planungssicherheit erlangen

und mit der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans beginnen. In diesem Rahmen wurde die EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH gemeinsam mit der complan Kommunalberatung GmbH beauftragt, den kommunalen Wärmeplan bis 2026 zu erstellen. Mit diesem Zeitplan ist die Stadt Luckenwalde deutlich schneller als die gesetzlichen Vorgaben dies verlangen.

1.2 Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung

Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung ist es, einen Pfad zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung des gesamten Stadtgebiets bis zum gesetzlich vorgegebenen Zieljahr **2045** mit Zwischenzieljahren **2030**, **2035** und **2040** zu entwerfen. Hierzu zeigt der Wärmeplan auf, welche Technologien in welchem Umfang in welchen Stadtteilen zum Einsatz kommen könnten und wie sich der Technologie- und Endenergieträgermix bis dahin entwickeln muss. Ein wesentliches Ziel ist es, den vor Ort optimalen und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln.

Diese Informationen inklusive der Potenziale an Umweltwärme, Abwärme und Wärme aus erneuerbaren Quellen dienen als planerische Grundlage sowohl für die Stadt (u.a. Stadtentwicklung) als auch für die künftigen Zielnetzplanungen der Versorgungsunternehmen beziehungsweise Netzbetreiber für Fernwärme, Strom und Gas und nicht zuletzt der Gestaltung und Wahl der Schwerpunkte für die öffentlichen Förderprogramme und der zu ergreifenden Maßnahmen. Für die Gebäudeeigentümer liefert der Wärmeplan Erkenntnisse, ob ihr Gebäude in einem Wärmenetzgebiet liegt oder in einem Gebiet für eine dezentrale Versorgung.

Einen Teilbaustein zur Erreichung des Ziels der vollständigen Klimaneutralität stellt der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze auf Basis klimaneutraler Energiequellen dar. Es ist daher zu untersuchen, ob die Versorgung ausgebaut werden kann und welche regenerativen Energiequellen wie Abwasserwärme, Geothermie und Umweltwärme dabei genutzt werden können. Darüber hinaus müssen regenerative Energiequellen auch in bestehenden und neuen kleinen und größeren Wärmenetzen und in der dezentralen Versorgung ausgebaut werden. Hierzu finden seitens des Fernwärmenetzbetreibers weitere Untersuchungen im Rahmen der Bafa geförderten Studien (BEW-Transformationsplan) statt.

Eine weitergehende, detaillierte Überprüfung auf die tatsächliche Erschließbarkeit und Wirtschaftlichkeit der beschriebenen Wärmenetz-Potenziale ist auf dieser übergeordneten strategischen Planungsebene nicht leistbar und muss daher nachfolgenden Planungsebenen vorbehalten bleiben (Machbarkeitsstudien sowie anschließende konkrete Umsetzungsplanungen).

Zur Abbildung der Entwicklung des Technologiemies wird das Stadtgebiet Luckenwalde in Teilgebiete aufgeteilt, die sich an den Stadtteilgrenzen, Fluren/Flurstücken, Bebauungs-/Baublock- und Straßenstrukturen orientieren. Innerhalb dieser Teilgebiete wurden Auswertungen bzgl. der Eignung für eine zentrale beziehungsweise dezentrale Versorgung unter Berücksichtigung der verschiedenen Beheizungstechnologien vorgenommen und die Anteile der einzelnen Technologien gemäß ihrer Anzahl und dem prozentualen Anteil in den Gebieten ermittelt. Adressscharfe Auswertungen werden in diesen Bericht aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden und sind somit aggregiert dargestellt (auf Baublockebene).

In den Übersichtskarten werden die Gebiete gemäß der überwiegend ermittelten Versorgungsart farblich gekennzeichnet. Im Ergebnis sind die Eignungsgebiete daher nicht als Nutzungsgebiete mit ausschließlich einer möglichen Versorgungsart zu verstehen, sondern lediglich als Areale, die eine mehrheitliche Eignung für bestimmte Versorgungsoptionen aufweisen. In den meisten Bereichen wird und kann es neben der überwiegend ermittelten Versorgungsart auch weiterhin parallele Versorgungslösungen anderer Technologien geben, beispielsweise bereits vorhandene Luftwärmepumpen oder Pelletanlagen in einem späteren Wärmenetzausbaugebiet.

Teilgebiete können durch Straßenabschnitte voneinander abgegrenzt sein. In der späteren konkreten Wärmenetzausbauplanung werden an den Rändern der Quartiere die angrenzenden Gebiete und insbesondere gegenüberliegenden Straßenseiten mit untersucht. Zudem werden die Wärmenetzgebiete hinsichtlich ihrer Eignung und der Umsetzbarkeit der regenerativen Wärmequellen generell noch einmal detailliert überprüft. Die im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielszenarios erfolgte gebietsweise Abgrenzung der Wärmenetzeignungsgebiete stellt insofern nur die grundlegenden strategischen Planungsüberlegungen der Stadt dar und ist nicht zwingend deckungsgleich mit den später konkret zu beplanenden Wärmenetzausbaubereichen.

WÄRMEVERSORGUNGSGEBIETE

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete einzuteilen. Das Wärmeplanungsgesetz unterscheidet **vier** verschiedene **Kategorien** von Gebieten:

Wärmenetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Die Versorgung über ein Wärmenetz wird als zentrale Versorgung klassifiziert. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze gemeint sein. Wärmenetze versorgen definitionsgemäß mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten. Kleinere Netze werden als Gebäudenetz bezeichnet. Gebäudenetze müssen lt. WPG nicht als Wärmenetzgebiet gekennzeichnet werden.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

Ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

Prüfgebiet

Ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Generell muss angemerkt werden, dass ein Wärmeplan eine Leitlinie ist und – anders als Bebauungspläne oder Flächennutzungspläne – keine unmittelbare Rechtswirkung nach sich zieht, d.h. dass ein Wärmeplan „keine rechtliche Außenwirkung und [...] keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet“ (§ 23 WPG).

Zusammenfassend soll die Wärmeplanung für die Stadt Luckenwalde leisten:

- eine Strategie für die klimaneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung,
- die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze, Wasserstoffverteilnetze und dezentrale Versorgung mit Zielvorgaben für den Wärmenetzausbau und die Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung und
- die Priorisierung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der klimaneutralen Wärmeversorgung sowie von Leitlinien für die Stadtentwicklung und Stadtplanung.

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist stark abhängig von den finanziellen Rahmenbedingungen der Stadt, von Investitionen der Städtischen Betriebswerke Luckenwalde (SBL) sowie Dritter und deren finanziellen Möglichkeiten, von der Baukostenentwicklung, von den (künftigen) Fördermitteln von Bund und Land, der Verfügbarkeit von Fachplanern und -firmen u.v.m. Die erforderlichen Baumaßnahmen können sich vorübergehend auf den Verkehr auswirken und Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen sind zu berücksichtigen. Deshalb kann die Wärmeplanung **nicht leisten**:

- Ausbaugarantien für alle dargestellten Wärmenetzgebiete,
- Anschluss- und Termingarantien an Wärmenetze,
- Beschluss und Durchführung aller vorgeschlagenen Maßnahmen.

1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer

Die Entscheidung über die eingesetzte Technik bei Austausch der bestehenden, fossilen Heizung verbleibt in der Regel bei den Eigentümern der Gebäude. In diese Entscheidung fließen nicht nur die technisch-organisatorischen Rahmenbedingungen ein (technische Eignung für ein Gebäude, Verfügbarkeit von Flächen und Energieträgern, Genehmigungsfragen), sondern auch die Kosten Seite, sowie die Abstimmung mit gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen der Gebäudesanierung.

Bisher beschränkte sich der Ersatz von Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden überwiegend auf Modernisierungen beziehungsweise Kessel- oder Brennertausch unter Beibehaltung des fossilen Energieträgers oder Wechsel z.B. von Heizöl auf Erdgas. Der erforderliche Zeitpunkt für eine Umstellung der Heizungsanlage und auch die Wahl des Energieträgers wird künftig jedoch in deutlich stärkerem Maße durch die gesetzlichen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) bestimmt werden. Dieses setzt klare Rahmenbedingungen für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors und macht langfristig den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien sowie die Abkehr von fossilen Brennstoffen erforderlich. Eigentümerinnen und Eigentümer sind daher zunehmend gefordert, sich frühzeitig mit alternativen, klimafreundlichen Heizungslösungen auseinanderzusetzen.“

Eine gebäudescharfe Beurteilung oder Einzelempfehlungen an die Eigentümer für eine bestimmte Heizungstechnologie ist weder gewollt noch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Luckenwalde leistbar. Auch kann **keine** adressscharfe Vorabprüfung der Genehmigungssituation für individuelle Adressen und Technologien vorgenommen werden – zumal sich die gesetzlichen und ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen im Laufe des Entwicklungsprozesses bis 2045 ändern können.

Wenn in den einzelnen Gebieten konkrete Heizungserneuerungen geplant sind, bestehen für Gebäudeeigentümer mehrere Beratungsmöglichkeiten durch Stadt, Energieberater, Verbraucherzentrale Brandenburg, Energieversorger sowie Sanitär-/Heizungshandwerk. Für Gebiete beziehungsweise Adressen, die in möglichen Wärmenetzgebieten liegen oder an diese angrenzen – z.B.

gegenüberliegende Straßenseite – wird empfohlen, vor Entscheidung für eine dezentrale Sanierungslösung die Möglichkeit eines künftigen Wärmenetzanschlusses durch Anfrage beim Wärmenetzbetreiber (hier SBL) beziehungsweise über Auskunftsportale prüfen zu lassen.

2 Ausgangssituation

2.1 Geografische Lage, Stadt- und Bevölkerungsstruktur

Die Stadt Luckenwalde liegt im Südwesten Brandenburgs circa 50 Kilometer von der Stadtgrenze Berlins entfernt. Sie ist umgeben von der Gemeinde Nuthe-Urstromtal und der Stadt Jüterbog. Mit einer Fläche von rund 46 Quadratkilometern besteht die Stadt seit der Eingemeindung 1993 aus der Kernstadt Luckenwalde und den Ortsteilen Frankenfelde und Kolzenburg. Die Kernstadt untergliedert sich in dichter bebaute, urbane Teilräume (Zentrum, Karree, Dahmer Straße, Puschkin-/Schützenstraße, Petrikirchplatz, Innenstadt, Rudolf-Breitscheid-Straße, Nuthe/Burg und Weichpfuhl/Fontanestraße) und in periphere Teilräume (Nord, West, Nordost, Elsthal, Kolzenburg, Frankenfelde und Industriegebiet); siehe Anlage 1. Das größte Stadtgewässer ist die Nuthe. Darüber hinaus wird das Stadtgebiet von einigen Gräben durchzogen.

Wohnbebauung unterschiedlicher Baualtersklassen prägen die Stadtstruktur. Neben einem hohen Anteil an Altbaubestand (vor 1949 errichtete Gebäude überwiegt), sind etwa ein Drittel der Wohngebäude Plattenbauten, die in der DDR-Zeit errichtet wurde. Luckenwalde verfügt auch über diverse Baudenkmäler. Es stehen beispielsweise das Volltuch-Areal (Wohnanlage mit Gebäuden der Feintuch-Fabrik), der Stadtkern Luckenwalde, die Volksheimsiedlung, das Stadtbad, das Stadttheater und die Friedrich-Ebert-Grundschule unter Denkmalschutz. Der Ortsteil Frankenfelde ist ein typisches Angerdorf mit einer für diese Siedlungsform typischen Bebauung. Es besteht aus einem Dorfkern mit Höfen, die an zwei parallelen Straßen aufgereiht sind. An den Ortsrändern ist die Bebauung ohne klare Struktur angesiedelt ("zerfließende Ortsränder"). Der Ortsteil Kolzenburg ist ebenfalls ein Angerdorf mit zwei markanten Räumen, dem Dorfkern und der Grünfläche nördlich des Angers mit altem Baumbestand und ergänzender Einfamilienhausbebauung. Für die Wärmeversorgung sind die baulichen Gegebenheiten von Bedeutung und erfordern differenzierte Herangehensweisen. Vor allem für die Ortsteile gilt es, anders als in der dichter bebauten Kernstadt, individuelle Versorgungslösungen zu finden.

Die Stadt Luckenwalde nimmt verschiedene raumwirksame Funktionen im Land Brandenburg wahr: Sie ist Kreisstadt des Landkreises Teltow-Fläming und Sitz der Kreisverwaltung und Mittelzentrum gemäß Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B). Außerdem ist die Stadt einer von fünfzehn Regionalen Wachstumskernen im Land Brandenburg und wird damit vom Land Brandenburg besonders gefördert. Ziel der Regionalen Wachstumskerne ist die Stärkung der besonderen wirtschaftlichen Potenziale. Auf einer Fläche von insgesamt 210 Hektar verteilen sich sechs Industrie- und/oder Gewerbegebiete im Stadtgebiet.

Laut eigener Bevölkerungsstatistik leben in Luckenwalde 21.605 Personen (Stand: 31.12.2024). Davon ist der Großteil in der Kernstadt gemeldet. Auf den Ortsteil Kolzenburg entfallen 432 Einwohner und auf den Ortsteil Frankenfelde 313 Einwohner. Nach dem 2012 der über 50 Jahre anhaltende Bevölkerungsrückgang durch moderates Bevölkerungswachstum abgelöst wurde, hat sich die Einwohnerzahl in Luckenwalde stabilisiert. Die Stadt geht nunmehr davon aus, dass die Einwohnerzahl auch in den kommenden Jahren aufgrund der Nähe zu Berlin und der guten Verkehrsanbindung stabil bleiben wird; siehe Anlage 2.

2.2 Klimapolitische Rahmenbedingungen

Die klimapolitischen Rahmenbedingungen im Land Brandenburg haben sich in den letzten Jahren deutlich verschärft. Mit dem am 5. März 2024 von der Landesregierung beschlossenen Klimaplan Brandenburg wurde erstmals ein umfassendes Klimaschutzkonzept über viele Sektoren festgeschrieben. Der Klimaplan dient als Strategie, um die vollständige Klimaneutralität Brandenburgs bis spätestens zum Jahr 2045 zu erreichen.

Bereits im August 2022 hatte sich das Land ambitionierte Treibhausgas-Minderungsziele gesetzt, die nun im Klimaplan verbindlich ausgestaltet wurden:

- **Bis 2030:** Reduktion der Treibhausgasemissionen um 74 % gegenüber 1990,
- **Bis 2040:** Reduktion um 96 %,
- **Bis 2045:** Netto-Null-Emissionen.

Zur Erreichung dieser Etappenziele müssen die Emissionen in Brandenburg drastisch reduziert werden: Zwischen 2022 und 2030 um etwa 22 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, zwischen 2030 und 2040 um weitere 26 Millionen Tonnen. Dies erfordert eine etwa doppelt so schnelle Minderung der Emissionen wie bislang.

Der Klimaplan umfasst insgesamt 103 Einzelmaßnahmen, die in acht Handlungsfelder gegliedert sind (Energie und Wasserstoffwirtschaft; Klimaneutrale Industrie; Wärmewende, Bauen und Wohnen; Verkehr und Mobilität; Landwirtschaft; Abfall und Kreislaufwirtschaft; Landnutzung, Forstwirtschaft und Senkenwirkung sowie ein Handlungsfeld mit fünf übergreifenden Handlungsschwerpunkten). Innerhalb des Klimaplans nimmt die Wärmeplanung im Handlungsfeld 3: Wärmewende, Bauen und Wohnen eine Schlüsselrolle ein, in der verschiedene Unterstützungsmaßnahmen vorgesehen sind. Darunter zum Beispiel die Festlegung des rechtlichen Rahmens (siehe BbgWBV) und der Umsetzungshilfe für die Kommunen.

Die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaplan erfolgt dezentral durch die jeweils zuständigen Landesministerien, koordiniert durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK). Der Klimaplan selbst ist als dynamisches Steuerungsinstrument konzipiert. Er wird regelmäßig überprüft, weiterentwickelt und an neue wissenschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen angepasst. Damit stellt der Klimaplan den zentralen Rahmen dar, in dem sich auch die kommunale Wärmeplanung als ein wesentliches Element der Wärmewende einordnet.

Neben dem Klimaplan als Klimaschutzkonzept besteht eine Klimaanpassungsstrategie für das Land Brandenburg, beschlossen am 4. Juli 2023². Während der Klimaplan auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen abzielt, konzentriert sich die Anpassungsstrategie auf die Bewältigung der unvermeidbaren Folgen des Klimawandels. Die Strategie umfasst zwölf Handlungsfelder und beinhaltet rund 200 konkrete Maßnahmen. Für jedes Handlungsfeld existiert eine spezifische Fachstrategie, denn die Umsetzung liegt in der Verantwortung der jeweiligen Fachressorts. Die Umsetzung der Maßnahmen der Klimaanpassungsstrategie wird ebenfalls durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) koordiniert. Ein zentrales Anliegen ist die Stärkung der kommunalen Ebene, da Städte und Gemeinden maßgeblich zur Umsetzung beitragen und besonders von den Klimafolgen betroffen sind. Die Strategie wurde unter Einbindung der Kommunen und weiterer Akteure entwickelt, um möglichst praxisnahe und bedarfsgerechte Lösungen zu gewährleisten.

² <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/klimaschutz/klimawandel/strategie-zur-klimaanpassung>

3 Vorgehensweise

3.1 Ablauf und Projektstruktur

Die Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung ist durch die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes sowie des zugehörigen Leitfadens Wärmeplanung [1] definiert und beinhaltet die folgenden Prozessschritte:

- die Eignungsprüfung;
- die Bestandsanalyse;
- die Potenzialanalyse;
- die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios, inklusive der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 sowie der Stützjahre 2030, 2035, 2040;
- die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des beplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen sowie
- das Verstätigungs- und Controllingkonzept, dass die Umsetzung kontinuierlich überwacht und als Grundlage dient, um die kommunale Wärmeplanung an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen und die gesetzlich vorgeschriebene 5-jährige Fortschreibung zu unterstützen.

Die einzelnen Bausteine, die sich auch in der Struktur des Berichtes wiederfinden, sind in der folgenden Grafik dargestellt.

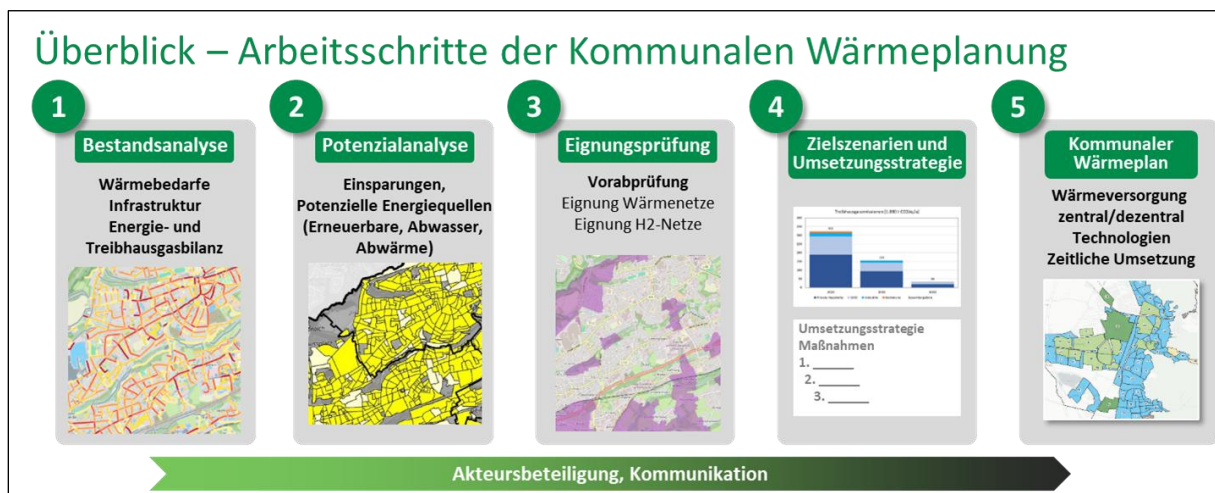


Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung

Die Umgestaltung des Wärmemarktes ist ein dynamischer Prozess, der in den kommenden Jahren stetig nachgeschärft werden muss – daher hat der Gesetzgeber eine Verpflichtung zur periodischen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung spätestens alle 5 Jahre vorgesehen (vgl. § 25 WPG). Im Rahmen des Zielszenarios wird daher ein aus heutiger Sicht denkbarer und technisch-energetisch sinnvoller Entwicklungspfad skizziert, mit dem das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden kann.

3.2 Akteursbeteiligung und Kommunikation

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer und langfristig angelegter Prozess. Damit dieser gelingt, sind kontinuierliche Informationen sowie frühzeitige und zielgerichtete Beteiligungen der lokalen Akteure wie Stadtverwaltung, Politik, Unternehmen und Bürgerschaft wichtig. So

kann das lokale (Fach-) Wissen genutzt, verschiedene Perspektiven berücksichtigt, Kompetenzen gebündelt sowie das Verständnis und die Akzeptanz erhöht werden. Zudem schreibt das Wärmeplanungsgesetz im § 7 WPG vor, die Öffentlichkeit, die Träger öffentlicher Belange und weitere Akteure an der kommunalen Wärmeplanung zu beteiligen.

Im Verlauf des Bearbeitungsprozesses wurden verschiedene Formate durchgeführt, die zum einen über die kommunale Wärmeplanung insgesamt und über den Stand der Bearbeitung informieren und zum anderen die lokalen Akteure beteiligen. Die Beteiligung reichte von der Bereitstellung relevanter Daten und Informationen zu durchgeführten oder geplanten Maßnahmen bis zur gemeinsamen Diskussion der Analyseergebnisse. Damit konnten Potenziale sowie passfähige Handlungsoptionen identifiziert und Lösungen zur Minimierung von möglichen Hemmnissen abgestimmt werden. Schließlich gilt es, die lokalen Akteure als Gestalter der Wärmewende in Luckenwalde zu gewinnen und die Umsetzung gemeinsam anzugehen.

In Luckenwalde wurden folgende Akteursgruppen definiert:

- Stadtverwaltung
- Ausschuss für Bau- und Stadtentwicklung, Umweltschutz und Verkehr und Stadtverordnetenversammlung
- Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH und Nuthe Wasser und Abwasser GmbH
- Industrieunternehmen
- Unternehmen der Wohnungswirtschaft
- Akteure in den Fokusquartieren
- Nachbargemeinden Nuthe-Urstromtal und Jüterbog

Im Folgenden werden die Informations- und Beteiligungsformate und deren Ergebnisse näher beschrieben. Diese sind in die Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung mit eingeflossen.

3.2.1 Strategische und fachliche Begleitung des Prozesses

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung wurde strategisch von einer Steuerungsgruppe begleitet, die aus dem Amtsleiter des Stadtplanungsamtes, der zuständigen Sachbearbeiterin, einem weiteren Mitarbeiter des Stadtplanungsamtes und dem Bearbeitungsteam bestand. Die Steuerungsgruppe tauschte sich monatlich zum Projektstand aus und stimmte sich zu den nächsten Bearbeitungsschritten ab. Darüber hinaus wurde eine Lenkungsgruppe eingerichtet. Neben den Mitgliedern der Steuerungsgruppe gehörten der Lenkungsgruppe die Bürgermeisterin, ein Vertreter des Straßen-, Grünflächen- und Friedhofsamtes, eine Vertreterin der Kämmerei und ein Vertreter des Amtes für Gebäude- und Teilungsverwaltung der Stadt, der Geschäftsführer der Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH sowie ein Vertreter der Nuthe Wasser und Abwasser GmbH an. Der Lenkungskreis kam während der Bearbeitung 2-mal zusammen. Im ersten Treffen wurden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse gemeinsam diskutiert. Im zweiten Termin wurde das Zielszenario vorgestellt und abgestimmt.

3.2.2 Fachworkshops Industrie und Wohnungswirtschaft

Die Akteure der Industrieunternehmen und der Wohnungswirtschaft wurden über Fachworkshops eingebunden. Die Beteiligung der Industrie erfolgte darüber hinaus über einen Fragebogen; siehe Anlage 3.

Der Industrie-Workshop fand am 8. April 2025 statt. Neben Vertretern von fünf Unternehmen haben eine Vertreterin des Amtes für Wirtschaftsförderung, Kultur und Tourismus sowie die Teilnehmer der Steuerungsgruppe teilgenommen. Im Ergebnis des Workshops kann festgehalten werden, dass sich die Unternehmen der großen Herausforderung bewusst sind, die die Wärmewende bedeutet. Die Teilnehmer bewerteten das Ziel, was mit der kommunalen Wärmeplanung verfolgt

wird, grundsätzlich als positiv. Sie gingen davon aus, dass der Wärmeplan ihnen im Ergebnis eine wichtige Orientierungsgrundlage sein kann. Auch sind die Teilnehmer dankbar, dass sie mit dem Workshop einen umfassenden Einblick in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung in Luckenwalde und die Möglichkeit des Austausches untereinander bekamen. Eine Fortführung des inhaltlichen Austausches würde die Teilnehmer der Unternehmen sehr begrüßen. Gleichzeitig wurden zentrale Herausforderungen für die Wärmewende deutlich: Die Umsetzung wird durch komplexe gesetzliche Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Unsicherheiten und infrastrukturelle Fragen erschwert. Auch die Heterogenität des Gebäudebestands und spezifische Anforderungen an Statik, Brandschutz und sonstige baurechtliche Anforderungen, erschweren die energetische Sanierung und begrenzen kurzfristige Einsparpotenziale. Förderprogramme werden zwar grundsätzlich begrüßt, doch erschweren komplizierte Antragsverfahren, kurze Laufzeiten und lange Entscheidungswege ihre Wirksamkeit. Neben finanziellen Aspekten werden auch personelle Ressourcen als limitierender Faktor angeführt. Die Suche nach qualifizierten Fachkräften und Fachbüros gestalte sich vor allem in ländlich geprägten Regionen zunehmend schwierig. Trotz dieser Hemmnisse engagieren sich die Unternehmen aktiv – sie setzen erste Maßnahmen bereits um, erproben smarte Steuerungstechniken und fordern mehr Planungs- und Umsetzungssicherheit, um die Transformation der Wärmeversorgung in Luckenwalde erfolgreich zu gestalten.

Der Wohnungswirtschaft-Workshop fand ebenfalls am 8. April 2025 statt. Neben zwei Vertretern der großen Wohnungsunternehmen, zwei Vertreterinnen einer Hausverwaltung nahmen die Teilnehmer der Steuerungsgruppe teil. Der Workshop zeigte, dass der Handlungsbedarf der Branche im Zuge der Wärmewende grundsätzlich erkannt wird. Im Mittelpunkt des Interesses steht für die Teilnehmer jedoch weniger die energetische Sanierung als solche, sondern vor allem die Frage nach einer langfristig bezahlbaren und verlässlichen Wärmeversorgung. Im Rahmen des Workshops wurden verschiedene Varianten diskutiert. Maßnahmen zur Energieeinsparung werden zwar grundsätzlich mitgedacht, erscheinen jedoch vielfach nachrangig gegenüber der wirtschaftlichen Herausforderung, günstigen Wohnraum trotz steigender Kosten zu schaffen. Allgemein äußerten die Teilnehmer eine Vielzahl an Erwartungen, die sie mit der kommunalen Wärmeplanung verbinden. Diese gehen über die reine Erstellung eines strategischen Dokuments hinaus. Die Planung rege zum Nachdenken an – insbesondere darüber, wie eine zukunftsfähige Wärmeversorgung sowohl auf individueller Ebene als auch im gesamtstädtischen Kontext verbessert werden kann. Sie könne helfen, komplexe Abwägungsentscheidungen, etwa zwischen dem Anschluss an ein Fernwärmenetz und der Nutzung dezentraler Technologien, fundierter zu treffen. Gleichzeitig äußerten die Teilnehmer den Hinweis, die kommunale Wärmeplanung als dynamisches Planungsinstrument zu verstehen. Es soll kein statisches Papier darstellen, sondern ein Prozess mit kontinuierlichem Monitoring sein, der Raum für Anpassung und Realitätsüberprüfung lässt. Die kommunale Wärmeplanung könne so nicht nur bei langfristigen Planungen, sondern auch bei konkreten Einzelentscheidungen als Orientierungshilfe dienen.

3.2.3 Fachgespräch mit den Nachbargemeinden

Am 27. Mai 2025 waren Vertreter der Nachbargemeinden Nuthe-Urstromtal und Jüterbog zu einem Fachgespräch eingeladen. Zunächst wurde ein Überblick über den aktuellen Bearbeitungsstand der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Luckenwalde geben. Dabei wurde vor allem auf die Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien eingegangen. Danach gaben die Vertreter aus Nuthe-Urstromtal und Jüterbog einen Überblick über deren Planungsstand. In der Gemeinde Nuthe-Urstromtal wurde die kommunale Wärmeplanung vor wenigen Wochen begonnen. Die Stadt Jüterbog plant Anfang des kommenden Jahres zu beginnen.

Anschließend tauschten sich die Anwesenden dazu aus, ob es potenzielle Kooperationsmöglichkeiten gibt bzw. ob sich Synergien schaffen lassen. Vor allem die Nutzung von Windenergie zur Erzeugung von Wärme wurde diskutiert.

Die Anwesenden vereinbarten die Fortsetzung des Austausches.

Aus den Anregungen des Fachgesprächs heraus, wurden die Potenziale der Windkraft in unmittelbarer Umgebung in Bezug auf die zukünftige Wärmeversorgung in Luckenwalde eingehender untersucht. Die Ergebnisse beinhaltet die Anlage 4 dieses Berichts. Dies vor dem Hintergrund, dass im Stadtgebiet Luckenwalde kein Windpotenzial vorhanden ist, wie im Abschnitt 6.5.10 gezeigt wird. Windkraft kann, in Verbindung mit geeigneten Wärmeerzeugern, eine bedeutende Rolle in der Dekarbonisierungsstrategie spielen („Windwärme“).

3.2.4 Akteursbeteiligung in den Fokusquartieren

Im Rahmen der detaillierten Untersuchung von zwei Fokusgebieten wurden die relevanten Akteure ebenfalls beteiligt. Für das Fokusgebiet Frankenfelde hat die Beteiligung am 22. Mai 2025 stattgefunden. Im Rahmen der Ortsbeiratssitzung wurden die Ergebnisse der Detailuntersuchung präsentiert und anschließend mit den zehn Frankenfeldern diskutiert. Die Anwesenden zeigten ein großes Interesse am Thema und gaben wertvolle Hinweise zur aktuellen Wärmeversorgung und zu sehr praktischen Themen, wie der landwirtschaftlichen Nutzung ihrer rückwärtigen Grundstücksflächen, die die Nutzung von Erdwärmekollektoren ausschließen. Fragen und Hinweise bezogen sich auch auf die aktuellen rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen mit dem Wunsch nach Übergangsregelungen zum Beispiel für alte Kamine und nach Berücksichtigung von sozialen Aspekten. Als zweites Fokusgebiet wurde der Biotechnologiepark ausgewählt. Der Austausch mit den relevanten Akteuren hat am 23. September 2025 stattgefunden. Zunächst erfolgte eine kurze Einführung in die Thematik der kommunalen Wärmeplanung. Anschließend wurden das Fokusgebiet, die Methodik der einzelnen Varianten und deren Ergebnisse vorgestellt. Dabei wurde vor allem auf die Wärmeentstehungskosten der unterschiedlichen Varianten eingegangen.

3.2.5 Öffentliche Informationsveranstaltungen

Der Start der kommunalen Wärmeplanung wurde durch eine öffentliche Informationsveranstaltung begleitet. Diese fand am 7. November 2024 unter dem Titel „Zukunftsfähig Heizen – Start der kommunalen Wärmeplanung in Luckenwalde“ in der Goldenen 33 in Luckenwalde statt. Fachakteure aus den Bereichen Wirtschaft, Handwerk, Politik und weitere sowie die breite Öffentlichkeit hatten die Gelegenheit, sich grundlegend über das Vorhaben zu informieren und Fragen zu stellen. Rund 65 Interessierte nahmen an der Veranstaltung teil.



Abbildung 2: Informationsveranstaltung zum Start der KWP am 7. November 2024

Nach einführenden Worten der Stadt, führte eine Vertreterin der Energieagentur Brandenburg allgemein zur Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung aus. Sie betonte, dass es sich bei der kommunalen Wärmeplanung nicht um eine Detail- oder Umsetzungsplanung mit rechtlicher Bindung handle, sondern um einen strategischen Fahrplan mit umfassender Beteiligung der relevanten Akteursgruppen. Anschließend wurden erste Analyseergebnisse vom Bearbeiterteam präsentiert. Schließlich erläuterte der Geschäftsführer der Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH in seinem Beitrag verschiedene technische und wirtschaftliche Optionen. Dabei unterstrich er, dass die Dekarbonisierung ein fester Bestandteil der Unternehmensstrategie sei. Anschließend hatte das Publikum die Möglichkeit, Fragen an die Referenten zu stellen. Die lebhafteste Diskussion machte deutlich, wie groß das Interesse an der Thematik ist.

Eine zweite öffentliche Informationsveranstaltung fand am 15. Oktober 2025 in der Goldenen 33 in Luckenwalde statt. Unter dem Titel "Wärmezukunft vor Ort" werden die vorläufigen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung vom Bearbeitungsteam präsentiert. Die Veranstaltung wurde als Vorbereitung zur gesetzlich vorgeschriebenen Offenlage des Berichtsentwurfes durchgeführt, um allen Interessierten nicht nur die Möglichkeit zu bieten, sich umfassend zu informieren, sondern auch Fragen zu stellen oder Anmerkungen zu geben. Zur Veranschaulichung waren die wichtigsten Ergebnisse auf Plakaten dargestellt. Diese konnten im Nachgang an die Veranstaltung im Rathaus angeschaut werden.

3.2.6 Digitale Kommunikation, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Zusätzlich zu den öffentlichen Informationsveranstaltungen wurden weitere begleitende Kommunikationsmaßnahmen ergriffen, um Transparenz herzustellen, Beteiligung zu ermöglichen und die breite Öffentlichkeit über die laufenden Entwicklungen zu informieren. Anspruch war es, dass für viele Menschen abstrakte, komplexe Thema greifbar zu machen und zugleich die lokale Relevanz sowie den Nutzen herauszustellen. Dies schafft Vertrauen, beugt Missverständnissen vor und stärkt die Akzeptanz für spätere Maßnahmen.

Ein zentrales Element der Öffentlichkeitsarbeit war die Einrichtung einer Unterseite auf der städtischen Website (<https://www.luckenwalde.de/Stadtplanung/Klimaschutz-Energie/Wärmeplanung/>). Auf dieser wurden im Verlauf des Bearbeitungsprozesses kontinuierlich Informationen zur kommunalen Wärmeplanung bereitgestellt. Nach Möglichkeit soll die Unterseite auch während der Maßnahmenumsetzung aktiv gehalten werden. Neben allgemeinen Informationen finden sich dort aktuelle Meldungen, Termine, Hintergrundtexte sowie Antworten auf häufig gestellte Fragen.

Um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen, wurde ergänzend zur Website eine kontinuierliche Pressearbeit betrieben. Pressemitteilungen in lokalen Medien sowie gezielte Informationen im Rahmen öffentlicher Veranstaltungen haben dazu beigetragen, die Planungsprozesse und -ziele verständlich zu vermitteln. Die Pressearbeit wurde durch visuelle Materialien unterstützt: Poster und Informationsgrafiken kamen bei den Informationsveranstaltungen zum Einsatz und werden seitdem in den Räumlichkeiten des Stadtplanungsamtes gezeigt.

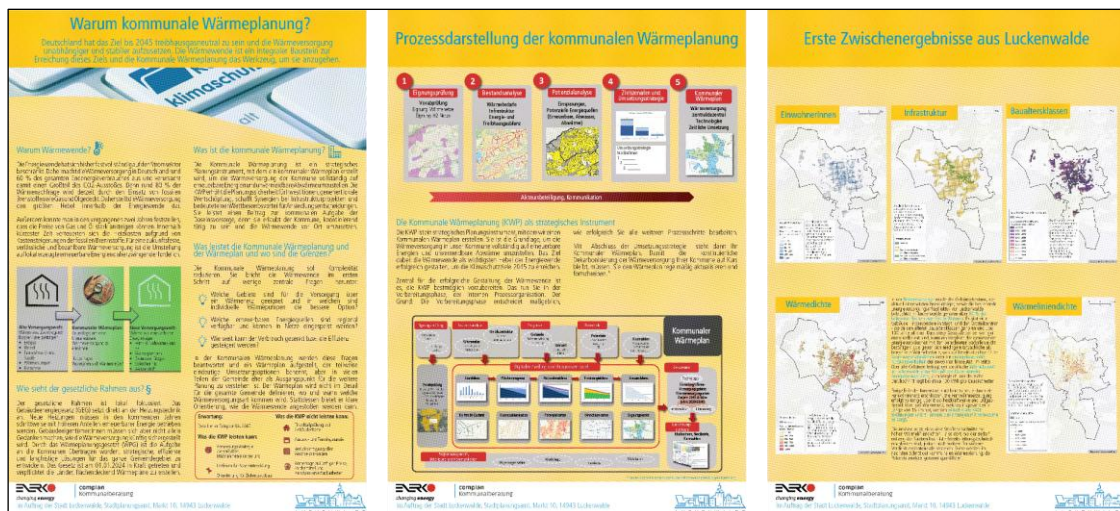


Abbildung 3: Poster zur Unterstützung der Pressearbeit

3.2.7 Offenlage

Zum Abschluss der kommunalen Wärmeplanung sind die Öffentlichkeit, die in ihren Aufgabebereichen berührten Behörden sowie Träger öffentlicher Belange (TÖB) noch einmal umfassend zu informieren und erhalten die Möglichkeit der Stellungnahme. Laut Wärmeplanungsgesetz § 13 Abs. 4 WPG ist für mindestens einen Monat eine öffentliche Auslage des Entwurfs der kommunalen Wärmeplanung vorzunehmen. Der Bericht wurde in der Zeit vom 03. Dezember 2025 bis einschließlich 09. Januar 2026 unter www.luckenwalde.de in das Internet eingestellt. Darüber hinaus lagen die Unterlagen im selbigen Zeitraum in der Luckenwalder Stadtverwaltung, im Stadtplanungsamt, zur Einsicht aus. Zudem sind die wichtigsten Ergebnisse auf Plakaten dargestellt, um eine schnelle Erfassung der zentralen Informationen und Ergebnisse zu ermöglichen. Diese werden zur öffentlichen Informationsveranstaltung in der Goldenen 33 und anschließend im Stadtplanungsamt aufgehängt.

4 Eignungsprüfung

4.1 Methodik

Im Rahmen des ersten Planungsschrittes – der Eignungsprüfung – wurde das Stadtgebiet Luckenwalde auf Teilgebiete untersucht, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz- oder ein Wasserstoffnetz eignen. In Abgrenzung zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) gelten gemäß WPG alle Netze, die mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten versorgen, als Wärmenetze. Kleinere Netze gelten gemäß GEG als Gebäudenetze und werden im kommunalen Wärmeplan als dezentrale Lösungen ausgewiesen.

Die Kriterien für die fehlende Eignung zur Versorgung über ein Wärmenetz beziehungsweise Wasserstoffnetz sind laut § 14 WPG:

Ein beplantes Gebiet oder Teilgebiet eignet sich in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz, wenn

1. in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Wärmenetz besteht und keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorliegen, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können, und
2. aufgrund der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmebedarfs davon auszugehen ist, dass eine künftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich sein wird.

Ein beplantes Gebiet oder Teilgebiet eignet sich in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wasserstoffnetz, wenn

1. in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Gasnetz besteht und entweder keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen oder die Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes über darüberliegende Netzebenen nicht sichergestellt erscheint im Sinne des § 71k Absatz 3 Nummer 1 des Gebäudeenergiegesetzes oder
2. in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet ein Gasnetz besteht, aber insbesondere aufgrund der räumlichen Lage, der Abnehmerstruktur des beplanten Gebiets oder Teilgebiets und des voraussichtlichen Wärmebedarfs davon ausgegangen werden kann, dass die künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein wird.

Für ein Gebiet oder Teilgebiet, für das die oben genannten Kriterien zutreffen, kann gemäß WPG eine sogenannte **verkürzte Wärmeplanung** durchgeführt werden mit Verzicht auf eine detaillierte Bestandsaufnahme und die detaillierte Einteilung in Versorgungsgebiete. Das identifizierte Gebiet wird im Wärmeplan als voraussichtliches Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung ohne weitere Untergliederung gekennzeichnet.

4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung hinsichtlich der Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffverteilnetz wurde nicht, wie im WPG vorgesehen, als erster Schritt vor der Bestandsanalyse, sondern unter Hinzuziehung der Erkenntnisse aus der flächendeckenden Bestandsanalyse für das Stadtgebiet durchgeführt. Als Bewertungskriterien konnten hierdurch neben der Siedlungsstruktur die ermittelten Wärmebedarfe und Wärmelinienichten herangezogen werden. Damit wurde ein höherer Detaillierungsgrad der Eignungsbewertung für Wärmenetze erzielt als bei bloßer Einschätzung des „voraussichtlichen“ Wärmebedarfs gem. § 14 WPG.

Die Eignungsprüfung hinsichtlich der Versorgung durch ein Wärmenetz wurde anhand der Kriterien Wärmeliniedichte und Siedlungsstruktur durchgeführt.

Hinsichtlich der Versorgung durch ein Wasserstoffverteilnetz wird davon ausgegangen, dass Wasserstoff in Luckenwalde zukünftig nicht als Medium für die flächendeckende Versorgung mit Wärme im Gebäudesektor eingesetzt wird. Eine mögliche zukünftige Nutzung von Wasserstoff, z.B. zur Erzeugung von Fernwärme oder für einzelne industrielle Anwendungen, ist punktuell möglich und wird dadurch nicht kategorisch ausgeschlossen, bleibt jedoch ohne klare Wasserstoffstrategie des Bundes eher theoretischer Natur.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Grafik zeigt die voraussichtlichen Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung, die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelt wurden. Für diese Gebiete werden im Rahmen des Zielszenarios keine detaillierteren Untersuchungen hinsichtlich der Wärmenetzeignung vorgenommen.

In die voraussichtlichen Gebiete der dezentralen Wärmeversorgung fallen die beiden Ortsteile Frankenfelde und Kolzenburg. In der Kernstadt Luckenwalde befinden sich die Gebiete dezentraler Versorgung überwiegend an den locker bebauten Siedlungsrandern. Alle übrigen Bereiche der Kernstadt sowie der Biotechnologiepark werden im Rahmen der Zielszenario-Analysen weiter auf Eignung für eine Versorgung über Wärmenetze untersucht.

Die flächen- und bedarfsbezogenen Anteile der dezentralen Gebiete gemäß Eignungsprüfung an der gesamten Stadtfläche beziehungsweise am gesamten Wärmebedarf im Stadtgebiet sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Wie die Ergebnisse zeigen, umfassen die voraussichtlichen dezentralen Gebiete zwar rund 90 % des gesamten Stadtgebiets, aber nur rund 32 % aller Energiebezugsflächen beziehungsweise rund 32 % des gesamtstädtischen Wärmebedarfs. Diese Zahlen unterstreichen die Struktur dieser Gebiete mit sehr geringen Bebauungs- und Wärmeliniedichten.

Tabelle 1: Anteile der dezentralen Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung

Fläche	Energiebezugsfläche	Wärmebedarf
89,3 %	31,9 %	32,3 %

Ergänzend wird an dieser Stelle auf folgende Zusammenhänge hingewiesen:

1. Die hier ausgewiesenen voraussichtlich dezentralen Gebiete eignen sich zwar nicht für die Versorgung aus Wärmenetzen im Sinne des WPG, können aber Gebäude(gruppen) enthalten, die für ein Gebäudenetz gemäß GEG geeignet sind.
2. Innerhalb der nicht für Wärmenetze geeigneten Gebiete sind teilweise Potenziale für die regenerative Wärmeerzeugung vorhanden, z.B. Freiflächen für Solarthermie oder PV-Anlagen, oberflächennahe Geothermie oder Kläranlagen. Diese werden im Rahmen der Potenzialermittlung miterfasst und im Zielszenario gegebenenfalls für die Nutzung in Wärmenetzen in angrenzenden Gebieten berücksichtigt.

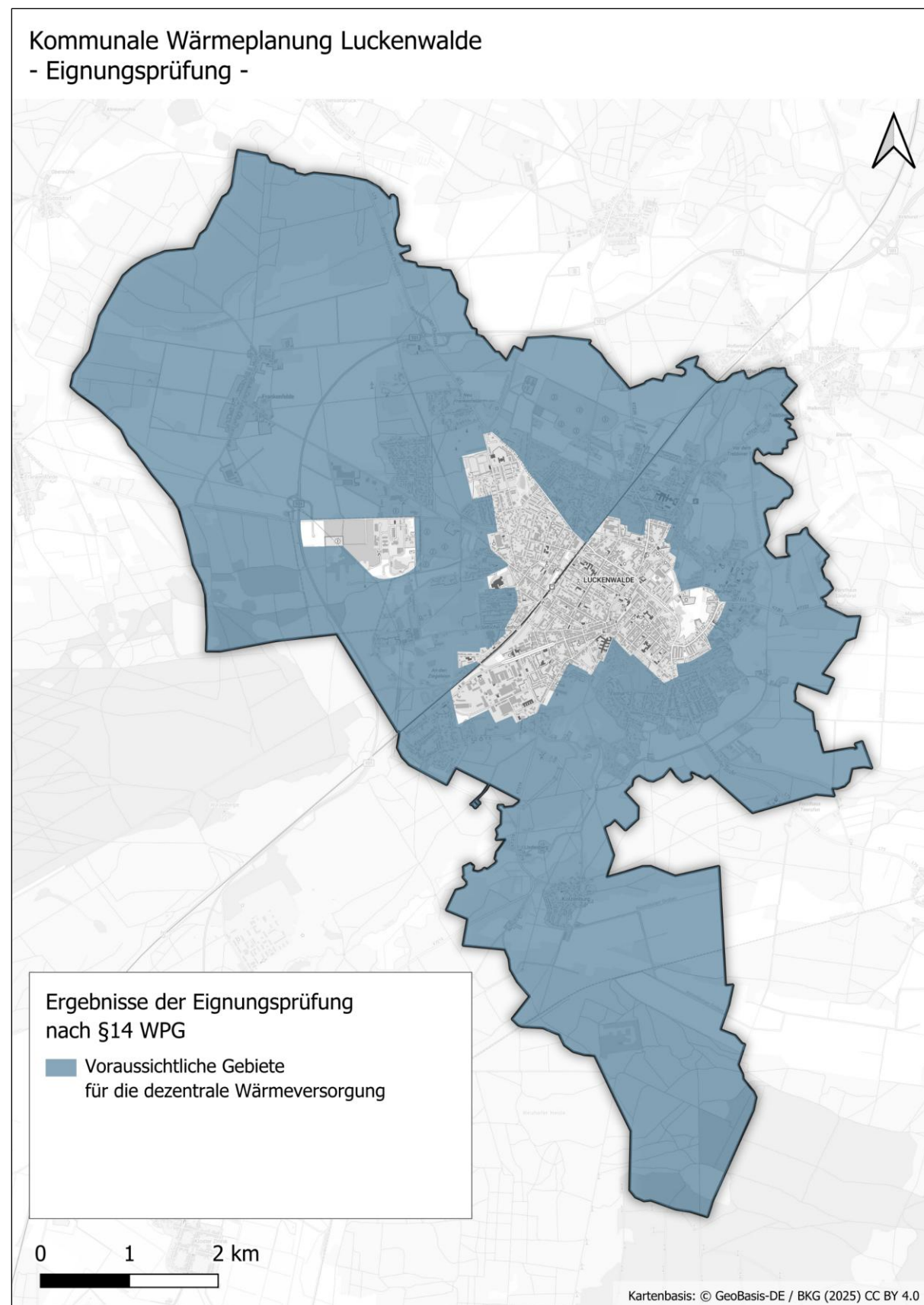


Abbildung 4: Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung

5 Bestandsanalyse

5.1 Methodik

Ziel der Bestandsanalyse ist eine systematische Erfassung des Ist-Zustandes der Wärmeversorgung in Luckenwalde. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die aktuelle Gebäudestruktur, der Wärmebedarf und die bestehende Wärmeinfrastruktur detailliert erfasst. Mit diesen umfassenden Daten können notwendige Maßnahmen identifiziert und Szenarien zur Reduktion von Treibhausgasemissionen entwickelt werden, die als Grundlage für zukünftige strategische Entscheidungen dienen.

Der Bezugszeitraum der Bestandsanalyse ist das klimabereinigte³ Mittel der Jahre 2021 bis 2023, da zu Projektstart die Gas-, Heizstrom- und Fernwärmeverbräuche dieser Jahre vollständig vorliegen. Im Folgenden wird dieser Bezugszeitraum als das repräsentative „Basisjahr der Wärmeplanung“ bezeichnet. Alle Entwicklungen bis hin zum „Zieljahr der Wärmeplanung“ - das Jahr 2045 - werden in Bezug auf dieses Basisjahres ausgewertet. Tabelle 2 listet die verwendeten Datenpunkte der Bestandsanalyse auf.

Tabelle 2: Datengrundlage der Bestandsanalyse

Datenpunkt	Datenquelle	Abgeleitete Informationen, Verwendung
3D-Gebäudemodelle	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Gebäudekubaturen, Gebäudenutzung
100m-Gitterzellen	Zensus 2022	Gebäudealtersklassen (Zensus '22), Einwohnerverteilung
Adresskoordinaten	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Adresspunkte
Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Flächennutzung
Verwaltungsgrenzen	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Gemeindegrenze, Stadtteilgrenzen
Fernwärmeverbräuche, aggregiert	Städtische Betriebspwerke Luckenwalde	Wärmebedarf
Fernwärmenetz	Städtische Betriebspwerke Luckenwalde	Lage Fernwärmenetz
Gasverbräuche, aggregiert	Städtische Betriebspwerke Luckenwalde	Wärmebedarf
Gasnetz	Städtische Betriebspwerke Luckenwalde	Lage Gasnetz
Heizstromverbräuche, aggregiert	Städtische Betriebspwerke Luckenwalde	Wärmebedarf
Kehrbuchdaten, aggregiert	Bezirksschornsteinfegermeister, über Stadt Luckenwalde	Heiztechnologie, Heizungsalter, Heizungstyp
Kommunale Liegenschaften	Stadt Luckenwalde	Bilanzierung kommunaler Gebäude
Baudenkmäler	Stadt Luckenwalde	Sanierungsparameter
Straßennetz	Stadt Luckenwalde	Berechnung der Wärmelinien-dichte
Einwohnerstatistik	Stadt Luckenwalde	Statistiken

Weitere Parameter und Berechnungsvorschriften werden in Anlehnung an den Leitfaden Wärmeplanung [1] und Technikkatalog Wärmeplanung angesetzt [2]. Tabelle 26 des Anhangs listet die angenommenen Nutzungsgrade der dezentralen Wärmeerzeuger auf. Tabelle 27 des Anhangs zeigt die Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger.

³ „Klimabereinigt“ bezeichnet die statistische Anpassung an witterungsbedingte Schwankungen, um eine Vergleichbarkeit über mehrere Jahre hinweg zu ermöglichen. Dabei werden sogenannte Gradtagszahlen verwendet, welche die Abweichung aus Raum- und Außentemperaturen an allen Tagen, an denen die Temperatur unter der Heizgrenze liegt, abbilden. Die Gradtagszahlen sind somit ein Maß für die Heiztätigkeit und werden hier mit dem IWU-Tool [26] ermittelt.

5.2 Gebäudestruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden für Luckenwalde insgesamt 5.847 Adressen mit einer Energiebezugsfläche von rund 2,6 Millionen m² erfasst. Die Anteile der Energiebezugsflächen nach Sektoren sind im linken Teil der Abbildung 5 dargestellt. Der Anteil der Wohngebäude überwiegt mit 65,4 % bei weitem, gefolgt vom Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie. Die öffentlichen Gebäude machen 7,7 % der Energiebezugsfläche aus.

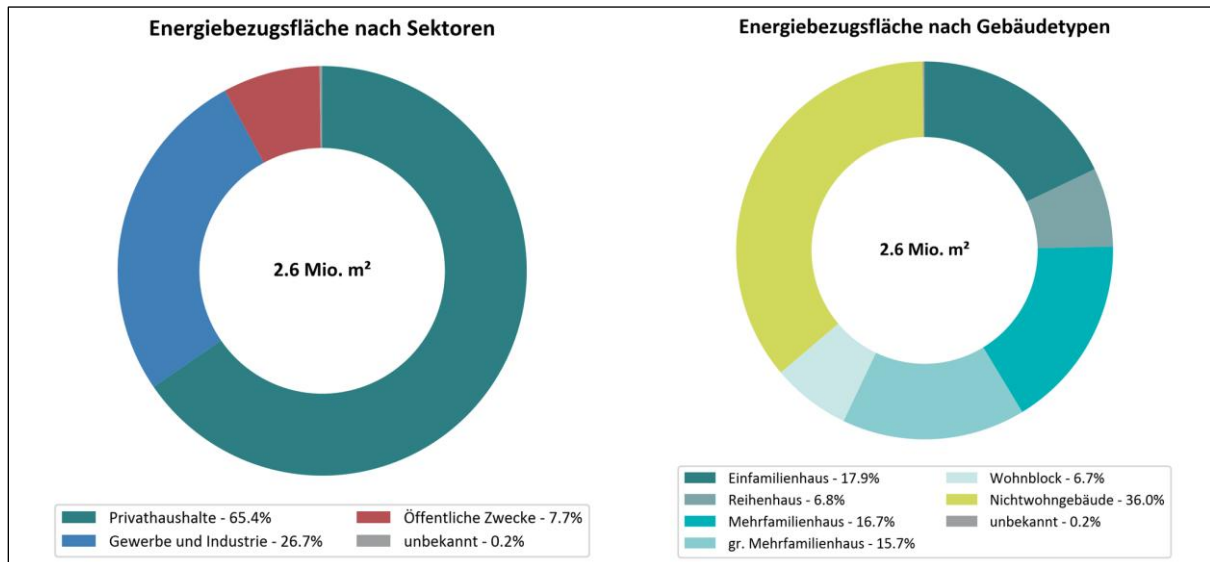


Abbildung 5: Energiebezugsflächen nach Sektoren(links) und Gebäudetypen (rechts)

Der rechte Teil der Abbildung 5 zeigt für alle Wohngebäude die Flächenanteile der Gebäudetypen nach Einfamilienhäusern (EFH, freistehende Wohngebäude bis 250 m² Nutzfläche), Reihenhäusern (RH, angebaute Wohngebäude bis 250 m²), Mehrfamilienhäusern (MFH, Wohngebäude ab 250 m²), großen Mehrfamilienhäusern (GMFH, Wohngebäude ab 500 m²) und Wohnblöcken (Wohngebäude ab 2.000 m²). Neben den Wohngebäuden sind auch Nichtwohngebäude (NWG) und unbekannte Gebäudetypen dargestellt. Der Anteil der EFH der Energiebezugsfläche liegt rund 18 %, gefolgt von MFH mit einem Anteil von rund 17 %. Nichtwohngebäude (NWG) machen in Luckenwalde einen Anteil von 36 % aus.

Zur räumlichen Darstellung der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung wird die Baublockebene herangezogen. Ein Baublock wird von mehreren Straßen beziehungsweise Straßenabschnitten, Schienen und natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und weist eine möglichst homogene Struktur auf. Baublöcke sind in der kommunalen Wärmeplanung die kleinste räumliche Aggregationseinheit und weisen die höchste Auflösung zu Zwecken der Darstellung auf. Aus Datenschutzgründen werden die Ergebnisse nur aus der Aggregation von mindestens fünf Gebäuden dargestellt. Für Luckenwalde werden insgesamt **434 Baublöcke** dargestellt.

Abbildung 6 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen. EFH und RH sind überwiegend in den äußeren Bereichen der Stadt Luckenwalde sowie in Frankenfelde und Kolzenburg angesiedelt. In den Bereichen der Innenstadt befinden sich hingegen Mehrfamilienhäuser verschiedener Größen. Die Industrie- und Gewerbegebiete, wie das im Süden liegende Industriegebiet, das Gewerbegebiet am Honigberg (östlich) oder der Biotechnologiepark (nordwestlich) sind deutlich anhand der vorwiegenden Nichtwohnbebauung zu erkennen. Auch im innerstädtischen Bereich existieren Baublöcke, in denen NWG den vorwiegenden Gebäudetyp darstellen. Diese Baublöcke enthalten öffentliche Gebäude, Geschäftshäuser und Gebäude mit einer Mischnutzung aus Gewerbe, Handel und Dienstleistung und Wohnen.

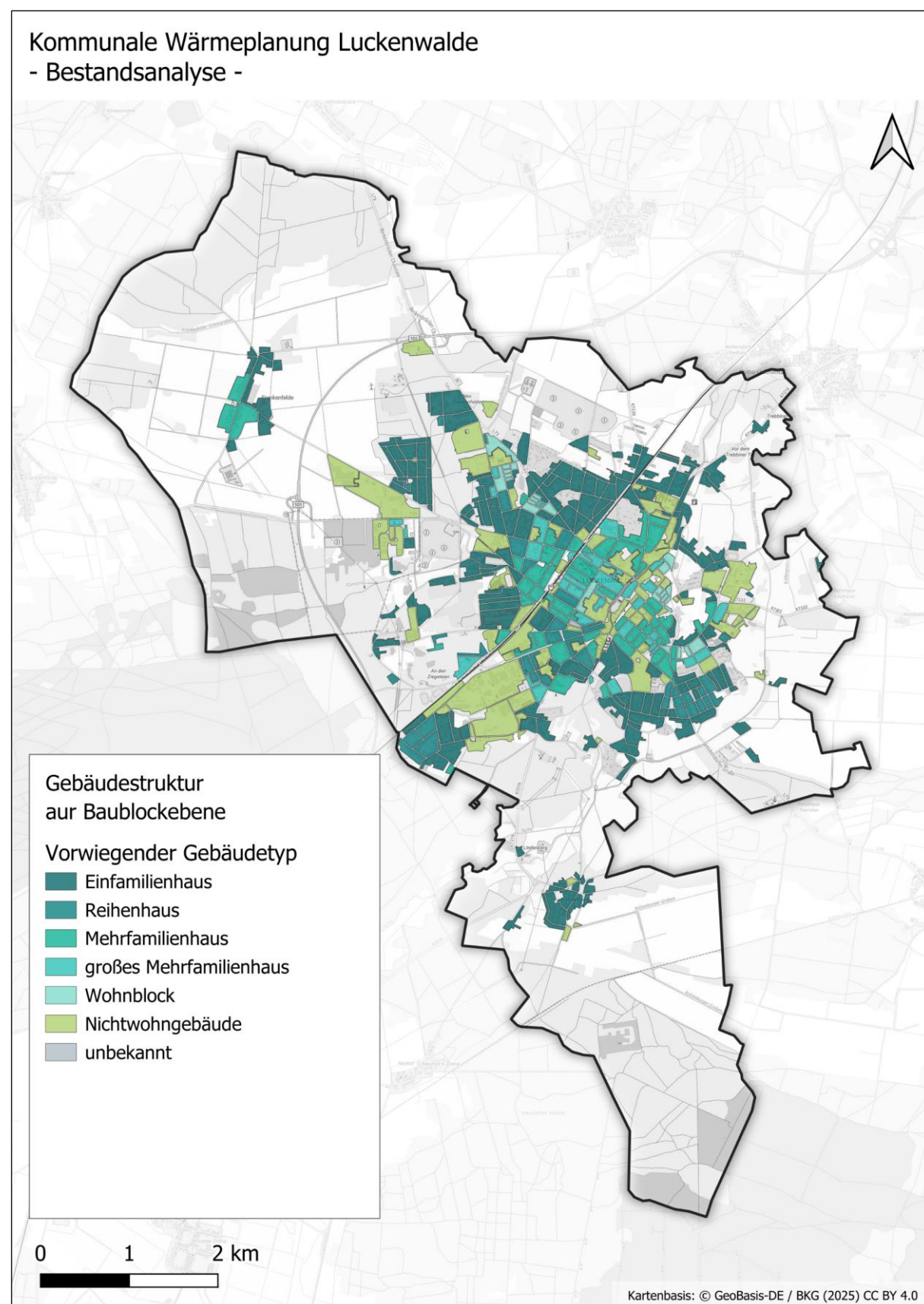


Abbildung 6: Vorwiegende Gebäudetypen auf Baublockebene

Abbildung 7 visualisiert die Anzahl der Wohngebäude je Baualtersklasse. Für diese Auswertung wurden in erster Linie die Ergebnisse des Zensus 2022 [3], welche im 100 m-Gitterzellen-Format verfügbar sind, herangezogen. Diese Daten wurden mit genauen Angaben zum Baualter von kommunalen Gebäuden, Gebäuden in Sanierungsgebieten und Gebäuden der Wohnungswirtschaft ergänzt. Aus Abbildung 7 wird deutlich, dass ein Großteil der Gebäude vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung Ende 1977 und somit vor der gesetzlichen Verankerung von Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und Dämmstandards errichtet wurde. Da die Zensus-Daten generell nur für Wohngebäude vorliegen, sind die Baualter der Nichtwohngebäude sowie auch einiger Wohngebäude (aufgrund von Datenlücken) in der Gruppe „unbekannt“ enthalten.

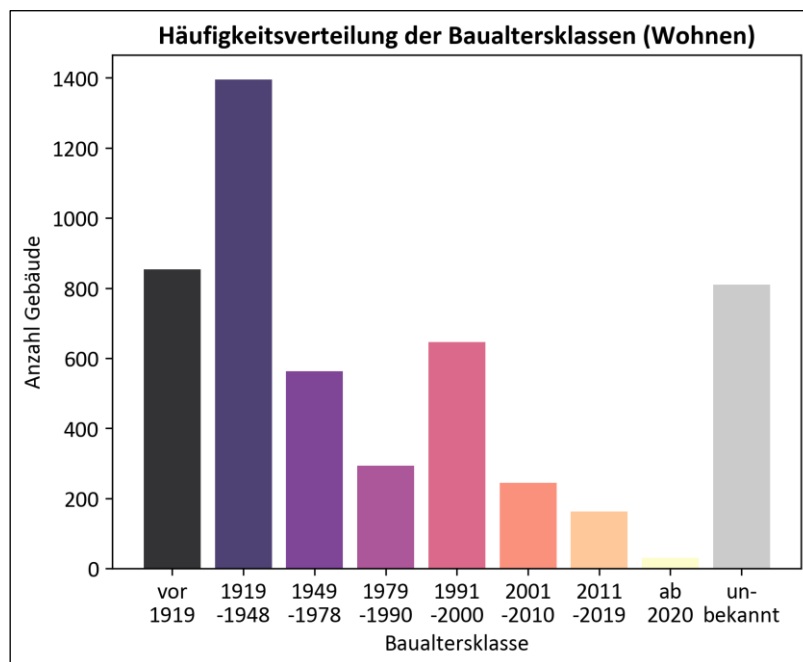


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gebäude nach Baualtersklasse

Die Verteilung der Baualtersklassen auf Rasterebene in Abbildung 8 zeigt für den Ortsteil Luckenwalde tendenziell die typischen Strukturen historisch gewachsener Städte mit eher älteren Gebäuden im Zentrum und neueren Gebäuden in den Randbereichen. Dieses Stadtentwicklungsmuster wird jedoch immer wieder aufgebrochen von Bereichen mit neueren Gebäuden, welche im Rahmen von innerstädtischer Revitalisierung und Stadtentwicklung um- und neu gebaut wurden. So wurde in den 1980er Jahren die Fußgängerzone im Stadtzentrum eingerichtet und gestaltet. Die Stadterneuerungsmaßnahmen in den 1990er Jahren fokussierten sich vorrangig auf die Sanierung zweier in Bahnhofsnähe befindlicher Altbaugelände mit Mischnutzungen. In den Sanierungsgebieten Innenstadt und Petrikirchplatz wurden seit der förmlichen Festlegung 1996 umfangreiche Städtebaufördermittel eingesetzt. Es handelt sich um Gebiete mit z. T. wertvoller, historischer Bausubstanz. Neben der Erhaltung dieser zählt die Förderung innerstädtischen Wohnens zu den Sanierungszielen. Dies geht aus dem Integrierten Stadtentwicklungskonzept INSEK [4], welches die Sanierungshistorie Luckenwaldes ausführlich beschreibt, hervor.

Für die Ortsteile Frankenfelde und Kolzenburg zeigen die vorhandenen Daten eine hohe Durchmischung der vorwiegenden Baualtersklassen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Zensus-Daten in diesen Bereichen einige Datenlücken aufweisen. Der Zensus enthält hier zwar Angaben zur Anzahl der Gebäude, jedoch nicht zur Baualtersklasse.

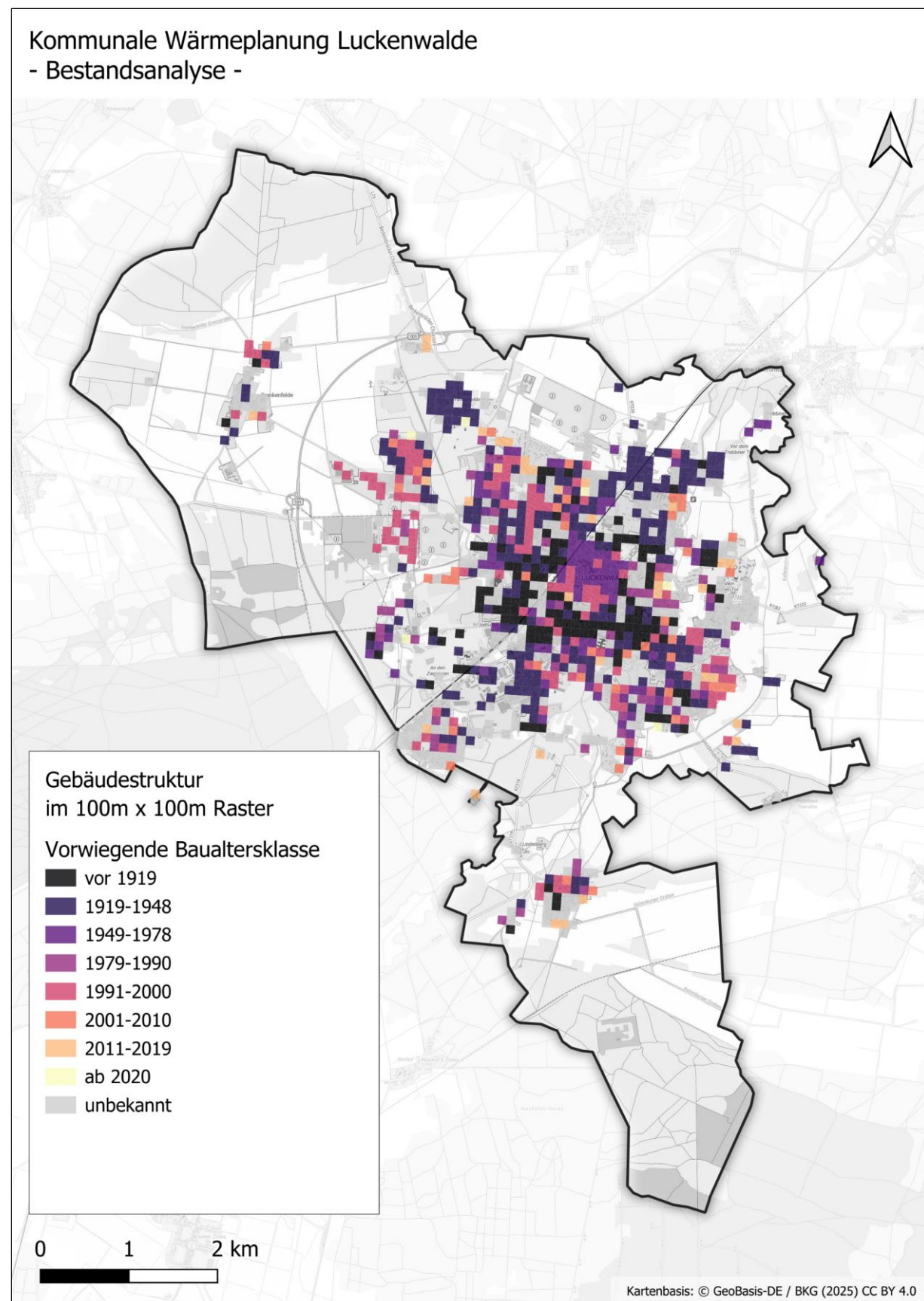


Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklassen auf Rasterebene

5.3 Versorgungsstruktur

Die Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH (SBL)⁴ beliefern rund 3.400 Wohnungen und 41 andere Einrichtungen mit Fernwärme. Die gesamte Fernwärme-Leitungstrasse verfügt über eine Länge von 2 km.

Abbildung 9 stellt die Wärmenetze in Luckenwalde kartographisch dar. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen beiden Netzteilen Burg und Berkenbrücker Chaussee, welche einen netztechnischen Verbund darstellen.

Die Fernwärmeerzeugung in dem Versorgungsgebiet Burg erfolgt vorrangig in Blockheizkraftwerken (BHKW) und Kessel am Standort der SBL. Am Standort Volltuchgelände stehen zusätzliche Erdgaskessel zur Abdeckung der Spitzenlast zur Verfügung. In den Jahren 2021-2023 wurden zwischen 20 GWh/a und 23 GWh/a Fernwärme, dabei bis zu 66 % in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt, in das Teilnetz eingespeist.

Auch in dem Versorgungsgebiet Berkenbrücker Chaussee werden in dem gleichnamigen Heizwerk BHKW und Kessel zur Fernwärmeerzeugung eingesetzt. Des Weiteren wird über eine separate Trasse Fernwärme aus dem Deponiegas-BHKW des Südbrandenburgischer Abfallzweckverbands am Standort Frankenfelder Berg bezogen. Kessel im ehemaligen Heizhaus der Fläming-Therme stehen zur Reserveerzeugung zur Verfügung. In den Jahren 2021-2023 wurden zwischen 16 GWh/a und 17 GWh/a Fernwärme, dabei bis zu 55 % aus Kraft-Wärme-Kopplung und bis zu 3 % aus Deponiegas gewonnen, in das Teilnetz Berkenbrücker Chaussee eingespeist. Allerdings ist die Deponie planmäßig technisch ausgegast, so dass die Nutzung mittelfristig eingestellt wird.

Auch das Gasnetz in Luckenwalde wird von den Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH betrieben. Die Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebiete im Untersuchungsgebiet sind nahezu flächendeckend mit Erdgas erschlossen, vergleiche Abbildung 10. Lediglich für einzelne Adressen in den äußeren Bereichen, sowie für einzelne Baublöcke im ländlichen Bereich sowie einzelne Baublöcke in fernwärmeversorgten Bereichen liegt keine Gasversorgung über ein Gasnetz vor. Der Gasnetzplan wurde von den Städtischen Betriebswerken Luckenwalde für die Untersuchungen im Rahmen des Wärmeplans zur Verfügung gestellt. Gemäß Anlage 2 WPG erfolgt die kartografische Darstellung und Veröffentlichung mit Rücksicht auf den Datenschutz und die kritische Infrastruktur in Form einer baublockbezogenen Darstellung.

Die Schornsteinfegerdaten geben Aufschluss über das Alter der Feuerstätten in Luckenwalde, welche nicht leitungsgebunden sind. Diese Feuerstätten umfassen alle auf Verbrennung basierenden Anlagen, wie beispielsweise Gaskessel, Ölkessel, Pelletheizungen und Kamine. Wärmepumpen und Hausanschlüsse für Fernwärme sind in den Schornsteinfegerdaten nicht aufgeführt.

Abbildung 11 zeigt die Verteilung des Heizungsalters nach Gebäude. Wenn vorhanden, ist das Alter der Zentralheizung, ansonsten das der jüngsten Anlage eingetragen. Der Sanierungsschub in den 1990ern, welcher unmittelbar nach der Wiedervereinigung stattfand, lässt sich deutlich erkennen. So stammt ein großer Anteil der Heizungsanlagen in Luckenwalde aus dem Zeitraum 1990 bis 2000. Ab dem Jahr 2000 wurden zeitweise weniger neue Heizungen installiert, bis ab 2010 aufgrund typischer Erneuerungs- und Anlagenbenutzungszyklen, wieder mehr Heizungen ausgetauscht wurden. Die Auswertungen zeigen, dass etwa 40 % der Feuerstätten zum jetzigen Zeitpunkt mindestens 30 Jahre alt sind.

⁴ <https://www.sbl-gmbh.net/>

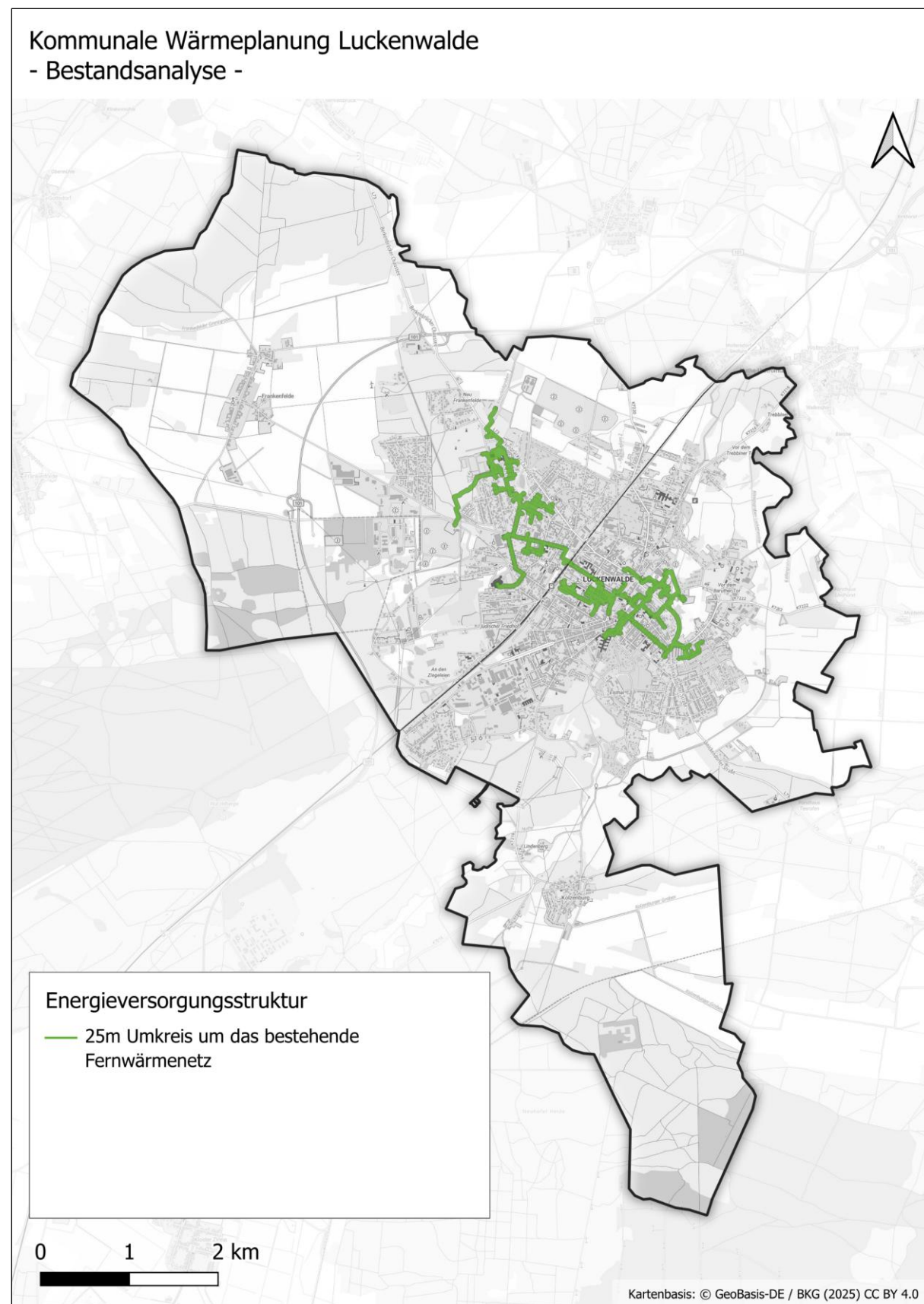


Abbildung 9: Bestehende Wärmenetze

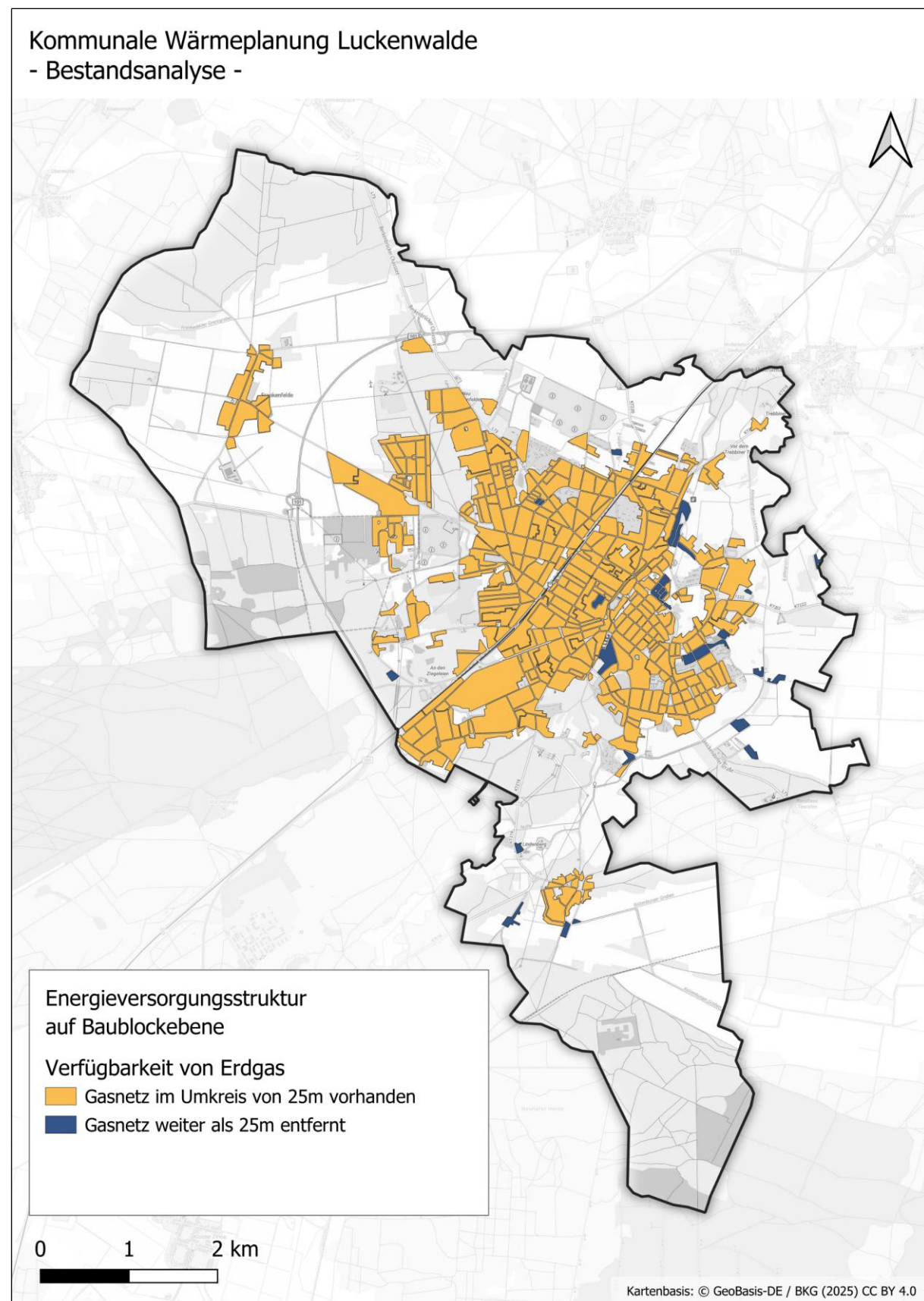


Abbildung 10: Ausdehnung der Erdgasversorgung auf Baublockebene

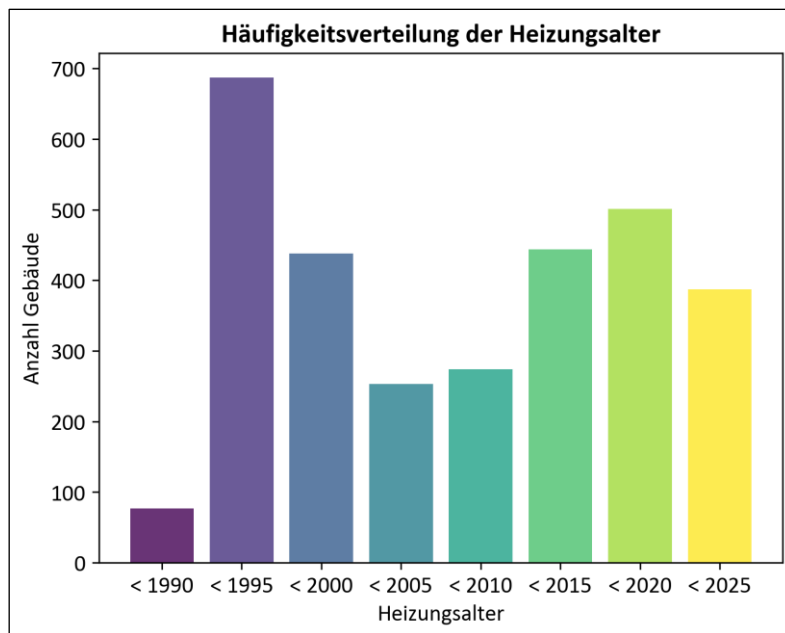


Abbildung 11: Heizungsalter der Gebäude

5.4 Wärmebilanz

Die Ermittlung der Wärmebilanz auf gesamtstädtischer Ebene erfolgt im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Wärmebedarf auf Gebäudeebene unter stufenweiser Aggregation auf Baublock-, Ortsteil- und Stadtebene. Ebenfalls für die Wärmeplanung von großer Bedeutung ist die Aggregation der Wärmebedarfe auf Straßenabschnittsebene.

Aggregiert vorliegende Energieverbrauchswerte wurden zunächst anhand der Energiebezugsflächen auf Gebäudeebene disaggregiert. Für alle Gebäude, für die Verbräuche bekannt waren, wurde der klimabereinigte Wert der Jahre 2021-2023 als Basiswert für den Wärmebedarf angesetzt. Für alle übrigen Gebäude wurde der berechnete Wärmebedarf angenommen.

Der Wärmebedarf setzt sich aus dem Raumwärme-, Trinkwarmwasser- und Prozesswärmebedarf zusammen. Die rechnerische Ermittlung des Raumwärmebedarfes erfolgt für Wohngebäude anhand flächenspezifischer Bedarfe gemäß der Institut Wohnen und Umwelt GmbH [5]. Die Werte unterscheiden sich je nach Gebäudetyp und Baualtersklasse. Nichtwohngebäude (NWG) werden gemäß ihrer Nutzung in NWG ohne Wärmebedarf, mit geringem Raumwärmebedarf (z.B. Kirchen), standardmäßigem Raumwärmebedarf oder NWG mit hohem Raumwärmebedarf (z.B. Krankenhäuser) kategorisiert. Je Kategorie sind spezifische Raumwärmebedarfe hinterlegt. Der berechnete Wärmebedarf ergibt sich aus den Energiebezugsflächen, welche aus dem 3D-Gebäudemodell abgeleitet werden können. Auch der Trinkwarmwasserbedarf (TWW) wird anhand flächenspezifischer Werte, welche sich aus der ALKIS-Nutzungsart der Gebäude ergeben, berechnet. Das Verhältnis zwischen Raumwärme- und TWW-Bedarf wurde bei Korrektur der berechneten Werte mit den gemessenen Werten übertragen. Da keine umfänglichen Informationen zum Prozesswärmebedarf vorhanden waren, wird dieser wie folgt abgeleitet: Es wird angenommen, dass nur Gebäude des Sektors Gewerbe, Handel (GHD), Dienstleistungen und Industrie über einen Prozesswärmebedarf verfügen. Dieser bemisst sich als Differenz zwischen gemessenem Wärmeverbrauch und berechnetem Wert für Raumwärme- und TWW-Bedarf.

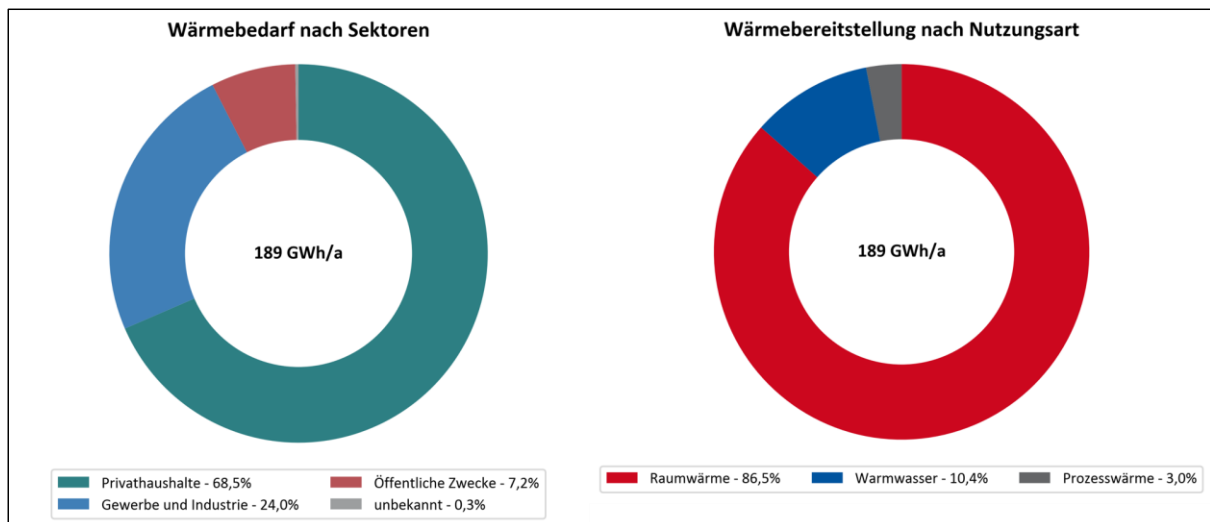


Abbildung 12: Wärmebedarf nach Sektoren (links) und Nutzungsart (rechts)

Im linken Teil der Abbildung 12 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Der Wärmebedarf im Bereich der Wohngebäude überwiegt mit 68,5 % bei Weitem, gefolgt vom Bedarf im Sektor Gewerbe und Industrie mit 24,0 % und den öffentlichen Gebäuden mit 7,2 %.

Die Aufteilung des Bedarfs nach dem Verwendungszweck der Wärme ist Gegenstand des rechten Teils der Abbildung 12. Hier überwiegt mit 86,5 % der Bedarf für die Beheizung der Gebäude (Raumwärme), gefolgt vom Trinkwarmwasserbedarf mit 10,4 % und dem Prozesswärmebedarf mit 3,0 %.

Zur Aufschlüsselung des Wärmebedarfs auf die Energieträger und Technologien wurden neben den Verbrauchsdaten auch die Schornsteinfegerdaten und das Marktstammdatenregister verarbeitet. Die Schornsteinfegerdaten geben Aufschluss über dezentrale Anlagen mit Verbrennungstechnik. Im Marktstammdatenregister sind Stromerzeuger wie BHKWs und deren genutzter Energieträger aufgeführt. Datenlücken wurden mit einer an der Statistik orientierten Zuordnung zu Heizöl-, Biomasse- und Stromheizungen aufgefüllt. Ebenfalls statistisch abgeschätzt wurde der durch Solarthermie gedeckte Wärmebedarf. Basierend auf einer nationalen Statistik [6] wurde mit Korrekturfaktoren für die jeweiligen Bundesländer sowie für das Stadt-Land-Verhältnis abgeschätzt, dass etwa 5 % der Luckenwalder EFH und einige Mehrfamilienhäuser eine Solarthermieanlage haben, die 50 % des jeweiligen Trinkwarmwasserbedarfes deckt.

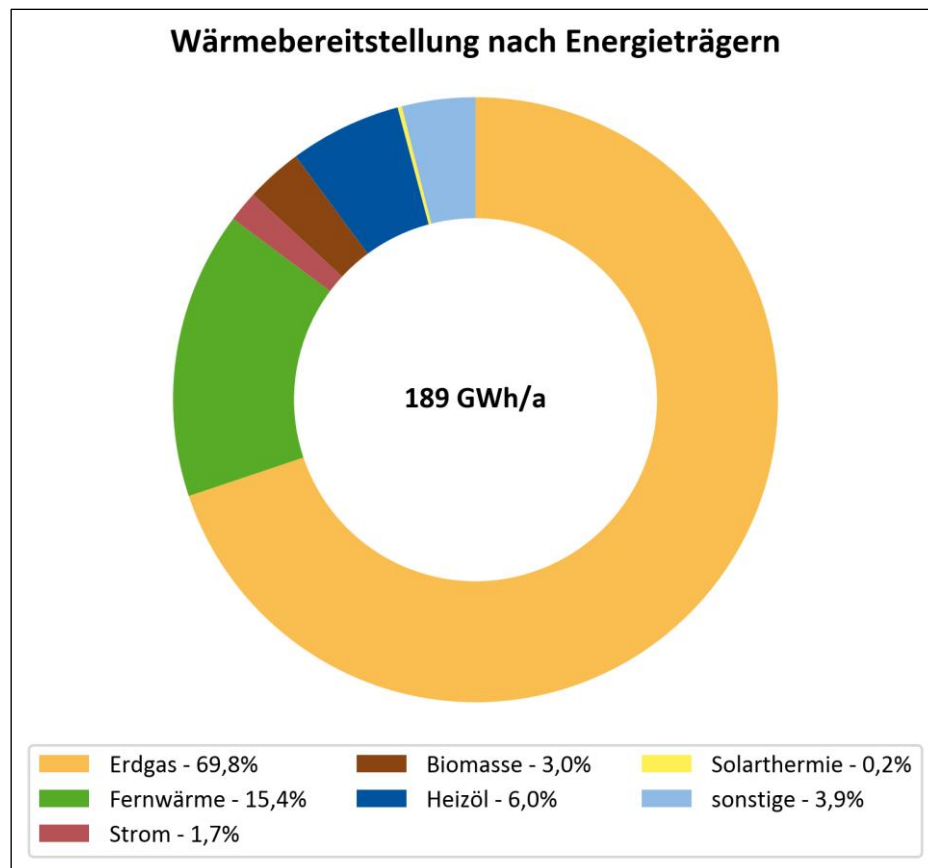


Abbildung 13: Wärmebereitstellung nach Energieträgern

Insgesamt wird der Wärmebedarf in Luckenwalde zu rund 69,8 % aus Erdgas gedeckt (Abbildung 13), gefolgt von der Versorgung aus Fernwärme mit 15,4 %. Die Fernwärme wiederum wird nahezu vollständig aus Erdgas in sehr effizienter Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Nicht leitungsgebundene fossilen Energieträger, im wesentlichen Heizöl und Flüssiggas, spielen mit einem Anteil von rund 9 % eine gewisse Rolle in der Wärmebereitstellung. Strom als Energieträger (hier Strom für Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) sowie die regenerativen dezentralen Energieträger Holz und Solarthermie erreichen in Summe rund 6 %.

Abbildung 14 zeigt den Wärmebedarf nach Energieträgern und Ortsteilen. Der größte Anteil des Wärmebedarfs entfällt mit Abstand auf die Kernstadt Luckenwalde mit rund 175 GWh/a. Der Wärmebedarf in Frankenfelde beläuft sich auf rund 11 GWh/a, wohingegen der Wärmebedarf in Kolzenburg nur rund 3 GWh/a ausmacht.

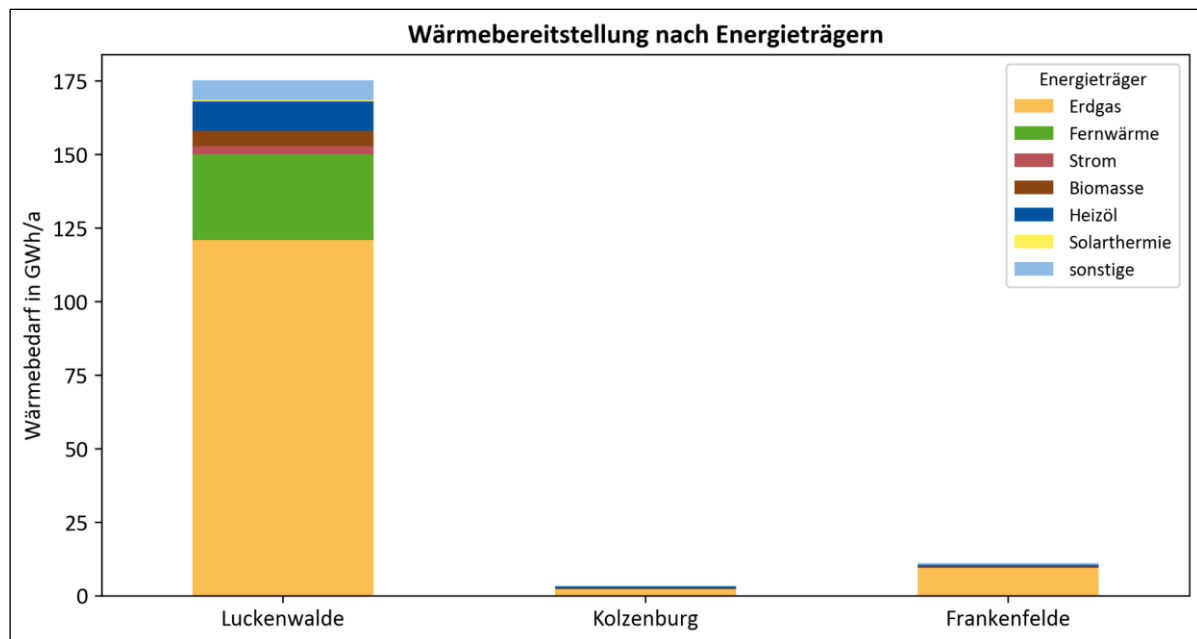


Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträger und Ortsteilen

Die Auswertungen der Bilanzen auf gesamtstädtischer Ebene werden ergänzt durch die kartografischen Darstellungen der flächenbezogenen Wärmedichte auf Baublockebene in Abbildung 15 sowie der Wärmelinien-dichte in Abbildung 16. Die Struktur der Wärmedichten beziehungsweise Wärmelinien-dichten spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichten mit Bedarfsschwerpunkten in den dicht bebauten innerstädtischen Bereichen und mit abnehmenden Wärmedichten in den weniger dicht bebauten Gebieten an den Siedlungsrandern und in den beiden Ortsteilen Frankenfelde und Kolzenburg wider. Zusätzlich werden hier Bedarfsschwerpunkte in den Gewerbegebieten mit punktuellen Prozesswärmebedarfen erfasst.

Die räumliche Verteilung der Energieträger ist in Abbildung 17 dargestellt. Gezeigt wird der vorwiegende Energieträger je Baublock. In einigen Bereichen, beispielsweise rund um den Burgwall, das Volltuchgelände, die Arndtstraße und den nördlichen Teil der Straße des Friedens ist Fernwärme der vorwiegende Energieträger im Baublock. Hier liegen folglich bereits hohe Anschlussquoten vor. Dahingegen gibt es jedoch auch Baublöcke im Fernwärmegebiet, für die aktuell Erdgas die vorwiegende Versorgungsart darstellt. Dies deutet auf ein Fernwärme-Verdichtungspotenzial in diesen Bereichen hin. Während in den übrigen Baublöcken im Stadtgebiet vorwiegend Erdgas zum Einsatz kommt, werden in ländlichen, abgelegenen Bereichen Heizöl und sonstige nichtleitungsgebundene Energieträger zur Wärmeerzeugung verwendet.

Abbildung 18 zeigt die Anteile an der Wärmebereitstellung nach Energieträger auf Ortsteilebene.

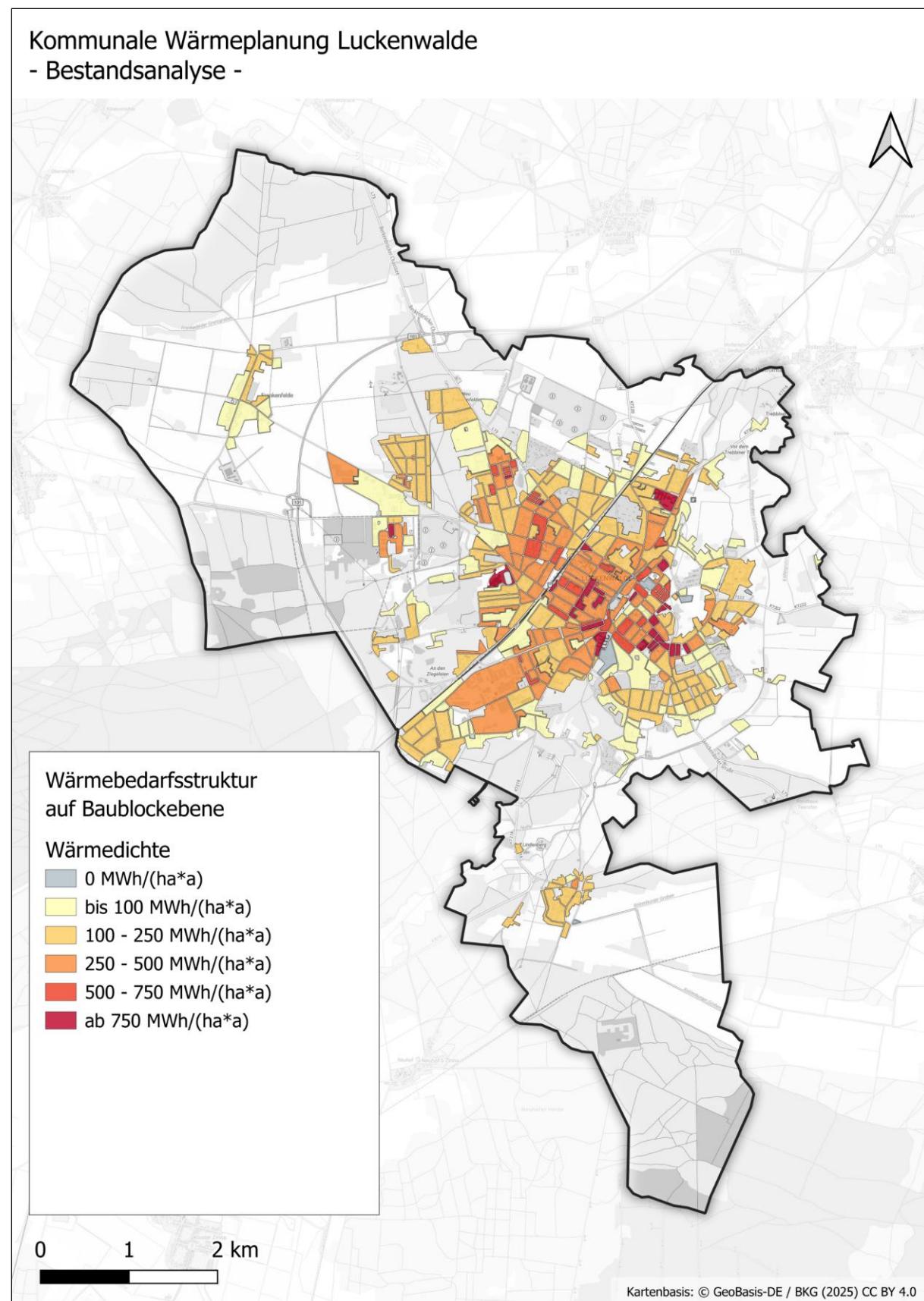


Abbildung 15: Wärmedichte auf Baublockebene

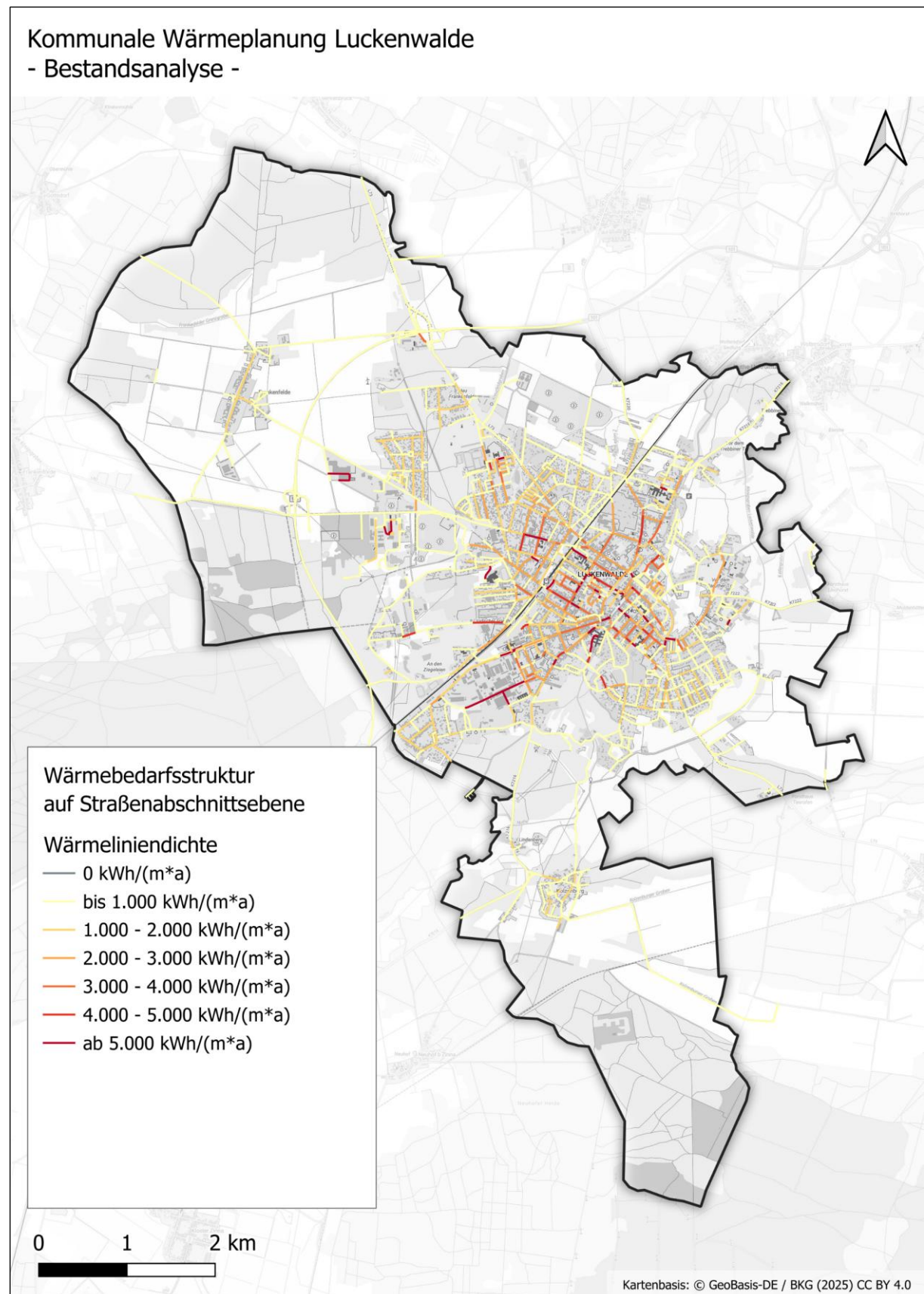


Abbildung 16: Wärmelinien-dichte auf Straßenabschnittsebene

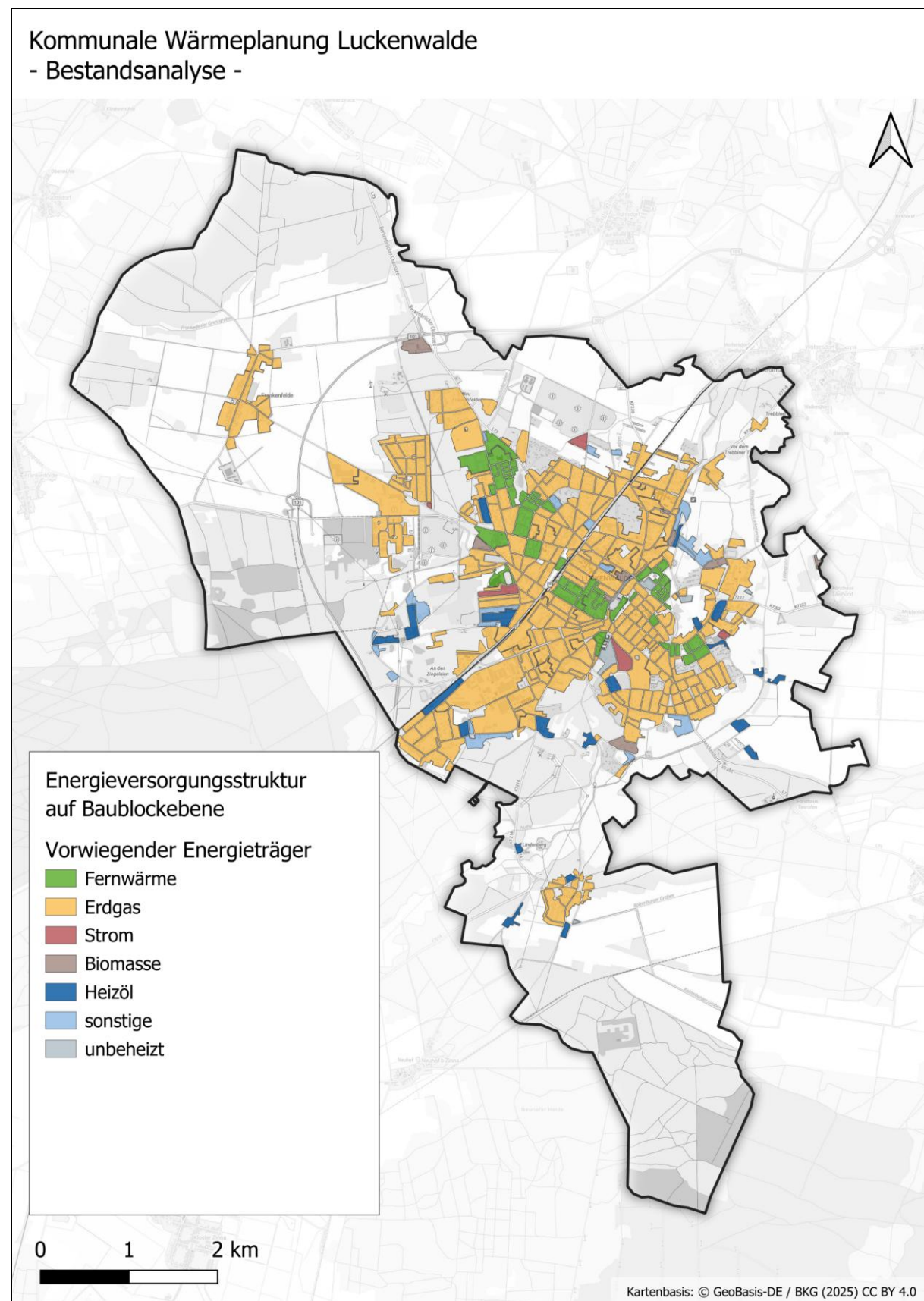


Abbildung 17: Vorwiegender Energieträger auf Baublockebene

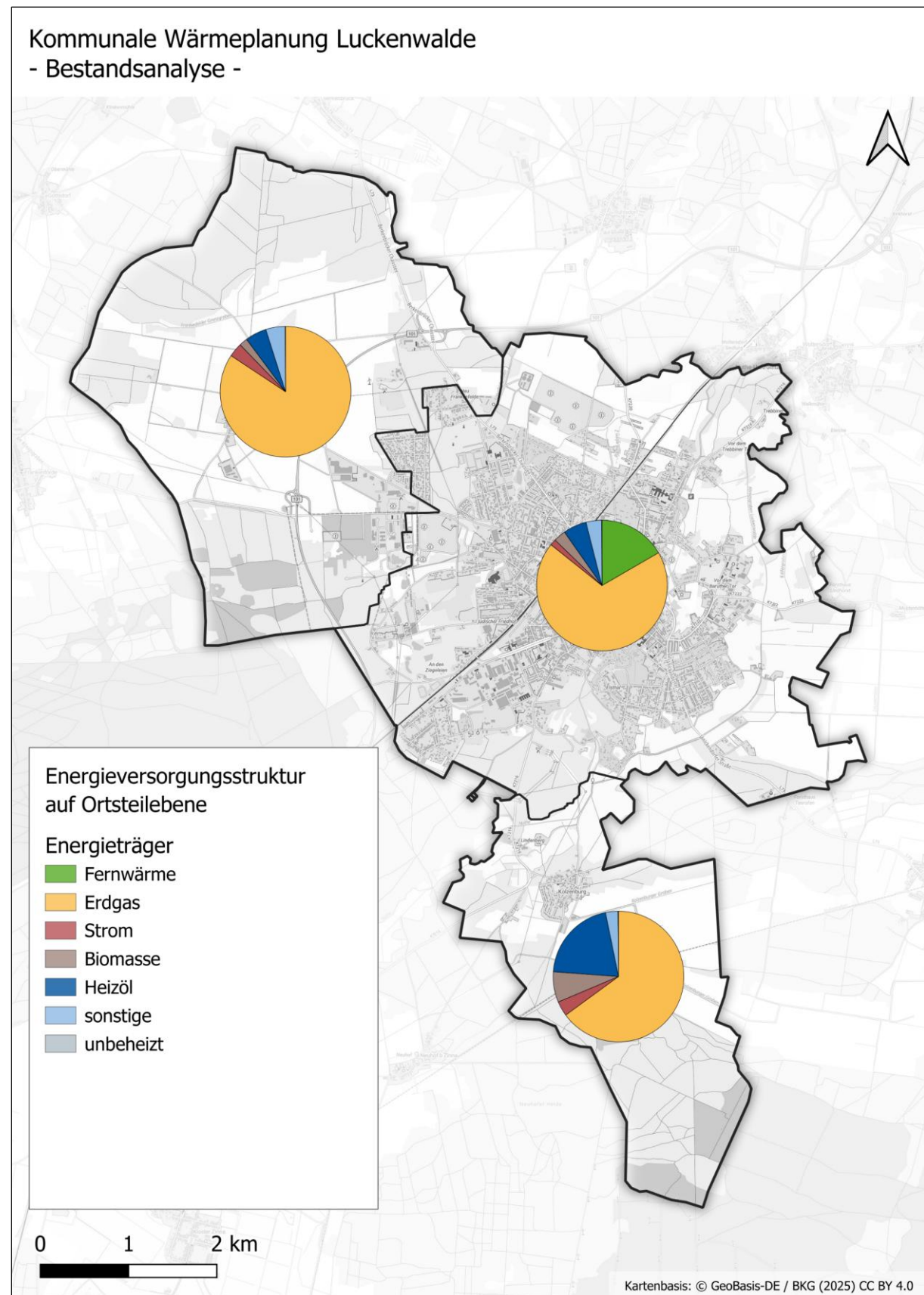


Abbildung 18: Verteilung der Wärmebereitstellung nach Energieträgern auf Ortsteilebene

5.5 Endenergiebilanz

Im Rahmen der Endenergiebilanz werden die Energiemengen bilanziert, die zur Deckung des Wärmebedarfs zu den Gebäuden geliefert werden.

Die Ermittlung der Endenergiebilanz auf gesamtstädtischer Ebene erfolgt analog zur Wärmebilanz im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Endenergieeinsatz auf Gebäudeebene unter stufenweiser Aggregation auf Ortsteilteil- und Stadtebene mit weiteren Zwischenstufen wie der Bau-block- oder Straßenabschnittsebene.

Der Endenergiebedarf für den Wärmemarkt in Luckenwalde beläuft sich auf 205 GWh pro Jahr.

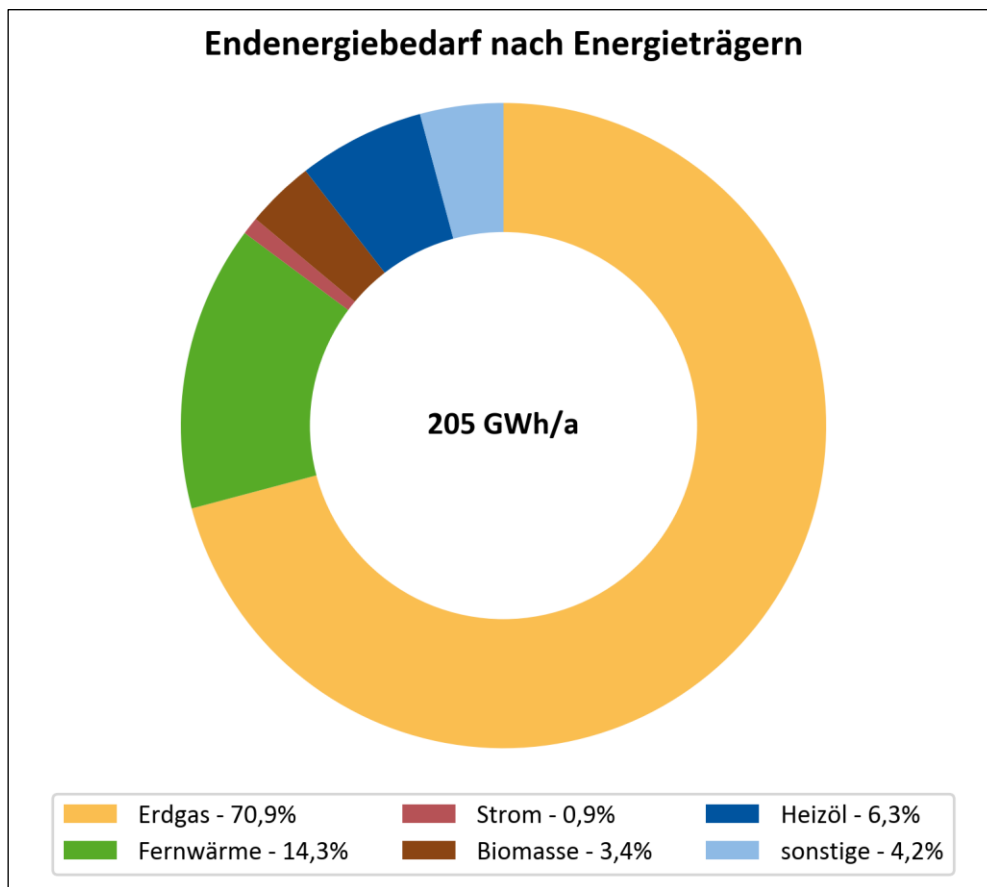


Abbildung 19: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Analog zu den Energieträgeranteilen des Wärmebedarfs wird der Endenergieverbrauch dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil 70,7 %, gefolgt von Fernwärme mit einem Anteil von 14,3 %. Der Anteil der Versorgung aus Heizöl liegt bei 6,3 %; sonstige, wie beispielsweise Flüssiggas, machen weitere 4,2 % aus Strom als Energieträger, welcher für Direktstromheizungen und Wärmepumpen eingesetzt wird, macht 1,0 % des Endenergieverbrauches aus. Endenergie aus Biomasse, welche sich hier aus Pellets, Holzhackschnitzel und Scheitholz zusammensetzt, erreicht 3,1 %.

Die Abbildung 20 zeigt als zweite Darstellung den Endenergieeinsatz für eine Gesamtbilanz inkl. der Solarenergie und der für die Beheizung genutzten Umweltwärme aus dem Erdreich und aus der Umgebungsluft.

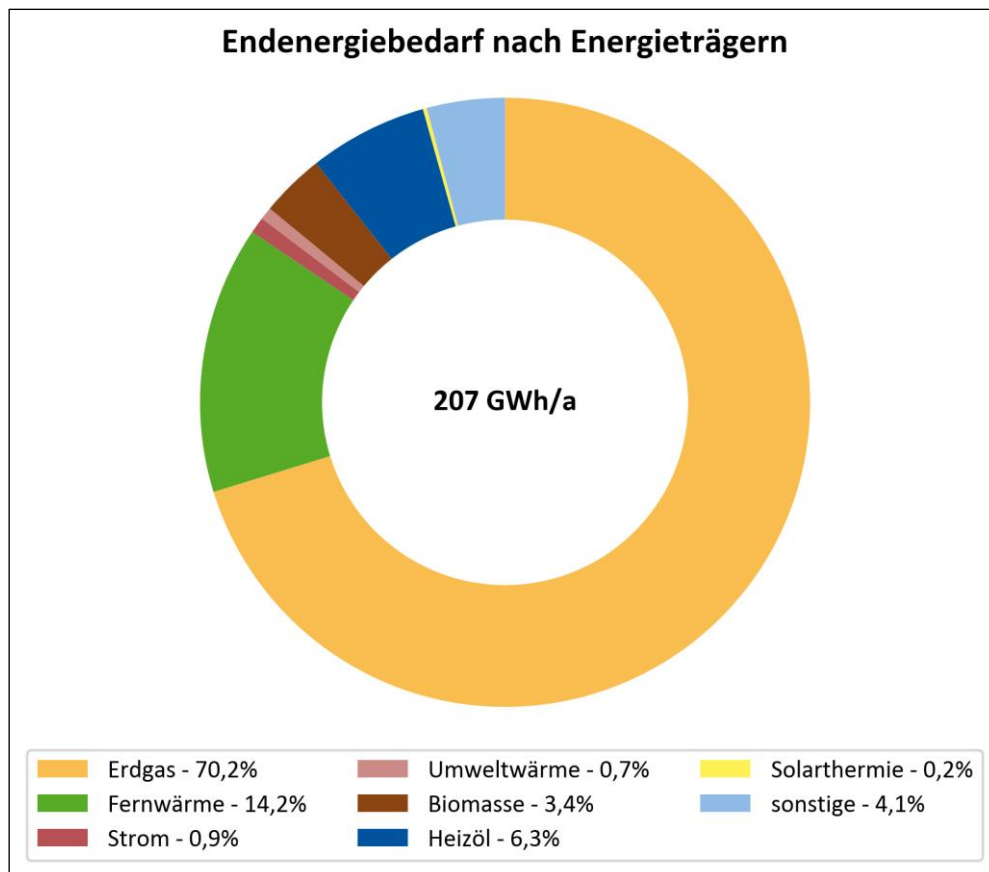


Abbildung 20: Endenergieverbrauch nach Energieträgern (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)

Anhand der Endenergieverbräuche wurde eine Einteilung der Wohngebäude nach GEG-Effizienzklassen vorgenommen. Die sich ergebende Häufigkeitsverteilung ist in Abbildung 21 dargestellt.

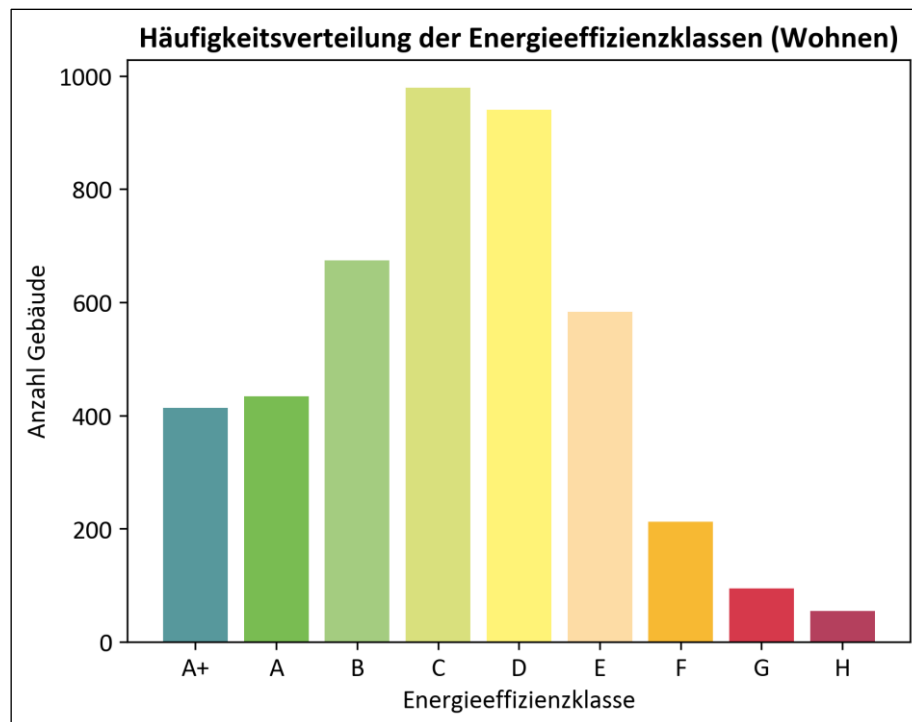


Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Wohngebäude nach Energieeffizienzklasse

Über alle Wohngebäude hinweg zeigt sich eine Art Normalverteilung mit wenigen Gebäuden in den als sehr schlecht zu bewertenden Klassen G und H mit Verbräuchen über 200 kWh/(m²*a) und vielen Gebäuden in den Klassen A+ und A mit weniger als 50 kWh/(m²*a). Am häufigsten vertreten sind die Klassen C und D, in die Gebäude mit Verbräuchen zwischen 75-100 kWh/(m²*a) beziehungsweise 100-130 kWh/(m²*a) eingeordnet wurden.

5.6 Treibhausgasbilanz

Die Erstellung der Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt in Luckenwalde erfolgt auf Basis der Endenergieverbräuche nach Energieträgern mit den entsprechenden Treibhausgasemissionsfaktoren, vergleiche Tabelle 27.

Die Emissionen der Wärmeversorgung über die Wärmenetze wurden jeweils auf Basis der Erdgaseinsatzmengen sowie unter Berücksichtigung der Wärmeerzeugungsanteile und der Nutzungsgrade der eingesetzten Erzeugeranlagen ermittelt. Im Falle einer Wärmeerzeugung mittels KWK-Anlagen wurde eine Allokation der Emissionen nach der Carnot-Berechnungsmethode angesetzt⁵.

Die Treibhausgasemissionen für die Wärmeversorgung von Luckenwalde belaufen sich insgesamt auf 48.890 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr, vergleiche Abbildung 22.

Analog zu den Energieträgeranteilen des Endenergieverbrauchs werden die Emissionen dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil von 71,4 %, gefolgt von Fernwärme mit einem Anteil von 12,4 %. Damit kann der hohe ökologische Stellenwert der Fernwärme gezeigt werden

⁵ Es ist zu beachten, dass die Emissionsfaktoren für Fernwärme, welche im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung angesetzt werden, von den Emissionsfaktoren, die von den Versorgern ausgewiesen werden, abweichen können. Diese Faktoren wurden nach der Stromgut-schriftmethode berechnet und können, unabhängig von den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung, von Immobilienbesitzern und Bauwilligen, z.B. im Rahmen eines Bauantragsverfahrens, zur Berechnung und zum Nachweis des Primärenergiebedarfes eines an die Fernwärme angeschlossenen Gebäudes angesetzt werden.

kann, da die Fernwärme mehr als 15 % des Wärmebedarfs deckt, aber nur rund 12 % der Emissionen verursacht. Der Anteil des Stroms für Direktstromheizungen und Wärmepumpen beträgt 2,0 %. Der regenerative Energieträger Holz spielt aufgrund der geringen Verbrauchsanteile und der niedrigen Emissionsfaktoren nahezu keine Rolle und beträgt 0,3 %. Die Emissionen der Wärmeversorgung aus Heizöl und sonstigen liegen in Summe bei 13,8 %.

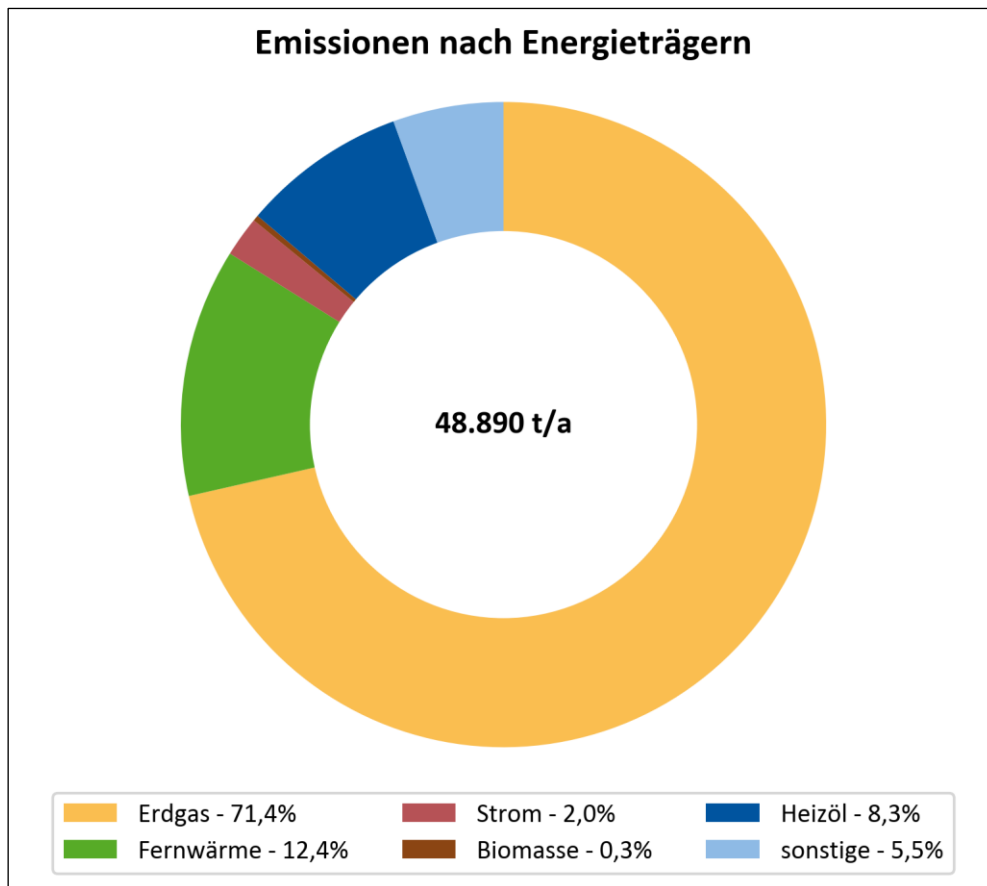


Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

6 Potenzialanalyse

6.1 Methodik

Die Potenzialanalyse dient der systematischen Erfassung der **Einsparpotenziale** sowie der klimaneutralen **Wärme- und Stromquellen** in Luckenwalde.

Tabelle 3: Kategorisierung von Potenzialen

Einsparpotenziale	Klimaveränderungen Sanierung der Gebäudehülle Effizienzsteigerungen
Wärmequellen	Umweltwärme - Flusswasserwärme - Geothermie - Luft Unvermeidbare Abwärme - Klärwasserwärme - Abwasserwärme - Industrielle Abwärme Erneuerbare Energien - Solarthermie
Stromquellen	Erneuerbare Energien - Photovoltaik - Windkraft

Weiterhin lassen sich Potenziale in die Kategorien dezentral und zentral einordnen. Als **dezentrale Potenziale** werden dabei die Potenziale für die energetische Versorgung von einzelnen Gebäuden definiert. Die Ermittlung der dezentralen Potenziale erfolgt lokal aufgelöst für jedes Gebäude. **Zentrale Potenziale** hingegen umfassen Wärmequellen, deren Energie über Wärmenetze verteilt wird. Weiterhin fallen große Stromerzeuger in die zentrale Kategorie. Die Ermittlung der zentralen Potenziale erfolgt punktuell in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Quellen.

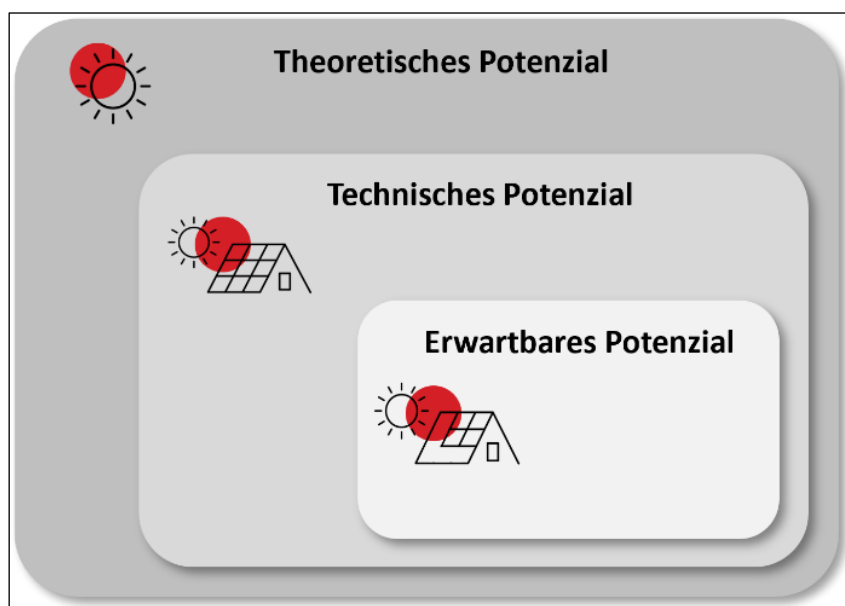


Abbildung 23: Ebenen der Potenzialermittlung

In der hier durchgeführten Potenzialanalyse wird zwischen theoretischen, technischen und erwartbaren Potenzialen unterschieden:

- Das **theoretische Potenzial** beschreibt die maximale Menge an Energie, die aus einer bestimmten Quelle ganzjährig gewonnen werden kann, ohne Berücksichtigung organisatorischer oder genehmigungsrechtlicher Einschränkungen und technischer Restriktionen. Es stellt die Obergrenze der verfügbaren Ressourcen dar, die rein physikalisch oder geographisch vorhanden sind.
- Das **technische Potenzial** berücksichtigt die technischen Möglichkeiten zur Nutzung der Ressourcen. Es umfasst die Energie, die mit aktuellen Technologien und unter Berücksichtigung physikalischer und technologischer Randbedingungen gewonnen werden kann.
- Das **erwartbare Potenzial** bezieht schließlich neben technischen und infrastrukturellen Aspekten auch wirtschaftliche, rechtliche und soziale Faktoren mit ein. Es beschreibt die Energie, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung voraussichtlich genutzt werden kann, nachdem alle Einschränkungen und Anforderungen berücksichtigt wurden.

Hinweis:

Der Arbeitsschritt Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung dient der unabhängigen Identifikation aller Potenziale und deren Quantifizierung. Es ist zu beachten, dass das in diesem Kapitel beschriebene Potenzial alle theoretisch und technisch verfügbaren Einsparpotenziale, Wärmequellen und Stromquellen abbildet. Dabei wird die **wirtschaftliche Erschließung** der jeweiligen Quelle sowie die Konkurrenz von Quellen untereinander noch **nicht einbezogen**. Die quantitative Ermittlung des erwartbaren Potenzials in der dezentralen und zentralen Wärmeerzeugung ist Teil des späteren Arbeitsschrittes zur Ermittlung des Zielszenarios.

6.2 Schutzgebiete

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist die Berücksichtigung von Schutzgebieten von zentraler Bedeutung. Schutzgebiete dienen dem Erhalt der biologischen Vielfalt, dem Schutzwertvoller Natur- und Landschaftsräume sowie der Sicherung wichtiger Ressourcen wie Trinkwasser. Da die Wärmeplanung Eingriffe in die Flächennutzung mit sich bringen kann, müssen bestehende Schutzgebiete frühzeitig identifiziert und bei der Potenzialanalyse sowie bei der späteren Maßnahmenentwicklung entsprechend berücksichtigt werden. Ziel ist es, sowohl Konflikte zu vermeiden als auch die Schutzwürdigkeit und ökologische Funktion dieser Gebiete langfristig zu sichern. In Luckenwalde bestehen verschiedene Schutzgebiete, siehe Abbildung 24, die bei der Planung besonders beachtet werden müssen und im Folgenden näher beschrieben werden.

- Das FFH- und Vogelschutzgebiet „Forst Zinna-Jüterbog-Keilberg“ südwestlich von Luckenwalde sowie die Schutzbereiche um den Königsgraben und entlang der Nuthe zeichnen sich durch eine hohe naturräumliche Vielfalt aus. Geprägt wird das Gebiet durch Silbergrasfluren, Sandheiden, naturnahe Fließgewässer sowie verschiedene Wald- und Wiesentypen. Es bietet zahlreichen seltenen und gefährdeten Arten Lebensraum und ist ein wichtiger Bestandteil des regionalen Biotopverbundes.
- Östlich von Luckenwalde befinden sich innerhalb des Naturparks Baruther Urstromtal mehrere Landschaftsschutzgebiete (LSG). Diese Gebiete dienen dem Schutz und Erhalt der naturnahen Kulturlandschaft, die durch eiszeitlich geprägte Urstromtäler, Kiefernwälder, Moore und Feuchtgebiete charakterisiert sind. In nördlicher und nordwestlicher Richtung befindet sich außerdem das LSG „Nuthetal-Beelitzer Sander“.
- Darüber hinaus befindet sich südöstlich von Luckenwalde ein großflächiges Wasserschutzgebiet, das sich entlang der Jänickendorfer Heide nach Süden ausdehnt. Dieses Gebiet dient dem Schutz der Grundwasserressourcen und stellt damit eine bedeutende

Vorrangfläche für die Trinkwasserversorgung dar. Innerhalb des Schutzgebietes gelten daher besondere Anforderungen an die Nutzung und Planung, um eine Gefährdung der Wasserqualität auszuschließen.

- Hochwassergefährdungsbereiche: Entlang der Nuthe im Stadtzentrum sowie am Königsgraben im Norden und Osten von Luckenwalde bestehen teils ausgedehnte Überschwemmungsrisikoflächen. Diese sind bei der Planung von Leitungstrassen, Wärmeerzeugungsstandorten und Gewässerquerungen zu berücksichtigen.

Weiterhin existiert auf dem Stadtgebiet Luckenwalde eine Vielzahl an Bodendenkmal-Flächen, siehe Abbildung 25. So ist beispielsweise ein großer Teil des Ortskerns Frankenfelde denkmalgeschützt. Zu den dort erfassten Bodendenkmalen zählen unter anderem ein Gräberfeld aus der Eisenzeit, Dorfkerne aus der Neuzeit und dem Mittelalter sowie Siedlungen aus der Eisenzeit, der römischen Kaiserzeit und der Bronzezeit. Im Bereich der Hauptstraße in Kolzenburg hingegen befinden sich ebenfalls mehrere Bodendenkmale, darunter ein Münzfund aus der Neuzeit, ein Münzfund aus dem deutschen Mittelalter sowie Dorfkerne aus dem Mittelalter und der Neuzeit. Bei zukünftigen Baumaßnahmen innerhalb der Bodendenkmalbereiche sind vorab Abstimmungen mit der Unteren Denkmalschutzbehörde über die Durchführung der Erdarbeiten und eventuell erforderliche archäologische Begleitungen oder ähnliche Maßnahmen durchzuführen.

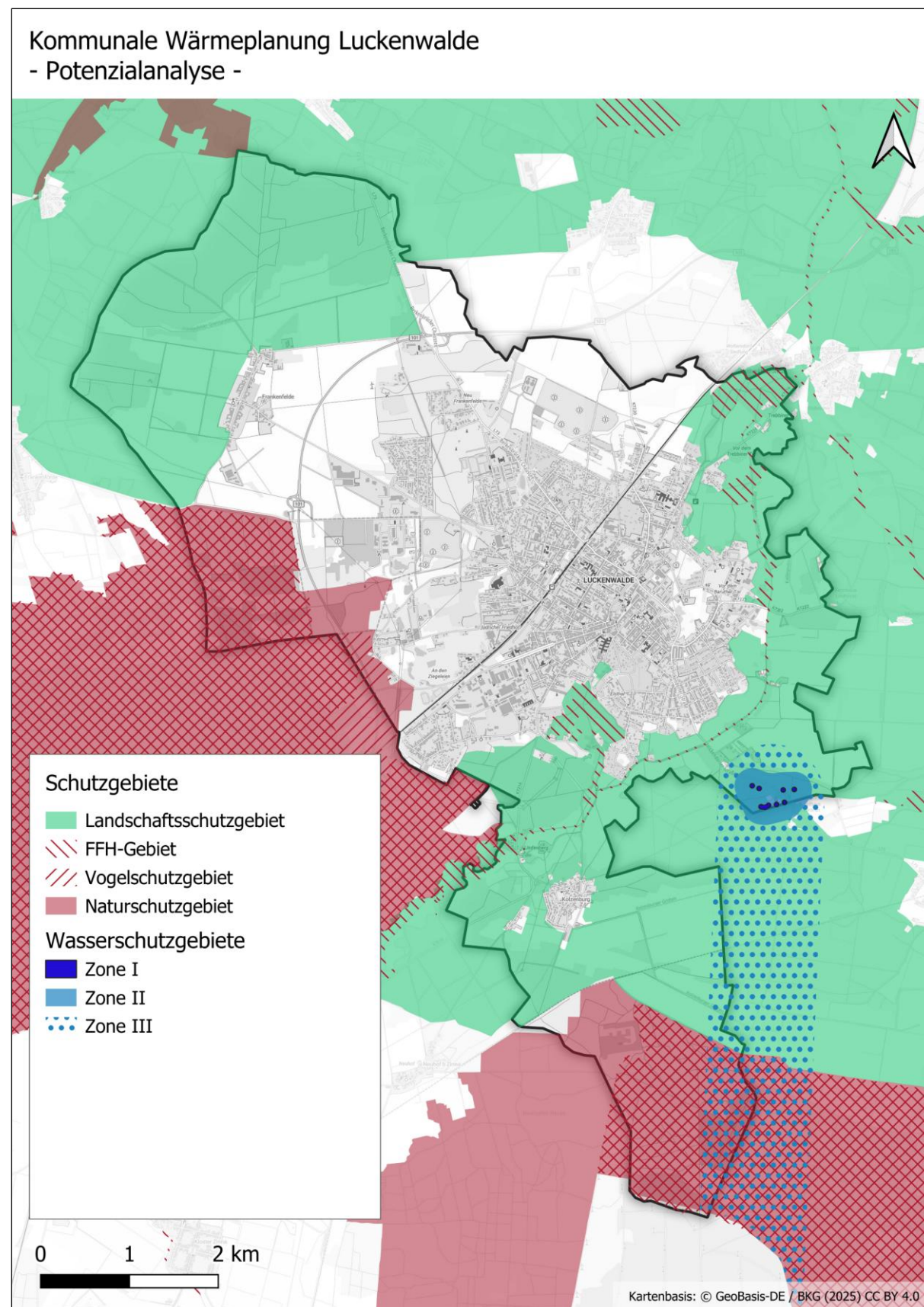


Abbildung 24: Schutzgebiete

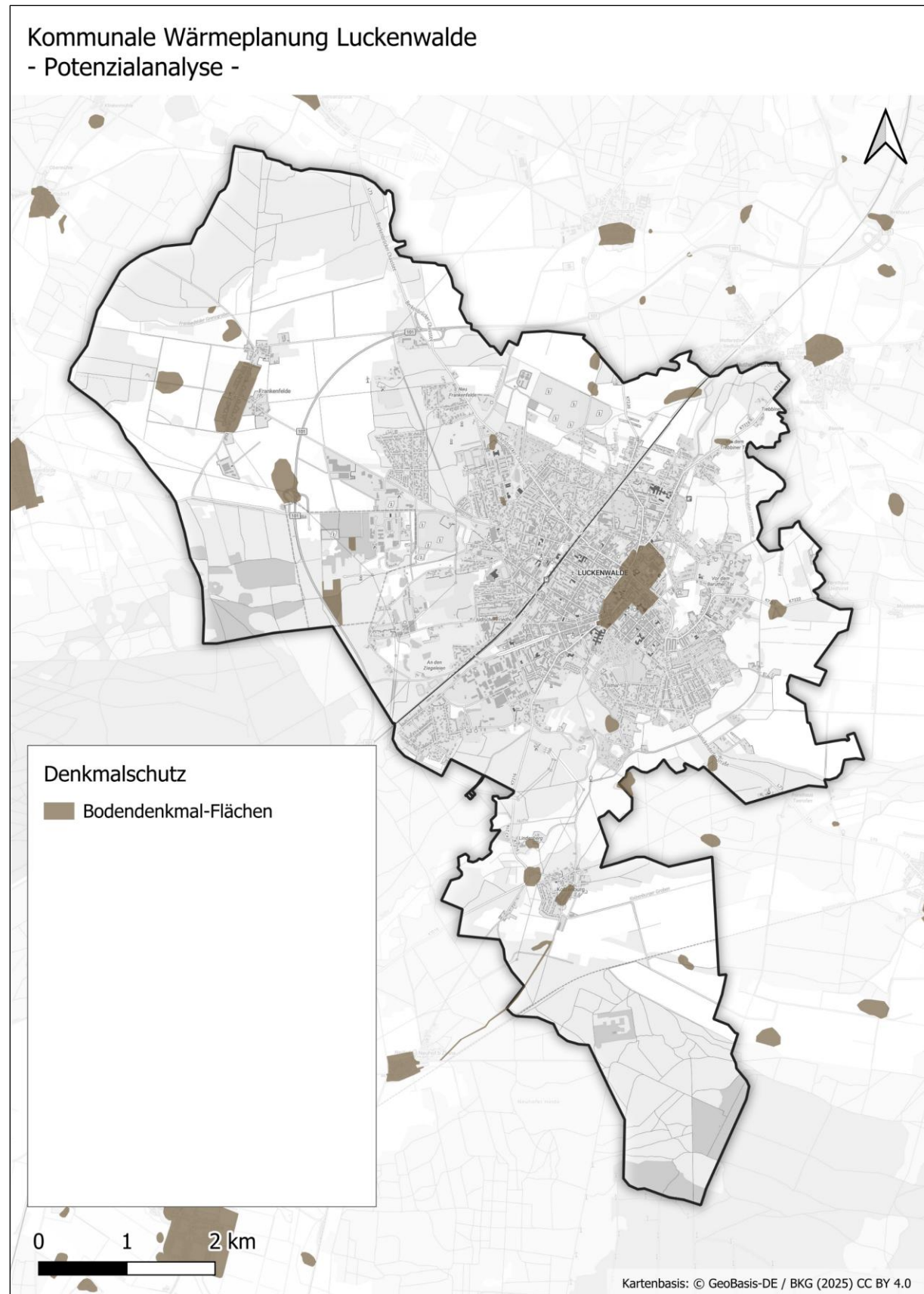


Abbildung 25: Bodendenkmale

6.3 Reduktion des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf eines Gebäudes setzt sich aus dem Raumwärmebedarf, dem Trinkwarmwasserbedarf und oder dem Prozesswärmebedarf zusammen. Das wird maßgeblich durch drei Einflussfaktoren bestimmt: **Klimaveränderungen**, **Sanierungen** der Gebäudehülle und **Effizienzsteigerungen**.

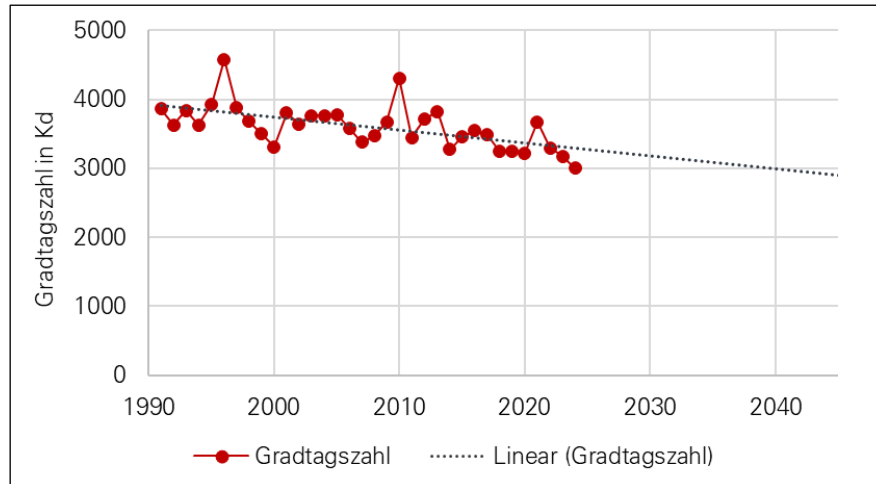


Abbildung 26: Gradtagzahlen und Trend seit 1991

Zur Quantifizierung einer möglichen Reduktion des Wärmebedarfs durch **Klimaveränderungen**, wird der historische Trend der Entwicklung der Gradtagzahlen extrapoliert; sprich, die Entwicklung des Klimas der letzten Jahre wird für die nächsten Jahre fortgeschrieben. Gradtagzahlen sind ein Maß dafür, wie stark und wie lange die Außentemperaturen unter einer bestimmten Heizgrenze liegen. Sie geben somit Auskunft über den Heizbedarf in einem bestimmten Zeitraum und korrelieren direkt mit dem Raumwärmebedarf. Im übertragenden Sinne bedeutet dies: Steigen die Außentemperaturen durch den fortschreitenden Klimawandel immer weiter an, wird der Raumwärmebedarf geringer und die Gradtagzahlen sinken.

Werden die Gradtagzahlen anhand des Trends von 1991-2022 fortgeschrieben, resultiert dies in einer Reduktion von 12,6 % im Jahr 2045 bezogen auf das Jahr 2023. Dies entspricht einer linearen Reduktion von etwa 0,6 % pro Jahr.

Mögliche Einsparungen des Raumwärmebedarfs durch energetische **Sanierung der Gebäudehülle** werden mittels des ENERKO-Sanierungstools simuliert. Das Modell berücksichtigt Sanierungstiefen, -zyklen und -raten wie im Folgenden beschrieben.

Die **Sanierungstiefe** beschreibt die potenzielle Reduktion des Wärmebedarfs eines Gebäudes durch Sanierung. Sie wird in Abhängigkeit der Baualtersklasse (BAK) des Gebäudes sowie des aktuellen spezifischen Wärmebedarfs modelliert.

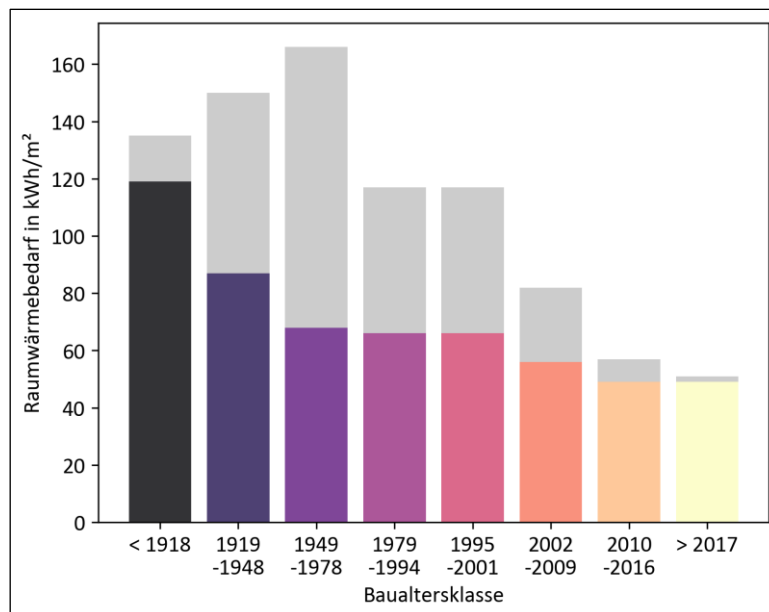


Abbildung 27: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklassen (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014)

Abbildung 27 zeigt die Datenbasis, auf dessen Grundlage prozentuale Sanierungstiefen für Wohngebäude abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass in Luckenwalde die spezifischen Ausgangsbedarfe bereits heute weit unterhalb der in der Abbildung gezeigten typischen Bedarfe liegen, was auf vermehrte Sanierungstätigkeiten in den 90ern zurückzuführen ist. Diese Ausgangslage wird in der Simulation anhand einer Abhängigkeit der Sanierungstiefe vom Ist-Zustand berücksichtigt.

Die Sanierungstiefen von Nichtwohngebäuden werden individuell je Nutzungsart festgelegt. Für denkmalgeschützte Gebäude werden geringere Sanierungstiefen angesetzt. Weiterhin wird eine Untergrenze für den flächenspezifischen Wärmebedarf von $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ angenommen, welche durch Sanierungsmaßnahmen nicht unterschritten werden kann.

Sanierungszyklen geben an, nach welcher Zeit ein Gebäude aus einer bestimmten Baualtersklasse typischerweise saniert werden würde. Da nicht alle Gebäude aus einer Baualtersklasse gleichzeitig und nicht alle Baualtersklassen nacheinander saniert werden, werden sich überlappende Spannen angenommen.

Die **Sanierungsrate** beschreibt den Anteil der Energiebezugsfläche, welche im Mittel pro Jahr energetisch ertüchtigt wird. Die Sanierungsrate wird für jede Baualtersklasse einzeln angegeben. Auf diese Weise wird ein Zeitversatz in der Sanierung modelliert; sprich, ältere Gebäude oder solche aus energieintensiven Baualtersklassen werden früher saniert.

Die hier betrachteten **Effizienzsteigerungen** beziehen sich auf die Reduktion des Trinkwarmwasserbedarfs sowie auf die Reduktion des Prozesswärmebedarfs. **Suffizienz**, die auf eine bewusste Reduktion des Verbrauchs durch Verhaltensänderungen und Anpassungen des Lebensstils abzielt, betrifft hingegen ausschließlich das Trinkwarmwasser.

Um eine mögliche Spannweite der zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich Sanierung abzubilden, werden drei Szenarien untersucht. Dabei bilden alle Szenarien eine Steigerung der Sanierungsrate im Vergleich zum Trend ab. So lagen die Sanierungsraten in Deutschland in den letzten Jahren bei durchschnittlich 0,8 % pro Jahr [7]. Dabei wurden Wohngebäude mit einer durchschnittlich geringeren, Nichtwohngebäude mit einer durchschnittlich höheren Rate saniert. Während der Austausch von Fenstern mit Sanierungsraten von 1,2 % (Wohnen, 2025) und 1,8 % (Nichtwohnen, 2025) am häufigsten durchgeführt wurden, wurden Dächer mit einer Sanierungsrate von

0,7 % (Wohnen, 2025) und 0,9 % (Nichtwohnen, 2025) saniert. Für Fassaden wurden mit 0,5 % (Wohnen, 2025) und 0,5 % (Nichtwohnen, 2025) die geringsten Raten verzeichnet Jahr [7].

Wie in den meisten Städten liegen auch für Luckenwalde keine spezifischen Daten bzgl. der Sanierungsrate vor. Im moderaten Szenario wird von einer Sanierungsrate von 0,5 % pro Jahr, im Trend-Szenario von 1,0 % pro Jahr bis 2045 ausgegangen. Im ambitionierten Szenario beträgt die Sanierungsrate 1,5 % pro Jahr, wie Tabelle 4 zeigt.

Tabelle 4: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	Trend-Szenario	Ambitioniertes Szenario
Sanierungsrate	0,5 % pro Jahr	1,0 % pro Jahr	1,5 %
Sanierungstiefe	Wohngebäude: abhängig von BAK Nichtwohngebäude: abhängig von Nutzung		
Reduktion Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung	0,25 % pro Jahr	0,5 % pro Jahr	0,75 % pro Jahr
Reduktion Trinkwarmwasserbedarf durch Suffizienz- & Effizienzsteigerung	0 % bis 2045	5 % bis 2045	10 % bis 2045
Reduktion Prozesswärmebedarf durch Effizienzsteigerung	0 % bis 2045	5 % bis 2045	10 % bis 2045

Tabelle 5 stellt die Ergebnisse aller drei Szenarien gegenüber. Während im moderaten Szenario mit Einsparungen von etwa 10 % zu rechnen ist, ergibt sich im ambitionierten Szenario eine Reduktion des Wärmebedarfs um rund 25 % des Ausgangswertes.

Tabelle 5: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	Trend-Szenario	Ambitioniertes Szenario
Reduktion Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung	6 %	11 %	17 %
Reduktion Raumwärmebedarf durch Sanierung der Gebäudehülle	6 %	9 %	10 %
Reduktion Trinkwarmwasserbedarf durch Effizienzsteigerung & Suffizienz	0 %	5 %	10 %
Reduktion Prozesswärmebedarf durch Effizienzsteigerung	0 %	5 %	10 %
Reduktion des Wärmebedarfs (RW, TWW, PW) bis 2045	10 %	18 %	25 %

Die sich ergebenden Einsparungen zeigen die zu erwartende Bandbreite des Effekts zukünftiger Sanierungsmaßnahmen auf den Wärmebedarf in Luckenwalde auf. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sollte ein möglichst robustes Sanierungsszenario ausgewählt werden. So hängt zum einen die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung in einem Gebiet direkt von dem dort angenommenen Wärmebedarf und somit auch der angenommenen Wärmebedarfsreduktion ab. Zum anderen existieren auf dem lokalen Wärmemarkt ein Wärmeangebot (neu zu erschließende Wärmequellen) und eine Wärmenachfrage (Wärmebedarf). Diese sollen bei der Erstellung des Zielszenarios der kommunalen Wärmeplanung gesamtwirtschaftlich optimal kombiniert werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Trend-Szenarios erläutert und visualisiert: Für das Jahr 2045 ergeben sich im Vergleich zum Basisjahr Einsparungen von 18 % des Wärmebedarfes. Dabei reduziert sich der Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung um 11 %. Die Sanierung der Gebäudehüllen machen 9 % Reduktion des Raumwärmebedarfes aus. Die Trinkwarmwassereinsparungen durch Effizienz- und Suffizienzsteigerungen belaufen sich auf 5 %. Aus der Sanierungsrate von 1,0 % aller Gebäude pro Jahr und einem Zeitraum von 22 Jahren (Basisjahr 2023) ergibt sich,

dass etwa 22 % der Gebäude mit den oben beschriebenen Sanierungstiefen saniert werden. Es ist zu beachten, dass dieselbe Einsparung auch durch eine Durchführung von Maßnahmen an mehr Gebäuden mit niedrigerer Sanierungstiefe, sogenannte Teilsanierungen anstelle von Vollsanierungen, erzielt werden könnten.

Abbildung 28 stellt die absoluten Einsparungen der Wohngebäude in Luckenwalde nach Baualtersklassen dar. Die farbigen Balken zeigen den Wärmebedarf nach Sanierung, der graue Balkenteil gibt die Einsparung durch Sanierung, Klimaveränderung und Effizienzmaßnahmen wieder. Es zeigt sich, dass für alle Baualtersklassen bis zum Jahr 2000 ein moderates Reduktionspotenzial durch Sanierung zu verzeichnen ist. Wärmebedarfsreduktionen für neuere Gebäude resultieren primär aus Klimaveränderung.

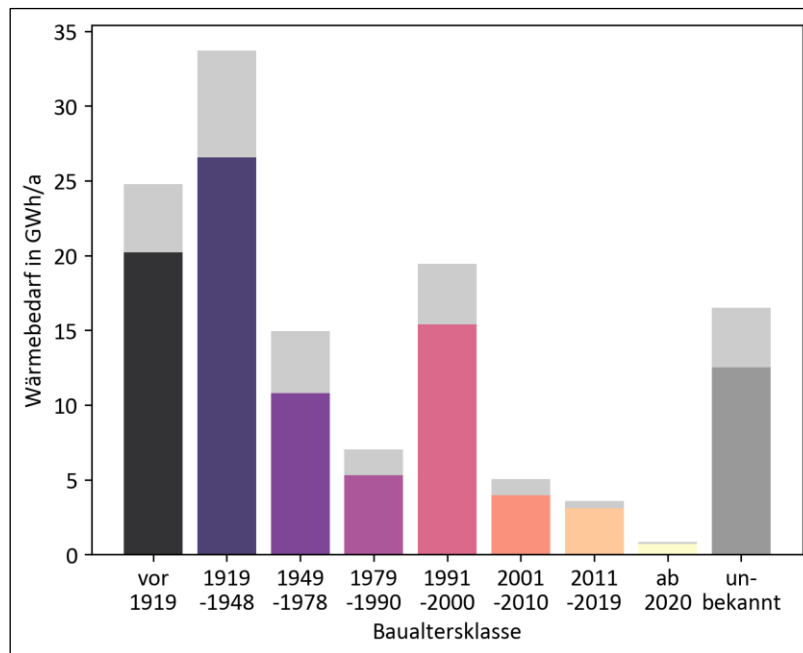


Abbildung 28: Wärmebedarf nach Sanierung (farbig) und Wärmereduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, Trend-Szenario

In Abbildung 29 werden die durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarfe im Basisjahr (Summe der farbigen und grauen Balken) den Wärmebedarfen im Jahr 2045 (farbige Balken) gegenübergestellt werden. Für jede Baualtersklasse wird hier unter Einbezug aller Gebäude diese Baualtersklasse in Luckenwalde dargestellt, welche Einsparungen im Wärmebedarf gesamtstädtisch (unter der Annahme der oben dargestellten Parameter des Trend-Szenarios) durch Sanierung und aufgrund des Klimaeffektes realisiert werden können.

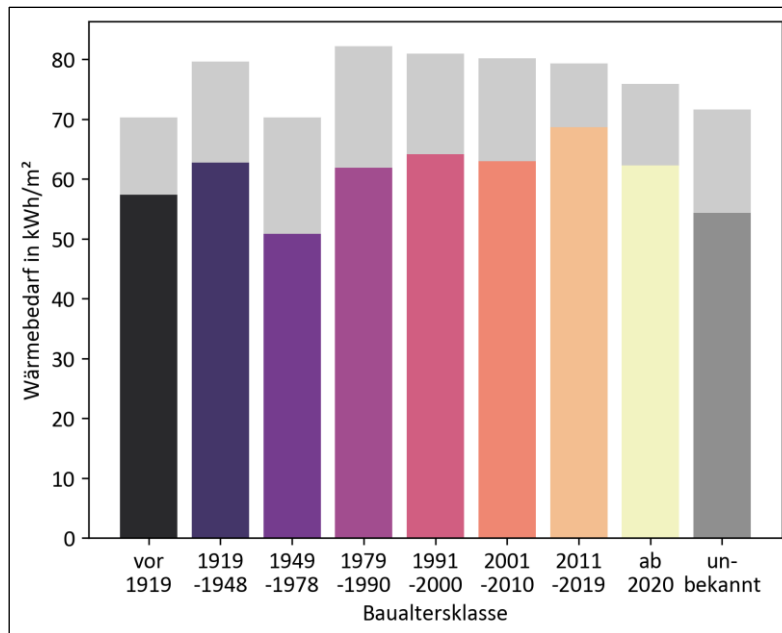


Abbildung 29: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualterklasse, Trend-Szenario

Die gezeigten Werte entsprechen dem spezifischen Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude, beinhalten folglich sowohl Raumwärme- als auch Trinkwarmwasserbedarfe. Die mittleren spezifischen Bedarfe reduzieren sich von einem schon sehr guten Niveau von 70 – 85 kWh/(m²*a) auf ein niedriges Niveau von 50 – 70 kWh/(m²*a). Dabei ist zu beachten, dass es sich hier um die Nutzwärmebedarfe (Raumwärme + Trinkwarmwasser handelt). Die Endenergiebedarfe liegen um einen auf den Anlagen-Nutzungsgrad bezogenen Faktor höher, bei einer Gasheizung beispielsweise um rund 11 %. Insgesamt gleichen sich die spezifischen Wärmebedarfe bis 2045 zwischen den Baualterklassen aneinander an.

Die folgende Karte zeigen die prozentualen im Trendszenario, dargestellt auf Baublockebene.

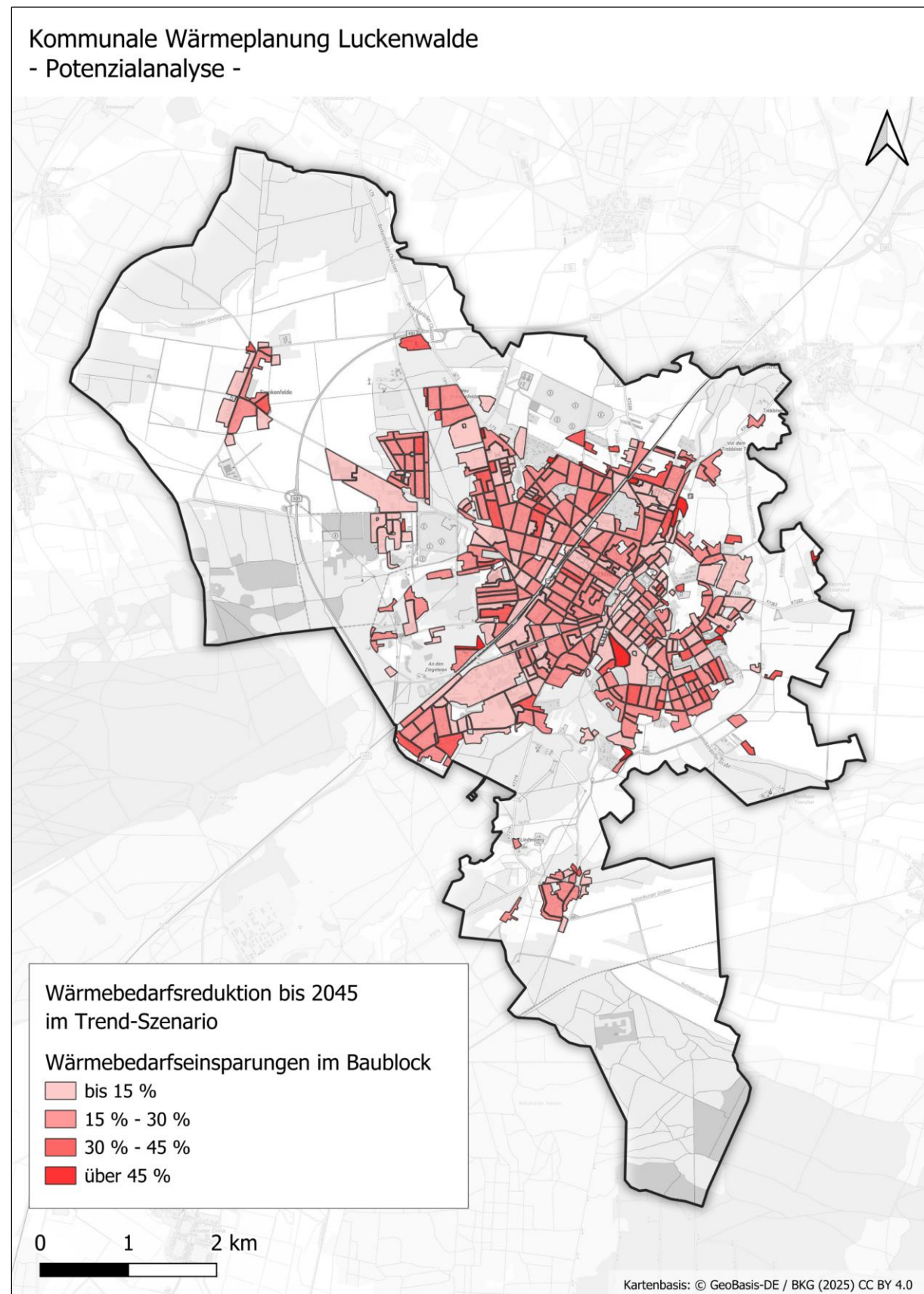


Abbildung 30: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs im Trend-Szenario mit einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene

6.4 Dezentrale Potenziale

6.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme in einer Tiefe von bis zu 400 Metern. Es gibt verschiedene Arten der Nutzung:

1. **Erdwärmesonden:** Hierbei werden Rohre vertikal in den Boden gebohrt, meist in Tiefen von 50 bis 100 m. Bei Tiefen von mehr als 100 m greift das Bergrecht, was ein aufwändigeres Genehmigungsverfahren nach sich zieht. Durch die Rohre zirkuliert eine Flüssigkeit (Sole), die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an eine Wärmepumpe weiterleitet. Diese Art eignet sich auch für kleinere Grundstücke, da die Bohrungen tief, aber schmal sind.
2. **Erdwärmekollektoren:** Diese Rohre werden horizontal etwa 1,2 bis 1,5 m unter der Erdoberfläche verlegt. Sie entziehen dem Boden die Wärme auf einer größeren Fläche. Diese Methode benötigt allerdings viel Platz in der Fläche und ist daher eher für große Grundstücke geeignet.
3. **Energiepfähle:** Hier werden bereits vorhandene Fundamente von Gebäuden (Pfahlfundamente), sogenannte Pfähle, zur Wärmergewinnung genutzt. In die Pfähle werden Rohre integriert, die wie bei Erdwärmesonden Wärme aufnehmen. Diese Methode wird oft bei Neubauten angewendet, die eine Gründung mit Pfahlfundamenten benötigen.
4. **Grundwasserwärmepumpen:** Sie entziehen dem Grundwasser direkt Wärme. Dazu wird Grundwasser über einen Brunnen gefördert, die Wärme entzogen und anschließend in einen zweiten Brunnen zurückgeleitet. Voraussetzung ist eine ausreichend große und saubere Grundwasserquelle.
5. **Wärmepumpen mit Eisspeichern:** Sie stellen eine Sonderform von Wärmepumpenanlagen dar und bieten sich insbesondere für Gebäude an, die im Sommer gekühlt werden sollen oder müssen. Bei einem Eisspeicher entzieht die Wärmepumpe im Winterhalbjahr dem Wasser in einem in der Regel unterirdisch installierten Speicherbehälter Wärmeenergie für die Beheizung des Gebäudes. Das Wasser geht dabei in den festen (gefrorenen) Aggregatzustand über. Im Sommerhalbjahr muss der Speicher durch Wärmezufuhr regeneriert (aufgetaut) werden. Dies kann beispielsweise durch Zufuhr von Wärme aus einer Solarthermieanlage, einer Erdsonde oder auch durch Kühlung (Klimatisierung) des Gebäudes erfolgen. Eisspeicher-Wärmepumpen sind vor allen in kleinen und mittleren Gebäudegrößen gegenüber anderen Wärmepumpenbauarten mit den höchsten Investitionen verbunden. Sie können aber im Einzelfall sinnvoll sein, wenn beispielsweise Gebäude im Sommerhalbjahr klimatisiert werden sollen. Für einen flächendeckenden Einsatz werden sie im Rahmen der Wärmeplanung jedoch noch nicht angesetzt.

Es ist zu beachten, dass die Errichtung von Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen (z. B. mit Erdsonden oder Erdkollektoren) gemäß Wasserhaushaltsgesetz und Brandenburgischem Wassergesetz erlaubnispflichtig beziehungsweise – je nach Größe und Ausführung – mindestens anzeigepflichtig ist. Die Anlagen dürfen erst errichtet werden, wenn die entsprechenden behördlichen Genehmigungen vorliegen, also entweder eine wasserrechtliche Erlaubnis oder eine Bestätigung der Anzeige durch die zuständige Behörde vorliegt.

Zur Berechnung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie in Luckenwalde wird die Option Erdwärme betrachtet.

Tabelle 6: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie

GEOTHERMIE, oberflächennah**Theoretisches Potenzial:**

- Maximale Wärmemenge bei Nutzung der gesamten Flurstücksfläche
- Wärmebereitstellung über Geothermie-Sonden und Geothermie-Wärmepumpen
- Ausschluss von Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Ausschluss von Flurstücken, die den anliegenden Wärmebedarf nicht vollständig decken können
- Begrenzung des Potenzials auf den tatsächlichen Wärmebedarf je Flurstück

Das Potenzial wird für jedes Flurstück, auf dem ein beheiztes Gebäude vorhanden ist, ermittelt. Flurstücke in Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II liegend werden ausgeschlossen, da hier Bohrungen verboten sind. Es wird angenommen, dass 40 % der unbebauten Flurstücksflächen für Bohrungen zur Verfügung stehen und eine Sonde einer Fläche von 64 m² bedarf.

Im Stadtgebiet von Luckenwalde bestehen mehrere ausgewiesene Grundwasserverunreinigungsbereiche. Diese befinden sich insbesondere:

- östlich der Bahn vom Industriegebiet „Industriestraße“ in Richtung Innenstadt bis mindestens zur Puschkinstraße reichend,
- ebenfalls im Innenstadtbereich westlich der Bahn vom Herrmann-Henschel-Weg in Richtung Dessauer Straße, ausgehend vom ehemaligen Gaswerksstandort,
- sowie im nördlichen Stadtgebiet bei Neu Frankenfelde bis Ruhlsdorf, ausgehend von den ehemaligen Rieselfeldern.

Die Flächen sind im Geoportal Teltow-Fläming als Grundwasserverunreinigungen kartiert (Stand 2025) und in der folgenden Abbildung 31 dargestellt. Die Art der Belastungen umfasst organische und anorganische Schadstoffe sowie Nährstoffeinträge [7]. Bei der Errichtung von Erdwärmesonden sind daher in diesen Bereichen besondere standortbezogene hydrogeologische Prüfungen notwendig, um Gefährdungen des Grundwassers durch Bohrarbeiten und Solekreisläufe auszuschließen. Eine pauschale Reduktion des technisch nutzbaren Potenzials wurde im Rahmen dieser übergeordneten Potenzialanalyse nicht vorgenommen, da die tatsächliche Realisierbarkeit jeweils einzelfallbezogen im Genehmigungsverfahren geprüft werden muss. Bei der weiteren geothermischen Planung ist jedoch zu beachten, dass die Schaffung einer treibhausgasemissionsfreien Wärmeversorgung in den kommenden Jahren nicht zu Lasten der vorhandenen Grundwasserleiter erfolgen kann. Die unterirdischen Wasservorkommen sind für zukünftige Generationen zu schützen. Vorhandene technische Verfahren und Hilfsmittel schließen Grundwasserverunreinigungen bei Bohrungen bisher nicht vollständig aus, daher werden oftmals Tiefenbegrenzungen für Bohrungen festgelegt. Diese werden aber nicht pauschal für sehr große Bereiche beschlossen, sondern unterliegen Einzelfallentscheidungen. Abweichungen sind je Grundwasserstand und -qualität, anstehende Bodenverhältnisse oder durch bekannte Grundwasserverunreinigungen in Stadtgebiet möglich.

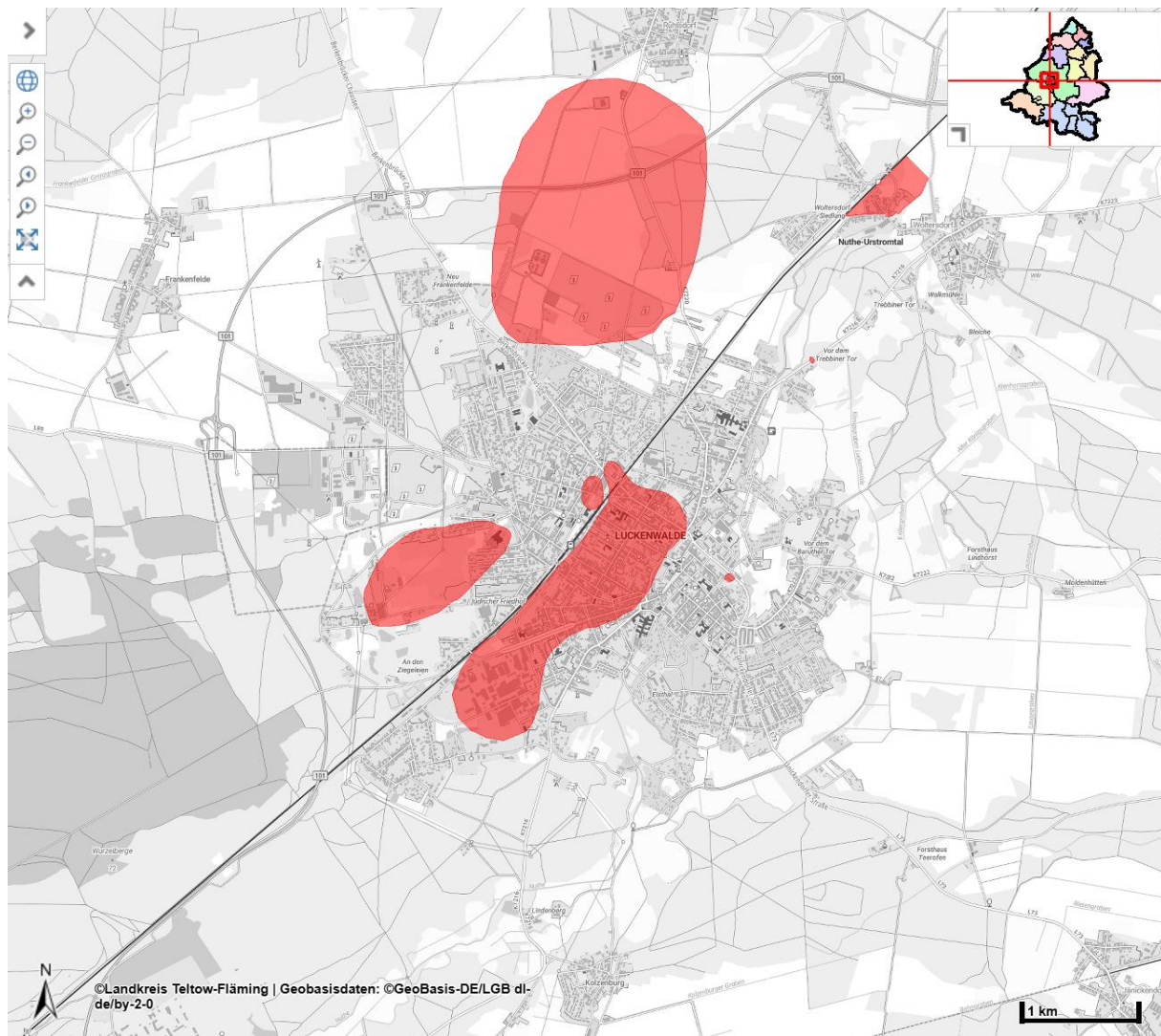


Abbildung 31: Bereiche mit Grundwasserverunreinigungen

Zur Bestimmung der **anzusetzenden Entzugsleistung** wurde die gegenseitige Beeinflussung für Sondenfelder verschiedener Sondenlängen und ohne Regeneration simuliert: Für 100 m tiefe Sonden und ein quadratisch angeordnetes Sondenfeld sinkt die Entzugsleistung durch gegenseitige thermische Beeinflussung regressiv von 50 W/m (1 Sonde) bis auf 10 W/m (ab 40 Sonden). Für eine Sondenlängen von 50 m und ein quadratisch angeordnetes Sondenfeld zeigt sich ein regressiver Verlauf von 50 W/m (1 Sonde) bis auf 15 W/m (ab 50 Sonden).

Die Wärmebereitstellung auf dem für die Raumwärme und Trinkwarmwasserwärme geforderten Temperaturniveau erfolgt unter Annahme einer Vollaststundenzahl von 1.500 h/a über Sole-Wasser-Wärmepumpen, für die eine Jahresarbeitszahl (Kennzahl für die mittlere Effizienz einer Wärmepumpe) von 3,6 [2] angesetzt wird. Das theoretische Potenzial der Wärmebereitstellung aus oberflächennaher Geothermie wird in Bezug zum Wärmebedarf auf dem Flurstück gesetzt. Insgesamt ergibt sich für das theoretische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Luckenwalde ein Wert von 392 GWh/a.

Zur Berechnung des technischen Potenzials wird davon ausgegangen, dass der Einsatz einer dezentralen, oberflächennahen Geothermielösung in Kombination mit einer Wärmepumpe nur sinnvoll ist, wenn das Wärmeerzeugungspotenzial mindestens 100 % des Wärmebedarfes auf dem Flurstück beträgt. Für den Fall, dass diese Randbedingung erfüllt ist, begrenzt der Wärmebedarf das technische Potenzial. Sofern die Randbedingung nicht erfüllt ist, wird das Potenzial

für das entsprechende Flurstück rechnerisch auf 0 gesetzt. Diesem Vorgehen wird die Annahme vorausgesetzt, dass keine Hybridanlagen gebaut werden und aufgrund des Bergrechts eine Sondentiefe von 100 m eher nicht überschritten wird. Diese Annahme ist für die übergeordnete Potenzialbetrachtung des gesamten Stadtgebiets hinsichtlich dezentraler Erdwärmepumpen hinreichend. Im Fall großer Liegenschaften, Nichtwohngebäude oder auch großer Wohngebäude, können Hybridsysteme oder kombinierte Wärmepumpensysteme hingegen auch zum Lösungsspektrum gehören und sind für den Einzelfall zu prüfen. Insgesamt ergibt sich für das technische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Luckenwalde ein Wert von 92 GWh/a.

Abbildung 32 zeigt eine Karte des technischen Potenzials pro Baublock. Je heller ein Baublock dargestellt ist, umso geringer ist der Anteil des Wärmebedarfs im Baublock, der durch Erdwärme in Kombination mit Wärmepumpen gedeckt werden könnte. Es ist zu beachten, dass diese Auswertung für Sonden mit einer Länge von 100 m erfolgt ist. Bei einer geringeren Sondentiefe und gleicher Anzahl sinkt das Potenzial, bei längeren Sonden und gleicher Sondenanzahl kann in unterversorgten Gebieten theoretisch ein höherer Anteil gedeckt werden.

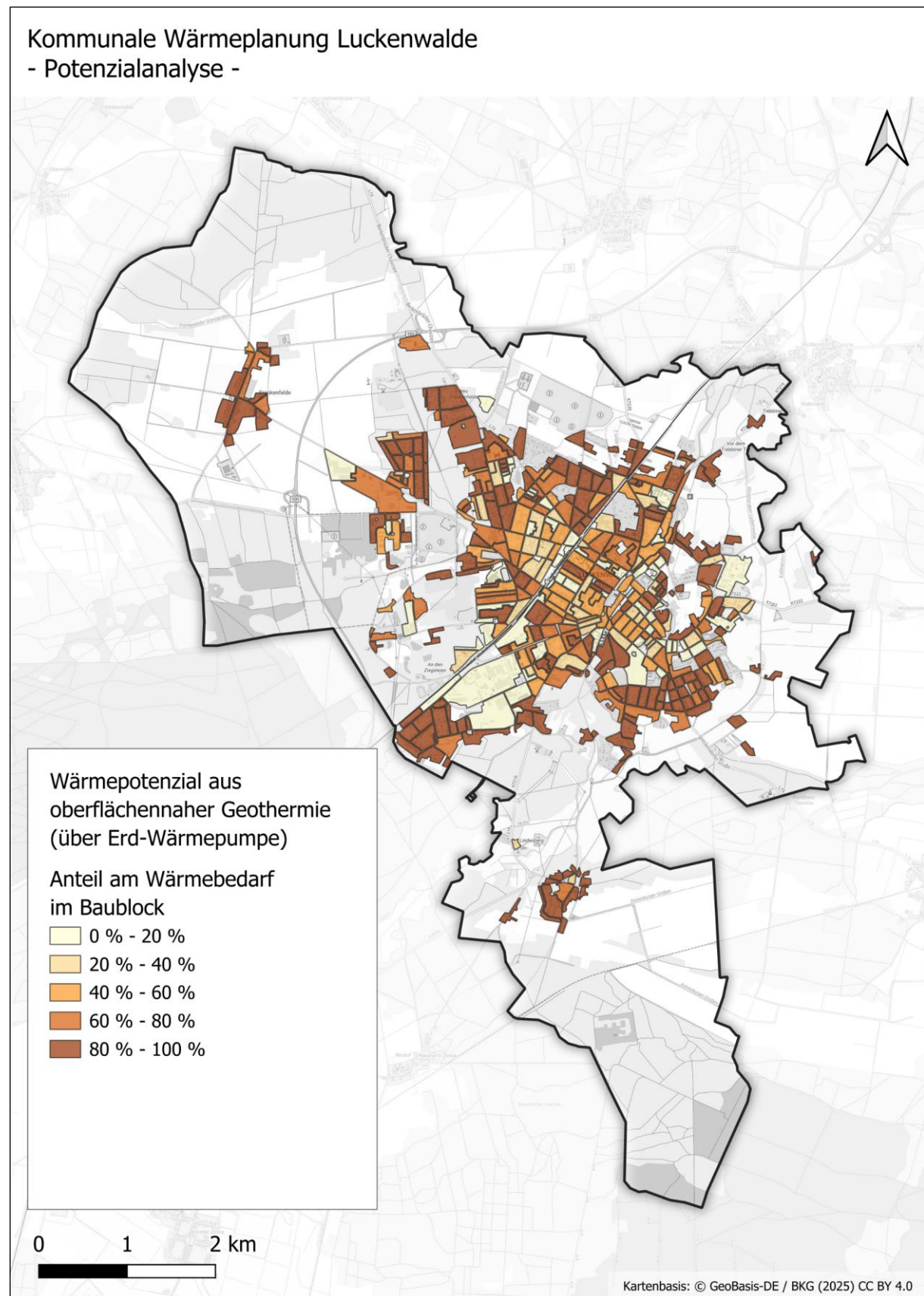


Abbildung 32: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie, Darstellung auf Baublockebene

6.4.2 Umgebungsluft

Die Nutzung der Umgebungsluft mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen bietet sich an allen Stellen an, an denen zur Wärmeerzeugung keine andere Technologie, wie beispielsweise die Erdwärme-Wärmepumpe mit einer höheren Effizienz gegenüber der Luftwärmepumpe, primär zum Einsatz kommen kann. Der Grund liegt in der Flexibilität von Luft-Wärmepumpen, da Umgebungsluft grundsätzlich überall verfügbar ist.

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe funktioniert nach dem Prinzip eines „umgedrehten Kühlturms“. Die in der Umgebungsluft enthaltene Wärmeenergie wird mittels eines Kreislauftsystems im Außenbereich über die sogenannte Außeneinheit (Wärmetauscher) gewonnen, durch die Wärmepumpe auf ein erhöhtes Temperaturniveau gebracht und anschließend für die Beheizung der Innenräume zur Verfügung gestellt.

Der Umwandlungsnutzungsgrad – sog. Leistungszahl (COP = Coefficient of Performance), die das Verhältnis von Wärmeerzeugung zu Energieeinsatz (Elektroenergie) angibt – hängt von der Außenlufttemperatur ab. Im Winterhalbjahr ist die Außentemperatur und damit auch die Leistungszahl niedrig (worst case 1,5 bis 2,5), im Sommerhalbjahr höher (bis zu 3,5). Der Stromaufwand für den Betrieb ist daher insbesondere im Winterhalbjahr in der Regel höher als bei Wärmepumpen, die mit Erdwärme (oberflächennahe Geothermie) mit einem ganzjährig verfügbaren Temperaturniveau von 10-15 °C arbeiten.

Eine Potenzialeingrenzung ist aufgrund der lokal immer verfügbaren Wärmequelle Außenluft nicht möglich beziehungsweise nur durch den Wärmebedarf insgesamt gegeben. In der Praxis ergeben sich Einschränkungen durch bereits vorhandene Heizungsalternativen wie Fernwärme, fehlenden Platzbedarf, hohe Temperaturanforderungen in alten Heizungssystemen in der Fernwärme und die Vereisungsgefahr an den Luft-Wärmetauschern bei niedrigen Außentemperaturen. Eingeschränkt werden kann die Nutzung somit durch die Lage des Gebäudes, durch baurechtliche Einschränkungen und klimatische Bedingungen.

So kann es zum Beispiel sein, dass baurechtlich erforderliche Abstände (Berücksichtigung von Brandschutz und Schallemissionen) nicht eingehalten werden können und somit die Nutzung der Umweltwärme an dieser Stelle ausgeschlossen ist.

Wärmepumpen dürfen in Brandenburg seit 2023 auch innerhalb der Abstandsflächen und direkt an der Grundstücksgrenze errichtet werden, sofern sie bestimmte bauliche Maße nicht überschreiten. Laut § 6 Abs. 8 der BbgBO sind Wärmepumpen einschließlich ihrer Fundamente und Einhausungen mit einer Höhe bis zu 2 m und einer Gesamtlänge je Grundstücksgrenze von maximal 3 m ohne gesonderten Abstand zulässig. Ein vorgeschriebener Mindestabstand zur Grundstücksgrenze besteht damit nicht mehr, sofern diese baulichen Anforderungen eingehalten werden. Zusätzlich sind die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm entsprechend der Gebietsausweisung nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO) zu beachten. So dürfen gemäß Abschnitt 6.1 e) der TA-Lärm in allgemeinen Wohngebieten tagsüber 55 dB(A) und nachts 40 dB(A) nicht überschritten werden.

Eine flächendeckende Untersuchung zur Eingrenzung des genehmigungsrechtlichen Potenzials nach Gebäudetypen und deren Lage ist für das Stadtgebiet Luckenwalde im Rahmen der Wärmeplanung nicht leistbar.

In einer aktuellen Untersuchung wurde das räumlich aufgelöste technische Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen im gesamten Bundesgebiet untersucht [8]. Hierbei wurden auch Luftwärmepumpen mit einbezogen und diese insbesondere hinsichtlich ihrer Eignung bezüglich der zu erwartenden und zulässigen Lärmemissionen nach typischen Siedlungsgebieten untersucht und die Potenziale je nach Siedlungsstruktur beziehungsweise Stadt-/Gemeindetyp ermittelt.

Erwartungsgemäß liegen die Potenziale für Luft-Wärmepumpen in Gebieten mit lockerer (Einfamilienhaus-)Bebauung deutlich höher als in dichter bebauten Städten. Die Potenziale liegen bei:

- Landgemeinden unter 5.000 EW: 75 %
- Kleinstädte mit 5.000 bis 20.000 EW: 71 %
- Mittelstädte mit 20.000 bis 100.000 EW: 63 %
- Großstädte ab 100.000 EW: 49 %

Für Luckenwalde als Kleinstadt ist für die Gesamtbetrachtung des Stadtgebietes zunächst von einem technischen Potenzial gemäß dem Mittelwert der Kleinstädte von rund 71 % auszugehen. Die Studie weist für den gesamten Landkreis ein Potenzial zwischen 70 % bis 79 % aus. Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs aus Luft-Wärmepumpen beträgt damit rund 134 GWh/a bei 71 % des gesamten Wärmebedarfs.

Bei einer weiteren räumlichen Auflösung muss zwischen den Gebieten mit lockerer Bebauung und verdichteten Zentren des Stadtzentrums differenziert werden. Im Rahmen des Zielszenarios werden die kleinräumigen Differenzierungen zur Eingrenzung der dezentral beziehungsweise über Wärmenetze zu versorgende Areale berücksichtigt. Eine Detaillierung bis herunter zur Adressenebene ist dabei aber nicht möglich.

6.4.3 Dachflächen-Solarthermie

Dachflächen-Solarthermieanlagen nutzen die Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Wärme, die zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden kann. Es gibt verschiedene Systeme:

- **Flachkollektoren:** Diese großflächigen, flachen Kollektoren werden direkt auf das Dach montiert und bestehen aus einer Glasabdeckung und einem wärmeabsorbierenden Material. Sie sind robust, preisgünstig und besonders für den Sommerbetrieb gut geeignet.
- **Vakuumröhrenkollektoren:** Diese Kollektoren bestehen aus mehreren Röhren, in denen ein Vakuum zur Isolation genutzt wird. Sie bieten eine höhere Effizienz, vor allem bei geringerer Sonneneinstrahlung (diffuse Strahlung), und eignen sich gut für den ganzjährigen Einsatz.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme und Strom jedoch geringer als beispielsweise in den Einzelsystemen ausfällt.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-Solarthermie in Luckenwalde wurde das Solarkataster Luckenwalde [9] ausgewertet. Im Auftrag der SBL wurde die Stadt 2012 überflogen und dabei engmaschig mit Lasern abgetastet. Aus dem gewonnenen Höhenprofil wurde die Eignung der Dachflächen für photoelektrische oder thermische Solaranlagen errechnet. Das Rechenverfahren berücksichtigt Größe, Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie den Gang der Sonne zu allen Jahreszeiten und die Abschattungen durch benachbarte Gebäude, Bäume, Schornsteine u. A.

Im resultierenden Solarkataster Luckenwalde werden Dachflächen nach ihrer Eignung für Solarthermie unter Berücksichtigung von Größe, Ausrichtung und Neigung kategorisiert. Zur Berechnung des möglichen Ertrags der Flächen, werden weiterhin spezifische Informationen zur Dachausrichtung und Dachneigung aus dem landesweiten Solarkataster Brandenburg [10] auf die im Solarkataster Luckenwalde ermittelten Flächen übertragen.

Für den Ertrag wird ein mittlerer Modulwirkungsgrad von 50 % angenommen. Bei Flachdächern wird eine Aufständigung betrachtet. Grundlage für die Einstrahlung auf Modulebene sind die Informationen zur Ausrichtung der jeweiligen Dachfläche.

Tabelle 7: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Dachflächen

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmeerzeugung bei Betrachtung geeigneter Flächen und Einstrahlungsdaten laut dem Solarkataster

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Ausschluss von Flächen auf denkmalgeschützten Gebäuden
- Skalierung des Potenzials auf einen solaren Deckungsanteil von maximal 30 % des Wärmebedarfs für Raumwärme und Trinkwarmwasser

In Luckenwalde gibt es 0,95 Millionen m² Dachfläche, die theoretisch zur Erzeugung von Wärme mittels Solarthermie geeignet sind. Davon entfallen 59 % auf Dachflächen von Wohngebäuden, 40 % auf Dachflächen der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie sowie 7 % auf öffentliche Gebäude. Das kumulierte theoretische Potenzial für all diese Flächen beträgt 330 GWh/a.

Unter der Annahme, dass Solarthermie-Anlagen so dimensioniert werden, dass sie bis zu 30 % des Raumwärme- und Trinkwarmwasser-Bedarfs decken, beträgt das technische Potenzial 43 GWh/a. Weiterhin wurden Einschränkungen durch die Untere Denkmalschutzbehörde berücksichtigt. So sind insbesondere in Bereichen der denkmalgeschützten Siedlungen „Am Anger“, „Auf dem Sande“ oder in der Mendelsohn-Siedlung „Gottower Straße / Upstallweg“ die Installation von Anlagen, die vom öffentlichen Raum aus einsehbar sind, nicht zulässig. In Abbildung 33 sind die technischen Potenziale nach den Eignungsklassen des Solarkatasters Luckenwalde dargestellt.

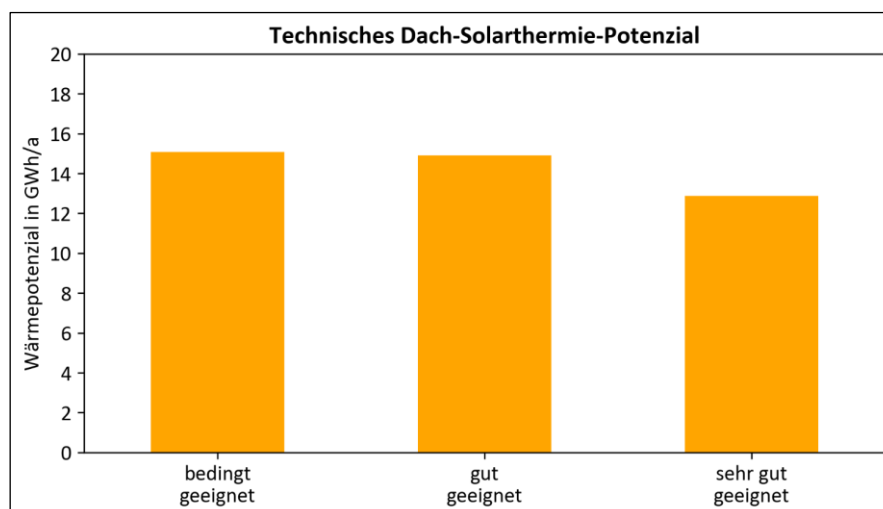


Abbildung 33: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Eignungsklassen

Abbildung 34 zeigt eine Karte des technischen Potenzials auf Baublockebene. Die mögliche Wärmeerzeugung durch Solarthermie im Baublock wird auf den Wärmebedarf im Baublock bezogen.

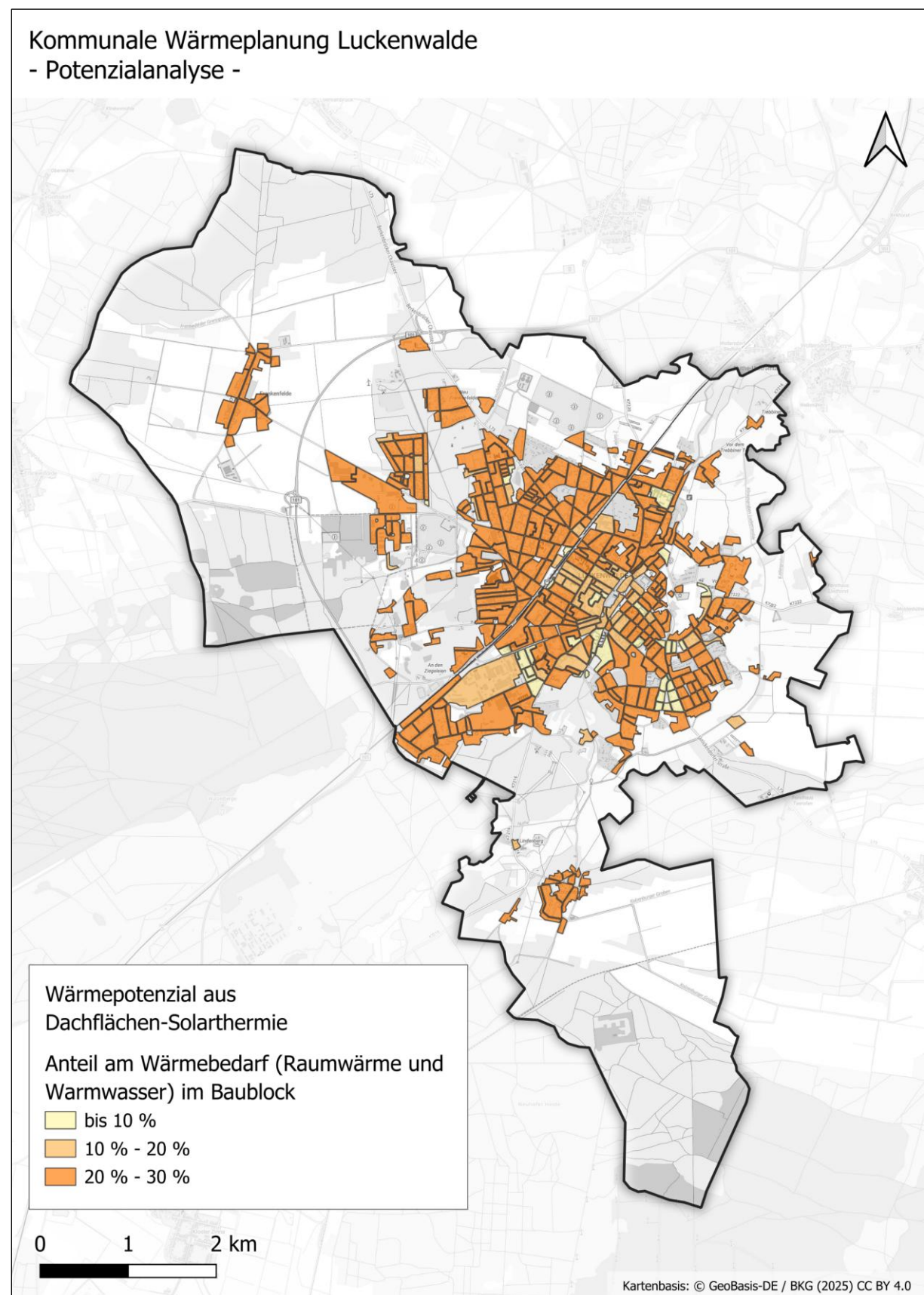


Abbildung 34: Technisches Dachflächen-Solarthermiefpotenzial, Darstellung auf Baublockebene

Während in vielen Baublöcken die Dachflächen in den Baublöcken ausreichend groß sind um 30 % des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs über Solarthermie zu decken, bleiben insbesondere Baublöcke in den dicht bebauten Bereichen der Innenstadt sowie in denkmalgeschützten Bereichen unterhalb dieses solaren Deckungsgrads.

Für das erwartbare Potenzial ist zu beachten, dass Solarthermie meist in Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen steht. Während PV-Anlagen insbesondere in Kombination mit strombasierten Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen vorteilhaft sind und flexibel für den weiteren Endenergieverbrauch des Gebäudes eingesetzt werden können (zum Beispiel für den Haushaltsstrom), eignet sich Solarthermie in Kombination mit Biomasse, um über die Solarthermie den TWW-Bedarf im Sommer abzudecken. Hier können Solarthermieanlagen zu einer Reduktion des Brennstoffbedarfes beitragen. Durch PVT-Kollektoren werden beide Technologien in einem Modul vereint. In Kombination mit Wärmepumpen ist insbesondere die Bauform als Luft-Sole-Kollektoren, auch als PVT-Wärmepumpenkollektoren bezeichnet, interessant. Diese können sowohl die direkte Solarstrahlung als auch die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen. Sie kombinieren die Funktionen eines Photovoltaikmoduls zur Stromerzeugung mit einem Wärmeübertrager, der auf der Rückseite des Moduls angebracht ist. Diese Konstruktion ermöglicht es, die Abwärme des PV-Moduls effizient zu nutzen und gleichzeitig Wärme direkt aus der Umgebungsluft zu gewinnen.

6.4.4 Dachflächen-Photovoltaik

Dachflächen-Photovoltaikanlagen wandeln Sonneneinstrahlung direkt in elektrische Energie um. Es gibt verschiedene Arten von PV-Anlagen:

- **Monokristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus einzelnen Siliziumkristallen und bieten den höchsten Wirkungsgrad. Sie sind besonders effizient bei direkter Sonneneinstrahlung und eignen sich ideal für kleinere Dachflächen.
- **Polykristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus mehreren Siliziumkristallen, sind günstiger in der Herstellung, aber etwas weniger effizient als monokristalline Module. Sie funktionieren gut bei diffuserem Licht und sind eine häufige Wahl für größere Dächer.
- **Dünnschichtmodule:** Diese Module sind leichter und flexibler als kristalline Module, jedoch weniger leistungsstark. Sie eignen sich für Dächer, die weniger Gewicht tragen können oder bei denen das Aussehen eine Rolle spielt.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme und Strom jedoch geringer als in Einzelsystemen ausfällt.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-Photovoltaik in Luckenwalde wurde das Solarkataster Luckenwalde [9] ausgewertet. Im Auftrag der SBL wurde die Stadt 2012 überflogen und dabei engmaschig mit Lasern abgetastet. Aus dem gewonnenen Höhenprofil wurde die Eignung der Dachflächen für photoelektrische oder thermische Solaranlagen errechnet. Das Rechenverfahren berücksichtigt Größe, Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie den Gang der Sonne zu allen Jahreszeiten und die Abschattungen durch benachbarte Gebäude, Bäume, Schornsteine u. A.

Im resultierenden Solarkataster Luckenwalde werden Dachflächen nach ihrer Eignung für Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung von Größe, Ausrichtung und Neigung kategorisiert. Zur Berechnung des möglichen Ertrags der Flächen, werden weiterhin spezifische Informationen zur Dachausrichtung und Dachneigung aus dem landesweiten Solarkataster Brandenburg [10] auf die im Solarkataster Luckenwalde ermittelten Flächen übertragen.

Für den Ertrag werden Module mit einer Peak-Leistung von 220 W/m^2 angenommen. Bei Flachdächern wird eine Aufständigung betrachtet. Grundlage für die Einstrahlung auf Modulebene sind die Informationen zur Ausrichtung der jeweiligen Dachfläche.

Tabelle 8: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Dachflächen

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Stromerzeugung bei Betrachtung der geeigneten Flächen und Einstrahlungsdaten laut dem Solarkataster

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Flächen auf denkmalgeschützten Gebäuden

In Luckenwalde stehen 0,72 Millionen m^2 Dachfläche zur Verfügung, die theoretisch zur Erzeugung von Strom mittels Photovoltaik geeignet sind. Davon entfallen 56 % auf Dachflächen von Wohngebäuden, 34 % auf Dachflächen der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie sowie 7 % auf öffentliche Gebäude.

Dass für Photovoltaik eine geringere Dachfläche als geeignet ausgewiesen wird als für Solarthermie, liegt an den unterschiedlichen Eignungskriterien beider Technologien: An die für Photovoltaik geeigneten Flächen werden hinsichtlich Mindestgröße, Einstrahlung und Verschattungsarmut strengere Anforderungen gestellt, da ein wirtschaftlicher Stromertrag eine möglichst gute und gleichmäßige Besonnung voraussetzt. Solarthermische Anlagen können demgegenüber auch kleinere oder etwas ungünstiger ausgerichtete Teilflächen noch sinnvoll nutzen. Die unterschiedlichen Flächenwerte sind somit kein Widerspruch, sondern Ergebnis der technologiespezifischen Bewertung im Solardachkataster.

Das kumulierte theoretische Potenzial für all diese Flächen beträgt 109 GWh/a.

Das technische Potenzial, welches hier dem theoretischen Potenzial ohne denkmalgeschützte Gebäude entspricht, beträgt für das gesamte Stadtgebiet 95 GWh/a. Diese Angabe stellt eine konservative Abschätzung dar, da in Bereichen denkmalgeschützter Siedlungen keine Anlagen zulässig sind, die vom öffentlichen Raum aus einsehbar sind.

In Abbildung 35 sind die technischen Stromerzeugungspotenziale nach den Eignungsklassen des Solarkatasters Luckenwalde dargestellt.

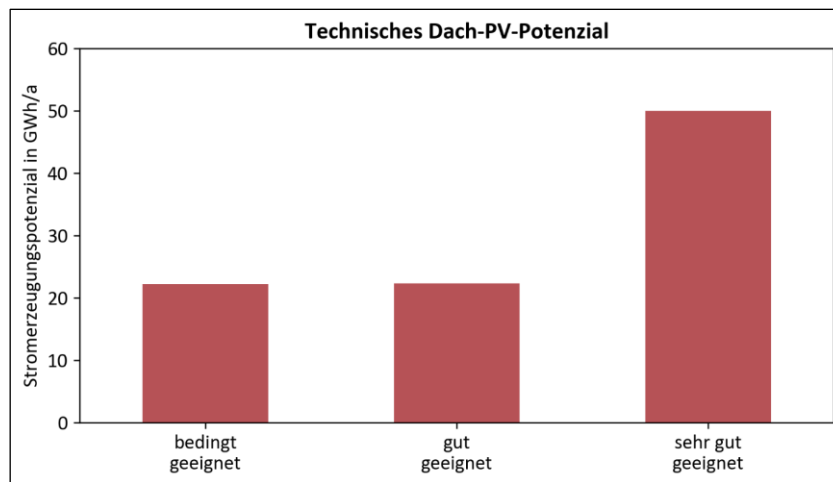


Abbildung 35: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Eignungsklassen

Abbildung 36 zeigt auf Baublockebene den theoretisch möglichen Anteil zur Wärmebedarfsdeckung über eine PV-Anlage in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Dabei wurde eine Jahresarbeitszahl der Luft-Wasser-Wärmepumpe von 2,4 angenommen. Während in vielen Baublöcken die Dachflächen ausreichend groß sind, um bilanziell 100 % des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs über eine PV-Wärmepumpen-Kombination zu decken, bleiben insbesondere Baublöcke in den dicht bebauten Bereichen der Innenstadt sowie in denkmalgeschützten Bereichen unterhalb dieses solaren Deckungsgrads.

Insgesamt sind in Luckenwalde bereits 12,5 MW Photovoltaik auf Dachflächen installiert [11], was einer Stromerzeugung von etwa 10,6 GWh/a und einer vorhandenen Potenzialausschöpfung von rund 11 % entspricht. Dazu kommen 130 kW Leistung aus sogenannten Balkonkraftwerken, welche als steckerfertige Einzelmodule an Fassaden und Balkonen, auf Garagen, Carports, etc. installiert sind.

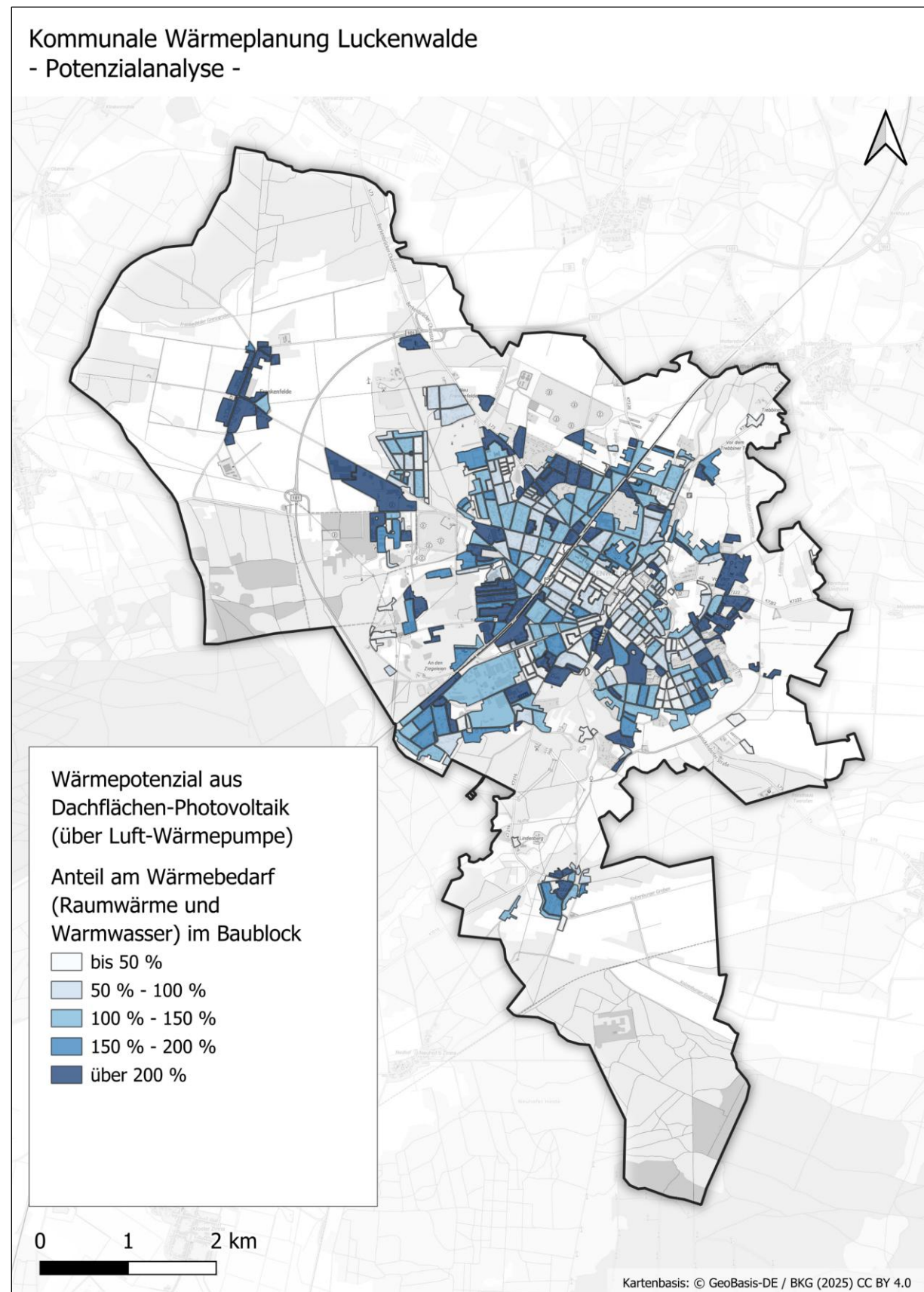


Abbildung 36: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene

6.5 Zentrale Potenziale

Im Folgenden werden die Potenzialbereiche sowohl von erneuerbaren Quellen als auch Abwärmequellen behandelt, wobei der Fokus auf Wärmequellen zur Erzeugung von Fern- und Nahwärme liegt.

6.5.1 Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Tiefe und mitteltiefe Geothermie beschreibt die Wärme, die in Tiefen ab ca. 400 m bis zu mehreren tausend Metern gespeichert ist.

Ab einer Tiefe von 1.500 m ist von tiefer Geothermie die Rede. Hier treten Gesteinsschichten auf, die Wasser mit hohen Temperaturen führen – sogenannte hydrothermale Lagerstätten. Solche Gesteinsschichten können mittels hydrothermalen Systeme erschlossen werden. **Hydrothermale Systeme** sind offene Systeme, welche aus mindestens zwei Bohrungen, einer sogenannten Dublette, bestehen. Durch eine Förderbohrung wird Wasser direkt aus tiefen Aquiferen (geologische Formationen, die Wasser in bedeutenden Mengen speichern und leiten können) gefördert und oberirdisch mittels eines Wärmetauschers energetisch nutzbar gemacht. Nach der Nutzung wird das abgekühlte Wasser über eine zweite Bohrung, der Injektionsbohrung, wieder in die Tiefe geleitet, um das natürliche Reservoir zu erhalten.

Wenn kein natürliches Wasserreservoir vorhanden ist, können theoretisch petrothermale Systeme zum Einsatz kommen. Hierbei wird in heißes, trockenes Gestein gebohrt. Kaltes Wasser wird unter hohem Druck in das Gestein gepresst, um Risse zu erzeugen, durch die das Wasser zirkuliert und Wärme aufnimmt. Dieser Vorgang wird auch Fracking genannt. Da Fracking jedoch mit erheblichen Umweltauswirkungen und -risiken verbunden sein kann, werden diese Optionen nicht weiter betrachtet.

Der Bereich zwischen 400 m und 1.500 m wird als mitteltiefe Geothermie bezeichnet. Dieser Bereich wird meist durch **tiefe Erdwärmesonden** erschlossen. Auch offene hydrothermale Systeme mit Bohrdubletten sind in diesen Bereichen denkbar.

Eine weitere Sonderform der Geothermie ist die Grubenwassernutzung. Diese Option ist nur in Bergbauregionen zu prüfen, was für Luckenwalde nicht zutrifft und daher von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen wird.

Tabelle 9: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie

GEOTHERMIE, tief und mitteltief

Die Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie sind ohne entsprechende Erkundungsbohrungen und/oder weiterführende geologische Untersuchungen mit hohen Unsicherheiten und sehr hohen Kosten verbunden. Da die aktuelle, flächendeckende Daten- und Informationslage maximal eine übergeordnete Quantifizierung der Potenziale zulässt, wird an dieser Stelle keine weitere Kategorisierung des Potenzialbegriffs vorgenommen.

Vorgehen übergeordnete Potenzialermittlung:

- Überprüfung der notwendigen Voraussetzungen zur hydrothermalen Nutzung:
 - o Vorkommen geeigneter Gesteinsformationen
- Falls weiterführende Studien vorhanden sind:
 - o Bezifferung des Fündigkeitsrisikos
- Überprüfung der wasser- und bergrechtlichen Voraussetzungen für Erdsonden
- Gegebenenfalls Ableitung des Potenzials anhand übergeordneter Ausbauziele.

Das Land Brandenburg selbst gibt in Ihrer Studie Auskunft darüber, wie die Rolle der Tiefengeothermie in der Dekarbonisierung der Wärmeplanung in Brandenburg aussehen kann [12]:

Luckenwalde liegt geologisch betrachtet im südlichen Teil des Norddeutschen Beckens und weist damit grundsätzlich günstige Voraussetzungen für die Nutzung von mittlerer und tiefer Geothermie auf. Das Norddeutsche Becken ist durch bis zu 5.000 m mächtige Sedimentabfolgen aus Sandsteinen und Konglomeraten über einem kristallinen Grundgebirge geprägt. Diese geologischen Gegebenheiten bieten potenziell wasserführende Schichten (Aquifere), die für eine hydrothermale Nutzung der Tiefengeothermie interessant sind.

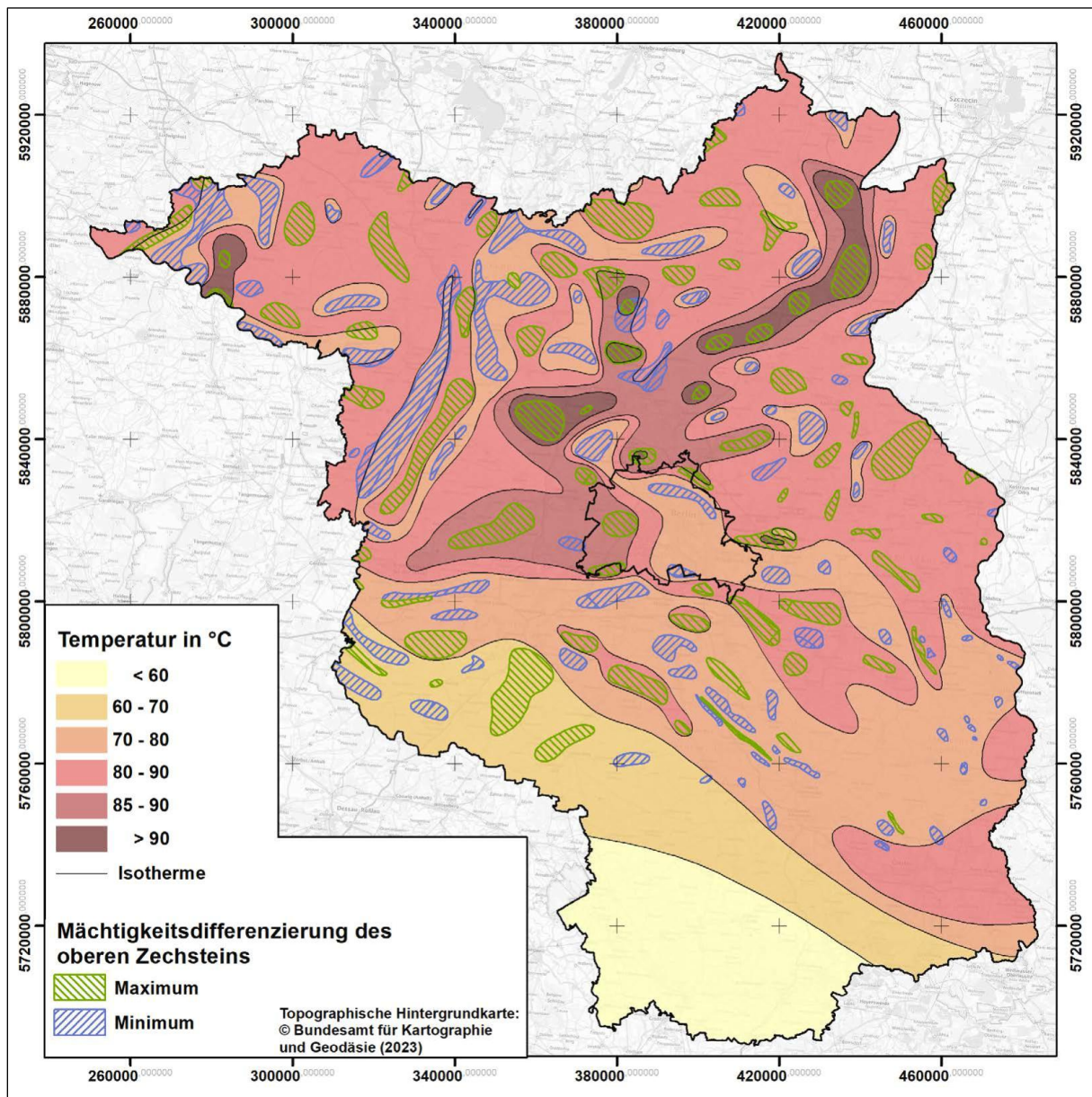


Abbildung 37: Temperaturen des Untergrundes von Berlin und Brandenburg in 2.000 m Tiefe (Quelle: LBGR)

Die Temperaturzunahme im Untergrund beträgt in Brandenburg durchschnittlich ca. 3°C pro 100 Meter Tiefe. In der Region um Luckenwalde werden nach Modellierungen des Landesamts für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) in 2.000 m Tiefe Temperaturen zwischen 60 °C und 90° C erwartet. In größeren Tiefen von etwa 4.000 m können Temperaturen von bis zu 120 °C bis 130 °C erreicht werden. Diese Temperaturbereiche sind für die Nutzung der Tiefengeothermie zur Wärmebereitstellung gut geeignet und könnten perspektivisch auch für eine gekoppelte Strom-

und Wärmeerzeugung interessant sein, sofern entsprechende Wasser führende Schichten vorhanden sind.

Konkrete Tiefengeothermie Projekte existieren in Luckenwalde bisher nicht. Dennoch zeigen Beispiele aus anderen Städten Brandenburgs, wie Potsdam, Neuruppin oder Prenzlau, dass die Nutzung von Tiefengeothermie insbesondere für die klimaneutrale Wärmeversorgung von Wohngebieten oder Quartieren erfolgreich umgesetzt werden kann. In Neuruppin beispielsweise werden aus einer Tiefe von rund 1.700 Metern ca. 60 °C warmes Thermalwasser zur Versorgung des städtischen Wärmenetzes genutzt. Diese Erfahrungen verdeutlichen auch für Luckenwalde das theoretische Potenzial einer Nutzung von Tiefengeothermie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Neben der hydrothermalen Nutzung tiefer Aquifere bietet sich in Luckenwalde insbesondere auch der Einsatz mitteltiefer Geothermieranlagen in Form von vertikalen Erdwärmesonden an. Diese könnten vor allem in Neubaugebieten oder bei der energetischen Sanierung von Bestandsquartieren eine Rolle spielen. Aufgrund der in Brandenburg häufig anzutreffenden Sandböden ist bei Erdwärmesonden allerdings mit einem höheren Platzbedarf zu rechnen, da die Wärmeleitfähigkeit dieser Böden gering ist. In Regionen mit schweren, feuchten Böden (z.B. Lehm Böden) fällt der Platzbedarf hingegen geringer aus, da dort eine bessere Wärmeübertragung gewährleistet ist.

Es ist jedoch zu beachten, dass ohne entsprechende konkrete Machbarkeitsstudien, Seismiken, Thermal Response Tests und Erkundungsbohrungen keine belastbare Aussage über das lokal verfügbare Potenzial getroffen werden kann. Seismik bezeichnet ein geophysikalisches Messverfahren, bei dem durch künstlich erzeugte Schallwellen die Struktur und Beschaffenheit des Untergrunds untersucht wird. Sie dient dazu, geologische Schichten, mögliche Störzonen oder wasserführende Gesteinsschichten zu lokalisieren und ist eine Voraussetzung für die Erschließung tiefer geothermischer Potenziale.

Im Rahmen der Wärmeplanung wird das Potenzial für tiefe und mitteltiefe Geothermie anhand der erwarteten Werte für das Land Brandenburg heruntergebrochen. So wird das Potenzial zum Ausbau tiefer und mitteltiefe Geothermie im Land Brandenburg bis 2040 auf rund 1,11 TWh geschätzt [12]. Der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser in Brandenburg beträgt zurzeit etwa 15,6 TWh/a [13]. Wird dieses Potenzial als Zielwert zugrunde gelegt, ergibt sich für Luckenwalde ein anteiliger Zielwert von etwa 13,5 GWh/a Wärme aus tiefer und mitteltiefer Geothermie. Dieser Wert wird im Rahmen der KWP Luckenwalde als theoretisches Potenzial interpretiert. Eine weitergehende Abschätzung des konkreten technischen Potenzials tiefer und mitteltiefer Geothermie wurde im Rahmen dieser Wärmeplanung nicht vorgenommen. Hierfür wären standortspezifische Untersuchungen wie seismische Erkundungen, Thermal Response Tests und Erkundungsbohrungen erforderlich wären, die über den Umfang der KWP hinausgehen würden.

6.5.2 Flusswasserwärme

Flusswasser stellt eine Umweltwärmequelle dar, welche mit Hilfe von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. Hierbei wird die im Wasser gespeicherte Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht. Diese Technologie ist besonders in Gebieten mit größeren und ganzjährig wasserführenden Flüssen in Siedlungsnähe attraktiv, da sie eine stabile und zuverlässige Wärmequelle darstellen kann.

Tabelle 10: Definition der Potenziale von Flusswasser

FLUSSWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Volumenstroms um 1 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Flusswasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

In Luckenwalde gibt es mehrere Flüsse, Bäche und Gräben, die das Stadtgebiet durchziehen und für die Region charakteristisch sind. Im Rahmen der Wärmeplanung für Luckenwalde wird die Nuthe hinsichtlich ihres Wärmepotenzials untersucht. Dabei werden die Messstellen Kolzenburg, welche sich vor dem Nuthe-Abzweig Königsgraben, und Schwimmbad Elsthal, welche sich hinter dem Nuthe-Abzweig Königsgraben befindet, untersucht. Als Datenquelle für die Pegeldaten und Abflussmengen wird die Auskunftsplattform Wasser APW Brandenburg herangezogen. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Abbildung 40 zeigt die Lage der Fließgewässer, weiterer Gewässer und der Messstellen im Stadtgebiet.

Tabelle 11: Kenndaten der größten Flüsse auf dem Luckenwalder Stadtgebiet

Fluss	Messstelle	Vorliegende Jahre	Mess-	Mittlerer Volumenstrom
Nuthe	Kolzenburg	2022-2024		0,28 m ³ /s
Nuthe	Schwimmbad Elsthal	2022-2024		0,08 m ³ /s

Um die Auswertung anhand möglichst repräsentativer Messreihen durchzuführen, werden jeweils die Werte von drei vollständig zur Verfügung stehenden, möglichst aktuellen Messjahren, betrachtet.

Die Potenzialermittlung erfolgt anhand der tagescharf vorliegenden Daten. Unter Annahme einer Temperaturabsenkung des gesamten Volumenstroms um 1 K [14] wird zunächst die Entzugsleistung bestimmt. Mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 (abgeleitet aus durchschnittlichen Temperaturen: Wärmequelle 10-15 °C, Wärmesenke 80-90 °C) ergibt sich das theoretische Wärmepotenzial.

Abbildung 38 zeigt das theoretische Flusswasserwärmepotenzial der Nuthe an der Messstelle Kolzenburg und der Nuthe an der Messstelle Schwimmbad Elsthal über die drei Messjahre 2022

– 2024. Innerhalb dieses Zeitraumes zeigt sich eine steigende Tendenz, in der langjährigen Betrachtung nimmt der Volumenstrom der Flüsse jedoch ab, sodass die langjährige Tendenz eher sinkend ist.

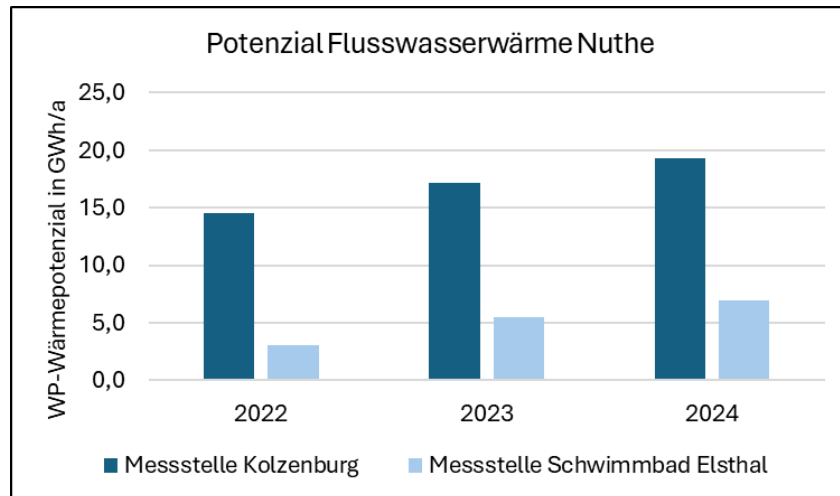


Abbildung 38: Theoretisches Flusswasserwärmepotenzial

Zur Abschätzung des technischen Potenzials wird die geordnete Jahresdauerlinie herangezogen. Es wird angenommen, dass für eine wirtschaftliche Auslegung des Wärmepumpensystems mindestens 4.000 Volllaststunden gefahren werden müssen, weitere Betriebsstunden in Teillast oder durch modularen Systemaufbau sind möglich.

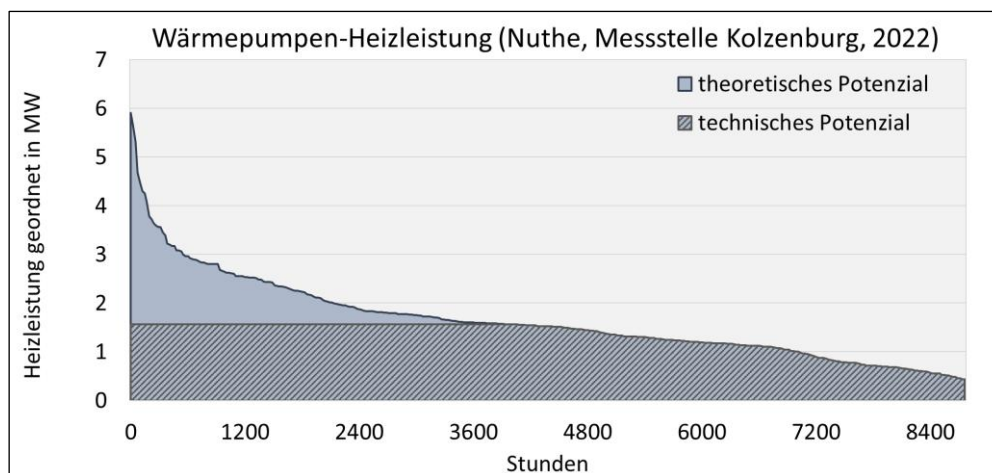


Abbildung 39: Wärmeerzeugungspotenzial der Nuthe im Jahr 2022, Darstellung nach sinkender Leistung

Anhand dieser Randbedingungen ergeben sich folgende Werte für das theoretische und technische Potenzial der Flüsse. Dabei ist zu beachten, dass das technische Potenzial, je nach Auslegungsziel für die Wärmepumpe (Lastbereich, Volllaststundenzahl) und Technologiemark im entsprechenden Wärmenetz, variieren kann und jeweils an der Messstelle errechnet wurde.

Tabelle 12: Potenziale der größten Flüsse auf dem Luckenwalder Stadtgebiet

Fluss	Theoretisches Wärmepotenzial	Technisches Wärmepotenzial
Nuthe, Messstelle Kolzenburg	17 GWh/a	12 GWh/a
Nuthe, Messstelle Schwimmbad Elsthal	5 GWh/a	3 GWh/a

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das Gesamtpotenzial für eine Entnahmestelle je Hauptgewässer berechnet. Obwohl sowohl für die Nuthe an der Messstelle Kolzenburg als auch für die Messstelle Schwimmbad Elsthal, welche sich hinter dem Abzweig Königsgaben befindet, eigenständige Potenzialberechnungen vorgenommen wurden, fließen die Ergebnisse somit nicht als Summe in das Gesamtpotenzial ein, um Überschätzungen aufgrund hydrologischer Zusammenhänge zu vermeiden. Das theoretische Wärmepotenzial für Flusswasserwärme in Luckenwalde ergibt sich somit aus dem theoretischen Potenzial der Nuthe und beträgt 17 GWh/a. Das technische Potenzial für Flusswasserwärme beläuft sich auf 12 GWh/a.

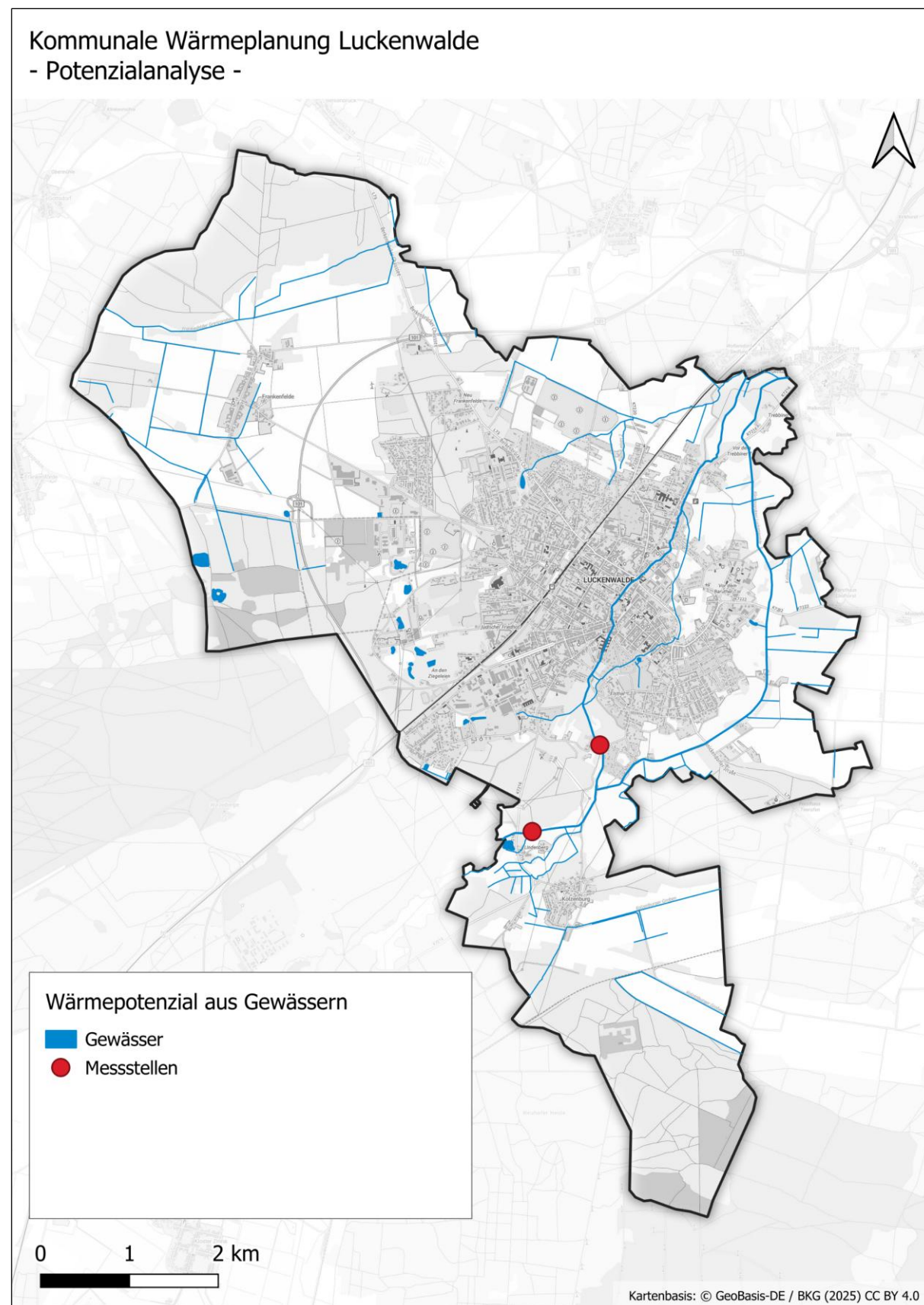


Abbildung 40: Gewässer und Messstellen

6.5.3 Klärwasserwärme

Kläranlagen spielen nicht nur eine wichtige Rolle bei der Reinigung des Abwassers, sondern bieten auch das Potenzial einer nachhaltigen Wärmequelle. Die Wärme entsteht durch biologische Abbauprozesse, wie die Zersetzung organischer Stoffe und Fäulungsprozesse im Klärschlamm, sowie durch die Zuführung von bereits warmem Abwasser aus Haushalten und Industrie.

Die Kläranlage in Luckenwalde befindet sich nördlich der Innenstadt und in etwa 500 m Entfernung zum Fernwärme-Erzeugerstandort Berkenbrücker Chaussee. Das Einleitgewässer nach Klärung des Wassers ist der Nuthe-Illickengraben. Abbildung 41 zeigt die Lage der Kläranlage sowie das Abwassernetz in Luckenwalde.

Tabelle 13: Definition der Potenziale von Klärwasser

KLÄRWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge bei Abkühlung des gesamten Klärwasserstroms (Austritt aus Kläranlage) um 5 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Klärwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

Auf dem Luckenwalder Stadtgebiet gibt es nur eine Kläranlage. Die Nuthe Wasser und Abwasser GmbH (NUWAB) betreibt die Wasserversorgung und das Abwassermanagement der Stadt Luckenwalde. Tabelle 14 zeigt die aus öffentlichen Quellen [15], [16] verfügbaren Informationen zur Kläranlage. Die Ausbaugröße von 40.000 EGW (Einwohnergleichwerten) gibt an, dass die Anlage für eine organische Fracht ausgelegt ist, die der Abwasserbelastung von 40.000 Personen entspricht.

Tabelle 14: Kenndaten der Kläranlage

Ausbaugröße	Abwassermenge
40.000 EGW	ca. 1,5 Millionen m ³ /a

Das Wärmepotenzial von Klärwasser hängt von dem Volumenstrom und der möglichen Temperaturabsenkung ab. Es wird eine Temperaturabsenkung des Klärwassers um 5 K und eine Untergrenze für die Einleittemperatur von 2 °C angenommen. Da die Temperaturen im Ablauf einer Kläranlage in der Regel ganzjährig über 7 °C liegen, sind hinsichtlich der Temperaturabsenkung keine zeitlichen Einschränkungen zu erwarten. Die mittlere Ablauftemperatur liegt konkret bei ca. 16° C im Jahr, was auf ein sehr gutes Potenzial schließen lässt. Da jedoch der Volumenstrom des Klärwassers in der Regel eine hohe Varianz über das Jahr hinweg zeigt, muss angenommen und bei gegebener späterer Auslegung berücksichtigt werden, dass nicht zu jedem Zeitpunkt die Nominalleistung bereitgestellt werden kann.

Basierend auf den oben genannten Annahmen zur Abwassermenge und zur Temperaturabsenkung (Kenndaten) lässt sich zunächst das theoretische Entzugspotenzial ermitteln. Darauf aufbauend wird das theoretische Wärmepotenzial berechnet, das sich über eine Wärmepumpe mit

einer gewichteten Jahresarbeitszahl von 2,7 ergibt. Die Jahresarbeitszahl ergibt sich aus den durchschnittlichen Temperaturen einer Wärmequelle und den Temperaturen der Wärmesenke.

Tabelle 15: Kenndaten der Kläranlage

Theoretisches Entzugs- potenzial	Theoretisches Wärme- potenzial ⁶	Techn. Wärmepoten- zial
ca. 6,7 GWh/a	Ca. 11 GWh/a	ca. 10 GWh/a (FW)

Das theoretische Entzugspotential von Klärwasser in Luckenwalde beträgt rund 7 GWh/a. Wird die Jahresarbeitszahl von 2,7 hinzugezogen, ergibt sich ein theoretisches Wärmepotential von 11 GWh/a. Mithilfe typischer Jahresdauerlinien einer Wärmepumpenauslegung für 4.000 Volllaststunden, ergibt sich das technische Wärmepotential in Höhe von ca. 10 GWh/a. Dabei ist zu beachten, dass das technische Potenzial, je nach Auslegungsziel für die Wärmepumpe (Lastbereich, Volllaststundenzahl) und Technologiemix im entsprechenden Wärmenetz, variieren kann.

⁶ COP-abhängig

Kommunale Wärmeplanung Luckenwalde - Potenzialanalyse -

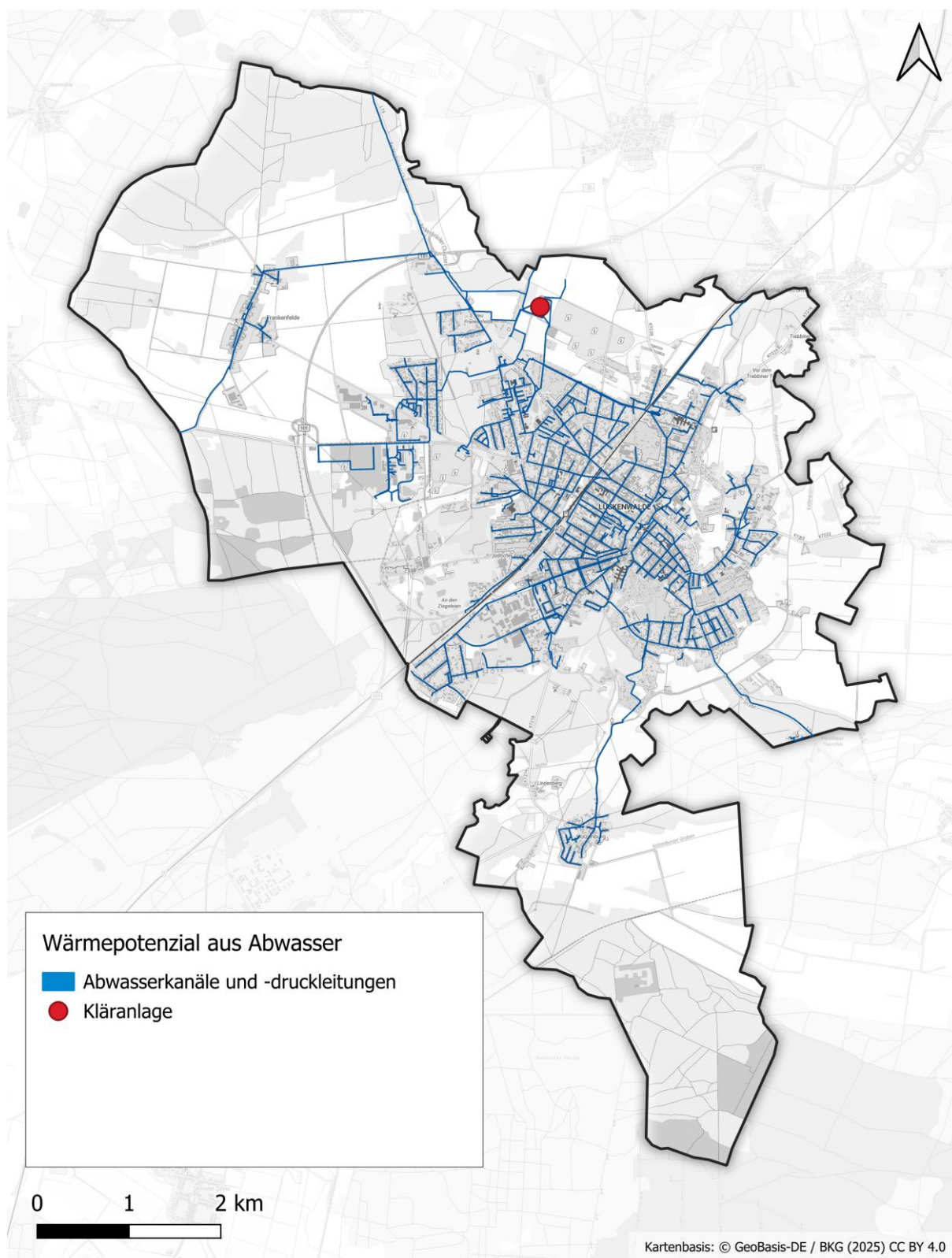


Abbildung 41: Abwasserhaltungen und Kläranlage

6.5.4 Abwasserwärme

Abwasser, das aus Haushalten, Gewerbe und Industrie in die Kanalisation gelangt, weist auch nach dem Gebrauch noch eine beträchtliche Temperatur auf. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmetauschern im Kanal in Kombination mit Wärmepumpen zurückgewonnen werden.

Tabelle 16: Definition der Potenziale von Abwasser

ABWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Abwasserstroms (vor Eintritt in die Kläranlage) um 0,5 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Abwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

Zur Nutzung des Kanals ist üblicherweise eine Mindestgröße des Kanals von DN 700 und ein Trockenwetterdurchfluss von > 30 l/s erforderlich. Derartige Projekte kommen auf eine Entzugsleistung von rund 100 kW pro 100 Wärmetauscher im Kanal, wobei der Ertrag meist höher ist, wenn mit einem Austauschmedium mit Frostschutzmittel (Sole statt Wasser) gearbeitet werden kann.

Das Wärmepotenzial von Abwasser hängt von dem Volumenstrom und der möglichen Temperaturabsenkung ab. Um die biologischen Vorgänge in der Kläranlage in ihrer Funktion nicht zu beeinträchtigen, sollte für den Gesamtvolumenstrom zur Kläranlage eine maximale Temperaturabsenkung von 0,5 K eingehalten werden [17]. Basierend auf diesen Annahmen lässt sich das theoretische Wärmepotenzial, welches über eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 bereitgestellt würde, ermitteln. Die Jahresarbeitszahl ergibt sich aus durchschnittlichen Temperaturen einer Wärmequelle von 10-15 °C und einer Wärmesenke von 80-90 °C.

Abbildung 41 zeigt das Abwassernetz in Luckenwalde sowie die Lage der Kläranlage. In Summe beträgt das theoretische Wärmepotenzial des gesamten jährlich anfallenden Abwassers rund 1 GWh/a. Wird beispielhaft und unter Einbezug typischer Jahresdauerlinien eine **technisch sinnvolle** Wärmepumpenauslegung für den Standort vor der Kläranlage gewählt, ergibt sich das technische Potenzial zu insgesamt 0,6 GWh/a.

Tabelle 17: Kenndaten Abwasserwärme

Theoretisches Entzugs-potenzial	Theoretisches Wärme-potenzial	Technisches Wärme-potenzial
0,6 GWh/a	1,0 GWh/a	0,6 GWh/a

Dieses gesamte Potenzial teilt sich auf mehrere kleinere Abwasserwärmepumpen im Stadtgebiet auf. Dabei ist zu beachten, dass die Auslegung der Wärmepumpen, und somit auch der Anteil vom technischen am theoretischen Abwasserwärmepotenzial, je nach Standort und Nutzungszweck (Lastbereich, Volllaststundenzahl), variieren kann.

Für eine tiefergehende Analyse der Abwassermengen in Luckenwalde wurden weitere Daten bei der NUWAB angefragt.

6.5.5 Industrielle Abwärme

Zur Erfassung des Prozesswärmebedarfs und möglicher Abwärmepotenziale wurden anhand der Größe, der Branche und Informationen zum Gasverbrauch und zum Stromverbrauch (Wärme und auch Licht & Kraft) insgesamt 22 Industrie- und Gewerbebetriebe und Institutionen identifiziert und eine Fragebogenaktion, siehe Anlage 3, durchgeführt.

Zu den 22 angefragten Unternehmen und Institutionen konnten 3 Rückläufe unterschiedlicher Detaillierungstiefe verzeichnet werden, die in die folgenden Auswertungen eingeflossen sind. Darüber hinaus wurde das Abwärmepotenzial mit den aktuellen Inhalten der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) [18] abgeglichen. Hierdurch konnten die Abwärmemengen eines weiteren Betriebs erfasst werden.

Die Auswertung erfolgte unternehmensscharf, die Ergebnisse sind mit Rücksicht auf den Datenschutz in aggregierter Form zusammengestellt:

- 2 Unternehmen geben an, dass Abwärme grundsätzlich vorhanden ist.
- Von 1 Unternehmen erfolgten Angaben zum Temperaturniveau der Abwärme.
- Von 1 Unternehmen erfolgten Angaben zur verfügbaren Abwärmeleistung oder/und zur jährlichen Abwärmemenge.
- Der Aufwand zur Realisierung einer Abwärmeauskopplung wird von den Unternehmen als hoch eingestuft.

Die zum jetzigen Zeitpunkt quantifizierbaren theoretischen Abwärmemengen in Luckenwalde belaufen sich auf 890 MWh/a.

Diese unvermeidbare Abwärme liegt jedoch für gasförmige Wärmeträger und ausschließlich in einem Temperaturbereich bis 60 °C vor. Der technische Aufwand zur Erschließung gasförmiger Wärmequellen ist deutlich höher als bei flüssigen Wärmeträgern. Unterhalb von 60 °C kommt nur eine betriebsinterne Abwärmenutzung durch regenerative Wärmetauscher in Frage, z.B. Vorwärmung von Zuluftströmen durch Abluftströme. Das technische Potenzial für industrielle Abwärme in Luckenwalde beträgt somit und basierend auf den im Projekt vorliegenden Informationen 0 MWh/a.

Im Rahmen des Fachworkshops Industrie wurden die Unternehmen gezielt in den Abstimmungsprozess einbezogen, vgl. Kapitel 3.2.2.

6.5.6 Biomasse

Das Biomassepotenzial setzt sich aus dem energetischen Potenzial von Waldrestholz, Biomüll und Grünschnitt zusammen:

- **Waldrestholz:** Hierbei handelt es sich um Holz, das bei der Holzernte zunächst im Wald verbleibt, wie Äste, Kronenholz oder nicht vermarktungsfähiges Stammholz.
- **Biomüll:** Unter Biomüll versteht man organische Abfälle aus Haushalten und Gewerbe, die über die kommunale Abfallwirtschaft erfasst werden.
- **Grünschnitt:** Grünschnitt umfasst organische Abfälle aus der Pflege von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Laub, Grasschnitt und Äste.

Die Waldflächen in Luckenwalde wurden anhand des digitalen Landschaftsmodells (ATKIS-Basis-DLM) ermittelt. Das Stadtgebiet Luckenwalde verfügt über 1.457 ha Waldflächen. Von diesen liegen 364 ha in Naturschutzgebieten.

Tabelle 18: Definition der Potenziale von Biomasse.

BIOMASSE**Theoretisches Potenzial:**

- Maximal mögliche Wärmemenge bei
 - o Energetischer Nutzung des gesamten Waldrestholzaufkommens
 - o Ausschluss von Naturschutzgebieten für die Nutzung von Waldrestholz
 - o Energetische Nutzung des Biomüllaufkommens
 - o Energetische Nutzung des Grünschnittaufkommens

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Keine weiteren Einschränkungen

Zur Ermittlung des Potenzials von Waldrestholz werden alle Waldflächen abzüglich der Naturschutzgebiete bilanziert. So wird in Naturschutzgebieten in der Regel auf die Nutzung von Restholz verzichtet, um die empfindlichen Ökosysteme zu schützen. Im Rahmen der KWP Luckenwalde wird für Naturschutzgebiete kein Waldrestholzertrag angenommen. Es wird ein flächenspezifischer Faktor von 4,3 MWh/ha [19] für das theoretische Wärmeerzeugungspotenzial von Waldrestholz angenommen.

Das ermittelte theoretische Wärmeerzeugungspotenzial für Waldrestholz, welches durch Verbrennung in einem Biomasseheizwerk oder dezentralen Biomasse-gestützten Heizungssystemen nutzbar gemacht werden könnte, beträgt 4,7 GWh/a. Die Nutzung der Restholznutzung sollte nur in dem Umfang erfolgen, dass die Belange des Bodenschutzes, der Biodiversität, des Artenschutzes und des Brandschutzes angemessen berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wird eine leichte Reduktion des technischen Potenzials der Restholznutzung von überschlagsweise 10 % angenommen. Das technische Potenzial entspricht folglich 4,2 GWh/a.

Wie aus der Bilanz 2023 des Südbrandenburgischen Abfallzweckverband (SBAZV) anhand der Einwohnerzahlen abgeleitet werden kann, wurden in Luckenwalde im Jahr 2023 rund 1.200 t Bioabfälle gesammelt, davon zu 100 % kompostierbare Garten- und Parkabfälle. Da es in Teltow-Fläming keine Biotonne gibt, wurden in Luckenwalde keine Abfälle aus Biotonne gesammelt. Aus der Menge an Bioabfall lässt sich theoretisch 0,03 Millionen m³ Biogas herstellen. Unter Annahme eines Heizwerts von 6 kWh/m³ lässt sich das Potenzial zur Wärmebereitstellung zu 0,2 GWh/a abschätzen. Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial.

Insgesamt beträgt das technische Potenzial für Biomasse in Luckenwalde 4,4 GWh/a.

Weiterhin sind neben den betrachteten Potenzialen aus Waldrestholz, Biomüll und Grünschnitt auch die Möglichkeiten der Biogas- und Biomethanproduktion sowie der Einsatz von biogenem Flüssiggas zu berücksichtigen.

Biogas entsteht durch die Vergärung organischer Substrate wie landwirtschaftlicher Reststoffe (z. B. Gülle und Mist), Energiepflanzen oder biogener Abfälle und kann sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Durch die Aufbereitung zu Biomethan besteht zudem die Möglichkeit der Einspeisung in das Erdgasnetz, wodurch eine räumlich flexible Nutzung zur Wärmebereitstellung ermöglicht wird. Die Potenziale für die Biogas- und Biomethanherzeugung im Stadtgebiet Luckenwalde sind jedoch stark abhängig von der Verfügbarkeit geeigneter Substrate

sowie von bestehenden landwirtschaftlichen Strukturen und insgesamt als begrenzt einzuschätzen.

Ergänzend stellt Flüssiggas einen leitungsungebundenen Energieträger dar, der insbesondere in dezentralen Versorgungssituationen eingesetzt wird. Neben konventionellem Flüssiggas gewinnt dabei biogenes Flüssiggas zunehmend an Bedeutung, da es aus erneuerbaren Rohstoffen bzw. Rest- und Abfallstoffen hergestellt wird und zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen kann.

Die Verfügbarkeit von biogenem Flüssiggas ist derzeit noch begrenzt und von der Entwicklung entsprechender Produktionskapazitäten sowie Importstrukturen abhängig. Eine räumlich differenzierte Potenzialabschätzung auf kommunaler Ebene ist daher nur eingeschränkt möglich.

Insgesamt stellen Biogas, Biomethan und biogenes Flüssiggas ergänzende Optionen innerhalb der Wärmeversorgung dar, insbesondere für dezentrale Anwendungen oder schwer erschließbare Bereiche, in denen leitungsgebundene Lösungen wirtschaftlich oder technisch nicht umsetzbar sind.

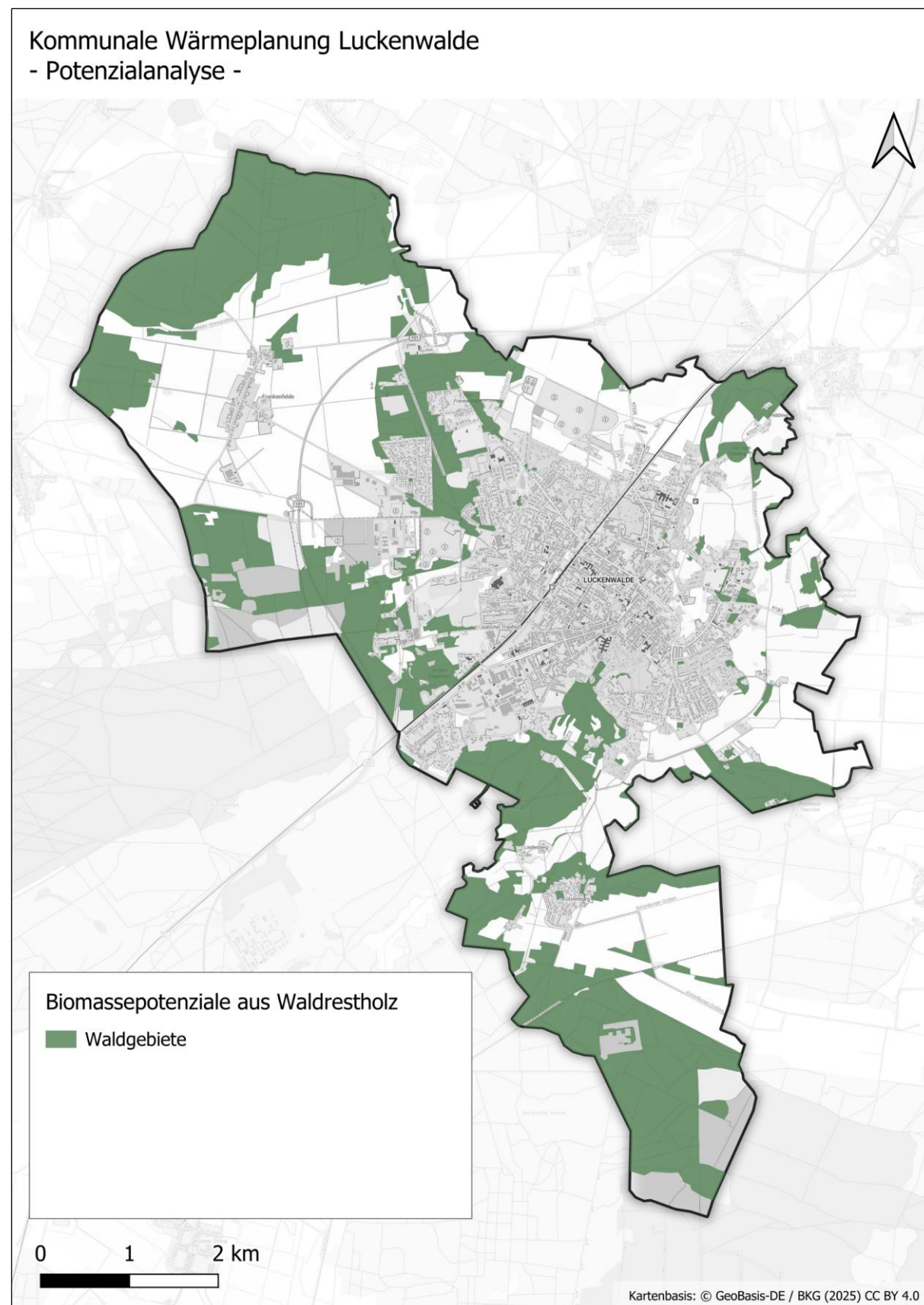


Abbildung 42: Waldflächen

6.5.7 Wasserstoff im Wärmemarkt

Wasserstoff als Energieträger liegt in unserer Umwelt immer in gebundener Form vor. Den Löwenanteil an gebundenem Wasserstoff findet man in Form des Wassers, doch ist die Gewinnung von Wasserstoff bislang in der Regel verbunden mit einem enorm hohen Einsatz von Energie.

Die in der Elektrolyse eingesetzte Energie stammt derzeit zumeist noch aus nicht regenerativen Energiequellen wie Kohle oder Gas. Wird Wasserstoff aus diesen Energiequellen gewonnen, spricht man von „grauem Wasserstoff“. Es existieren weitere „Farben“ des Wasserstoffs, je nachdem wie die Gewinnung erfolgt. Um den Wasserstoff nachhaltig für die Wärmegewinnung einzusetzen, darf dieser nur aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden. Insbesondere „grüner Strom“ spielt hier eine entscheidende Rolle. „Grüner Strom“ zur Gewinnung von „grünem Wasserstoff“ steht jedoch in absehbarer Zeit in den benötigten Mengen nicht zur Verfügung, der heutige Anteil von „grünem Wasserstoff“ liegt lediglich bei 0,2 TWh und damit bei weniger als einem Tausendstel des Gasbedarfes in Deutschland insgesamt.

So werden aktuell in Deutschland zwar bereits rund 50 % des gesamten Strombedarfs durch „grünen Strom“ gedeckt, jedoch reichen diese Mengen nicht aus, um die Nachfrage der Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie zu bedienen. Erst wenn in Zukunft ausreichend große Grünstromkapazitäten verfügbar sind, könnten nennenswerte Beiträge aus der Wasserstoffwirtschaft für den Wärmesektor geleistet werden. Zudem ist eine direkte Nutzung des Stromes zur Wärmeherzeugung mittels Wärmepumpen um den Faktor 3 bis 4 effizienter als der Umweg über die Wasserstoffherzeugung. Nur im Bereich der Hochtemperaturwärmeerzeugung für Prozesse könnte Wasserstoffeinsatz in der Zukunft eine nennenswerte Rolle spielen.

Angenommen „grüner Wasserstoff“ wäre in ausreichender Quantität vorhanden, gäbe es bereits heute die technischen Möglichkeiten, diesen in der Wärmeversorgung einzusetzen. So existieren schon jetzt Heizsysteme wie bspw. klassische Heizkessel und hybride Anlagen mit einer Brennstoffmischung, die mit Wasserstoff betrieben werden können.

Die Bundesregierung hat in der jüngeren Vergangenheit einige wesentliche Beschlüsse getroffen, um die Weichen für den H₂-Hochlauf zu stellen. Darüber hinaus wurden erste Maßnahmen eingeleitet. Das Wasserstoffbeschleunigungsgesetz, das sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes im parlamentarischen Verfahren befindet, soll zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren beitragen.

Ein wesentlicher Meilenstein für den H₂-Hochlauf ist das H₂-Kernnetz, das für den Transport von Wasserstoff innerhalb Deutschlands aufgebaut werden soll. Diese Aufgabe übernehmen die Fernleitungsnetzbetreiber Gas (FNB), die sich im FNB zusammengeschlossen haben. Im Juli 2024 hat die FNB bei der Bundesnetzagentur den Antrag für das H₂-Kernnetz gestellt, nachdem die EU die beihilferechtliche Genehmigung für die Förderung erteilt hatte.

Das H₂-Kernnetz, das bis zum Jahr 2032 fertiggestellt sein soll, sieht eine Länge von knapp 10.000 km vor. Der überwiegende Anteil des Kernnetzes soll durch Umwidmung bestehender Gastransportleitungen entstehen. Durch den absehbaren Rückgang des Transportbedarfs für fossiles Gas ergibt sich die Möglichkeit der Nutzung dieser Leitungen. Neue Leitungen sollen rund 40 % des Kernnetzes mit einer Länge ca. 4.000 km ausmachen. Bis Ende 2027 wird ein Ausbaustand von ca. 2.100 km angestrebt, davon 520 km an neuen Leitungen. Insgesamt wird von einem Investitionsvolumen von 19,7 Mrd. € ausgegangen, das – abgesehen von Förderungen – über Netzentgelte refinanziert werden soll. Um zu hohe Netzentgelte in der Anfangsphase – bedingt durch geringe Transportmengen bei gleichzeitig hohen Investitionskosten – abzufedern, ist die Einführung eines sogenannten „Amortisationskontos“ vorgesehen. Dieses soll ermöglichen, Einnahmen aus künftigen Netzentgelten staatlich vorzufinanzieren. Die genaue Ausgestaltung und Umsetzung des Instruments ist zum Zeitpunkt der Berichtserstellung jedoch noch nicht final beschlossen. Es bleibt

abzuwarten, welche konkreten Auswirkungen auf die Finanzierung und die Wirtschaftlichkeit des H₂-Kernnetzes daraus resultieren werden.

Gemäß dem Antrag der Gas-Fernleitungsnetzbetreiber an die Bundesnetzagentur (BNetzA) zum Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes vom 22.07.2024 sind in der Region um Luckenwalde mehrere Wasserstoffinfrastrukturprojekte vorgesehen.

Generell wird für den Landkreis Teltow-Fläming ein mittleres Potenzial zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff ausgewiesen. Gleichzeitig ist in dieser Region aufgrund der geringen industriellen Nachfrage nur ein vergleichsweise niedriger Wasserstoffverbrauch zu erwarten. In Verbindung mit dem hohen Potenzial für erneuerbare Energien könnten sich daher künftig Erzeugungsschwerpunkte in diesem Landkreis entwickeln [20]. Südlich von Luckenwalde ist eine Umwidmung der bestehenden Erdgasleitung zur künftigen Wasserstoffpipeline KLU016-01 vorgesehen. Diese soll sich von Radeland bis Bobbau erstrecken, verfügt über einen Nenndurchmesser (DN) von 1.200 und eine Gesamtlänge von rund 114 km. Nach Angaben des Netzentwicklungsplans sowie des Wasserstoffkernnetzes ist die Inbetriebnahme der Leitung bereits für Ende 2025 geplant. Nördlich von Luckenwalde soll zudem eine neue Wasserstoffleitung (KLN056-01) entstehen, die mit einem DN 800 und einer Länge von knapp 80 km voraussichtlich im Sommer 2028 in Betrieb genommen wird. Für Luckenwalde selbst ist laut Wasserstoffkernnetz kein direkter Netzanschluss vorgesehen. Dennoch könnten über nahegelegene Abfüllstationen entlang der Leitungen Wasserstofftransporte per Kesselwagen in die Stadt erfolgen.

Östlich von Luckenwalde, rund 9 km entfernt, soll im Rahmen eines IPCEI-Projekts ein Elektrolyseur mit einer Leistung von 100 MW im Rahmen des Elektrolysekorridor Ost in Sperenberg entstehen [21]. Dieser wird an das Wasserstoffkernnetz angebunden und voraussichtlich im Jahr 2027 in Betrieb genommen [22]. In Teltow-Fläming ist darüber hinaus das Projekt H₂-MEGaB mit einer elektrischen Leistung von 30 MW vorgesehen [21].

Aufgrund der noch nicht belastbar vorhersehbaren Entwicklungen ist davon auszugehen, dass Wasserstoff ein knappes Gut sein wird. Im Rahmen des vorliegenden kommunalen Wärmeplans wird davon ausgegangen, dass Wasserstoff in Luckenwalde zukünftig nicht als Medium für die flächendeckende Wärmeversorgung im Gebäudesektor eingesetzt wird. Eine mögliche zukünftige Nutzung von Wasserstoff, z.B. zur Erzeugung von Fernwärme oder für einzelne industrielle Anwendungen, kann jedoch und insbesondere hinsichtlich der oben beschriebenen Nähe zu einem möglichen Wasserstoffproduktionsstandort sinnvoll sein. Die mögliche Nutzung von Wasserstoff zur Fernwärmeerzeugung wird im Rahmen des Zielszenarios weiter analysiert.

6.5.8 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermie ist eine Technologie, bei der große Kollektorflächen auf ungenutzten oder speziell dafür vorgesehenen Freiflächen installiert werden, um Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme zu nutzen. Diese Wärme kann in Wärmenetze integriert werden. Um im Sommer erzeugte Wärme für den Winter nutzbar zu machen, sind Solarthermie-Anlagen häufig nur in Kombination mit saisonalen Speichern sinnvoll.

Tabelle 19: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Freiflächen**Theoretisches Potenzial:**

- Mögliche Wärmeerzeugung bei Nutzung der in Frage kommenden Flächen gemäß Solarpotenzialanalyse Brandenburg
 - In privilegierten Bereichen nach Baugesetzbuch (BauGB)
 - Auf landwirtschaftlichen Flächen

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Flächen, die mehr als 500 m von Siedlungsbereichen entfernt sind
- Ausschluss von Flächen mit Bodenwertzahlen ≥ 23
- Ausschluss von Flächen mit übergeordneten naturschutzrechtlichen oder landesplanerischen Belangen

Die Flächenermittlung für Freiflächen-Solarthermie baut auf der Solarpotenzialanalyse Brandenburg [10] auf. Potenzielle Flächen wurden hinsichtlich der Bodenwertzahl, dem Abstand zur nächsten Siedlung sowie der Lage in privilegierten Bereichen nach BauGB bewertet.

- Die Bodenwertzahl kennzeichnet die natürliche Ertragsfähigkeit eines Standortes. Für den größten Teil der landwirtschaftlichen Flächen im Stadtgebiet Luckenwaldes zeigen die Daten des Energieportals Brandenburg Bodenwertzahlen über 23. Eine Bodenwertzahl von über 23 bedeutet, dass das betreffende Land als hochwertig für die Landwirtschaft eingestuft wird. Somit steht Freiflächen-Solarthermie beziehungsweise -Photovoltaik in Luckenwalde in direkter Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft. Es ist mit einer Priorisierung der landwirtschaftlichen Nutzung zu rechnen.
- Der Abstand zu Siedlungen spielt für Freiflächen-Solarthermie und deren Integration in Wärmenetze eine Rolle um Installationskosten, Wärme- und Temperaturverluste gering zu halten [23].
- Privilegierte Flächen sind spezielle Gebiete, in denen der Bau von Freiflächenanlagen mit vereinfachten Genehmigungsverfahren möglich ist. Laut BauGB § 35 Abs. 1 Nr. 8 zählen dazu Flächen entlang von Autobahnen und Bahnstrecken mit mindestens zwei Hauptgleisen und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn. Diese Flächen gelten als privilegiert, da sie in der Regel bereits durch optische und akustische Belastungen vorgeprägt sind.

Abbildung 43 zeigt die geeigneten Flächen gemäß Solarpotenzialanalyse Brandenburg kartographisch. Tabelle 20 gibt eine Übersicht über die Flächen verschiedener Kategorien und deren Wärmepotenziale.

Tabelle 20: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermie

Kategorie	Fläche	Wärmepotenzial
Privilegierte Bereiche nach BauGB, Bodenwertzahl < 23	1,1 ha	3,3 GWh/a
Privilegierte Bereiche nach BauGB, Bodenwertzahl >= 23	17,5 ha	52,5 GWh/a
Ladwirtschaftlich genutzte Fläche, Bodenwertzahl < 23	9,3 ha	27,9 GWh/a
Ladwirtschaftlich genutzte Fläche, Bodenwertzahl >= 23	306,4 ha	919,2 GWh/a

Werden die theoretisch geeigneten Flächen und deren Erträge addiert, ergibt sich eine theoretische Potenzialfläche von 334 ha mit einem Wärmepotenzial von 1.003 GWh/a. Davon liegen 18,6 ha (55,8 GWh/a) in privilegierten Bereichen.

Freiflächen mit Bodenwertzahlen unter 23 und innerhalb eines Umkreises von 500 m um Siedlungsbereiche werden hier als technisches Potenzial definiert. Von den oben ausgewiesenen Solarthermie-Potenzialflächen haben 10,4 ha eine Bodenwertzahl von weniger als 23. Davon wiederum liegen 5,8 ha in Siedlungsnähe. Das technische Potenzial für Freiflächen-Solarthermie in Luckenwalde beträgt folglich 17,4 GWh/a beziehungsweise 5,8 ha. Davon liegen 1,1 ha in privilegierten Bereichen und 4,7 ha könnten als Flächen für landwirtschaftliche Solarthermie in Frage kommen. Als Agri-Photovoltaik (Agri-PV) und landwirtschaftliche Solarthermie bezeichnet man die kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen zur gleichzeitigen landwirtschaftlichen Produktion und zur Strom- oder Wärmeerzeugung durch Photovoltaik- beziehungsweise solarthermische Anlagen.

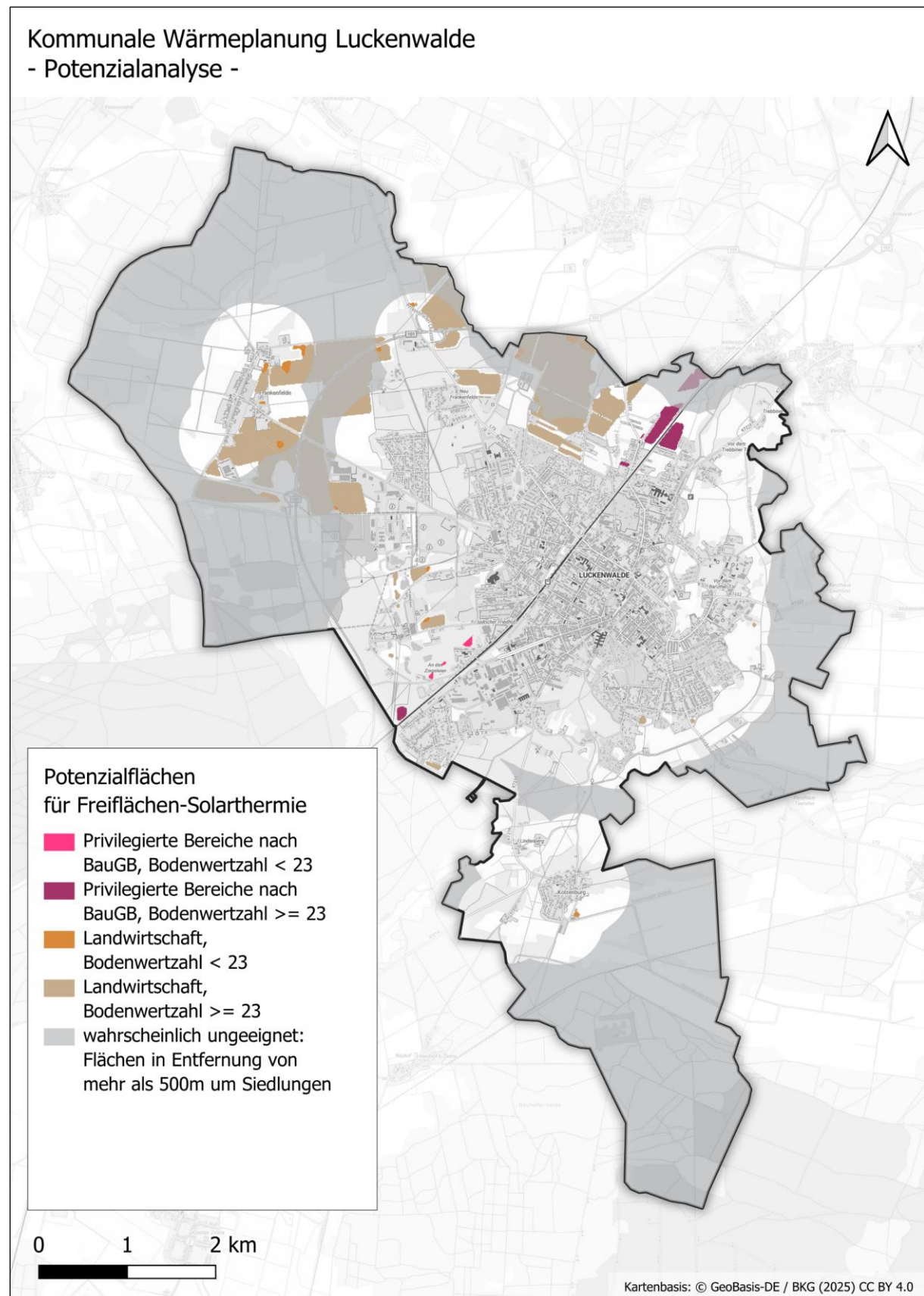


Abbildung 43: Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie

6.5.9 Freiflächen-Photovoltaik

Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind großflächige Solaranlagen, die beispielsweise auf unbebauten oder landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet werden, um elektrische Energie aus Sonnenlicht zu erzeugen. Im Gegensatz zu Dachanlagen, die auf Gebäuden installiert sind, werden Freiflächenanlagen auf ebener Erde aufgestellt. Sonderformen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, wie Parkplatz-PV, Floating-PV, und Agri-PV können innovative Lösungen bieten, um die knappe Ressource Boden effizienter zu nutzen und Flächennutzungskonflikte zu minimieren.

Tabelle 21: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Freiflächen

Theoretisches Potenzial:

- Mögliche Stromerzeugung bei Nutzung der in Frage kommenden Flächen gemäß Solarpotenzialanalyse Brandenburg
 - In privilegierten Bereichen nach BauGB
 - In EEG-geförderten Randbereichen um Schienenwege und Autobahnen
 - Auf landwirtschaftlichen Flächen

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Flächen mit Bodenwertzahlen ≥ 23
- Ausschluss von Flächen mit übergeordneten naturschutzrechtlichen oder landesplanerischen Belangen

Die Flächenermittlung für Freiflächen-Photovoltaik baut auf der Solarpotenzialanalyse Brandenburg [10] auf. Potenzielle Flächen wurden hinsichtlich der Bodenwertzahlen, ihrer Lage in Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)-geförderten Bereichen sowie ihrer Lage in privilegierten Bereichen nach BauGB bewertet.

- Die Bodenwertzahl kennzeichnet die natürliche Ertragsfähigkeit eines Standortes. Für den größten Teil der landwirtschaftlichen Flächen im Stadtgebiet Luckenwaldes zeigen die Daten des Energieportals Brandenburg Bodenwertzahlen über 23. Eine Bodenwertzahl von über 23 bedeutet, dass das betreffende Land als hochwertig für die Landwirtschaft eingestuft wird. Somit steht Freiflächen-Photovoltaik in Luckenwalde in direkter Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft. Es ist mit einer Priorisierung der landwirtschaftlichen Nutzung zu rechnen.
- In Bereichen der EEG-Förderung nach EEG 2023 § 48 Abs. 1 Nr. 3 fallen Flächen entlang von Autobahnen und Bahnstrecken und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 500 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn. Weiterhin EEG-gefördert sind Konversionsflächen, wie zum Beispiel Halden, und versiegelte Bereiche wie beispielsweise Industrie Flächen.
- Privilegierte Flächen sind spezielle Gebiete, in denen der Bau von Freiflächenanlagen mit vereinfachten Genehmigungsverfahren möglich ist. Laut Baugesetzbuch (BauGB) § 35 Abs. 1 Nr. 8 zählen dazu Flächen entlang von Autobahnen und Bahnstrecken und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern. Diese Flächen gelten als privilegiert, da sie in der Regel bereits durch optische und akustische Belastungen vorgeprägt sind.

Abbildung 44 zeigt die geeigneten Flächen gemäß Solarpotenzialanalyse Brandenburg kartographisch. Tabelle 22 gibt eine Übersicht über die Flächen verschiedener Kategorien und deren Stromerzeugungspotenziale.

Tabelle 22: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Kategorie	Fläche	Stromerzeugungspotenzial
Privilegierte Bereiche nach BauGB, Bodenwertzahl < 23	1,1 ha	1,1 GWh/a
Privilegierte Bereiche nach BauGB, Bodenwertzahl ≥ 23	17,5 ha	17,5 GWh/a
EEG-Randstreifen, Bodenwertzahl < 23	9,0 ha	9,0 GWh/a
EEG-Randstreifen, Bodenwertzahl ≥ 23	47,3 ha	47,3 GWh/a
Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Bodenwertzahl < 23	9,3 ha	9,3 GWh/a
Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Bodenwertzahl ≥ 23	306,4 ha	306,4 GWh/a

Bei Auswertung der Tabelle ist zu beachten, dass die hier aufgeführten Flächen der EEG-Randstreifen die Bereiche der privilegierten Flächen gemäß BauGB inkludieren, da auch diese nach EEG vergütet werden.

Werden die theoretisch geeigneten Flächen und deren Ertrag addiert, ergibt sich eine theoretische Potenzialfläche von 372 ha mit einem Stromerzeugungspotenzial von 372 GWh/a. Davon liegen 18,6 ha (18,6 GWh/a) in privilegierten Bereichen.

Das Potenzial für mögliche Freiflächen mit Bodenwertzahlen unter 23 wird hier als technisches Potenzial definiert. Das technische Potenzial für Freiflächen-PV in Luckenwalde beträgt 18,3 GWh/a beziehungsweise 18,3 ha. Davon liegen 1,1 ha in privilegierten Bereichen, insgesamt 9,0 ha in EEG-Randstreifen und 9,3 ha könnten als Flächen für Agri-PV in Frage kommen.

Bereits bestehende Freiflächen-PV-Anlagen verfügen laut Marktstammdatenregister eine kumulierte Nettonennleistung von 15,5 MW, was einer Stromerzeugung von rund 13 GWh/a entspricht.

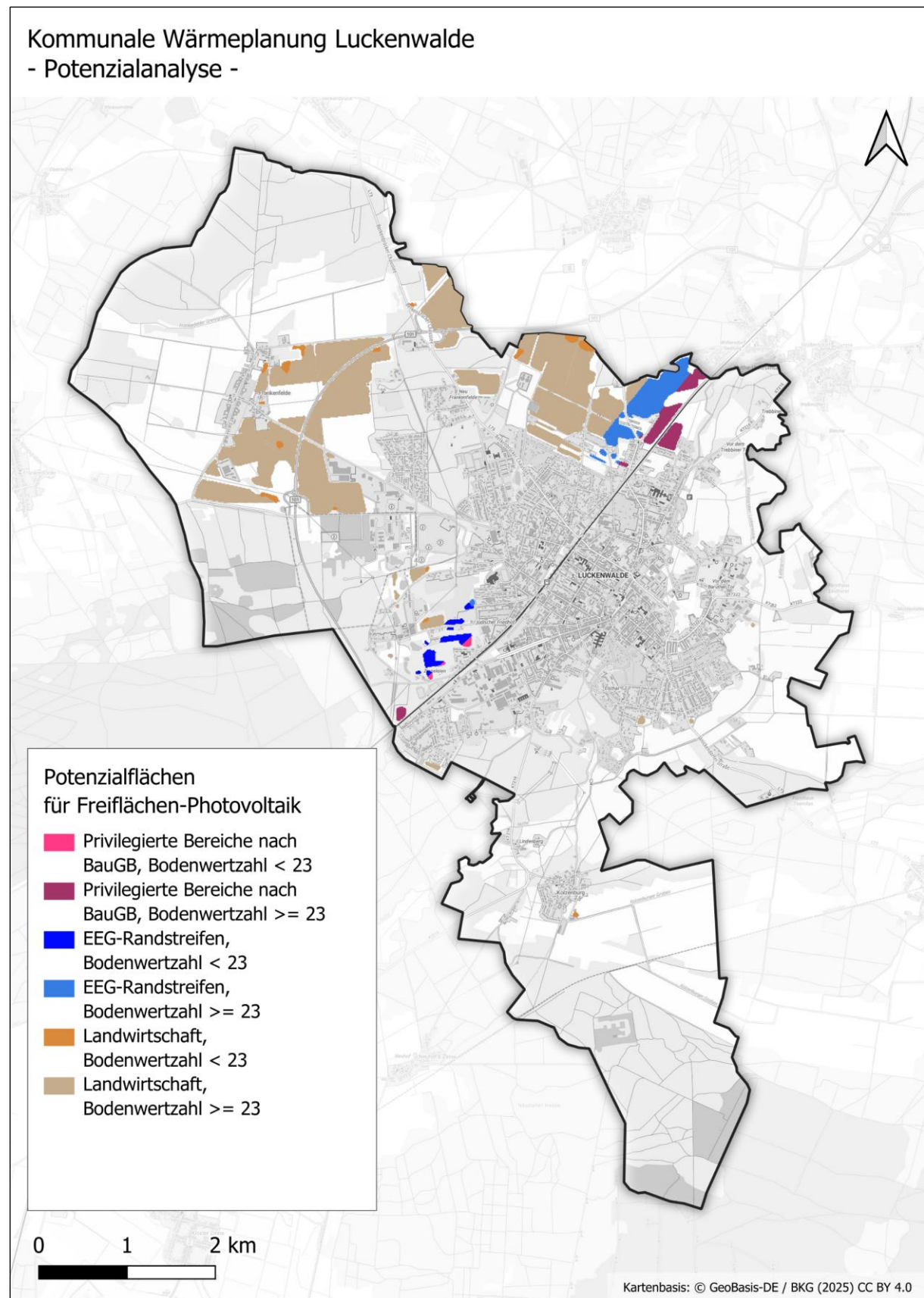


Abbildung 44: Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik

6.5.10 Windkraft

Zur Bewertung des Potenzials für Strom aus Windkraft sind Abstände zu Siedlungen und zu anderen Schutzgebieten zu beachten. Eine solche Identifikation und Bewertung möglicher Flächen wurde für Luckenwalde bereits 2015 durch das *Konzept zur Berücksichtigung der Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung* [24] vorgenommen.

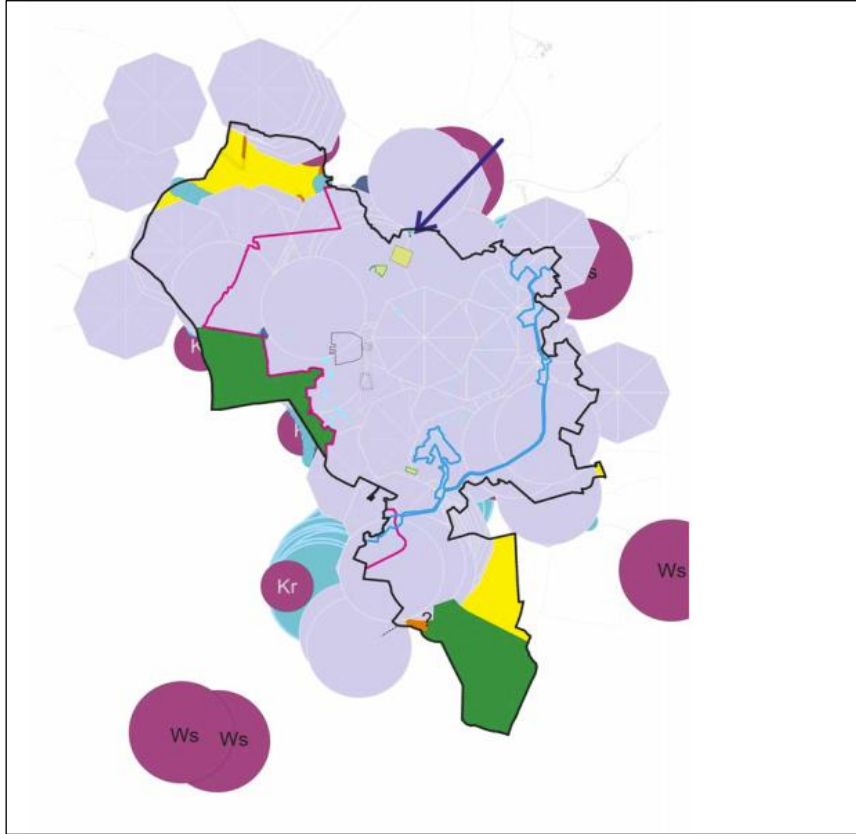


Abbildung 45: Auszug aus der Flächenanalyse zu Windenergieanlagen [24]

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass in Luckenwalde, nach Verschnitt aller Kriterien, nur eine sehr kleine Fläche geeignet sein könnte (in Abbildung 45 markiert durch den blauen Pfeil). Diese tangiert jedoch den Hubschrauber-Einflugkorridor des Klinikums und wird deshalb als Fläche für die Umsetzung ausgeschlossen.

Im Geltungsbereich des rechtswirksamen Flächennutzungsplans der Stadt Luckenwalde sind raumbedeutsame Windenergieanlagen aktuell nicht zulässig. Auf die farbig markierten Flächen wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da sie für die Grundaussage untergeordnete Relevanz haben. Zudem wird die Stadt Luckenwalde in dem Sachlichen Teilregionalplan Windenergienutzung 2027 der Regionalen Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming weiterhin nicht als Wind-Standort berücksichtigt. Dieser Plan berücksichtigt die Wind-Flächenziele des Landes Brandenburg aus der Energiestrategie 2040 und ist am 23. Oktober 2024 in Kraft getreten [25].

Weiterhin ist zu beachten, dass sich im Gebiet der Stadt Luckenwalde die Richtfunkstrecke Thyrow – Gölsdorf befindet. Im Bereich der Richtfunkstrecke bestehen Höhenbeschränkungen (sowohl für temporäre Arbeiten als auch für dauerhafte Nutzungen). In einem Schutzbereich von 30 m radial um die Trassenachse beträgt die maximale Bauhöhe 90 m über NHN.

Für das Stadtgebiet Luckenwalde existiert folglich kein Potenzial für Stromerzeugung aus Windkraft.

6.6 Gesamtpotenzial

Die folgende Tabelle fasst die ermittelten Potenziale zusammen.

Tabelle 23: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale

	Theoretisches Potenzial [GWh/a]	Technisches Potenzial [GWh/a]
Energieeinsparung		
Wärmebedarfsreduktion	nicht quantifiziert	33 Trend-Szenario
Wärmequellen (dezentral)		
Oberflächennahe Geothermie	392	92
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	137
Dachflächen-Solarthermie	330	43
Wärmequellen (zentral)		
Tiefe & mitteltiefe Geothermie	14	nicht quantifiziert
Flusswasserwärme	17	12
Klärwasserwärme	11	10
Abwasserwärme	1	0,6
Unvermeidbare Abwärme	1	0
Biomasse	5	4
Wasserstoff	nicht quantifiziert	nicht quantifiziert
Freiflächen-Solarthermie	1.003	17
Stromquellen		
Dachflächen-Photovoltaik	109	95
Freiflächen-Photovoltaik	372	18
Windenergieanlagen	0	0

Die Ergebnisse in Tabelle 23 beziehen sich auf das Kernuntersuchungsgebiet Luckenwalde. Wird der Radius der Betrachtung auf Nachbargemeinden und Kommunen erweitert, so kommen Wärmepotenziale von rund 40 MW hinzu, welche sich ergeben würden, wenn man Kapazitäten der angrenzenden Windparks nutzen würde. Insgesamt ergäbe sich ein Wärmepotenzial von rund 28 GWh/a, was einem Anteil von rund 60 % der Fernwärmeerzeugung ausmachen würde. Nähere Untersuchungen zum Windwärmepotenzial in der näheren Umgebung von Luckenwalde finden sich in Anlage 4 (**Windwärmepotenzial für die Fernwärmeversorgung der Stadt Luckenwalde**) dieses Berichts.

7 Zielszenario

7.1 Methodik

Das Zielszenario baut auf den Erkenntnissen aus den vorhergehenden Schritten - der Eignungsprüfung, der Bestandsanalyse sowie der Potenzialanalyse auf (siehe § 14 bis 16 WPG) und ist das Bindeglied zur Umsetzungsstrategie und den abzuleitenden Maßnahmen.

Das Zielszenario schließt sowohl bedarfsseitige Entwicklungen als auch Versorgungsszenarien mit Änderungen der Beheizungsstruktur ein und stellt gem. dem Leitfaden Wärmeplanung [1] auch die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 und somit auch der Pfad zur Treibhausgasneutralität dar.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig, dass ein Szenario immer im Kontext der Prämissen zu verstehen ist und mögliche Entwicklungen der Zukunft in sich schlüssig und konsistent beschreibt. Szenarien stellen also hypothetische Folgen von Ereignissen und Randbedingungen auf, die sich im Zeitverlauf aber auch ändern können.

Das hier gezeigte Zielszenario baut auf den heute absehbaren Randbedingungen hinsichtlich der beschriebenen technischen Potenziale in Luckenwalde, der Energiemärkte und der regulatorischen wie ordnungsrechtlichen Randbedingungen auf. Es ist kein Extremszenario im Sinne eines Best Case / Worst Case Szenarios, sondern ein Trendszenario, das klar auf das vorgegebene Ziel einer Treibhausneutralität fokussiert ist.

Methodisch beruht die Entwicklung der Szenarien auf der im Leitfaden Wärmeplanung [1] vorgegebenen Arbeitsweise:

- Festlegung der für Luckenwalde relevanten Randbedingungen unter Einbeziehung der Prämissen aus der Akteursbeteiligung.
- Wahl eines Sanierungsszenarios und Ableitung des zukünftigen Wärmebedarfes unter Berücksichtigung gebäudescharfer Annahmen zur Sanierungstiefe.
- Strukturierung des Versorgungsgebietes anhand von Eignungs- und Versorgungsgebieten für die verschiedenen in Betracht kommenden Technologien und Festlegung von lokalen Ausschlusskriterien bestimmter Optionen.
- Ableitung und Simulation von Anschlussgraden und Umstellungen auf klimafreundliche Heizungsoptionen.
- Erstellung der Endenergiebilanzen für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 sowie kartografische Darstellung.
- Ableitung der CO₂-Bilanz anhand der vorgegebenen CO₂-Faktoren für die verschiedenen Energieträger.

Im Ergebnis stellt das Szenario eine bis auf Adressebene spezifizierte Zielplanung dar, in der bis 2045 jeder Wärmeverbraucher klimaneutral versorgt wird. Dies kann durch Anschluss an ein Wärmenetz, dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen und Umweltenergie oder in Einzelfällen auch mit Feuerungsanlagen mit synthetischen oder biogenen Brennstoffen erfolgen.

Eine flächige Versorgung mit Wasserstoff beziehungsweise eine damit einhergehende Definition von Wasserstoffausbaugebieten wird, unter Berücksichtigung des aktuellen Informationsstandes zur Ausbauplanung des Wasserstoffkernnetzes in Deutschland, für Luckenwalde nicht vorgeschlagen.

Ableitung von Heizungsanlagen

Aus dem Modell heraus, ergeben sich Umschlussvarianten, wie eine zukünftige Wärmeversorgung, in welchem Gebiet aussehen kann. Hierbei spielen die Platzverhältnisse vor Ort, die Wirtschaftlichkeit im Kontext der erzielbaren CO₂-Einsparungen und weitere Faktoren eine Rolle. Somit wird für jeden einzelnen Baublock, die am geeignetsten Technologie ausgewiesen. Dies bedeutet aber im Rahmen der individuellen Planung nicht, dass nur diese eine Technologie in Frage kommt. Es wird die, entlang der Parameter im Modell, Technologie aufgezeigt, die im Ziel-dreieck Wirtschaftlichkeit, CO₂-Einsparung und passender Räumlichkeit an einem optimalen Punkt liegt.

- Ölheizungen bspw. werden zu Biomasseheizungen, da der bestehende Platz der Ölbunker für die Pelletlagerung geeignet ist (da Platz im Keller vorhanden ist).
- Eine Erdwärmepumpe kommt bei allen größeren Grundstücken infrage, da hier hinreichend Platz für das Verlegen von Erdwärmekollektoren vorhanden ist.
- Anschluss an das Fernwärmesystem an Stellen, die den Verdichtungsgebieten zugeordnet sind.
- Anschluss an das Fernwärmesystem an Stellen, die den Prüfgebieten zugeordnet sind, der aber explizit beim Versorger angefragt werden muss (Planung Netzausbau).
- Luftwärmepumpe an allen Stellen, an denen anderer Technologien mehr oder minder ausgeschlossen werden können.

Ableitung von Wärmenetzgebieten

Wärmenetze stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung dar. Insofern sind Analysen über die Möglichkeiten zur Steigerung des Anteils der netzgebundenen Wärmeversorgung Bestandteil einer jeden kommunalen Wärmeplanung.

Wie bereits einleitend dargestellt, unterscheidet das Wärmeplanungsgesetz vier verschiedene Kategorien von Wärmeversorgungsgebieten: Wärmenetzgebiete - Wasserstoffnetzgebiete – Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung und Prüfgebiete (siehe Kap. 1.1).

ARTEN DER ERSCHLIESSUNG VON WÄRMENETZGEBIETEN

Der folgende Abschnitt fokussiert Beschreibungen zur Erschließung von Wärmenetzgebieten. Dabei wird grundsätzlich zwischen Maßnahmen zur Verdichtung einerseits und der Erweiterung des Wärmenetzes andererseits unterschieden.

Verdichtung

Unter Verdichtung wird der Anschluss zusätzlicher Kunden an bereits bestehende Verteilleitungen des Wärmenetzes verstanden. Dies erhöht die Anschlussquote und damit die Absatzdichte, d. h. der Absatz kann ohne zusätzlichen Verteilleitungsbau gesteigert werden.

Ausbau/Erweiterung

Unter Netzerweiterung wird die Erschließung von Straßen beziehungsweise Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen ausgehend von bestehenden Wärmenetzen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden kann vergrößert (Netzausbaugebiet). Der Ausbau ist zumeist mit einer Integration weiterer Wärmequellen verbunden.

Neubau

Unter Neubau wird die Errichtung eines neuen Wärmenetzes, sprich die Erschließung von Straßen beziehungsweise Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden soll, neu erschlossen (Netzneubaugebiet). Der Neubau ist mit einer Erschließung neuer Wärmequellen verbunden.

Die Ableitung der Wärmenetzgebiete folgt laut WPG einem zweistufigen Ansatz:

1. Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren nach § 18 WPG
2. Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG – dazu gehört insb. die Bewertung der Eignung von Gebieten für Wärmenetze

Zur Bewertung und Einteilung werden Indikatoren und Kriterien herangezogen, welche die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen indirekt abbilden: So ist für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes neben einer entsprechend kostengünstigen Wärmeherzeugung auch ein möglichst kosteneffizienter Netzbetrieb erforderlich. Eine hohe Absatzliniendichte, also Wärmeabsatz je Netzlänge, führt zu niedrigen Netzverlusten und zu günstigeren Netzkosten bezogen auf die Wärmemenge. Dabei umfassen die Netzkosten sowohl die Investitionskosten zur Errichtung des Wärmenetzes als auch die laufenden Kosten für dessen Betrieb. Somit sollten Wärmenetze vorwiegend in Gebieten mit hohen Wärmelinienichten betrieben werden und es sollte ein möglichst großer Anteil der Gebäude im Wärmenetzgebiet angeschlossen werden, also eine hohe Anschlussquote erreicht werden. Neben den Kosten für die Verteilleitungen sind auch die Anschlusskosten für die Gebäude relevant. Aufgrund hoher Fixkosten für die Verlegung der Hausan-

schlussleitung sind große Wärmeverbraucher spezifisch (bezogen auf den Wärmeabsatz) günstiger an ein Wärmenetz anzuschließen als kleine. Somit ergeben sich folgende Kriterien, die für die Analysen zur Ermittlung der Möglichkeiten zum Ausbau der Wärmenetze herangezogen werden können:

- Hohe Wärmeliniendichte,
- Vorhandene Wärmequellen,
- Große Verbraucher,
- Hohe erwartbare Anschlussquote.

Bezüglich des Kriteriums **Wärmeliniendichte** gibt der Leitfaden Wärmeplanung [1] in Bestands-Quartieren einen Mindestwert von 1.500 kWh/(m*a) an. Aus der Praxiserfahrung der Gutachter wie auch der beteiligten Energieversorger, vor allem hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, der Umsetzbarkeit mit begrenzten Baukapazitäten und Fachkräften, ist dies – insbesondere für eine Anwendung in großen Städten - jedoch ein sehr niedriger Wert. Im Folgenden wird deshalb ein Richtwert von 3.000 kWh/(m*a) zur Eingruppierung eines Gebiets in die Klasse „wahrscheinlich geeignet“ gewählt und ein Richtwert von 5.000 kWh/(m*a) zur Eingruppierung eines Gebiets in die Klasse „sehr wahrscheinlich geeignet“ gewählt. Neben diesen Richtwerten wird der bestehende Netzverlauf sowie die aktuellen Ausbauplanungen des Fernwärmenetzes der Stadtwerke berücksichtigt.

Um ein Gebiet, welches wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich für Wärmenetze geeignet ist, als voraussichtliches Wärmenetzgebiet ins Zielszenario aufzunehmen, sollten **Wärmequellen** vorhanden sein, welche sich zur Integration in das bestehende Netz oder zur Erschließung im Rahmen eines neu zu errichtenden Netzes eignen.

Bezüglich der Verbrauchergröße wird kein Mindestwert gewählt. In der Modellierung des Wechsels von fossilen zu erneuerbar betriebenen Heizungstechnologien, werden größere **Verbraucher** mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an ein Wärmenetz angeschlossen.

Ein weiteres oben genanntes Kriterium ist eine hohe **Anschlussquote**. Diese ist vor allem dort zu erwarten, wo Alternativen für die Endkunden schwierig oder nur sehr aufwendig umsetzbar sind. GEG-konforme Alternativen zur Anbindung an ein Wärmenetz wären z.B. Wärmepumpen mit der Nutzung von Luft- oder Erdwärmesonden als Wärmequellen. Diese sind aufgrund von Platzbeschränkungen und Immissionsrichtwerten nach TA-Lärm im eng bebauten Raum, wie z.B. in dichten Innenstädten, oft schwierig oder gar nicht umsetzbar. Es lässt sich zusammenfassend und vereinfachend sagen, dass Wärmenetze in eng bebauten Gebieten mit älterem, wenig sanierten Gebäudebestand in der Zukunft meist mit einer hohen Anschlussquote rechnen können, wobei Gebiete mit hohem Anteil an dezentralen Heizungen (Gasetagenheizungen) besonders herausfordernd sind.

Die Herausforderungen bestehen sowohl aus technischer Sicht als auch aus wirtschaftlicher Sicht. So sind bereits sanierte Straßenzüge nur bedingt dafür geeignet, erneut geöffnet zu werden. Hinzu kommt, dass Wärmenetzbetreiber konkret Stellen in Prüfgebieten (potenzielle Ausbaugebiete) erschließen, welchen einen absehbaren wirtschaftlichen Erfolg mit sich bringen. Hier besteht der Zusammenhang zwischen hohen Baukosten der Fernwärme und dem möglichen Absatzpotenzial der Wärme. Je höher die Kosten eines Ausbaus je Meter und je geringer die absatzbare Menge je Meter, desto weniger stellt sich eine Wirtschaftlichkeit dar, bis zur Feststellung, dass ein Netzausbau an bestimmten Stellen unwirtschaftlich ist und somit von einem wirtschaftenden Betrieb nicht umgesetzt wird. Gründe sind die bereits erwähnten Baukosten der Fernwärme, welche sich im Bereich von 1.500 €/a bis zu 3.500 €/a bewegen können und in den letzten Jahren massiv gestiegen sind.

Ein möglicher Weg, die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Fernwärmeausbaus zu stärken, ist die Möglichkeit einer Fernwärmesatzung in Form eines Anschluss- und Benutzungszwangs im Falle des Ausbaus in einem bestimmten Gebiet.

Hier hat sich die Stadt Luckenwalde und der lokale Versorger SBL klar positioniert. Diese Möglichkeit bestand weder in der Vergangenheit, noch wird von dieser Möglichkeit in Zukunft Gebrauch gemacht. Die Gründe hierzu liegen klar auf der Hand. Auch die Fernwärme als mögliche zukünftige Wärmeversorgung muss sich dem Wettbewerb mit anderen Technologien aussetzen und wettbewerbsfähig sein. Das heißt konkret, dass die Vollkosten der Wärme aus Fernwärme in einem wettbewerblichen Bereich mit Vollkosten der anderen Technologien vergleichbar sein muss. Die Entscheidung zu dieser Technologie beruht also nicht auf Zwang, sondern wird auf Grundlage der Attraktivität der Technologie getroffen. Dabei darf die Fernwärme auch im oberen Bereich der Vergleichsvollkosten liegen, da die Fernwärme bestimmte Eigenschaften aufweist, die nicht einpreisbar sind, jedoch nur die Fernwärme hat. Zu nennen sind hier u.a. der 24/7 Notfallservice der Wärmeversorgung, die eingesparten Räumlichkeiten (nur Wärmetauscher notwendig und kein großes Heizungssystem), die eingesparten Wartungs- und Instandhaltungskosten und die Vermeidung der Bindung von viel Kapital. Die Fernwärme als rundum-sorglos-Paket, muss trotzdem preislich mit anderen Wärmeerzeugern im Vollkostenvergleich mithalten können. Die Idee ist also, dass die Fernwärme den gleichen wettbewerblichen Bedingungen unterworfen ist, wie andere Technologien auch.

Die Ergebnisse dieser Bottom-Up-Bewertung sowie die resultierende Gebietseinteilung werden im Sinne des Leitfadens [1] in einem iterativen Prozess zwischen der Kommune und den Stadtwerken abgestimmt.

7.2 Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes wurde das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Abbildung 47 bildet diese sowie die bestehenden Wärmenetze kartografisch ab. Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete wurden aus einem „Bottom-Up“-Ansatz und anhand der Wärmelinienichte ermittelten Eignung für Wärmenetze sowie unter Einbezug der möglichen vorhandenen und priorisierten zu erschließenden Wärmequellen zur Versorgung von Wärmenetzen definiert. Abbildung 46 zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze, welche basierend auf der oben beschriebenen Methodik ermittelt wurden.

Als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Stadtgebiet Luckenwalde wurden folgende Gebiete abgeleitet, vgl. Abbildung 47:

- Das **Wärmenetzgebiet** umfasst Gebiete sehr wahrscheinlicher Eignung für Wärmenetze. Die Größe der Wärmenetzgebiete wurde anhand der zur Verfügung stehenden Wärmequellen für eine zentrale Versorgung abgeleitet. Für dieses Gebiet wird im Rahmen des Zielszenarios eine Erschließung durch Wärmenetze bis 2045 angenommen. Das Wärmenetzgebiet in Luckenwalde umfasst die Bereiche rund um das bestehende Netz, welche ein hohes Verdichtungspotenzial aufweisen.
- **Prüfgebiete:** Die Gebiete wahrscheinlicher Eignung für Wärmenetze werden als Prüfgebiete für Wärmenetze ausgewiesen. Da die Eignung sowie verfügbarer Quellen zur Erschließung dieser Gebiete noch nicht abschließend bewertet werden kann, werden diese Gebiete zur näheren Prüfung der Wärmenetz-Ausbaumöglichkeiten und deren Ausarbeitung empfohlen. Wärmenetz-Prüfgebiete in Luckenwalde liegen:
 - rund um die Parkstraße und deren Querstraßen,
 - rund um die Käthe-Kollwitz-Straße bis hin zur Ziegelstraße, sowie östliche Teile der Rudolf-Breitscheid-Straße bis zur Heidestraße,
 - im Bereich der Grabenstraße, einschließlich der Beelitzer Straße, sowie

- weitere kleinere Abschnitte im nördlichen Teil der Straße Burg, im südlichen Teil der Straße Beelitzer Tor, sowie Teile der Heinrich-Zille- und Frankenstraße.
- **Dezentrale Versorgungsgebiete** sind alle übrigen Ortsteile und Quartiere. In diesen Gebieten kommen überwiegend dezentrale Lösungen zum Einsatz. Dies können alle GEG-konformen Versorgungslösungen, wie Wärmepumpen, Biomassekessel, Solarthermie- oder Hybridheizungen sein. Weiterhin ist zu beachten, dass auch sogenannte Gebäudenetze, sprich Wärmenetze mit bis zu 16 Gebäuden beziehungsweise bis zu 100 Wohneinheiten, im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes als dezentrale Versorgungsoption gelten.
- **Wasserstoffnetzgebiete** werden nicht ausgewiesen.

Infobox: Prüfgebiete = „Anfragegebiete“ beim Wärmeversorger

Im Rahmen der Planung potenzieller, zukünftiger Wärmenetzgebiete (zentrale Versorgung), existieren Gebiete, in denen eine individuelle Einschätzung bezüglich des tatsächlichen Ausbaus bzw. der Erweiterung des Wärmenetzgebietes notwendig ist. Diese Einschätzung kann im konkreten Fall **ausschließlich der Wärmenetzbetreiber**, die Städtischen Betriebswerke Luckenwalde GmbH, geben.

Das bedeutet für alle Adressen und Baublöcke, die sich innerhalb von Prüfgebieten befinden: Bitte halten Sie Rücksprache mit dem Netzbetreiber vor der Entscheidung für eine bestimmte Heiztechnologie. Es wird empfohlen, eine formlose Anfrage beim Fernwärmeanbieter zu stellen, mit der Fragestellung, ob und in welchem Zeitraum mit einem individuellen Netzanschluss gerechnet werden kann. Daher sind Prüfgebiete im Kontext eines „Anfragegebietes für Fernwärme“ (kundenseitig) zu betrachten.

So kann sichergestellt werden, dass eine Entscheidung für eine bestimmte Technologie nachhaltig ist und es nicht durch Informationsdefizite zu Umschlusss Maßnahmen kommt, die ggf. ökologisch und ökonomisch nicht optimal sind.

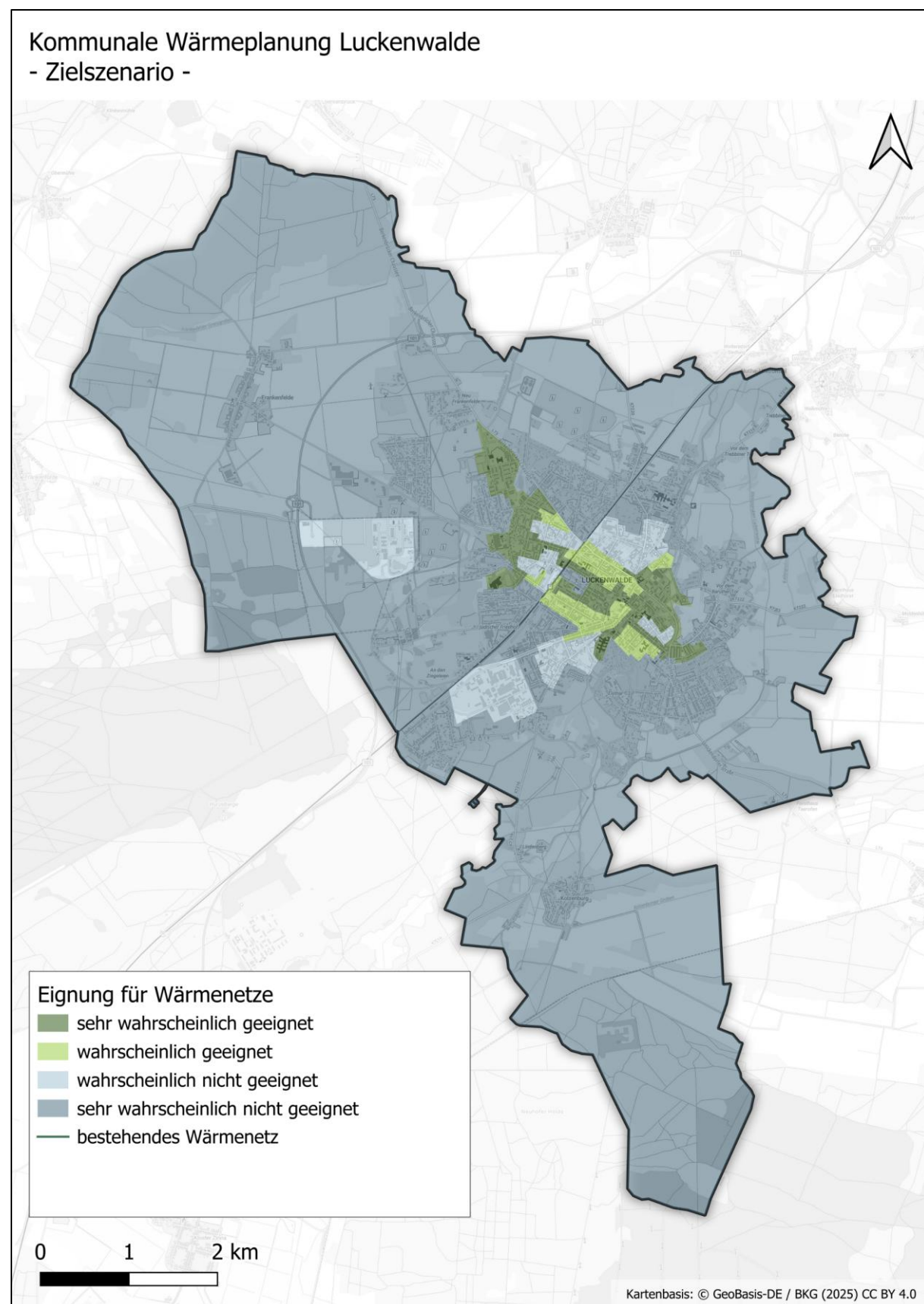


Abbildung 46: Eignungsgebiete für Wärmenetze

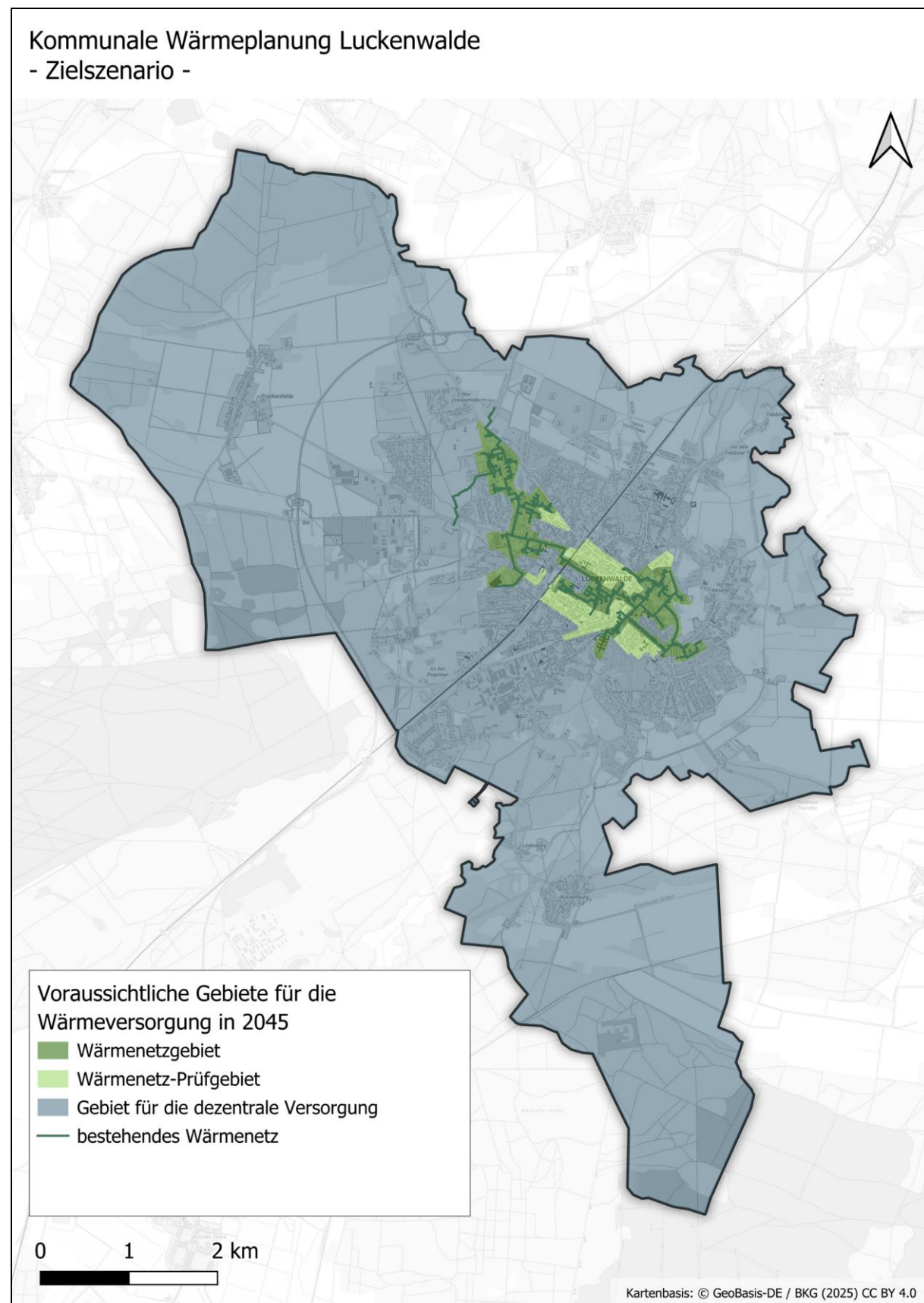


Abbildung 47: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 2045

7.2.1 Wärmenetzgebiete

Für das Fernwärmenetz Innenstadt, welchen von den Städtischen Betriebswerken Luckenwalde (SBL) betrieben wird, wird im Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung insbesondere eine Verdichtung der Anschlüsse am bestehenden Netz angenommen.

Weitere, bottom-up ermittelte, potenzielle Wärmenetzgebiete werden als Prüfgebiete ausgewiesen, da ausgehend von der durchgeführten top-down Potenzialanalyse zum heutigen Zeitpunkt keine abschließende Lösung für die zukünftige treibhausgasneutrale Fernwärmeerzeugung benannt werden kann. So summieren sich die quantifizierten zentralen Wärmequellen aus Flusswasser, Klärwasser, Abwasser, Solarthermie und Biomasse in Summe rd. 45 GWh/a, vgl. Kapitel 6.6. Hinzu kommen Potenziale zur zentralen Wärmeerzeugung über Luft-Wärmepumpen sowie Power-to-Heat-Lösungen. Dem gegenübergestellt beläuft sich die zur Deckung der aktuellen Fernwärmebedarfe benötigte Fernwärmeerzeugung auf rd. 39 GWh/a (Absatz + Netzverluste). Die identifizierten erneuerbaren Wärmequellen und Technologien könnten den heutigen Fernwärmebedarf folglich zwar bilanziell decken, jedoch ist zu berücksichtigen, dass das Potenzial zielgerichtet eingesetzt und unter Berücksichtigung von Verfügbarkeit, technischer Umsetzbarkeit sowie wirtschaftlicher Rahmenbedingungen priorisiert werden muss. Aufbauend auf diesen Ergebnissen der Kommunalen Wärmeplanung werden die Städtischen Betriebswerke Luckenwalde daher im nächsten Schritt eine detaillierte Transformationsplanung der Fernwärmeerzeugung erarbeiten, um die zukünftige Wärmeversorgung vertieft zu analysieren und strategisch auszurichten.

Zur Bilanzierung der zukünftigen Fernwärme werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung folgende Annahmen getroffen:

- Anteil erneuerbarer Energien an der Fernwärmeerzeugung: 30 % im Jahr 2030, 80 % im Jahr 2040 und 100 % im Jahr 2045.
- Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung im Jahr 2045: 80 % Wärmepumpen, 10 % Solarthermie und 10 % Power-to-Heat.

Unter diesen Randbedingungen sowie unter Anwendung der Carnot-Berechnungsmethode ergeben sich die zukünftigen Treibhausgasemissionsfaktoren für den Energieträger Fernwärme zu 151 g/kWh im Jahr 2030, 55 g/kWh im Jahr 2040 und 9 g/kWh im Jahr 2045.

Im Zieljahr 2045 der kommunalen Wärmeplanung besitzt das Wärmenetz der SBL eine Länge von etwa 22 km. Eine vollständige Erschließung der Prüfgebiete würde einen Ausbau von zusätzlichen 11 km erforderlich machen. Unter der Annahme einer Anschlussquote von 80 % bezogen auf die Anzahl der Anschlüsse, werden im Wärmenetzgebiet rd. 200 zusätzliche Gebäude an das Fernwärmenetz angebunden. Bei einer Erschließung der Prüfgebiete und ebenjener Anschlussquote verdreifacht sich die Anzahl der potenziellen Fernwärme-Neukunden.

7.2.2 Teilgebiete und Quartierslösungen

Im Rahmen der Potenzialanalyse und nach Abstimmung mit der planungsverantwortlichen Stelle wurden für zwei Fokusquartiere Wärmenetzlösungen detaillierter analysiert. Kriterien bei der Auswahl der Quartiere waren:

- Gebiete mit einer hoher Wärmeliniedichte, die aber außerhalb der im Kommunalen Wärmeplan dargestellten Wärmeversorgungsgebiete liegen und

- Gebiete, die auf andere Gebiete adaptierbar sind und daher Pilotcharakter haben können.

Zudem sollten die Gebiete unterschiedliche Gebäudestrukturen, Eigentümerstrukturen, Wärmebedarfe etc. abbilden, um durch die Bandbreite entsprechende Erkenntnisse zu gewinnen. Deshalb wurden folgende weitere Kriterien berücksichtigt:

- Gebiete mit kommunalem Gebäudebestand,
- Gebiete mit besonderen Akteursstrukturen, z.B. mit Gebäudebestand von Wohnbaugesellschaften oder speziellen Gewerbestrukturen sowie
- Gebiete, die aufgrund lokaler Gegebenheiten vor besonderen Herausforderungen bei der Transformation stehen.

Identifiziert wurden folgende Fokusquartiere:

Fokusquartier Ortsteil Frankenfelde:

Der Ortsteil Frankenfelde gehört zur Stadt Luckenwalde im Landkreis Teltow-Fläming, Brandenburg, und hat heute etwa 321 Einwohner. Der ursprünglich als Angerdorf gegründete Ort wurde erstmals 1285 urkundlich erwähnt und wurde 1993 eingemeindet. Frankenfelde liegt nordwestlich vom Luckenwalder Stadtzentrum und ist von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Wald umgeben. In den letzten Jahren sind ein Wohngebiet und einige neue Einfamilienhäuser hinzugekommen.⁷

Der Ortsteil unterscheidet sich in seiner Struktur deutlich von der Kernstadt: Die Bebauung ist lockerer, die Grundstücke sind tendenziell größer und bieten damit mehr Gestaltungsspielraum für individuelle Lösungen. Gleichzeitig ermöglicht die überschaubare Größe und die engere soziale Vernetzung der Bewohner, gemeinschaftliche Projekte wie eine Nahwärmelösung leichter umzusetzen. So könnte der Ortsteil repräsentativ für innovative Energieversorgung stehen, bei der lokale Ressourcen effizient genutzt und nachhaltige Strukturen geschaffen werden.

Fokusquartier Biotechnologiepark und Umgebung:

Der Biotechnologiepark Luckenwalde ist eines der wichtigsten Innovationszentren der Stadt und ein zentraler Fokusbereich für die kommunale Wärmeplanung. Er befindet sich am Stadtrand auf dem Frankenfelder Berg und erstreckt sich über eine Gesamtfläche von etwa 28 Hektar, teilweise auf ehemaliger Militärfäche. Der Park beherbergt aktuell rund 13 Unternehmen mit insgesamt etwa 700 Beschäftigten, vor allem aus den Life Sciences, insbesondere Wirkstoffentwicklung, Pharmazie, Diagnostik, Medizin- und Gentechnik.⁸

Die Integration von Arbeiten, Forschen und Wohnen im Park sowie die zahlreichen Gebäude mit hohem Energiebedarf bieten großes Potenzial für koordinierte und nachhaltige Wärmeversorgungslösungen. Hervorzuheben sind auch die modernen Büro- und Laborkomplexe, die über zentrale Medienversorgung und technische Infrastruktur verfügen, was Synergieeffekte für eine gemeinschaftliche Wärmeplanung begünstigt. Die Ausbaupotenziale und die infrastrukturellen Voraussetzungen der Deponie nebenan erhöhen die Bedeutung für die Wärmeplanung

7.2.2.1 Fokusgebiet Ortsteil Frankenfelde

Die Wärmeplanung für das Untersuchungsgebiet mit 130 Adressen zeigt eine Ausgangslage von rund 2.500 MWh/a Wärmebedarf (Raumwärme und Trinkwarmwasser), der derzeit nahezu vollständig über dezentrale Erdgasheizungen (Rest Heizöl) gedeckt wird. Die Wärmeliniedichte ist –

⁷ Stadt Luckenwalde, <https://www.luckenwalde.de/Stadt/Entdecken-und-er-leben/Ortsteile/Frankenfelde/> (abgerufen 26.09.2025)

⁸ Stadt Luckenwalde, <https://www.luckenwalde.de/Wirtschaft/Gewerbef%C3%A4chen-Immobilien/Biotechnologiepark> (abgerufen 26.09.2025)

typisch für den ländlichen Raum mit lockerer Bebauung – sehr gering. Das bedeutet: wenig Wärme je Meter Straße, wodurch die Erschließung mit einem Wärmenetz aus Sicht der Netzökonomie kritisch geprüft werden muss. Im Szenario einer zentralen Versorgung würde eine 700 kW-Wärmepumpe zusammen mit einem 842 kW Power-to-Heat-Spitzenlastkessel ein etwa 2.800 m langes Netz speisen und rund 2.691 MWh/a bereitstellen, wobei die Wärmepumpe 98 % des Bedarfs abdeckt. Im alternativen Szenario der dezentralen Versorgung könnten Wärmepumpen mit insgesamt 2.481 MWh/a erzeugter Wärme ca. 97 % des Bedarfs decken, ergänzt durch integrierte Heizstäbe für die Abdeckung der Spitzenlasten (3 %). Dank der hier großen Grundstücke vor Ort ist der Einsatz effizienter Wärmepumpen mit Erdkollektoren gut möglich, während Luftwärmepumpen nur dort vorgesehen sind, wo keine anderen Optionen bestehen. Der Kostenvergleich der Szenarien zeigt die wirtschaftliche Bewertung. Die Annahmen der Berechnungen basieren unter anderem auf Kennzahlen aus dem Technikatalog der dena [2] sowie aus aktuellen EEX-Preisen mit Bearbeitungsstand Anfang 2025. Für die zentrale Versorgungsvariante werden die Wärmepumpe sowie der Power-to-Heat-Spitzenlastkessel mit einem durchschnittlichen Strompreis von 349 €/MWh netto angesetzt. In diesem Preis sind sämtliche Umlagen und Netzentgelte bereits enthalten. Im dezentralen Versorgungsszenario wird ein durchschnittlicher Strompreis von 264 €/MWh netto zugrunde gelegt, der ebenfalls alle relevanten Umlagen und Entgelte umfasst. Die Investitionskosten für die zentralen Wärmeerzeugungsanlagen sowie das Wärmenetz belaufen sich insgesamt auf rund 7,5 Mio. € netto. Zusätzlich fallen jährliche Betriebskosten in Höhe von etwa 230 Tsd. € an, die Instandhaltung, Wartung, Versicherung und Personal umfassen. Im dezentralen Szenario betragen die Investitionskosten für die erforderlichen Anlagenkomponenten etwa 30 Tsd. € je Einheit. Die jährlichen fixen Betriebskosten liegen bei rund 1 Tsd. €.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den verwendeten Parametern um Durchschnittswerte handelt, die nicht immer die spezifischen Gegebenheiten einzelner Gebäude abbilden können.

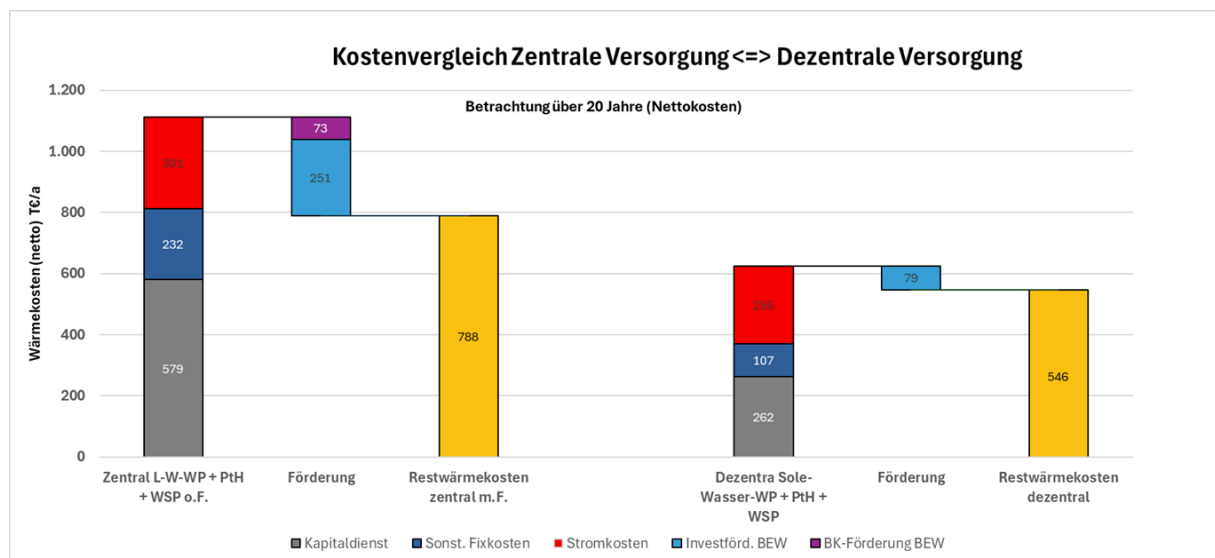


Abbildung 48: Zusammensetzung der Kosten einer zentralen vs. dezentralen Wärmelösung im Fokusgebiet Frankenfelde

Wie Abbildung 48 zeigt, sind die Gesamtkosten der zentralen Lösung deutlich höher als die der dezentralen Lösung. Dies beruht auf der Tatsache, dass der Netz(auf)bau mit sehr hohen Initialkosten verbunden ist. Dem entsprechend ist der Kapitaldienst (u. a. AfA des Netzes) sehr hoch, und kann nicht durch die kostensenkende Degression bei Einsatz einer einzelnen Großerzeugungsanlage kompensiert werden. Auch die verhältnismäßig hohe Investitionskostenförderung sowie

Betriebskostenförderung verhilft der zentralen Variante nicht zu den entscheidenden Kostensenkungen, welche sich später im Preis ausdrücken würden. Für die dezentrale Variante wird die BEG-Basisförderung von 30 % angesetzt. In den Blöcken rechts und links sind jeweils die Gesamtkosten (linke Säule, linke Seite) unterteilt nach Kapitalkosten, Fixkosten und Stromkosten zu sehen. Reduziert werden diese durch eine Förderung, so dass am Ende Kosten (Wärmerestkosten) verbleiben, die auf die gesamte absetzbare Menge Wärme aufgeteilt werden muss. Je höher also die Gesamtkosten bei gleichzeitig kleiner Menge Wärme, desto höher die Kosten für jeden Kilowattstunde Wärme.

Abbildung 49 zeigt dies deutlich. Die gesamten, zu tragenden Kosten, aufgeteilt auf die verkaufte Menge an Wärme (Cent pro Kilowattstunde), sind bei der zentralen (Netz) Variante höher als bei der dezentralen Variante. Geringere Gesamtkosten, verteilt auf die gleiche Menge an Wärme, ergibt deutlich geringere Wärmekosten und damit im Endeffekt auch geringere Wärmekosten für die Kunden im untersuchten Gebiet.

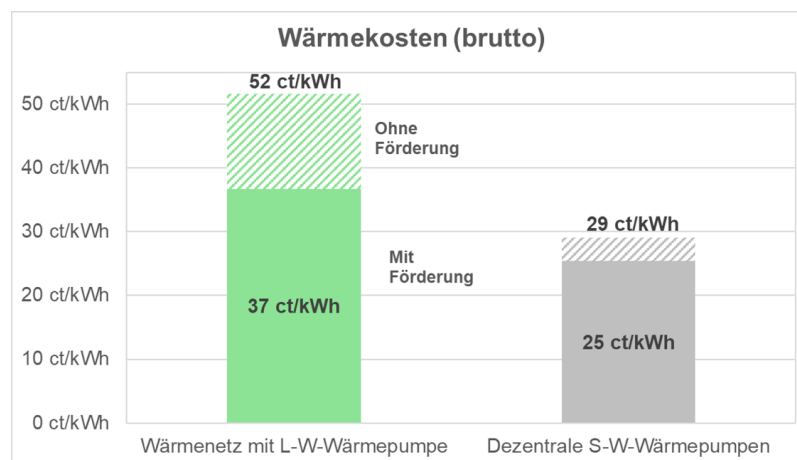


Abbildung 49: Wärmekosten zentrale Versorgung vs. dezentrale Versorgung im Fokusgebiet Frankengelde

Die Ergebnisse überraschen also nicht: Ein Netzausbau lohnt sich nur dort, wo eine ausreichend hohe Wärmedichte vorliegt. Die Berechnungen bestätigen die Einteilung der Gebiete, wonach sich ländliche Gebiete überwiegend auf den dezentralen Ausbau erneuerbarer Technologien einstellen werden. Welche konkrete Lösung am Ende bevorzugt wird, hängt stark von den individuellen Rahmenbedingungen ab. Eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist aber in jedem Fall technisch möglich, da erprobte Optionen zur Verfügung stehen, wie zu Beispiel unterschiedliche Ausprägungen der Wärmepumpen oder auch Biomasseheizungen (z.B. Pelletkessel). Die Kosten der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung könnten jedoch gegenüber der Vergangenheit steigen, allerdings nur im Kontext der Preise vor der Energiekrise. Im Vergleich zu den erwarteten Kosten der Fossilen in der Zukunft (u.a. durch höhere Kosten der Netznutzung, CO₂-Preis Entwicklung ab 2028), liegen diese aber wahrscheinlich darunter, da auch nicht klar ist, wie sich beispielsweise die Preise der Rohstoffe an den Börsen entwickeln.

7.2.2.2 Fokusgebiet Biotechnologiepark und Umgebung

Im Baublock des Biotechnologieparks mit 101 Adressen und 17 Gebäuden beträgt der aktuelle Wärmebedarf für Raumwärme und Trinkwarmwasser rund 4.000 MWh/a, der überwiegend durch dezentrale Erdgasheizungen (übrige Heizöl) gedeckt wird. Aufgrund der Bebauung und der typischen gewerblichen Struktur ist die Wärmedichte eher gering. Konkret entspricht ein Straßenzug den Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit. Eine Straße allein ist jedoch nicht ausreichend für ein wirtschaftlich tragfähiges Wärmenetz. Netzökonomie ist auch hier das entscheidende Stichwort, wie schon im vorherigen Fokusgebiet. Zwei Szenarien wurden untersucht: die dezentrale,

individuelle Versorgung im Gebäudebereich sowie eine zentrale Versorgung mit Erdwärmekollektoren, Power-to-Heat-Anlage und Speicher beziehungsweise mit Biomasse-Holzkessel, Biogaskessel und Speicher. Im Beispiel der dezentralen Versorgung (ein repräsentatives Gebäude herausgenommen) beträgt die Gesamterzeugung 1.319 MWh/a. Wärmepumpen mit insgesamt rund 1.198 kW decken etwa 90 % des jährlichen Wärmebedarfs, während integrierte Heizstäbe oder Elektro-Kessel die verbleibenden 10 % übernehmen – nicht nur im Reservefall, sondern auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen. Ein Vergleich der Vollkosten zeigt dabei deutliche Unterschiede zwischen den Varianten. Für die Berechnungen werden ebenfalls Kennzahlen aus dem Technikkatalog der dena [2] sowie aktuelle EEX-Preise mit Bearbeitungsstand Anfang 2025 genutzt. Für die zentrale Wärmepumpenlösung wird ein Strompreis von 291 €/MWh netto inkl. aller Umlagen und Netzentgelte angesetzt. Biomethan wird inklusive aller Umlagen und Entgelte mit 157 €/MWh bewertet, Biomasse mit 46 €/MWh. Im dezentralen Versorgungsszenario wird ein durchschnittlicher Strompreis von rund 310 €/MWh netto zugrunde gelegt. Die Investitionskosten für die zentrale Versorgungsvariante mit Wärmepumpen einschließlich Wärmenetz betragen etwa 9,5 Mio. € netto. Zusätzlich werden jährliche fixe Betriebskosten in Höhe von rund 300 Tsd. € angesetzt, die insbesondere Wartung, Instandhaltung und Versicherungen umfassen. Für eine alternative zentrale Versorgung mit Biomasse-Heizwerk und Biomethan-Spitzenlastkesseln ergeben sich Investitionskosten von knapp 10 Mio. € netto sowie jährliche fixe Betriebskosten von etwa 340 Tsd. €. Bei einer reinen Versorgung über Biomethankessel (zwei Anlagen) liegen die Investitionskosten bei rund 9,3 Mio. € netto. Die jährlichen fixen Betriebskosten werden hierfür mit etwa 290 Tsd. € angesetzt. Im dezentralen Versorgungsszenario werden für die Installation einer Wärmepumpe inklusive Heizstab Investitionskosten von etwa 34 Tsd. € pro Gebäude angenommen.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den verwendeten Parametern um Durchschnittswerte handelt, die die spezifischen Randbedingungen einzelner Gebäude nur eingeschränkt abbilden.

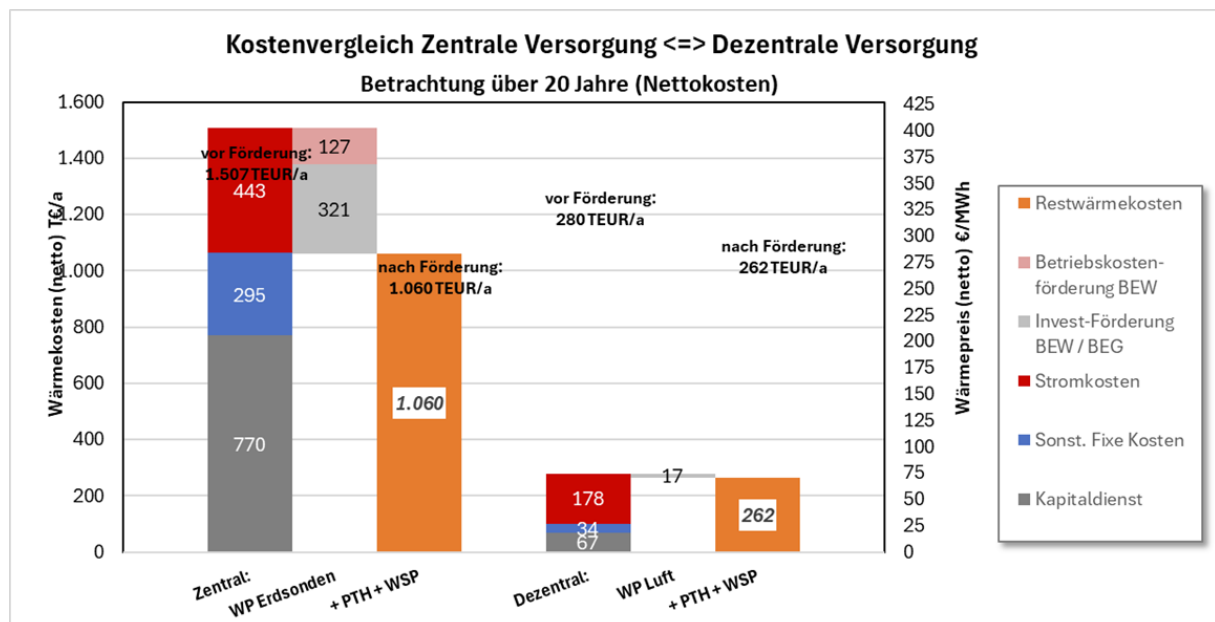


Abbildung 50: Zusammensetzung der Kosten einer zentralen vs. dezentralen Wärmelösung im Fokusgebiet Biotechnologiepark

Die Kostengegenüberstellung der zentralen und der dezentralen Lösung in Abbildung 50 ist nicht direkt miteinander vergleichbar, da es sich bei der dezentralen Betrachtung um ein konkretes Einzelgebäude handelt und nicht um die kumulierten Kosten aller dezentralen Lösungen. Aussagekräftig wird der Vergleich allerdings durch die Zahlen in der nächsten Abbildung. In den zentralen

Versorgungsvarianten werden die Investitionsförderungen sowie zusätzlich bei der Wärmepumpenlösung auch die Betriebskostenförderung nach BEW angenommen. Die Biomethankessel werden allerdings nicht nach BEW gefördert. Im dezentralen Szenario wird die Basisförderung nach BEG von 30 % angesetzt.

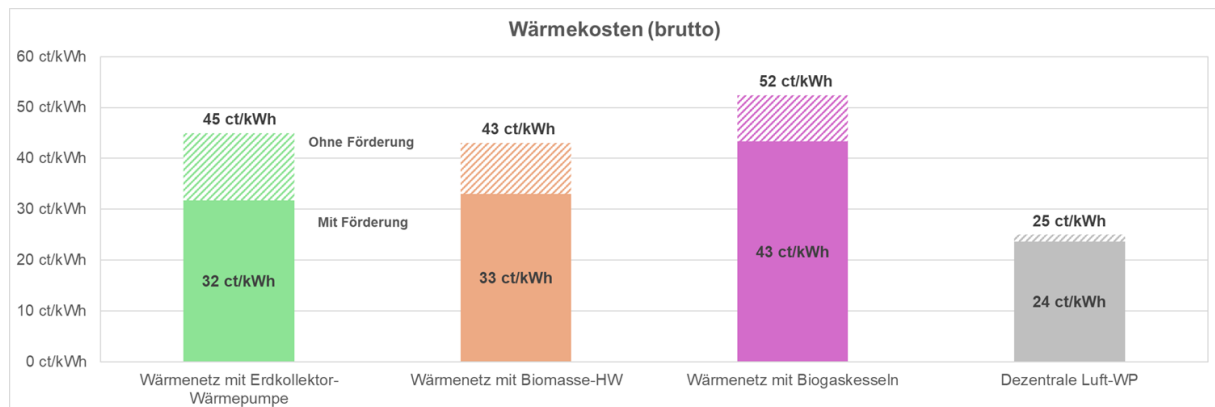


Abbildung 51: Wärmekosten zentrale Versorgung vs. dezentrale Versorgung im Fokusgebiet Biotechnologiepark

Die Gründe für die deutlich höheren Wärmekosten sind im vorherigen Beispiel erläutert worden und analog auch hier zutreffend (vergleiche Abbildung 50 und Abbildung 51). Die Variante „Wärmenetz mit Biogaskesseln“ als auf Grundlage des Einsatzes von Biomethan sticht besonders hervor. Dies ist den sehr hohen Beschaffungskosten des Biogases geschuldet und wird mittelfristig auf diesem Niveau verharren. Die Ressource Biomethan ist sehr knapp und dient in vielen Konzepten und Umsetzungen zur Spitzenlastabdeckung mittels „grünen Gasen“. Somit ist sie weiterhin sehr gefragt, bei gleichzeitiger persistierender Knappheit.

Ein weiteres, jedoch nicht weiter untersuchtes Fokusgebiet, ist das Krankenhaus und den anliegenden Gebäuden. Hier ist, aufgrund der vorgefundenen Struktur, eine Betrachtung als Fokusgebiet wie Frankenfelde und dem Biotechnologiepark nicht ohne weiteres möglich. Daher wird an dieser Stelle vorgeschlagen, die konzeptionelle Unterstützung in Form eines Experten-Interviews durchzuführen. Hierbei würde man zunächst die zukünftigen Wärmebedarfe prognostizieren, gleichzeitig Effizienzpotenziale ermitteln und einen spezifischen Wärmeversorgungsansatz (Technologieauswahl) wählen, da es sich bei dem Gebiet nur um einen einzigen Kunden handelt. Der Wärmeversorgungsansatz beinhaltet auch die Ermittlung von Wärmepotenzialen in der Nähe, wie z.B. dem, räumlich nahen, Pumpwerk. Auf die Wärmeplanung bezogen, könnte sich daraus eine mögliche Maßnahme ableiten, die ggf. in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden könnte.

7.2.3 Dezentrale Versorgungsgebiete

Alle Gebiete, die außerhalb der Abbildung 47 dargestellten Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete (=Anfragegebiete) liegen, sind dezentrale Versorgungsgebiete. Um die Gebäude in den Prüfgebieten mit bilanzieren zu können wird für die folgenden Darstellungen exemplarisch angenommen, dass diese Gebiete ebenfalls dezentral versorgt werden.

In dezentralen Versorgungsgebieten stehen Hauseigentümern verschiedene Technologien für zukünftigen Heizungsanlagen zur Verfügung. Generell kann jede Heizungsanlage, die mit einem Anteil von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie betrieben wird, zur zukünftigen Versorgung eingesetzt werden. Die 65 Prozent gelten aktuell (Stand Mitte 2025) für neu errichtete Gebäude und werden ab Mitte 2028 beim Einbau von neuen Heizungen auch in Bestandsgebäuden und Neubauten in Baulücken verbindlich. Intakte bestehende Heizungssysteme mit einem EE-Anteil unter 65 Prozent können auch nach Mitte 2028 weiter betrieben werden. Gemäß der Vorgabe des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) muss jedoch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung KWP

für alle Heizungsanlagen - auch in den dezentralen Versorgungsgebieten - bis spätestens zum Jahr 2045 ein Pfad zur vollständigen treibhausgasneutralen Versorgung aufgezeigt werden.

Für das Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung wird angenommen, dass die dezentralen Versorgungsgebiete überwiegend durch eine Heizungsumstellung auf Wärmepumpen geprägt sind. Dabei spielen neben Luftwärmepumpen auch Erdwärmepumpen eine Rolle, vor allem in Bereichen mit größeren Flurstücken und ohne wasserrechtliche Einschränkungen. Weitere Bausteine sind – wenn auch punktuell – der Austausch von Ölheizungen durch Pelletkessel sowie im Prozesswärmebereich die Nutzung von klimaneutralen Direktstromanwendungen.

Der Ausbau der Wärmepumpen als wichtigster Baustein neben den Wärmenetzen ist in Abbildung 52 dargestellt, in der der Zuwachs dezentraler klimaneutraler Optionen gegenüber dem Ausgangspunkt heute auf Baublockebene zu erkennen ist. Vor allem in den Stadtteilen außerhalb der Wärmenetzgebiete ist ein erheblicher Ausbau erforderlich, während in den Bereichen rund um das bestehende Fernwärmenetz kaum noch dezentrale Lösungen hinzukommen. Ebenfalls erkennbar ist, dass Baublöcke mit überwiegender Eignung für Erdwärmepumpen, also geothermischer Wärmequelle, vorwiegend in den Randbereichen existieren, wo es größere Grundstücke gibt.

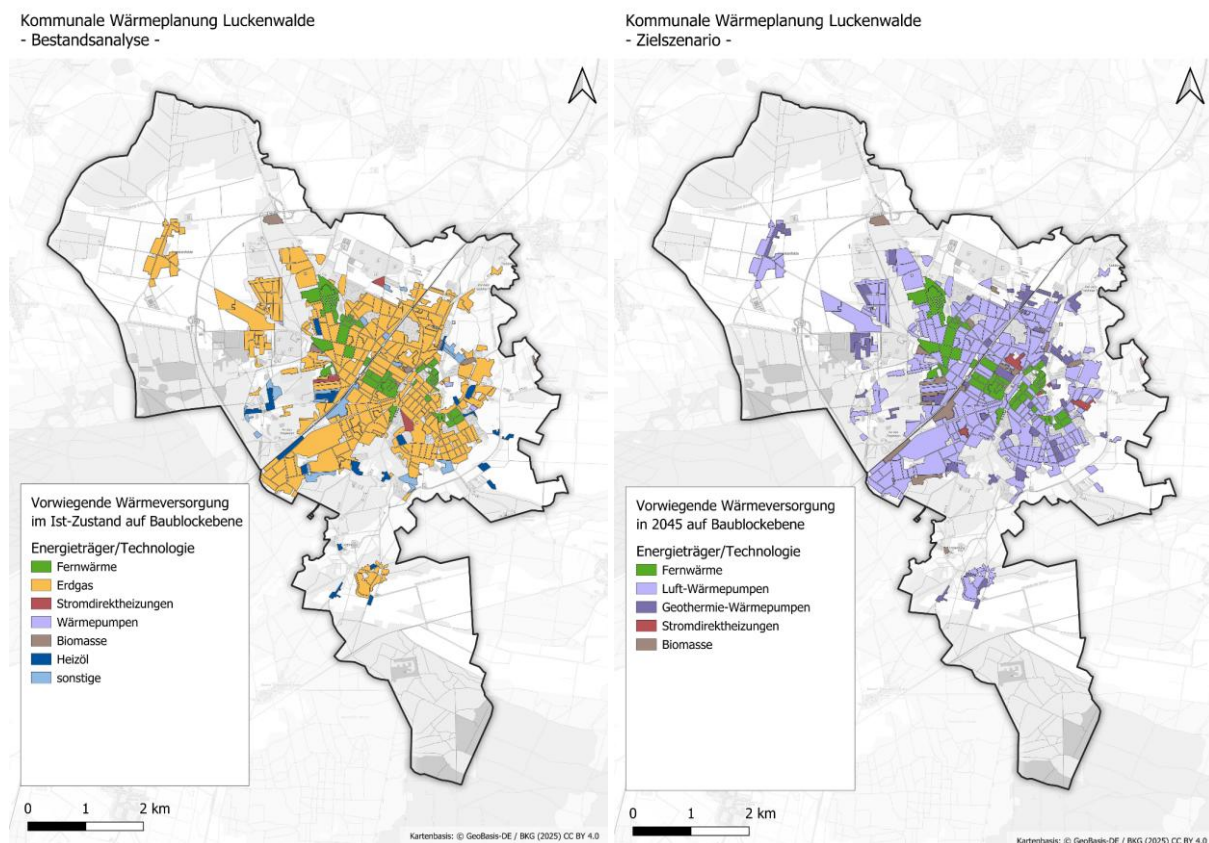


Abbildung 52: Gegenüberstellung des vorwiegenden Energieträgers auf Baublockebene, gemessen am Anteil an der Wärmebereitstellung, links: Ist-Zustand, rechts: Zielszenario 2045

Die Dimension der Transformation des Wärmesystems zeigt sich auch an der Anzahl der Gebäude, die von Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas auf Wärmepumpen oder einen Fernwärmeanschluss wechseln, wie in Abbildung 53 gezeigt. Es wurde angenommen, dass jedes Jahr in etwa gleich viele Gebäude ihr Heizungssystem wechseln.

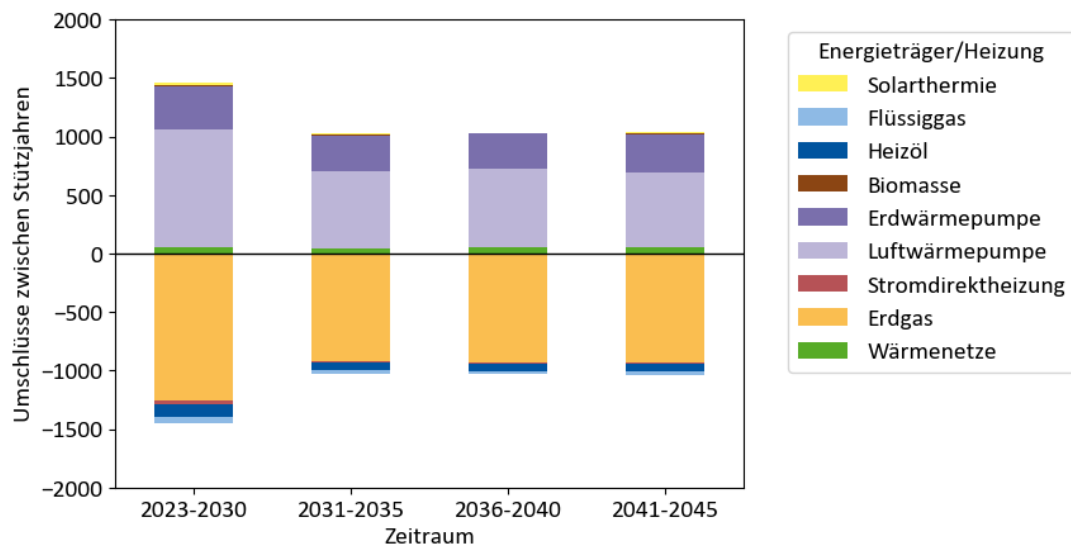


Abbildung 53: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen des Stützjahren

Bis 2045 müssen rund 90 % aller Gebäude (rd. 4.500 Gebäude) eine neue Versorgungslösung bekommen, wobei dies in den allermeisten Fällen mit einer Erneuerung einer Heizung am Ende der Lebensdauer einhergeht. Die Auswertung der Schornsteinfegerdaten zeigt, dass bis 2045 auch 97 % der gefeuerten Heizungsanlagen in Luckenwalde ein Alter von über 25 Jahren erreicht haben werden und damit ein Austausch im Erneuerungszyklus stattfinden kann. Bis 2030 werden etwa 48 % der Gas- und Ölheizungen 25 Jahre oder mehr erreicht haben. Im Mittel müssen bis zur Zielerreichung jedes Jahr 200 Gebäude auf eine neue Versorgungsart umgestellt werden.

Werden die Prüfgebiete (=Anfragegebiete) nicht mit Fernwärme erschlossen (negative Auskunft des Netzbetreibers), werden bis 2045 rd. 200 Gebäude durch Nachverdichtung an das Fernwärmenetz angeschlossen. Für den Fall, dass zukünftig auch in den Prüfgebieten Fernwärme verfügbar sein wird, ergeben sich über 620 Fernwärme-Neuanschlüsse. Der Rest entfällt zu großen Teilen auf Wärmepumpen. Biomasse und Solarthermie nehmen eine untergeordnete Rolle ein.

7.3 Entwicklung der Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Transformation der Wärmeversorgung führt zwangsläufig zu großen Änderungen der Energie- und Klimagasbilanzen. So zeigt sich bis zum Zieljahr 2045 zum einen eine signifikante Verringerung des Wärmebedarfs und (noch stärker) des Endenergiebedarfs. Zum anderen wird, wie beschrieben, eine Vielzahl an Umstellungen auf andere Heizenergiesysteme oder Energieträger realisiert.

Die Transformation des Wärmesystems ist in der folgenden Abbildung 54 anhand der Wärmebedarfsdeckung in Zeitverlauf dargestellt. Es sind die Beiträge der Zieltechnologien und der Wechsel weg von heute noch fossilen Heizsysteme zu erkennen, wie auch die Wärmebedarfsreduktion von 189 GWh/a im Basisjahr auf 156 GWh/a. Diese Reduktion von rd. 18 % ergibt sich, wie in Kapitel 6.3 beschrieben, aus den Einsparungen durch Sanierungen der Gebäudehüllen, Klimaeffekten sowie Effizienz- und Suffizienzsteigerungen. Gewählt wurde dabei das Trend-Sanierungsszenario.

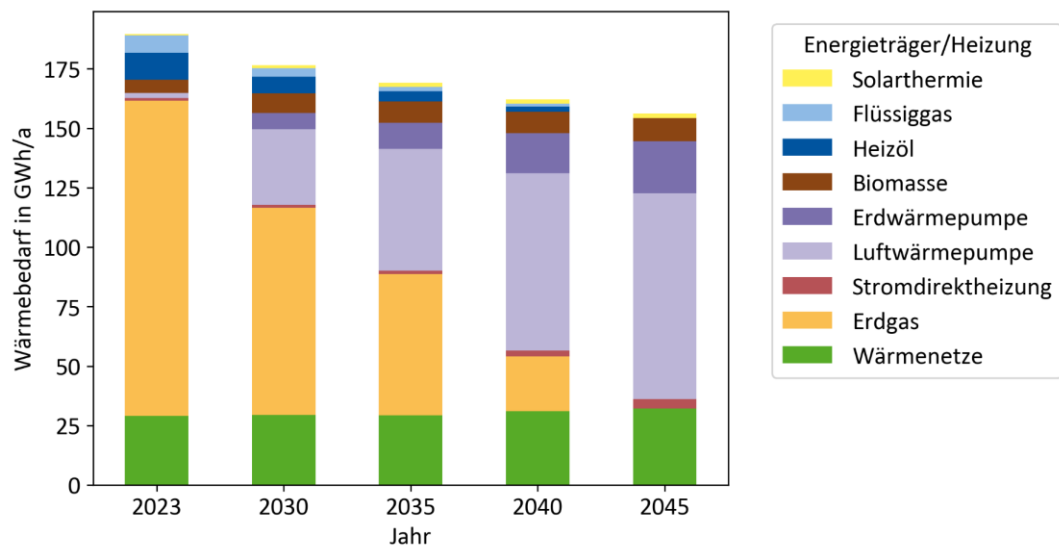


Abbildung 54: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045

In Abbildung 54 ist zudem der Zuwachs des Fernwärmebedarfes zu erkennen. Dieser fällt aufgrund der Sanierungsaktivitäten trotz Nachverdichtung moderat aus. Weiterhin sind der sukzessive Rückgang von Erdgas, Heizöl und Flüssiggas, deren Versorgungsanteile sich auf Wärmenetze, Luft- und Erdwärmepumpen sowie zu einem kleineren Anteil auf Biomasse und Solarthermie aufteilen, ersichtlich. Über den gesamten Zeitverlauf sind direkte Stromanteile an der Bedarfsdeckung erkennbar. Während Direktstromanwendungen zur Raumwärmeerzeugung im privaten Bereich schwinden, wird angenommen, dass die industrielle und gewerbliche Prozesswärme, wenn kein Anschluss an ein Wärmenetz besteht, zukünftig über Direktstrom erzeugt wird.

Abbildung 55 visualisiert die Transformation der Wärmebereitstellung ausgehend vom Basisjahr (links) bis hin zum Zieljahr der Wärmeplanung 2045 (rechts). Im gezeigten Szenario (ohne Erschließung der Prüfgebiete durch Fernwärme) werden in der Kernstadt Luckenwalde im Jahr 2045 rd. 23 % des Wärmebedarfes über Fernwärme gedeckt. Wärmepumpen machen rd. 68 % aus. In den beiden Ortsteilen Kolzenburg und Frankenfelde hingegen, decken Wärmepumpenlösungen bis zu 92 % des Bedarfes.

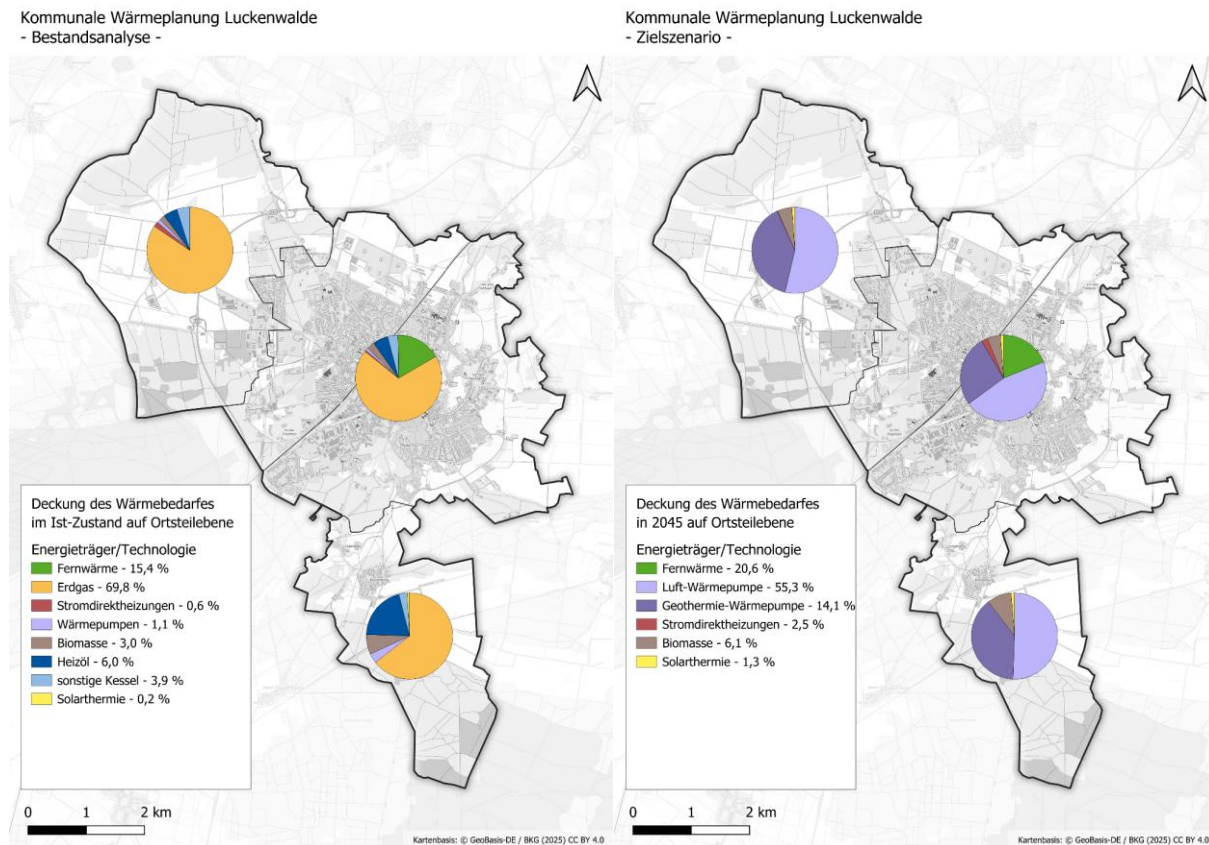


Abbildung 55: Verteilung der Wärmebereitstellung auf Ortsteilebene, links: Ist-Zustand, rechts: Zielszenario 2045

Die Endenergiebilanz in Abbildung 56 zeigt den rückläufigen Energiebedarf sowie den Wechsel von Erdgas und Erdöl zu Wärmenetzen und Strom mit einer Reduktion des Endenergieeinsatzes auf etwa 40 % des Ausgangswertes. Der Endenergiebedarf sinkt von 205 GWh/a im Basisjahr auf 83 GWh/a im Jahr 2045. Hierin spielt zum einen der Rückgang des Wärmebedarfes, zum anderen aber auch der Umstieg auf effizientere Wärmeerzeuger, insbesondere Wärmepumpen. Dabei ist zu beachten, dass hinsichtlich der Bilanzierung des Endenergieeinsatzes in Wärmepumpen nur der Stromeinsatz zum Antrieb der Wärmepumpen einbezogen ist. Die ohnehin klimaneutrale Umweltwärme aus Erdreich und Umgebungsluft ist hier in Anlehnung an die Bilanzierung im GEG nicht dargestellt.

Die Abbildung 57 zeigt als zweite Darstellung der Entwicklung des Endenergieeinsatzes die Gesamtbilanz bei Berücksichtigung der für die Beheizung genutzten Umweltwärme aus Solarstrahlung, dem Erdreich und aus der Umgebungsluft. Die Reduktion des Endenergieeinsatzes beläuft sich hier auf 23 % bis zum Jahr 2045.

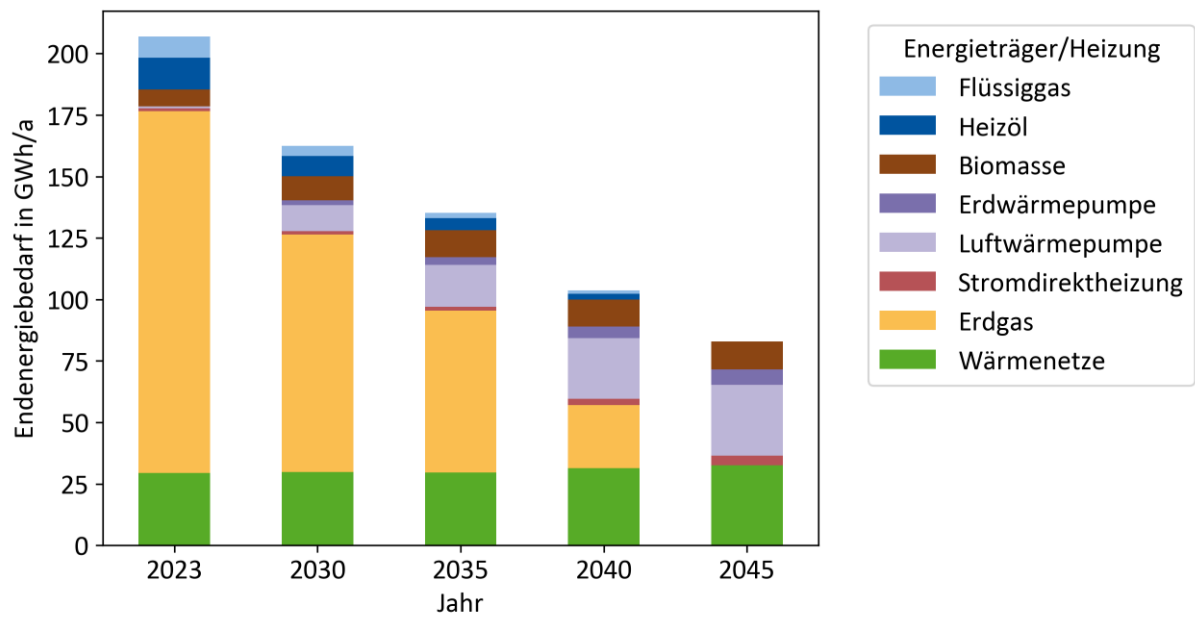


Abbildung 56: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045

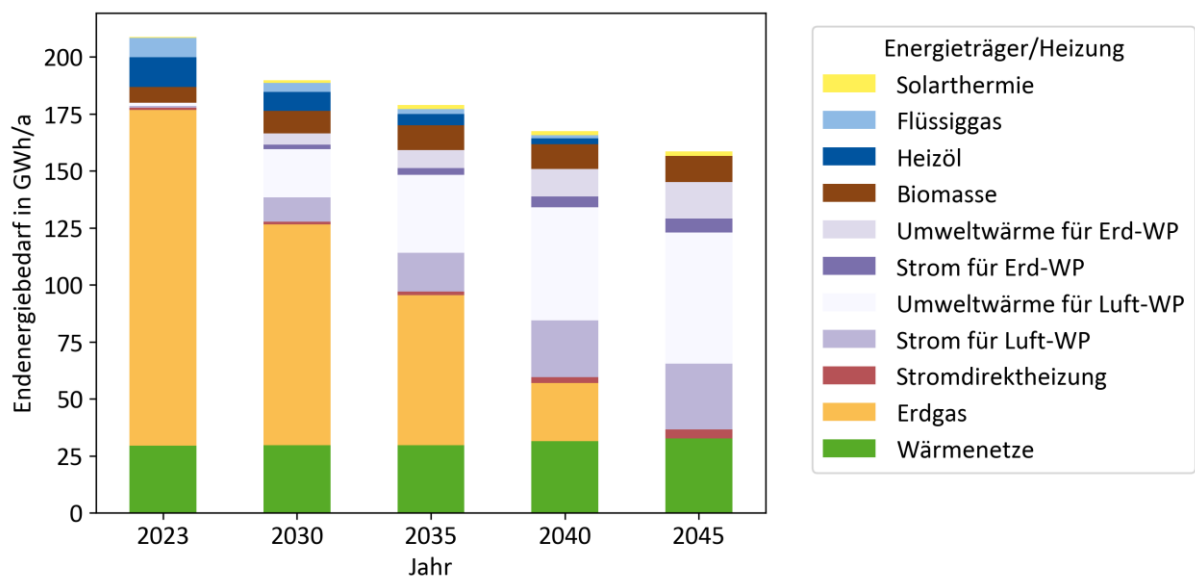


Abbildung 57: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045 (inkl. Umweltwärme)

Die Entwicklung der Treibhausgasbilanz als wichtigster Kennwert der kommunalen Wärmeplanung wird in Abbildung 58 nach Energieträger bzw. Heizungstechnologie aufgeschlüsselt. Bis zum Jahr 2030 zeigt sich eine Reduktion um 32 %, bis 2035 um 55 % und bis zum Zieljahr 2045 um 98 % im Vergleich zum Basisjahr.

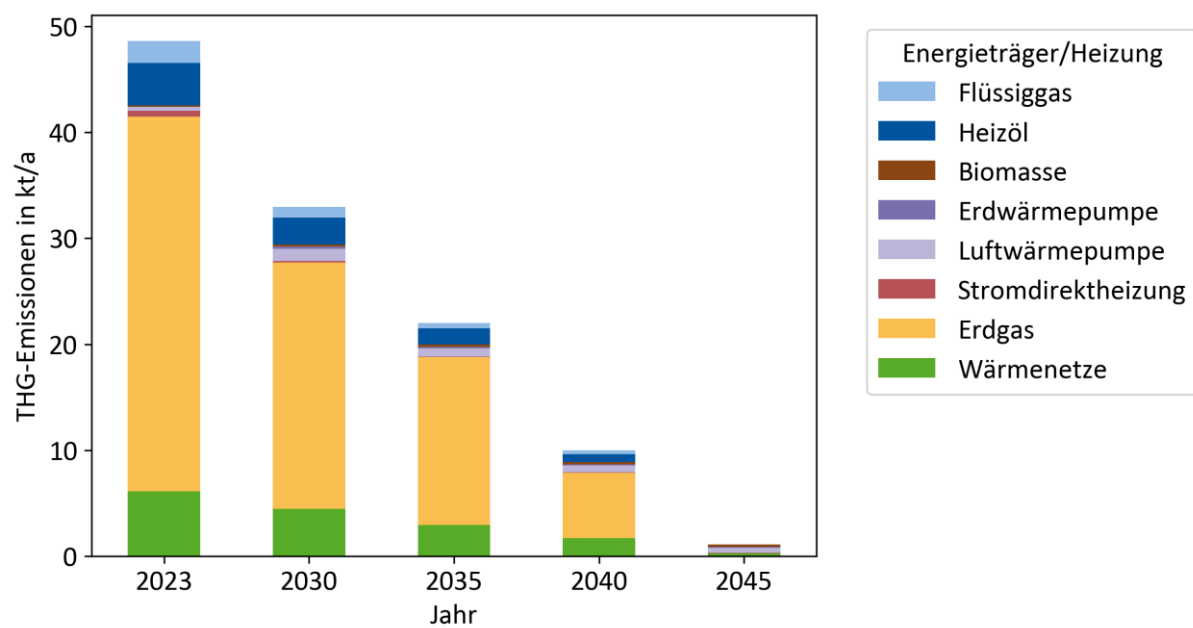


Abbildung 58: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045

8 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Das Wärmeplanungsgesetz und der darauf basierende Leitfaden sehen vor, dass aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse und dem entwickelten Zielszenario Handlungsstrategien und Maßnahmen zu entwickeln sind.

Das für die Maßnahmenentwicklung notwendige Zielbild einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Luckenwalde wurde im vorhergehenden Kapitel dargestellt. Es basiert auf einer Reduzierung des Wärmebedarfes, einem signifikanten Fernwärmeausbau mit gleichzeitiger Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung und als drittem Handlungsfeld auf der Dekarbonisierung der dezentralen Heizungsanlagen.

8.1 Handlungsfelder

Die Transformation der Wärmeversorgung erfordert den Einsatz und das Zusammenwirken vieler verschiedener Akteure. Dabei spielt die Sensibilisierung ebenso eine wichtige Rolle wie die Motivation von den Gebäudeeigentümern zur Sanierung und die Akzeptanz zum Umbau von Gebäuden und deren Umstellung auf (noch) neue Technologien wie beispielsweise Wärmepumpen. Aber auch die Rolle der Verwaltung sowie der Stadtwerke bei der Planung von Infrastrukturmaßnahmen im öffentlichen Raum und die mit der Umsetzung verbundenen Bautätigkeiten müssen ins Bewusstsein gerückt werden.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die notwendigen Maßnahmen für eine erfolgreiche Wärmewende in folgende Handlungsfelder einteilen:

- **Strukturelle Maßnahmen:** Schaffung von organisatorischen Rahmenbedingungen und Einführung von begleitenden Maßnahmen. Hierzu gehören städtische Planungsinstrumente wie die Bauleitplanung und städtebauliche Verträge aber auch der Infrastrukturausbau durch Netzbetreiber.
- **Technische Maßnahmen:** Realisierung von bereits geplanten Bausteinen z.B. im eigenen Liegenschaftsbestand, kommunale Leuchtturmprojekte mit Multiplikatorwirkung (z.B. im Bereich Sanierung von Schulen/Kitas). Auf Seiten der Stadtwerke gehören in diesen Bereich die konkreten Umsetzungsbausteine zur Ablösung der Wärmeversorgung aus Erdgas durch beispielsweise Umweltwärme.
- **Effizienzmaßnahmen:** Hier werden Energieeinsparungen im Wärmemarkt adressiert, z.B. durch Sanierungsfahrpläne oder die gezielte Förderung von Quartierssanierung.
- **Motivation und Information:** Dieses Handlungsfeld umfasst Maßnahmen, durch die Informationen bereitgestellt werden, ein Austausch von Akteuren stattfindet oder Gebäudeeigentümer motiviert werden. Neben diesen eher „weichen“ Themen gehören aber auch der Ausbau der Informationsportale zum Fernwärmeausbau oder Contractingangebote dazu.

Die Maßnahmen werden nachfolgend in vier verschiedenen geografischen Dimensionen gesamtstädtischbezogen, fernwärmebezogen (Eignungsgebiet), fokusgebietsbezogen oder einzelgebäudebezogen dargestellt.

8.2 Wärmewendestrategie und Maßnahmenkatalog

Auf Basis der vorgestellten drei Ebenen und den vier Handlungsbereichen wurde die auf den folgenden Seiten dargestellte Maßnahmenliste erstellt und abgestimmt. Die farblich hinterlegten Maßnahmen werden als prioritäre Maßnahmen vorgeschlagen.

STRUKTURELLE MASSNAHMEN - STADT				Handlungsebene			
Nr	Haupt- akteur	Maßnahme	Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
1	Stadt, SBL	Verstetigung: Koordinationsstelle Wärmewende Etablierung einer übergreifenden Einheit zur Koordination; Verankerung der Aufgaben aus den Bereichen strategische Steuerung, Organisation, Umsetzung bzw. Projektmanagement, Monitoring und Controlling; Fortschreibung des Wärmeplans; jährliche Berichterstattung	Strategische Steuerung, Organisation, Monitoring und Controlling	x			
2	Stadt	Nutzung der formellen und informellen Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung Ausschöpfen der für eine verbindliche Umsetzung der Wärmeplanung zur Verfügung stehenden Instrumentarien. Dazu gehören Verträge, Satzungen (Anreize für Anschluss - und Benutzung, Beschluss über Eignungsgebiete), städtebauliche Verträge sowie Wettbewerbe und die Konzeptvergabe	Strategische Steuerung, Organisation, Monitoring und Controlling	x			
3	Stadt	Aufbau einer dynamischen Wärmeplanung Zur Verstetigung und Digitalisierung der kommunalen Wärmeplanung wird eine einheitliche Datenplattform aufgebaut, die eine kontinuierliche Fortschreibung der Wärmeplanung ermöglicht. Ziel ist es, Planungs- und Umsetzungsprozesse agil an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen, Transparenz über Projektstände zu schaffen und relevante Daten zentral für Verwaltung, Netzbetreiber und Gebäudeeigentümer bereitzustellen.	Strategische Steuerung, Organisation, Monitoring und Controlling	x			
4	Stadt	Integrierte Infrastrukturplanung und Stadtentwicklung intensivieren - Wärmeplanung als integralen Planungsbaustein im Neubau und Bestand beachten Die Wärmeversorgung sollte in die planerischen Prozesse integriert werden. Dazu gehört die Beachtung von Erfordernissen für Nahwärmenetze in Planverfahren, bei Kanalsanierungen o.ä. in Abstimmung mit anderen Prozessen - z.B. der Klimawandelanpassung - zu planen und durchzuführen. Ebenso ist die nötige Flächensicherung für bspw. Wärmepumpen, Wärmespeicher oder Solarfelder zu berücksichtigen	Strategische Steuerung, Organisation, Monitoring und Controlling	x	x	x	

5	Stadt	Kontinuierliche Durchführung unterschiedlicher zielgruppen- und räumlich spezifischer Kommunikationsformate Langfristige Sicherstellung der notwendigen Informationsbereitstellung zur Wärmewende in Luckenwalde, damit der eingeleitete Prozess nicht zum Erliegen kommt, sondern, gemessen am Ausbau, eine Kontinuität erfährt.	Strategische Steuerung, Organisation	x				
6	Stadt	Unterstützung alternativer dezentraler oder zentraler Wärmeversorgungslösungen auf Quartiers-ebene Zur Förderung einer diversifizierten Wärmeversorgung werden Gebäudeeigentümer bei der Entwicklung und Umsetzung quartiersbezogener Versorgungslösungen unterstützt. Dies umfasst die Prüfung technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit, die Begleitung bei der Projektentwicklung und ggf. den Aufbau gemeinschaftlicher Strukturen (z. B. Mikro-netze oder genossenschaftliche Modelle). Ziel ist der Abbau von Hemmnissen und die Stärkung lokaler Initiativen für zentrale wie dezentrale Wärmeprojekte.	Motivation, Organisation	x				
7	Stadt	Selbstverpflichtung zur bilanziellen Treibhausgasneutralität bis 2040 (Klimaschutz- und Energiekonzept - KEK) Energetische Maßnahmen bei Umbau, Sanierung eigener Liegenschaften für fossilfreie Lösungen berücksichtigen und umsetzen; ggf. Im Rahmen der Fortschreibung des KEK näher definieren.	Umsetzen					x
8	Stadt, SBL	Fernwärmeausbauplanung in Abstimmungsprozessen verstetigen Regelmäßige Abstimmung der Fernwärmeausbauplanung auf Lenkungs- und operativer Ebene; ämterübergreifende Zusammenarbeit, bspw. um Tiefbauarbeiten mit städtebaulichen Maßnahmen abzustimmen, Kosten zu sparen und zugleich die Erschließung von neuen Gebieten abzustimmen.	Organisation, Monitoring und Controlling	x	x			
9	Stadt	Energie-Flächenmanagement Flächen für den Ausbau von erneuerbaren Energien verfügbar machen, Prüfung von freiwerdenden Flächen auf energetische Nutzbarkeit	Strategische Steuerung, Organisation	x				

TECHNISCHE MASSNAHMEN - STADT				Handlungsebene			
Haupt- akteur	Maßnahmenbeschreibung		Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
10	Stadt	Prüfung des Anschlusses der städtischen Gebäude an die Fernwärme Setzen von strategischen Anknüpfungspunkten für die Entwicklung des FW-Netzes, sowohl im Bestand als auch bei der Erweiterung des FW-Netzes (analog M3)	Umsetzen		x		
11	Stadt	Realisierung von PV-Anlagen auf Liegenschaften der Stadt Systematische Prüfung aller städtischen Dächer und Freiflächen auf PV-Eignung; Priorisierung technisch und wirtschaftlicher Vorzugsflächen, Ausschreibung unter Berücksichtigung möglicher Fördermittel; Abstimmung mit Fachämtern und Energieversorgern	Umsetzen				x
12	Stadt	Vervollständigung der Digitalisierung der Anlagentechnik in städtischen Liegenschaften z.B. mittels Wärmeverbrauchszähler, digitale Thermostate, intelligente Steuerung; Ausweitung des regelmäßigen Monitorings	Monitoring und Controlling, Umsetzen				x

KOMMUNIKATIONS- & INFORMATIONSMASSNAHMEN - STADT				Handlungsebene			
Nr.	Haupt- akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
13	Stadt	Weiterentwicklung von Umsetzungsstrategien für Teilräume / Aktivieren von potenziellen Nahwärmegebieten Unterstützung der Akteure im Entwicklungsprozess, als Moderator und Impulsgeber sowie auch als Ankerkunde, ggf. Initiierung von Machbarkeitsstudien nach BEW, Begleitung der Akteure bei der Entscheidungsfindung bis zur BEW-Förderung.	Kommunikation		x	x	
14	Stadt	Informationsoffensive und Beratungsangebote zu dezentralen Versorgungslösungen mit Schwerpunkt auf Wärmepumpenlösungen Darüber hinaus sind ggf. weitere inhaltliche Schwerpunkte sinnvoll, z.B. im Bereich der verhaltensbasierten Wärmeverbrauchssenkung, aktuelle Fördermöglichkeiten etc.	Kommunikation				x

MASSNAHMEN – STÄDTISCHEN BETRIEBE LUCKENWALDE (SBL)				Handlungsebene			
Nr.	Haupt- akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
15	SBL	Prüfung des Einsatzes von Flusswasserwärmepumpen + Potenzial aus gereinigten Klärwerkswasser für die zukünftige Fernwärmeerzeugung Veranlassung von technische Machbarkeitsstudien zur Prüfung des Wärmepotenzials sowie zur konkreten Standortauswahl. Berücksichtigung von Flächenbedarfen für eine Anlage und ggf. Speicherkapazitäten.	Organisation, Umsetzen		X		
16	SBL	Mittelfristige Fernwärmeausbauplanung bis 2030 / Wirtschaftlichkeitsanalyse des Infrastrukturausbaus Spartenübergreifende Kostenbetrachtung des Umbaus der vorhandenen Infrastrukturen zur Sicherung einer wirtschaftlichen Energieversorgung unter Beachtung der Ergebnisse aus der Transformationsplanung Fernwärme, der Gasnetz-Transformation-Planung und der Stromnetzanalyse auch mit Blick auf den Endkunden.	Organisation, Umsetzen	X			
17	SBL	Stromnetzanalyse Nutzung der Ergebnisse aus der Wärmeplanung zur Überprüfung der Aufnahmefähigkeit sowie zur Ermittlung des notwendigen Stromnetzausbaus; Abschätzung zukünftiger Netzentgelten zur Verbesserung der Datengrundlage für eine wirtschaftliche Vergleiche zukünftiger Versorgungsvarianten mit Strom.	Umsetzen	X			
18	SBL	Prüfung des Einsatzes alternativer Verlegetechniken oder -materialien Prüfung einer möglichen Reduzierung der Baukosten und Verbesserung der Effizienz des Fernwärmenetzes durch den Einsatz innovativer Verlegetechniken und Materialien.	Organisation, Umsetzen		X		
19	SBL	Flexible Überbrückungslösungen bis zum Um-schluss an FW/Nahwärme Entwicklung eines Ansatzes für eine „Wärmeversicherung“: Überbrückungslösung z.B. bei Havarie der dezentralen Heizungen.	Organisation, Umsetzen, Motivation	X			X
20	SBL	Erweiterung SBL-Produktportfolio Mietlösung / Contracting Entwicklung und Angebot moderner Miet- und	Umsetzen	X			X

		Contractingmodelle für Privat-, Gewerbe- und Mehrfamilienhauskunden zur Ablösung fossiler Heizsysteme. Ziel ist die Bereitstellung effizienter, gesetzeskonformer Heizlösungen im Rundum-sorglos-Paket (Beratung, Einbau, Wartung) sowie die Entlastung der Kunden durch langfristige Vertragsmodelle.					
21	SBL	Klimaneutrale Versorgung von Neubaugebieten Bei der Erschließung neuer Baugebiete ist von Beginn an eine klimaneutrale Wärmeversorgung sicherzustellen. Dies umfasst die frühzeitige Prüfung geeigneter Technologien (z. B. Wärmepumpen, Nahwärme, Solarthermie) und die Abstimmung mit Netzbetreibern, um eine fossile Versorgung zu vermeiden und Synergien mit bestehenden Infrastrukturen zu nutzen.	Umsetzen	x			x
22	SBL	Einrichtung eines erweiterten Fernwärmeauskunftsportals Aufbau eines Online-Portals mit interaktiver Kartendarstellung zum Fernwärmeausbau, geplanten Erschließungsgebieten und aktuellen Baustellen. Bürger und Unternehmen erhalten adressbezogene Informationen zu Anschlussmöglichkeiten, Bauphasen und Kontaktstellen.	Umsetzen	x	x		
23		Prüfung Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz Biotechnologiepark Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit eines neuen Nahwärmenetzes im Fokusquartier Biotechnologiepark. Ziel ist die Bewertung erneuerbarer Potenziale, der Wirtschaftlichkeit und der CO ₂ -Einsparungen als Grundlage für eine mögliche Netzrealisierung. Eine derartige Machbarkeitsstudie ist BEW gefördert.	Organisieren, Umsetzen			x	

MASSNAHMEN - STADTNAHE INSTITUTIONEN				Handlungsebene			
Nr.	Haupt- akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
24	WoWi	Wohnungsbaugesellschaften bei der Umstellung des Gebäudebestandes auf fossilfreie, mindestens 65% erneuerbare Wärme begleiten und unterstützen	Umsetzen				x
25	Stadt	SBL bei Maßnahmenumsetzung aus kommunaler Sicht unterstützen (Planungsprozesse, Umsetzungsprozesse)	Organisation	x			
26	Stadt	Gesamtstädtische Beratungsoffensive mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten Aufbau und Durchführung einer stadtweiten Beratungsoffensive zu Energieeffizienz, fossilfreier Wärmeversorgung und verhaltensbasiertem Energiesparen. Ziel ist die Information und Unterstützung von Bürger und Unternehmen bei der Wahl ökologisch und ökonomisch sinnvoller Wärmelösungen.	Organisation, Umsetzen	x			

MASSNAHMEN - Sanierungs- und Energieeffizienzmaßnahmen				Handlungsebene			
Nr.	Haupt- akteur	Maßnahmenbeschreibung	Handlungsfeld	Gesamtstädtisch	Eignungsgebiet	Fokusgebiete	Gebäude
27	Stadt	Förderprogramm Klimaneutrale Gebäude für Sonderfälle (Programmauflegung) Signifikante Unterstützung mit möglichen Förder-schwerpunkten: - Austausch von Gasetagenheizungen durch Fernwärme (FW) oder Wärmepumpen (WP) - Austausch von Nachtspeicherheizungen durch FW oder WP - Gemeinschaftsversorgung bei Reihenhauseinheiten (z.B.: mit WP/FW und Kellerverlegung) - Sanierung unter Denkmalschutz (Innendämmung)			x	x	x

8.3 Prioritäre Maßnahmen – Stadt

STADT - MASSNAHME Nr. 1

Verstetigung: Koordinationsstelle Wärmewende

 Einführung 2025	 Akteure Hauptakteur: Stadt Weitere Akteure: SBL, Wohnungswirtschaft	 Handlungsfeld Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling	 Handlungsebene gesamstädtisch
---	---	---	---

Beschreibung

Die Weiterführung der kommunalen Wärmeplanung bleibt auch zukünftig eine Aufgabe der Stadtverwaltung. Um die damit verbundenen Tätigkeiten wie die Umsetzung von Maßnahmen, das Controlling der Umsetzung, den weiteren Austausch mit Akteuren, die Öffentlichkeitsarbeit sowie die Aktualisierung des Wärmeplans effektiv auszuführen, bedarf es einer zentralen Anlaufstelle, die Wissen und Verstetigung der KWP vereint.

Ziel der Maßnahme ist die langfristige Etablierung der Koordinationsstelle Wärmeplanung.

Die **Aufgaben** der Koordinationsstelle Wärmeplanung sind:

- Strategische Projektsteuerung und Koordinierung der Umsetzung des Wärmeplans als zentrale Anlaufstelle in der Verwaltung
- Zentrale Anlaufstelle bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz
- Controlling der Fortschritte sowie Integration der KWP-bezogenen Indikatorberechnung und Fortschrittsberichterstellung in städtische Prozesse
- Abgleich und Abstimmung von KWP-Zielen und -Maßnahmen mit sonstigen Planungen und Maßnahmen aus anderen Bereichen, z.B.:
 - Zielnetzplanungen Strom
 - Zielnetzplanungen Gas
 - Hoch- und Tiefbau (insb. Straßenbau, Kanalbau)
 - Bauleit- und Regionalplanung
 - Klimaanpassungsplanung
- Koordinierung und Leitung von Umsetzungsmaßnahmen-bezogenen Abstimmungsrunden
- Öffentlichkeitsarbeit und Berichterstattung zum Fortschritt der Wärmetransformation
- Fördermittelmanagement und stetige Überprüfung neuer Fördermöglichkeiten und Begleitung von Pilotprojekten
- Wissensmanagement und Wissenstransfer zur kommunalen Wärmeplanung gegenüber Fachakteuren und Öffentlichkeit

 Dauer ff. bis 2040	 Kosten Personalkosten	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Controlling der Maßnahmen
--	---	--	---

STADT - MASSNAHME Nr. 2**Nutzung der formellen und informellen Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung**

 Einführung 2025	 Akteure Stadtentwicklung und Stadtplanung Beteiligte Bereich: Klima, Umwelt, Verkehr, Geoinformation, Bodenordnung, Vertrags-, Vergabe- und Fördermittelmanagement	 Handlungsfeld Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling	 Handlungsebene gesamstädtisch
---	--	---	---

Beschreibung

Ziel: Zur Umsetzung der Wärmewende bedarf es der Verwendung der verfügbaren kommunalen formellen und informellen Planungsinstrumente. Dabei werden insbesondere die Zielsetzungen verfolgt:

- Schaffung von Planungsgrundlagen für die Installation von erneuerbaren Erzeugungsanlagen sowie den Ausbau von Wärmenetzen *und*
- Optimierung der Abstimmung zwischen städtebaulichen Maßnahmen und den Zielen der Wärmeplanung.

Ausgangslage: Zur Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung stehen zahlreiche formelle und informelle Planungsinstrumente zur Verfügung. Diese bieten eine erste Grundlage zur verbindlichen Umsetzung der Wärmeplanung.

Beschreibung: Die Stadtverwaltung Luckenwalde sollte die ihr zur Verfügung stehenden Planungsinstrumente nutzen, um die Wärmeplanung umzusetzen. Hierfür wird die Erstellung eines Leitfadens empfohlen. Mögliche Ansatzpunkte sind bspw.:

- Allgemeines Städtebaurecht: Bildet die Grundlage zur Integration von Belangen der Wärmeversorgung. Dazu zählen die Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung sowie die frühzeitige Flächensicherung für Maßnahmen der Wärmeversorgung.
- Besonderes Städtebaurecht: Dies gilt insbesondere in städtebaulichen Sanierungs- oder Stadtumbaumaßnahmen.
- Städtebauliche Verträge nach § 11 Abs. 1 S. 2 BauGB: Bieten konkrete Ansätze zur Vereinbarung der Errichtung und Nutzung von Anlagen zur Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Wärme aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung. Sie ermöglichen auch die Festlegung von energetischen Anforderungen an Neubauten und Bestandsgebäude. Zusätzlich können auch die Selbstverpflichtungen der Stadt in die Entwicklungsziele der Projekte einfließen und so die Umsetzung von Maßnahmen begünstigen. Jedes dieser Instrumente muss jedoch im Einzelfall geprüft und an die spezifischen Gegebenheiten angepasst werden.
- Gestattungsverträge: Ermöglichen langfristige Vereinbarungen, welche Planungs- und Investitionssicherheit geben, während eingebaute Flexibilitätsklauseln Anpassungen an neue Entwicklungen erlauben.
- Ausweisung von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen gem. § 26 WPG

 Dauer Langfristig etablieren	 Kosten 80.000 € zur Erstellung eines Leitfadens	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Integrierte Infrastrukturplanung
--	---	--	--

STADT - MASSNAHME Nr. 3**Aufbau einer dynamischen Wärmeplanung**

 Einführung 2026	 Akteure Bereich Klima und Umwelt Beteiligte: Stadtverwaltung, SBL, Dienstleister	 Handlungsfeld Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling	 Handlungsebene gesamtstädtisch
Beschreibung			

Ziel: Mithilfe einer dynamischen Wärmeplanung soll die Wärmewende in Luckenwalde vor dem Hintergrund sich ständig ändernder Rahmenbedingungen agil und anpassungsfähig sein. Dies erfordert eine regelmäßige, einheitliche Erhebung und Dokumentation von Daten sowie eine transparente Darstellung von Projektständen und bereits realisierten Projekten.

Ausgangslage: Die Umgestaltung des Wärmemarktes ist ein dynamischer Prozess, der in den kommenden Jahren stetig nachgeschärft werden muss. Daher hat der Gesetzgeber eine Verpflichtung zur periodischen Fortschreibung der Wärmeplanung spätestens alle 5 Jahre vorgesehen (vgl. § 25 WPG).

Die Stadtverwaltung Luckenwalde hat sich gemeinsam mit Partnern (siehe beteiligte Akteure) bereits vor Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung mit der digitalen und dynamischen Wärmeplanung auseinandergesetzt.

Beschreibung: Für eine erfolgreiche Wärmewende wird die Etablierung der kommunalen Wärmeplanung als fortlaufender Prozess empfohlen, welcher über eine interdisziplinäre Austauschplattform Daten zur Verfügung stellt. Hierfür müsste mit einem Dienstleister eine Plattform eingeführt und aufgebaut werden. Ziel dessen ist die Überführung der kommunalen Wärmeplanung in einen sogenannten urbanen Datenraum mit dokumentierter Datenstruktur. Dieser ermöglicht auch eine kommunenübergreifende Datenzusammenführung. Mithilfe dieser zentralen zu entwickelnden Plattform soll die Wärmeplanung fortgeschrieben und digitalisiert werden. Darüber hinaus soll diese von weiteren Akteuren, bspw. Gebäudeeigentümer und anderen Fachstellen der Verwaltung oder Netzbetreibern genutzt werden können.

Zusätzlich sollten gezielt Potenziale zur Erzeugung erneuerbarer Energien, wie etwa Solarenergie, geothermische Quellen und Biomasse einfließen. Diese dynamische Datenerfassung ermöglicht eine informierte Reaktion auf Veränderungen in der Stadtentwicklung oder staatliche Rahmenbedingungen.

 Dauer Langfristig etablieren	 Kosten nicht quantifizierbar	 THG-Einsparungen Keine direkte Einsparung	 Synergien -
--	--	---	---

STADT - MASSNAHME Nr. 4**Integrierte Infrastrukturplanung**

 Einführung 2026	 Akteure Immobilienmanagement, Stadtentwicklung und Stadtplanung, Umwelt und Klima, SBL, SBL-Netz	 Handlungsfeld Strategische Steuerung, Organisieren, Monitoring und Controlling	 Handlungsebene gesamstädtisch
Beschreibung			

Ziel: Die integrierte Infrastrukturplanung hat zum Ziel, eine effiziente und nachhaltige Wärmeinfrastruktur in Luckenwalde zu gewährleisten, Flächensicherung für infrastrukturelle Maßnahmen zu tätigen, Wärme als integralen Bestandteil der Stadtplanung zu betrachten und den Infrastrukturausbau zu beschleunigen.

Ausgangslage: Die Stadtverwaltung Luckenwalde arbeitet bereits im Sinne einer integrierten Stadtentwicklung und führt regelmäßig Abstimmungstermine mit SBL und SBL-Netz zum Thema Fernwärmeausbau durch. In die Abstimmungsprozesse sollten die Fachbereiche Mobilität und Verkehr sowie Klima und Umwelt und die zugehörigen weiteren Stellen eingebunden werden. Auf diesen Strukturen sollte aufgebaut werden.

Beschreibung: Die erfolgreiche Wärmewende muss als integraler Bestandteil der Stadtplanung betrachtet werden. Diese Maßnahme fokussiert sich auf die Schnittstellen zwischen Infrastrukturplanung und Stadtplanung, da diese noch stärker integriert betrachtet werden sollten und diverse Synergieeffekte bietet.

Hierzu sollte in Planverfahren, wie etwa bei Neubaugebieten, Stadtentwicklungs- oder Stadterneuerungsmaßnahmen, von Beginn an die Errichtung von ggf. Nahwärmenetzen berücksichtigt und in Abstimmung mit den Ausbauplänen der SBL evaluiert werden. Darüber hinaus wird die Berücksichtigung weiterer Fachthemen in die integrierte Planung empfohlen. Dazu zählen bspw. Kanalsanierungen oder der Ausbau des Ladenetzes für E-Mobilität im Hinblick auf die Ertüchtigung der Netze.

Die notwendige Flächensicherung für die Installation von Infrastrukturkomponenten wie Wärmespeichern, Wärmepumpen oder Solarkollektorfelder, sollte bei der integrierten Stadtentwicklung sichergestellt werden. Darüber hinaus wird die Fortbildung von Mitarbeitenden im Fachbereich empfohlen. Zusätzlich kann über eine interne Verwaltungsverordnung eine entsprechende Leitlinie verankert werden.

 Dauer Langfristig etablieren	 Kosten Keine zusätzlichen Kosten	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Nutzung der formellen und informellen Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung
--	--	--	--

STADT - MASSNAHME Nr. 5**Kontinuierliche Durchführung unterschiedlicher Zielgruppen- und räumlich spezifischer Kommunikationsformate**

 Einführung 2026	 Akteure Federführung: Koordinierung Wärmeplanung / Bereich Klima und Umwelt, Dienstleister	 Handlungsfeld Strategische Steuerung, Organisation	 Handlungsebene gesamstädtisch
---	--	---	---

Beschreibung

Ziel: Ziel der Maßnahme ist es, die Wärmewende durch kontinuierliche und zielgerichtete Kommunikation zu unterstützen. Zielgruppe sind Vertreter der Stadtverwaltung Luckenwalde, Gebäudeeigentümer, Institutionen aber auch die breite Öffentlichkeit.

Ausgangslage: Die Stadt Luckenwalde hat bereits im Zuge der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung mit der Entwicklung einer gesamstädtischen Kommunikation „Treibhausgasneutrales Luckenwalde“ begonnen. So wurden die Einwohnenden sowie weitere externe Akteure und Multiplikatoren im Rahmen der Beteiligungsstrategie durch Informationsveranstaltungen und Workshops über den Verlauf und die zu erwartende Ergebnisse informiert und beteiligt. Auf diesen Aktivitäten kann für die Umsetzung der Wärmeplanung aufgebaut werden.

Beschreibung: Die weitere Durchführung unterschiedlicher Kommunikationsformate soll sicherstellen, dass die verschiedenen Akteure regelmäßig erreicht werden und sich aktiv einbringen können. Die Formate adressieren dabei die interne Kommunikation innerhalb als auch die externe Kommunikation außerhalb der Verwaltung.

Ein Kommunikationskonzept sowie die einzelnen Formate könnte dabei in die zu entwickelnde gesamstädtische Kommunikation „Treibhausgasneutrales Luckenwalde“ integriert werden. In Zuge dessen könnte eine „Geschäftsstelle Treibhausgasneutrales Luckenwalde 2030“ gegründet werden, um aufzuzeigen, welchen Stellenwert und welche Dimension die Wärmewende in Luckenwalde hat. Auf diese Weise lassen sich diverse Synergieeffekte nutzen und die verfügbaren Ressourcen bestmöglich bündeln.

Als zentraler Ankerpunkt wird empfohlen, weiterhin auf der städtischen Webseite Klimaschutz- und Energie relevante Informationen zu den Themen Klimaschutz und Energie darzustellen sowie zu weiteren Aktivitäten und Projekten innerhalb der Verwaltung und auf externe Informationen wie beispielsweise von der Verbraucherzentrale oder der SBL zu verweisen.

Für die Ansprache der Gebäudeeigentümer wird eine Differenzierung von Kommunikationsformaten nach Gebietstypen und Nutzungen (privat bzw. Wirtschaft) empfohlen. Dem Gebäudeeigentümer sollten die Bedeutung und Handlungsmöglichkeiten der Zuordnung zu den Gebietstypen und Nutzungen aufgezeigt werden. Unterschieden wird räumlich nach:

- Gesamtstädtischer Kommunikation
- Eignungsgebiete für dezentrale Versorgung
- Eignungsgebiete für zentrale leitungsgebundene Versorgung
- Prüfgebiete

Neben der reinen Information der Gebäudeeigentümer sollen die unterschiedlichen Kommunikationsformate auch die Initiierung und Entwicklung von Projekten abdecken. Dabei gilt es auch Informations- und Beratungsangebote auf kleinräumiger Ebene (bspw. Ortsteile, Teilräume) anzubieten, welche bspw. auch schwerpunktmäßig den dezentralen Wärmepumpenausbau adressieren sollten. Für die Projektentwicklung auf kleinräumiger Ebene (bspw. Fokusgebiete aus der kommunalen Wärmeplanung, Straßenzüge oder kleinere Versorgungsinseln) werden anlassbezogene Werkstätten empfohlen.

Ein weiterer wichtiger Baustein ist der Aufbau bzw. die Fortführung von Netzwerkstrukturen mit den relevanten Akteuren in der Stadt, wie ausgewählten Liegenschaftsbetreibern, in Form eines runden Tisches

(z.B.: 1/2 jährlich). Darüber hinaus sollten auch spezielle Angebote für Unternehmen geschaffen bzw. fortgeführt werden.

 Dauer Langfristig etablieren	 Kosten Keine zusätzlichen Kosten	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Abbau von Hemmnissen der Wärmewende durch gezielte Unterstützung, Vertrauensstärkung in der Bevölkerung, Maßnahme Unterstützung alternativer dezentraler oder zentraler Wärmeversorgungs-lösungen auf Quartiersebene
--	--	--	--

STADT - MASSNAHME Nr. 6**Unterstützung alternativer dezentraler oder zentraler Wärmeversorgungslösungen auf Quartiersebene**

 Einführung 2026	 Akteure Bereich Klima und Umwelt Beteiligte: Stadtentwicklung und Stadtplanung, Immobilien- management, Gebäudemana- gement, SBL	 Handlungsfeld Motivation, Organisation	 Handlungsebene gesamstädtisch
---	--	---	---

Beschreibung

Ziel: Diese Maßnahme zielt auf die Unterstützung der Akteure in Luckenwalde bei der Realisierung von alternativen dezentralen und zentralen Wärmeversorgungslösungen auf Quartiersebene ab. Zielgruppe sind Gebäudeeigentümer.

Ausgangslage: Die Stadt Luckenwalde ist in diesem Bereich noch nicht aktiv tätig geworden. Die Idee ist, gemeinsam mit einem Dienstleister ein Beratungsangebot für Gebäudeeigentümer zu schaffen. Im Rahmen dessen sollen die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von Nahwärmenetzen weiter geprüft (in Kooperation mit SBL) sowie die Gebäudeeigentümer im Entscheidungsfindungsprozess unterstützt werden.

Darüber sollte die Stadt Luckenwalde gemeinsam mit Partnern eine digitale Plattform zur Fortschreibung der Wärmeplanung entwickeln, welche gleichzeitig als Informationsportal von weiteren Akteuren, wie Bürgern oder Beratungsstellen, genutzt werden könnte (siehe hierzu auch Maßnahme „Aufbau einer dynamischen Wärmeplanung“).

Beschreibung: Diese Maßnahme richtet sich insbesondere an Gebäudeeigentümer außerhalb der Fernwärmeversorgungs- bzw. ausbaubereiche, um dem Fernwärmeausbau bzw. der Erreichung einer möglichst hohen Anschlussquote nicht entgegenzustehen. Innerhalb der Maßnahme lassen sich drei Schwerpunkte unterscheiden:

- **Gemeinschaftslösungen:** Eine professionelle Projektentwicklung und Geschäftsführung für z.B. Genossenschaftsprojekte in der Wärmeversorgung durch die Stadt Luckenwalde und / oder die SBL sollen zur Überwindung der Hemmnisse hinsichtlich langfristiger Strukturen, zum Aufbau von Vertrauen der Wärmekunden / Genossenschaftsmitglieder sowie zur Reduktion von Wissensdefiziten etc. beitragen. Zusätzlich könnte die Gründung eines städtisch geführten Non-Profit-Wärmedienstleisters geprüft werden, der Wärmeversorgungs-lösungen (zentral wie dezentral) in kleineren räumlichen Einheiten (auch in genossenschaftlicher Form) anbietet.
- **Mikronetze bzw. Zusammenschluss von mehreren Gebäuden:** Um die Realisierung gemeinsamer Versorgungslösungen für mehrere Gebäude zu unterstützen, wird die Entwicklung technischer Lösungsmöglichkeiten für unterschiedliche typische Versorgungssituationen sowie deren wirtschaftliche Einschätzung empfohlen. Dies kann bspw. im Rahmen eines gesonderten Projektes erfolgen. Darauf aufbauend sollten Gebiete mit übereinstimmenden Versorgungssituationen im Stadtgebiet identifiziert und ein Konzept zur Ansprache und Begleitung der Gebäudeeigentümer erstellt werden. Dieser Ansatz sollte in Abstimmung mit den Beratungsaktivitäten anderer Institutionen wie beispielsweise die Stadtwerke erfolgen.

 Dauer Langfristig etablieren	 Kosten 15.000 €/a für Öffentlichkeitsarbeit 30.000 €/a für externe Dienstleister z.B. bei der Prüfung der Option „Gründung Non-Profit-Wärmedienstleister“ oder Ansprache und Begleitung von Gebäudeeigentümer in der Projektentwicklung und -umsetzung“	 THG-Einsparungen nicht quantifizierbar	 Synergien Abbau von Hemmnissen der Wärmewende durch gezielte Unterstützung, Vertrauensstärkung in der Bevölkerung
---	---	---	--

8.4 Prioritäre Maßnahmen – SBL (Steckbrief)

SBL - MASSNAHME Nr. 15

Prüfung des Einsatzes von Wärmepumpen am Klärwerk für die zukünftige Fernwärmeerzeugung

 Einführung Weiterführung aktueller Untersuchungen	 Akteure Hauptakteur: Stadtwerke	 Handlungsfeld Organisieren, Umsetzen	 Handlungsebene Fernwärme-Eignungsgebiete
---	---	---	--

Beschreibung

Im Rahmen der KWP wurde gereinigtes Abwasser aus dem Klärwerk als eine mögliche Wärmequelle für die zukünftige Erzeugung von Fernwärme in Luckenwalde identifiziert. Im Rahmen des parallellaufenden Bundesprogramms für effiziente Wärmenetze (BEW)-Transformationsplanung des FW-Netzes werden verschiedene Varianten zur Aufstellung der Wärmepumpen tiefergehend untersucht. Die bisherigen Analysen umfassen Prüfungen und Planungen nach Leistungsphase 1, sprich Grundlagenermittlung und Vormachbarkeitsstudien, und wurden im Rahmen des Fördermoduls 1 nach BEW durchgeführt.

Ziel der Maßnahme ist die Fortführung der Prüfungen und Planungen des Einsatzes von Wärmepumpen für die zukünftige Fernwärmeerzeugung im Fernwärmenetz.

Zu den folgenden **Umsetzungsschritten** gehören unter anderen:

- Ausschreibungen v. Planungs- und Ingenieurleistungen, Identifikation geeigneter Standorte/ Flächen
- Austausch für die Standortoptionen mit den relevanten Akteuren
- Planungen zur Wärmeerzeugung, u.a.:
 - Anlagentechnik, Elektroanlagen, MSR-Technik
 - Betriebsweise der Wärmeerzeuger und Speicher
 - Erschließung, Bautechnik/Technikgebäude, Außenanlagen
- Überprüfung der Genehmigungsfähigkeit und Durchführung von Genehmigungsverfahren, z.B.
 - Ggf. wasserrechtliche Genehmigung oder Erlaubnis
 - Ggf. Prüfung der Beeinträchtigung von Schutzgebieten, hydrogeologisches Gutachten
 - Ggf. Gefährdungsanalyse und Gutachten zu Kältemitteln
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, u.a.:
 - Kostenberechnung auf Grundlage der Entwurfsplanung nach DIN 276
 - Betriebs- und Verbrauchskostenberechnung
- Aufstellung eines Zeit- und Ressourcenplans für den geplanten Bauablauf (Planungsleistungen, Ausschreibungen und Vergabe, Bau für die verschiedenen Gewerke)

Dabei zu beachten sind folgende, aktuell nach BEW geltende, **förderrechtliche Bedingungen**:

- Als 2. Schritt im Fördermodul 1 sind die konkreten Planungsleistungen angelehnt an die Leistungsphase 2-4 für förderfähige, zukünftige Komponenten, welche in einem Zeithorizont von bis zu 4 Jahren installiert oder gebaut werden sollen, förderfähig.
- Beide Schritte müssen abgeschlossen sein, damit eine Antragstellung in den Modulen 2 & 3 möglich ist.
- Das Modul 2 beinhaltet eine systemische Investitionsförderung für die Umsetzung Maßnahmenpaketen, das Modul 3 beinhaltet Investitionsförderung von Einzelmaßnahmen.

 Dauer BEW-Förderung Modul 1: bis zu 1 (+1) Jahr(e) BEW-Förderung Modul 2: bis zu 4 (+2) Jahr(e)	 Kosten Das Honorar ab Leistungsphase 2 ist abhängig von der Investitionssumme.	 THG-Einsparungen ~ 2.200 tCO₂e für die Erzeugung der Fernwärme mittels Wärmepumpen und einer FW-Anschlussquote lt. Zielszenario	 Synergien -
--	--	--	---

SBL - MASSNAHME Nr. 16**Mittelfristige Fernwärmeausbauplanung bis 2030**

 Einführung Ab 2026	 Akteure SBL als regionaler Versorger	 Handlungsfeld Umsetzung direkte Maßnahme, versorgen, Planung	 Handlungsebene Gesamtstädtisch in Eignungsgebieten
--	--	---	--

Beschreibung

Ziel: Mit dem Aus- und Aufbau des Fernwärme-Netzverbundes, soll die Anbindung von potenziell erkannten Gebieten realisiert werden. Gleichzeitig soll eine Verdichtung innerhalb des bestehenden Fernwärmenetzes umgesetzt werden. Dies innerhalb der ausgewiesenen Prüf- und Verdichtungsgebiete. Parallel müssen immer Neuerschließungen geprüft werden für industrielle Neubauprojekte (z.B. Gebiet westlich dem BTP). Primäres Ziel ist die Steigerung des FW-Absatzes 2026/2027.

Ausgangslage:

Derzeit existiert eine große Anzahl an dezentralen, fossilbetriebenen Heizungen im Ausbaubereich, die zukünftig durch klimafreundliche FW ersetzt werden könnten (Prüfgebiete = Anfragegebiete).

Beschreibung:

- Umsetzung der aufgezeigten Verdichtungs- und Ausbaupotenziale im Untersuchungsraum
- Anschluss von Objekten entlang der Trassen sowie weitere straßenweise Erschließungen im Bereich Bestandsnetz sowie verteilt über das bisherige Gebiet

 Dauer Min. 5 Jahre Max. 8 Jahre	 Kosten -	 THG-Einsparungen -	 Synergien Abstimmung mit weiteren Maßnahmen im Straßenraum (Wasser, Abwasser, Verkehr etc.)
---	--	--	---

SBL - MASSNAHME Nr. 17

Stromnetzanalyse

 Einführung 2025	 Akteure Hauptakteur: Stadtwerke Weitere Akteure: Stadt	 Handlungsfeld Umsetzen	 Handlungsebene gesamtstädtisch
---	--	---	--

Beschreibung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Eignung von Gebieten für Wärmenetze oder dezentrale Lösung vorrangig auf Basis des Indikators Wärmeliniedichte bewertet. Die Wärmeliniedichte ist ein Maß für die Eignung einer zentralen Versorgung über Wärmenetze. Die Auslastung bzw. Aufnahmefähigkeit der Stromnetze, welche sich durch eine bestimmte Versorgung ergeben würde, wurde bei der Gebietsdefinition nicht berücksichtigt. Weiterhin stellt die Wärmeliniedichte nur einen indirekten Indikator zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer leitungsgebundenen Versorgung gegenüber einer nicht-leitungsgebundenen Versorgung dar. Um einen ökonomischen Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung zu ermöglichen, bedarf es fundierter Prognosen zu zukünftigen Stromnetzentgelten, welche direkt vom Stromnetzausbau, wie z.B. einer Verstärkung der Netze und Trafostationen, abhängig sind.

Ziel der Maßnahme ist eine tiefergehende Analyse der Stromnetze (Auslastung und notwendige Ertüchtigungen) auf Basis der Ergebnisse aus der Kommunalen Wärmeplanung sowie der Ermittlung zukünftiger Netzentgelte.

Die notwendigen **Umsetzungsschritte** sind:

- 1) Datenaufbereitung aus Kommunalen Wärmeplanung
 - a) Gebietseinteilung auf Basis der Stromnetzstrukturen
 - b) Ermittlung des max. Strombedarfs für Wärmepumpen, E-Autos je Gebiet
 - c) Ermittlung der max. PV-Einspeisung je Gebiet
- 2) Stromnetzanalyse
 - a) Bewertung freier Kapazitäten im Mittel- und Niederspannungsnetz
 - b) Vergleich der zukünftigen Stromlast mit bestehenden Netzkapazitäten
 - c) Ermittlung potenzieller Engpässe und Schwachstellen
 - d) Ableitung von Netzausbaumaßnahmen (z.B. Verstärkung von Kabeln, zusätzliche Trafostationen)
 - e) Quantifizierung des notwendigen Netzausbaus
 - f) Grobe Kostenschätzung für erforderliche Netzinvestitionen
- 3) Berechnung zukünftiger Netzentgelte
 - a) Analyse der Kostenentwicklung
 - b) Modellberechnungen
 - i) Prognose des Sachanlagevermögens
 - ii) Vereinfachte Kostenprüfung
 - iii) Ermittlung von Erlösberggrenzen
 - iv) Ableitung der spezifischen Netzentgelte
 - c) Szenarienberechnungen bzgl. des Investitionsverhaltens oder anderer Parameter

 Dauer ca. 9 Monate	 Kosten ca. 35.000 €	 THG-Einsparungen erst auf Basis der Ergebnisse der Stromnetzanalyse quantifizierbar	 Synergien Zielnetzplanung Strom, Maßnahme 9, Maßnahme 12, Maßnahme 19
--	---	---	---

SBL - MASSNAHME Nr. 19**Flexible Überbrückungslösungen bis zum Umschluss an FW/Nahwärme**

 Einführung Ab 2026	 Akteure SBL als regionaler Versorger und Contractor	 Handlungsfeld Umsetzung direkte Maßnahme, versorgen, motivieren	 Handlungsebene gesamstädtisch
--	---	--	---

Beschreibung

Ziel: Ab 2026 geeignete Übergangslösungen bei Heizungsausfall anzubieten, bis eine Nachfolgelösung (Fernwärme-, Nahwärme- oder Wärmepumpenlösung) realisiert werden kann. Dabei sollte der aktuelle Fokus auf Gasetagenheizungen in MFH sowie EFH (Brennwertgeräte mit und ohne Warmwasserspeicher (22 kW/24 kW) liegen. Die Zielgruppe sind hierbei: Bürger der Stadt Luckenwalde, Immobilienbesitzer/-verwalter, Gewerbe, kommunale Einrichtungen. Ab 2026/2027 ist eine Erweiterung des Lösungsangebotes um Gasbrennwertkessel modular bis zu 250 kW Leistung für Zentralisierung der Heizungsanlagen in MFH bzw. Gewerbe sowie kommunalen Einrichtungen denkbar.

Ausgangslage:

- Voraussichtlich befinden sich 20-30 % an Heizungsanlagen im FW-Ausbaugebiet, deren Lebensdauer bis zum finalen Anschluss an das Fernwärmenetz nicht ausreichend ist
- Kaum vorhandener Gebrauchtheizungsmarkt (muss erst wachsen/künstlich geschaffen werden)

Beschreibung:

- Erweiterung des Produktportfolios aufgrund eines großen Bedarfs im Zuge des FW-Ausbaus
- Eine flexible Übergangsheizung verschafft Zeit beim Umstieg auf Fernwärme, Wärmepumpenlösungen oder kleine Wärmenetze in privater Verantwortung; budgetschonendes Anlagencontracting („Mietheizung“)

Die SBL fungiert als Impulsgeber für nachhaltige, zukunftsorientierte und klimaschonende Heizlösungen und nimmt ihre Verantwortung als regionaler Versorger vor Ort ernst.

 Dauer Min.: 3 Jahre (Mindestlaufzeit jährlich bis auf maximale Laufzeit verlängerbar) Max.: 15 Jahre	 Kosten Ab ca. 160 € pro Monat	 THG-Einsparungen erst wirksam nach Umstellung auf FW, vorher schon Effizienzverbesserung	 Synergien Reibungsloser Umstieg auf Fernwärme möglich, dadurch Erhöhung des Potenzials für Fernwärme Fehlinvestitionen zum Nachteil der Gesamtbilanz wird durch Übergangslösung entgegengewirkt
--	---	--	---

SBL -MASSNAHME Nr.20**Erweiterung SBL-Produktportfolio Mietlösung / Contracting**

 Einführung Ab 2026	 Akteure SBL als regionaler Versorger und Contractor	 Handlungsfeld Umsetzung direkte Maßnahme	 Handlungsebene gesamstädtisch
--	---	---	---

Beschreibung

Ziel: Zielgruppe dieser Maßnahme sind Privat- und Gewerbekunden im Luckenwalder Stadtgebiet sowie Immobilienverwalter, die diese vertreten. Die Maßnahmen umfasst die Entwicklung eines Produktportfolios, das die individuellen Bedürfnisse der Zielgruppe erfüllt und die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes mit dem Ziel einer CO₂- Reduktion berücksichtigt. Dies umfasst die Bereitstellung eines Produktportfolios, das mit privater Infrastruktur und eigenerzeugter Energie (z.B. PV-Strom) kompatibel ist und zu Teilen damit betrieben werden kann, Verteilung der Kosten auf eine langjährige Laufzeit zur Entlastung des Budgets (Wärmeliefercontracting, Anlagencontracting). Eine Erweiterung der potenziellen Zielgruppe auf die Segmente Mehrfamilienhäuser, Gewerbe und kommunale Einrichtungen ist möglich. Weiterhin umfasst die Maßnahme einen möglichen zentralisierten Austausch von veralteten Heizungsanlagen im Sinne der Energieeffizienz und der gesetzlichen Vorgaben.

Ausgangslage: Derzeitig liegt eine große Anzahl an dezentralen, fossilbetriebenen Heizungen (z.B. Etagenheizungen, Einzelöfen und Nachtspeicher) vor, die zukünftig durch intelligente und effiziente Heizlösungen ersetzt werden müssen.

Beschreibung:

- Durchdachte und zeitgemäße Heizungslösungen im Rundum-sorglos-Paket (Beratung, Planung, Einbau, Wartung, Instandhaltung, Reparatur, Austausch und Schornsteinfeger inkludiert) im budget-schonenden Contractingmodell („Mietheizung“)
- Anpassung und Erweiterung des Produktportfolios im Zuge neuer gesetzlicher Vorgaben, z.B. Heizungsanlagen bis 250 kW in Kaskade

Die SBL fungieren als Impulsgeber für nachhaltige, zukunftsorientierte und klimaschonende Heizlösungen und nehmen ihre Verantwortung als regionaler Versorger vor Ort ernst.

 Dauer Min. 10 Jahre Max. 15 Jahre Hinweis: In Einzelfalllösungen ist das Vertragsverhältnis nach interner Prüfung auch im Standardportfolio verlängerbar (Grund: FW-Anschluss verzögert sich um einige Monate)	 Kosten Ab ca. Ab 140 € pro Monat	 THG-Einsparungen Größtmöglich je nach gewählter Alternative und Größe des potenziellen Kundenzuwachses	 Synergien Reibungsloser Umstieg auf optimale, zukunftsgerichtete Wärmelösung ohne Komfortverlust und ohne Unterbrechung der Wärmeversorgung Sicherstellung kurzfristiger Maßnahmenumsetzung durch vertraglich vereinbarte Ressourcen mit regionalem Handwerk Fehlinvestitionen zum Nachteil der Gesamtbilanz werden durch Übergangslösungen entgegengewirkt
--	--	--	---

SBL - MASSNAHME Nr. 22**Einrichtung eines erweiterten Fernwärmeauskunftsportals**

 Einführung Ab 2026	 Akteure SBL als regionaler Versorger	 Handlungsfeld Umsetzung direkte Maßnahme, versorgen, Planung	 Handlungsebene Gesamtstädtisch in Eignungsgebieten
--	--	---	--

Beschreibung

Ziel: SBL kann Erweiterung des Informationsangebotes zum Ausbau des Fernwärmenetze und der damit verbundenen Anschlussmöglichkeiten (Prüfgebiete = Anfragegebiete) eine weitere Informationsinstanz etablieren. In diesem Portal können umfangreiche Informationen zum FW-Ausbau auf einer Webseite der SBL (mit Verlinkung von der Webseite der Stadt und umgekehrt) dargestellt werden. Unter anderem können Kartendarstellung zum Bestandsnetz und den mittelfristigen Planungen auf Straßenabschnittsebene aufgezeigt werden. Unterstützt wird durch Angebote und Assistenten zum Erhalt weiterer Informationen zum FW-Ausbau. Im Ergebnis erhalten Kunden kontinuierliche Informationen zum Ausbau und den damit einhergehenden Anschlussmöglichkeiten, aber auch Einschränkungen während der Bauphase. Zielgruppe sind: Private, gewerbliche und öffentliche Eigentümer im Ausbaubereich; Immobilienverwalter, die diese vertreten, SBL und SBL-Netz und die Stadt Luckenwalde.

Ausgangslage:

- Ausbaupotenziale bei der Fernwärme durch Ersatz der fossilbetriebenen Heizungen im Ausbaubereich
- Hohes Kundeninteresse und Wunsch nach mehr Informationen zum Ablauf der großen Netzausbaumaßnahmen sowie zur geplanten Erschließung von Straßen und Gebieten

Beschreibung:

- Einrichtung eines Auskunftsportals der SBL, z.B. mit:
 - Zoom- und skalierbare Kartendarstellung mit Darstellung und Verortung konkreter, in den Folgejahren anstehender Ausbaumaßnahmen
 - Verfügbarkeitsauskunft nach Adresseingabe und Angabe einer Ansprechperson der SBL für weitere Informationen
 - Darstellung aktueller Baumaßnahmen, ggf. auch mit Bautragebuch o.ä. und Hinweis auf Dauer und Status sowie den Anschlussmöglichkeiten
 - Option Fernwärme-Newsletter für Interessierte
 - Option FW-Rechner

 Dauer >5 Jahre, kontinuierliche Weiterpflege	 Kosten Noch zu beziffern	 THG-Einsparungen Keine direkten Einsparungen, aber Unterstützung des Ausbaus	 Synergien Vernetzung mit weiteren Infoportalen, Kundenzeitschrift der SBL, ggf. städtischer Klimaschutznewsletter etc. Verbindung mit weiteren SBL-Produkten
---	--	--	--

SBL - MASSNAHME Nr. 23**Prüfung Machbarkeitsstudie Nahwärmenetz Biotechnologiepark**

 Einführung 2025	 Akteure Hauptakteur: Stadtwerke Weitere Akteure: Stadt, BTP	 Handlungsfeld Organisieren, Umsetzen	 Handlungsebene Fokusquartiere
---	---	---	---

Beschreibung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde der Biotechnologiepark hinsichtlich der Eignung für ein Nahwärmekonzept untersucht. Das Quartier zeichnet sich durch gute Wärmeliendichten aus. Der vorgenommene Variantenvergleich zeigt, dass, je nach anzulegenden Kosten und Fördermitteln, ein Nahwärmekonzept ökonomisch konkurrenzfähig gegenüber einer dezentralen Versorgung sein könnte.

Ziel der Maßnahme ist die Prüfung einer Machbarkeitsstudie für ein neu zu errichtendes Wärmenetz im Bereich des Fokusquartieres Biotechnologiepark.

Zu den folgenden **Umsetzungsschritten** gehören:

- Interessenabfrage bei den Anliegern – sofern noch nicht erfolgt
- Beauftragung der Machbarkeitsstudie durch die Stadtwerke
- Erstellung der Machbarkeitsstudie durch einen externen Dienstleister:
 - IST-Analyse des Untersuchungsgebietes
 - Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme
 - SOLL-Analyse des Wärmenetzes (inkl. Primärenergieeinsparung und CO₂-Einsparung)
 - Kostenrahmen
 - Pfad zur Treibhausgasneutralität mit den Wegmarken 2030, 2035, 2040, 2045
 - Ggf. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz

Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze werden im Rahmen des Moduls 1 nach BEW gefördert.

 Dauer BEW-Förderung Modul 1: bis zu 1 (+1) Jahr(e) BEW-Förderung Modul 2: bis zu 4 (+2) Jahr(e)	 Kosten ca. 60.000 € für die Machbarkeitsstudie (LP 1 HOAI). Das Honorar für weitere Leistungsphasen ist abhängig von der Investitionssumme.	 THG-Einsparungen ~ 350 tCO₂e bezogen auf das Jahr 2045 (Referenz: Erdgasversorgung)	 Synergien -
--	---	--	---

8.5 Prioritäre Maßnahmen – stadtnahe Institutionen

STADTNAHE INSTITUTION: MASSNAHME Nr. 26

Gesamtstädtische Beratungsoffensive mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten

 Einführung 2025	 Akteure Federführung: Stadt Beteiligte: Bereich Klima und Umwelt, Verbraucherzentrale, SBL-Netz	 Handlungsfeld Organisieren, beraten	 Handlungsebene Stadtgebiet
---	--	--	--

Beschreibung

Ziel: Die Luckenwalder Bürger sollen durch eine gesamtstädtische Beratungsoffensive mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten unterstützt werden, eine jeweils ökonomisch und ökologisch sinnvolle Lösung bezüglich der Wärmeeinsparung und -versorgung ihrer Liegenschaften zu finden.

Ausgangslage: Die Stadt Luckenwalde verfügt noch nicht über eine etablierte Anlaufstelle für die Bevölkerung für Fragen rund um das Thema energetische Gebäudesanierung. Das Portfolio muss unterschiedliche Informations- und Beratungsangebote umfassen. Diese Anlaufstelle müsste zunächst aufgebaut werden. Ebenfalls bietet die Verbraucherzentrale ein breites Beratungsangebot an.

Beschreibung: Um die Gebäudeeigentümer und Mieter zu den zentralen Themen der Wärmewende sowie begleitenden Themen, wie bspw. der verhaltensbasierten Wärmeverbrauchssenkung, zu informieren, zu sensibilisieren und zu beraten, wird eine gesamtstädtische Beratungsoffensive empfohlen. Diese könnte bspw. durch eine geeignete Abteilung der Stadt durchgeführt werden und sollte unterschiedliche thematische Schwerpunkte umfassen. Ggf. ist die Maßnahme in Kooperation mit SBL durchzuführen. Bestehenden Strukturen und Angebote könnten genutzt und erweitert werden. Um eine möglichst breite Masse zu erreichen, sollten unterschiedliche Formate wie Haus-zu-Haus-Beratung oder Online-Themenabende angeboten werden. Mögliche Schwerpunkte sind bspw.:

- Energieeffizienz in Nicht-Wohngebäuden < 2,5 GWh/a sowie Wohngebäuden
- fossilfreie Energieerzeugung
- Transparenz in der Wärmeversorgung
- Zukunft Gasnetze
- Verhaltensbasierte Wärmeverbrauchssenkung
- Gemeinsame Wärmeversorgung (siehe hierzu auch Maßnahme Unterstützung alternativer dezentraler oder zentraler Wärmeversorgungslösungen auf Quartiersebene)

 Dauer Dauerhaftes Angebot	 Kosten in Abstimmung mit neuem Verein zu quantifizieren	 THG-Einsparungen abhängig vom Umfang und Inhalt der Beratungen	 Synergien Steigerung der lokalen Wertschöpfung
---	---	--	--

9 Verstetigung und Controlling

Um die zuvor definierte Umsetzungsstrategie zu realisieren, bedarf es einer Verstetigung der mit der kommunalen Wärmeplanung zusammenhängenden Prozesse sowie eines effizienten Controllings. Dabei ist es essenziell, Maßnahmen und Indikatoren dauerhaft zu verankern, systematisch zu überwachen und bei Bedarf flexibel anzupassen. Ein effektives Monitoring spielt dabei eine zentrale Rolle, um Fortschritte zu bewerten, Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und gezielte Verbesserungen vorzunehmen.

Durch die Schaffung transparenter Strukturen, klar definierter Verantwortlichkeiten und regelmäßiger Erfolgskontrollen kann sichergestellt werden, dass die Wärmewende nachhaltig umgesetzt wird. Eine Verstetigungsstrategie und ein begleitendes Controllingkonzept bieten den erforderlichen Rahmen, um das Zielszenario 2045 zu erreichen. Gleichzeitig ermöglichen sie kontinuierliche Anpassungen, um den dynamischen Herausforderungen der Transformation des Wärmesektors gerecht zu werden und die Wirksamkeit der Maßnahmen dauerhaft sicherzustellen.

9.1 Verstetigungsstrategie

Um die in der Wärmeplanung erarbeiteten Konzepte und Beteiligungsstrukturen langfristig zu sichern, schlagen wir eine weiterführende Verstetigungsstrategie vor. Diese umfasst folgende Kernaspekte:

- **Institutionalisierung der Akteursbeteiligung:** Die etablierten Dialogformate, insbesondere mit den Beteiligten der Lenkungskreise sollten in regelmäßigen Abständen fortgeführt werden, um die Wärmeplanung aktuell zu halten und die anschließende Umsetzungsphase effektiv zu gestalten.
- **Langfristige Kommunikationsplattform etablieren:** Die zentrale Website, Ansprechbarkeiten und weitere digitale Kommunikationskanäle werden weitergeführt, um Transparenz und Informationsfluss sicherzustellen. Bei Bedarf könnte die Kooperation mit einer Beratungsstelle aufgebaut werden (z.B. WFBB, etc.). Anlassbezogene Veranstaltungen, z.B. bei Entwicklungen in der Gesetzgebung, können weiterhin sinnvoll sein. Diese Aufgaben könnten beispielsweise der Koordinationsstelle Wärmewende übertragen werden.
- **Fortschreibung beziehungsweise Monitoring und Evaluierung:** Regelmäßige Überprüfung der Zielerreichung und Anpassung der Strategien an neue Entwicklungen im Bereich der Energie- und Wärmewende. Dabei hat es sich bewährt einen Fortschrittsbericht im Sinne des Controllings zu erstellen.
- **Integration in Stadtentwicklungsprozesse:** Die Wärmeplanung wird in bestehende städtische Planungs- und Entwicklungsprozesse eingebunden, um Synergien zu nutzen und langfristige Verankerung zu gewährleisten.

9.2 Controllingkonzept

Gegenstand des Controllings sind zum einen Indikatoren, welche Aufschluss über die Entwicklung der Versorgungsstruktur und der Energie- und THG-Bilanzen, bieten. Zum anderen soll der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung im Blick behalten, neue Maßnahmen angereizt und die Effektivität von Maßnahmen bewertet werden.

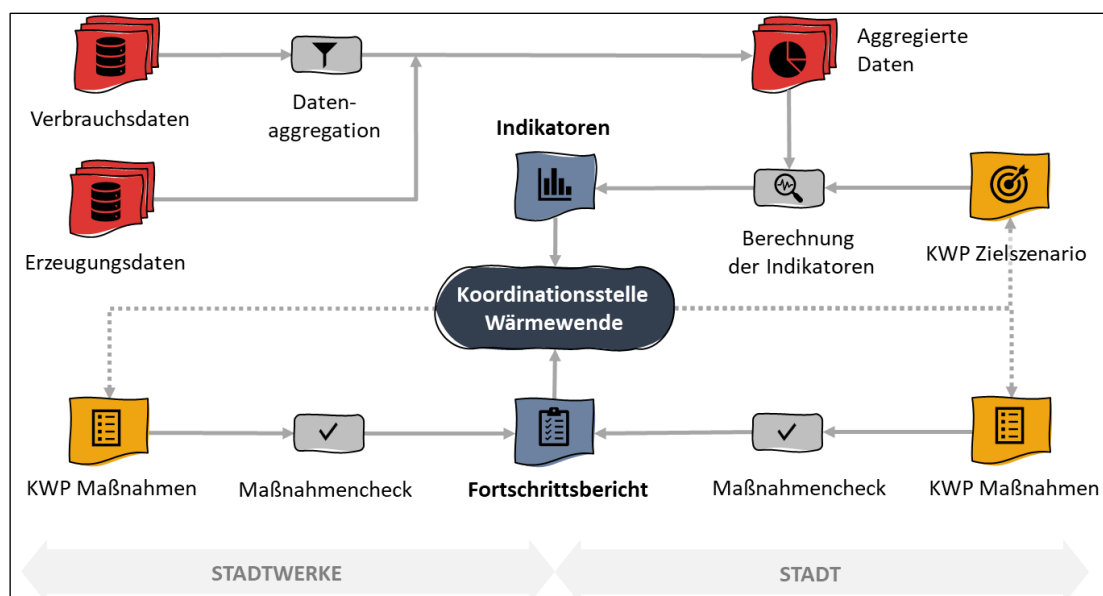


Abbildung 59: Skizze des Controllingprozesses

Abbildung 59 zeigt eine schematische Skizze des Controllingprozesses. Es wird empfohlen den Prozess jährlich zu durchlaufen, Indikatoren zu ermitteln und den Maßnahmenfortschritt zu protokollieren. Berichtet wird an die Koordinationsstelle Wärmewende, deren Aufgaben in Kapitel 8.3 (M1) beschrieben wurden und die die strategische Kompetenz haben, auf weitere Maßnahmen und die Umsetzungsstrategie hin zum Zielszenario einzuwirken.

9.2.1 Indikatoren

Verschiedene Indikatoren dienen zur quantitativen Bemessung des Fortschritts der Wärmewende. Die drei Hauptindikatoren sind:

- Wärmebedarf
- Endenergieverbrauch nach Energieträger
- Treibhausgasemissionen

Es wird empfohlen weitere aussagekräftige Indikatoren zu erheben. Tabelle 24 zeigt Indikatoren, welche spätestens im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung alle fünf Jahre ermittelt werden sollten. Weiterhin sind die Forderungen laut Wärmeplanungsgesetz zu beachten. In der Tabelle fett gedruckte Indikatoren werden für ein jährliches Controlling empfohlen.

Tabelle 24: Empfohlene Controlling-Indikatoren

Kategorie	Indikator	Empfohlene Ebenen
Energieverbrauch	Fernwärmeverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
	Gasverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
	Heizstromverbrauch	Kommune, (Baublock, Straße, Sektor)
Wärmeerzeugung	Emissionsfaktor Wärmenetze	Wärmenetz
Versorgungsstruktur	Anzahl installierter Fernwärmean-schlüsse	Wärmenetz
	Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach GEG (Wärmepumpe, Pelletkessel, ...)	Kommune

	Anzahl dezentraler, fossiler Feuerstätten (insb. Ölheizungen, Gaskessel)	Baublock, Straße
Strom	Installierte PV-Leistung	Kommune
Sanierung	Sanierungsrate	Kommune
aus obigen Daten abgeleitet	Wärmebedarf	Kommune
	Wärmeliniendichte	Straße
	Endenergieverbrauch	Sektor, Kommune
	Treibhausgasemissionen	Sektor, Kommune

Weiterhin können spezifische Indikatoren, wie einwohnerbezogene oder flächenbezogene Werte zum Vergleich mit anderen Kommunen herangezogen werden. Es ist darüber hinaus damit zu rechnen, dass vom Land Brandenburg im Rahmen der Definition des Landeswärmeplanungsgesetzes weitere Kennzahlen als berichtspflichtig definiert werden.

Tabelle 25 zeigt die im Rahmen der hier vorliegenden kommunalen Wärmeplanung ermittelten Werte der Indikatoren auf Aggregationsebene Kommune. Während Wärmebedarf, Endenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen als klimabereinigtes Mittel der Jahre 2021 bis 2023 bestimmt wurden, wurden als Datengrundlage für die Emissionsfaktoren die Wärmeerzeugungsmengen aus 2023 herangezogen. In die installierte PV-Leistung fließen alle bis einschließlich 2023 in Betrieb gegangenen Anlagen laut Marktstammdatenregister ein. Für die Anzahl der Fernwärmeanschlüsse, der dezentralen Wärmeerzeuger und Feuerstätten wird die im Rahmen der KWP ermittelte Anzahl an Gebäuden mit diesen Technologien als Hauptwärmeerzeuger gelistet. Diese kann aufgrund von Mitversorgung von der Anzahl der Anschlüsse, wie sie bei den Stadtwerken oder Schornsteinfegern vorliegen, abweichen.

Tabelle 25: Ermittelte Werte der Indikatoren

Kategorie	Indikator	Aktueller Wert
Energieverbrauch	Fernwärmeverbrauch	29,43 GWh/a *
	Gasverbrauch	147,20 GWh/a *
	Heizstromverbrauch	1,81 GWh/a *
Wärmeerzeugung	Emissionsfaktor Wärmenetze	209 g/kWh *
Versorgungsstruktur	Anzahl Fernwärmeanschlüsse	rd. 460 Adressen (mit FW als Haupt-Wärmeerzeuger), Belieferung über rd. 130 Hausanschlussstationen
	Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach GEG (Wärmepumpe, Pelletkessel, ...)	rd. 310 Adressen (mit diesen Technologien als Haupt-Wärmeerzeugern)
	Anzahl dezentraler, fossiler Feuerstätten (insb. Ölheizungen, Gaskessel)	rd. 4.680 Adressen (mit diesen Technologien als Haupt-Wärmeerzeugern)
Strom	Installierte PV-Leistung	15,5 MW auf Freiflächen 12,5 MW auf Dachflächen 0,1 MW Balkonkraftwerke
Sanierung	Sanierungsrate	bisher nicht dokumentiert
aus obigen Daten abgeleitet	Wärmebedarf	189 GWh/a *
	Wärmeliniendichte	nur lokal aufgelöst
	Endenergieverbrauch	205 GWh/a *
	Treibhausgasemissionen	48.890 tCO ₂ e/a *

* Datengrundlage klimabereinigtes Mittel 2021-2023

9.2.2 Fortschrittsbericht

Das Fortschrittscontrolling der Maßnahmen besteht aus qualitativen und quantitativen Angaben. Die folgende Auflistung zeigt mögliche Elemente eines Fortschrittberichts.

Aktueller Umsetzungsstand:

- Ist die Maßnahme bereits gestartet?
- Welche Meilensteine wurden erreicht?
- Gibt es Verzögerungen oder Änderungen?

Erreichte Ergebnisse (Beispiele):

- Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsrechnungen
- Reduktion von CO₂-Emissionen (in Tonnen)
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien
- Anzahl angeschlossener Haushalte oder Betriebe

Beteiligte Akteure: Kommunale Einrichtungen, Energieversorger, etc.

Budget: Gesamtkosten der Maßnahmen sowie Aufschlüsselung deren Finanzierung

Ausgaben: Bisherige Investitionen und zukünftiger Finanzierungsbedarf

Herausforderungen: Technische, finanzielle oder organisatorische Hindernisse

Nächste Schritte: Geplante Maßnahmenteile bis zum nächsten Berichtszeitraum

Notwendige Folgemaßnahmen: Welche Folgemaßnahmen ergeben sich aus den erzielten Ergebnissen?

Wechselwirkungen zu anderen Maßnahmen: Nehmen die erzielten Ergebnisse Einfluss auf andere Maßnahmen?

Im Sinne der Verstetigung sollten sich aus jeder abgeschlossenen Maßnahme Folgemaßnahmen und aus jedem Maßnahmenstand Folgeschritte für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ergeben. Diese müssen präzise formuliert und zeitlich klar definiert sein, um eine effektive Steuerung und Nachverfolgung zu ermöglichen. Ziele sollten spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und terminiert sein, um sowohl Fortschritte als auch Herausforderungen nachvollziehbar darzustellen.

10 Fazit und Ausblick

Die Stadt Luckenwalde steht zusammen mit städtischen Akteuren wie den Stadtwerken am Anfang der Wärmetransformation, wie die Bestandsaufnahme im Rahmen der Wärmeplanung zeigt. So ist die städtische Fernwärme heute zwar zu einem Teil klimafreundlich (Deponiegas) und deckt damit einen sehr kleinen Teil des Wärmebedarfes ab, jedoch ist diese Quelle, auch kurzfristig, nicht mehr verfügbar.

Es obliegt damit der Stadt Luckenwalde, durch Maßnahmen, innovative Konzepte oder beispielsweise durch städtisch geförderte Sanierung von Gebäuden, den Ausbau der Photovoltaik auf Dächern und z.B. in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken innovative Nahwärmelösungen eine gute Ausgangssituation zu schaffen.

Die Umsetzung einer weitestgehend klimaneutralen Wärmeversorgung erfordert jedoch weitere Transformationsschritte und ein konzertiertes Vorgehen aller Beteiligten:

Fernwärme: Der Fernwärmeausbau und die Verdichtung sind wichtigste Handlungsfelder der Wärmewende mit einem Zielanteil von mehr als 20 % an dem Wärmebedarf. Durch zunehmende kleinteiligere Erschließung, den Aufbau von Großwärmepumpen, die ggf. stattfindende Potenzialerschließung von Windenergie, aber auch den Erhalt und die Modernisierung des Bestandes sind erhebliche Investitionen bis 2045 erforderlich.

Dezentraler Bereich: Gasheizungen sind bis 2045 weitgehend durch Luft- und Erdwärmepumpen abzulösen bei sukzessiver Ertüchtigung und Sanierung der jeweiligen Gebäudesubstanz. Im Vergleich zu anderen Städten mit großen Fernwärmebausteinen wird der Ausbau mit einem Anteil von über 85 % aller Gebäude aber noch vergleichsweise hoch sein.

Weitere Ergänzungen können Solarthermie und in geringem Ausmaß Biomasse (Pellets nur in wenigen Ausnahmefällen), Stromdirektheizungen oder grünes Gas sein.

PV und Wind: Grüne Wärme erfordert grünen Strom, der auch in Luckenwalde ausgebaut werden muss. Neben dem PV-Flächenausbau sind auch Windkraftanlagen in der Region zur Bereitstellung von Grünstrom im Winter unabdingbar bzw. müssen kooperativ erschlossen werden.

Wechselwirkungen: Klimaschutz wird zu Kompromissen an anderen Stellen, z.B. bei der Flächennutzung oder dem Denkmalschutz führen. Dies betrifft beispielsweise Flächen im Stadtgebiet für Erzeugungsanlagen, Ausweisung von Flächen für Photovoltaik und Dachflächen-PV oder temporäre Einschränkungen beim Bau von Leitungen.

Alle Akteure und die Stadtverordnetenversammlung in Luckenwalde werden zusammenarbeiten müssen, um in den verbleibenden 20 Jahren mit einem deutlichen Zuwachs an Geschwindigkeit die Wärmewende weiter umzusetzen und abzuschließen.

11 Anhang

11.1 Ergänzende Materialien

Tabelle 26: Nutzungsgrade dezentraler Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger (dezentral)	Nutzungsgrad
Hausanschlussstation für Fernwärme	0,99
Erdgas-Kessel	0,90
Stromdirektheizung	0,99
Luftwärmepumpe	2,4
Erdwärmepumpe	3,6
Ölkessel	0,87
Holzackschnitzelheizung	0,83
Pellettheizung	0,85
Kamin	0,75

Tabelle 27: Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger

Energieträger	Emissionsfaktoren in g/kWh			Quelle
	2023	2030	2045	
Fernwärme	209	151	9	eigene Berechnung nach Carnot-Methode
Erdgas	240	240	240	[2]
Biomethan	140	140	140	[2]
Flüssiggas	240	240	240	[2]
Strom	472	110	15	[2]
Heizöl	310	310	310	[2]
Holz	20	20	20	[2]
Solarthermie	5	5	5	[2]

11.2 Ergänzende Ausführungen zur Methodik und Datengrundlage

11.2.1 Potenzialanalyse

Datengrundlage

Datenpunkt	Datenquelle	Abgeleitete Informationen, Verwendung
Restriktionen und Rahmenbedingungen		
Schutzgebiete (FFH-, Vogelschutz-, Natur-, Landschaftsschutzgebiete, Naturpark)	Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU), Geoportal Brandenburg	Ausschluss- und Prüfflächen für Potenziale und Maßnahmen
Trinkwasser- und Wasserschutzgebiete (Zonen I–III)	Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU)	Ausschluss der Zonen I und II für Erdwärmebohrungen
Grundwasserverunreinigungen	Geoportal Teltow-Fläming	Hinweisflächen mit erhöhtem Prüfaufwand für Erdwärmesonden
Hochwasser- und Überschwemmungsrisikoflächen	Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU), Hochwassergefahrenkarten	Restriktionen für Leitungstrassen und Erzeugerstandorte
Bodendenkmale	Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege, über Untere Denkmalschutzbehörde	Abstimmungsbedarf bei Erdarbeiten, Trassenplanung
Baudenkmäler, denkmalgeschützte Siedlungen	Stadt Luckenwalde, Untere Denkmalschutzbehörde	Ausschluss- und Reduktionsflächen für Solarthermie und Photovoltaik, reduzierte Sanierungstiefen
Flächennutzung, Flurstücke (ALKIS)	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Verfügbare Flächen für Erdwärmesonden, Flächenzuschnitt der Potenzialbetrachtung
Digitales Landschaftsmodell (ATKIS-Basis-DLM)	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	Waldflächen, Gewässernetz, Verkehrswege, Siedlungsabgrenzung
Reduktion des Wärmebedarfs		
Gradtagzahlen 1991–2022	Deutscher Wetterdienst (DWD)	Extrapolation des Klimateffekts auf den Raumwärmebedarf
Sanierungstiefen nach Baualtersklasse	TABULA Webtool [5]	Parametrierung des ENERKO-Sanierungstools
Sanierungsraten Deutschland	Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V., Diskussion im KWP-Fachworkshop Wohnungswirtschaft	Ableitung der Szenarienparameter (moderat, Trend, ambitioniert)
Gebäudebestand, Baualtersklassen, spezifische Wärmebedarfe	Ergebnisse der Bestandsanalyse	Ausgangsbasis der Sanierungssimulation, Ergebnisdarstellung je Baublock
Dezentrale Potenziale		
Entzugsleistungen von Erdwärmesondenfeldern	Eigene Simulation ENERKO	Entzugsleistung in Abhängigkeit von Sondenanzahl und Sondenlänge
Potenzial von Luft-Wärmepumpen nach Siedlungstyp	Bundesweite Potenzialstudie [9]	Übertragung des Kleinstadtwerts auf Luckenwalde
Bauordnungs- und immissionschutzrechtliche Vorgaben	BbgBO § 6 Abs. 8, TA Lärm, BauNVO	Aufstellbedingungen und Restriktionen für Luft-Wärmepumpen
Wasser- und bergrechtliche Vorgaben	WHG, Brandenburgisches Wassergesetz, BBergG	Genehmigungs- und Anzeigepflichten, Tiefenbegrenzung 100 m
Solarkataster Luckenwalde	Städtische Betriebswerke Luckenwalde	Eignungsklassen der Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik
Solarpotenzialanalyse Brandenburg	Land Brandenburg, Energieportal Brandenburg	Eignung von Freiflächen
Bestandsanlagen Photovoltaik, Balkonkraftwerke	Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur)	Installierte Leistung, Ausschöpfungsgrad des Potenzials
Zentrale Potenziale		
Untergrundtemperaturen in 2.000 m und 4.000 m Tiefe	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR)	Eignung für mitteltiefe und tiefe Geothermie

Ausbauziele und Potenziale der Tiefengeothermie	Studie des Landes Brandenburg	Anteiliges theoretisches Potenzial für Luckenwalde
Pegel- und Abflussdaten der Nuthe, Messstellen Kolzenburg und Schwimmbad Elsthal	Auskunftsplattform Wasser (APW) Brandenburg	Volumenströme, Jahresdauerlinie, Flusswasserwärmepotenzial
Kenndaten der Kläranlage (Ausbaugröße, Abwassermenge, Ablauftemperatur)	NUWAB, öffentlich verfügbare Quellen	Theoretisches und technisches Klärwasserwärmepotenzial
Abwassernetz, Abwasserhaltungen	NUWAB	Lage und Dimension der Kanäle, Standortprüfung Abwasserwärme
Grenzwert der Temperaturabsenkung im Abwasser (0,5 K)	VKU [18], DWA-Regelwerk	Randbedingung der Potenzialberechnung Abwasserwärme
Gas- und Stromverbräuche von Industrie- und Gewerbebetrieben	Städtische Betriebswerke Luckenwalde	Identifikation relevanter Betriebe für die Abwärmeabfrage
Fragebogenaktion Industrie und Gewerbe (22 Betriebe, 3 Rückläufe)	Eigene Erhebung, siehe Anlage 3	Abwärmemengen, Temperaturniveaus, Erschließungsaufwand
Plattform für Abwärme	Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE)	Ergänzung der Abwärmemengen eines weiteren Betriebs
Waldflächen und Naturschutzgebiete	ATKIS-Basis-DLM, Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU)	Nutzbare Waldfläche für Waldrestholz abzüglich Naturschutzgebiete
Flächenspezifischer Waldrestholzertrag	KWP-Leitfaden BW [20]	Theoretisches Wärmepotenzial aus Waldrestholz
Bioabfallmengen, Abfallbilanz 2023	Südbrandenburgischer Abfallzweckverband (SBAZV)	Biogas- und Wärmepotenzial aus Bioabfall und Grünschnitt
Wasserstoff-Kernnetz, Netzentwicklungsplan Gas	Fernleitungsnetzbetreiber Gas, Antrag an die BNetzA	Lage und Zeitplan der Wasserstoffleitungen im Umfeld
Wasserstoff-Erzeugungsprojekte (Elektrolysekorridor Ost, H ₂ -ME-GaB)	Projektinformationen, Literatur	Perspektivische Verfügbarkeit von Wasserstoff in der Region
Regionale Wasserstoffpotenziale und -bedarfe	Potenzialstudie Wasserstoff Brandenburg	Einordnung von Erzeugungs- und Nachfragepotenzial im Landkreis
Bodenwertzahlen	Energieportal Brandenburg	Ausschlusskriterium für Freiflächen-Solarthermie und Freiflächen-Photovoltaik
Privilegierte und EEG-geförderte Flächen	BauGB § 35 Abs. 1 Nr. 8, EEG 2023 § 48 Abs. 1 Nr. 3, ATKIS-Verkehrswege	Abgrenzung privilegierter Bereiche und EEG-Randstreifen
Bestandsanlagen Freiflächen-Photovoltaik	Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur)	Installierte Leistung und Stromerzeugung
Flächenanalyse Windenergie	Konzept zur Berücksichtigung erneuerbarer Energien in der vorbereitenden Bauleitplanung, Stadt Luckenwalde	Ausschluss von Windenergieflächen im Stadtgebiet
Sachlicher Teilregionalplan Windenergienutzung 2027	Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming	Windstandorte
Flächennutzungsplan	Stadt Luckenwalde	Zulässigkeit raumbedeutsamer Windenergieanlagen

Reduktion des Wärmebedarfs

Das verwendete ENERKO-Sanierungstools ist eine gebäudescharfe, jahresweise Fortschreibung des Wärmebedarfs (2023–2045) auf Basis von Einzelobjekten, die anschließend aggregiert werden. Pro Gebäude liegen Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmebedarf sowie die Energiebezugsfläche vor; daraus werden flächenspezifische Bedarfe (kWh/m²a) berechnet.

Der Sanierungsalgorithmus arbeitet mit einem Wahrscheinlichkeits-Ranking statt mit einer festen Reihenfolge. Jedem Gebäude wird ein Score zugewiesen, der sich multiplikativ aus vier Faktoren zusammensetzt: relativer Raumwärmebedarf innerhalb des Archetyps (schlechte Gebäude zuerst), Baualtersklasse, Denkmalstatus (dämpfend) und einer Zufallskomponente zur realisti-

schen Streuung. Pro Jahr wird über einen Quantil-Schwellwert ausgewählt, welche Gebäude saniert werden – die Sanierungsrate je Szenario steuert diesen Quantilschnitt und ist damit die zentrale exogene Stellgröße. Baualtersabhängige Startjahre verhindern, dass Neubauten unrealistisch früh saniert werden; Abbruchkriterium ist ein Mindestbedarf ($RW+WW > 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$).

Die Sanierungstiefe ist zustandsabhängig gestaffelt (ca. 25–65 % Reduktion der Raumwärme, je schlechter der Ausgangszustand desto tiefer); für Denkmäler gilt ein fester, reduzierter Wert. Im Max-Szenario wird die Tiefe so gewählt, dass rechnerisch auf das Mindestniveau saniert wird. Überlagert wird dies durch zwei kontinuierliche Effekte: eine jährliche Klimakorrektur und eine geometrisch verteilte Nutzer-/Effizienzreduktion bei Warm- und Prozesswasser.

Ausgegeben werden die Bedarfe für die Stützjahre 2030/35/40/45. Wesentliche Einschränkung: Es handelt sich um ein stochastisch gestütztes Szenariomodell, nicht um eine objektgenaue Prognose – belastbar ist die aggregierte Bestandsentwicklung, nicht die Sanierung des Einzelgebäudes.

Oberflächennahe Geothermie

Die Potenzialermittlung erfolgt flurstücksscharf für alle Flurstücke mit beheiztem Gebäude. Betrachtet wird ausschließlich die Erschließung über vertikale Erdwärmesonden mit Sole-Wasser-Wärmepumpen; die übrigen Nutzungsformen werden aufgrund ihres Flächenbedarfs beziehungsweise ihrer Standortgebundenheit nicht flächendeckend angesetzt. Flurstücke in Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II werden ausgeschlossen.

Die verfügbare Bohrfläche wird aus der unbebauten Flurstücksfläche abgeleitet, von der annahmegemäß 40 % zur Verfügung stehen; bei 64 m^2 je Sonde ergibt sich daraus die mögliche Sondenanzahl. Die anzusetzende spezifische Entzugsleistung wurde über ein g-Funktions-Modell simuliert, das die gegenseitige thermische Beeinflussung quadratisch angeordneter Sondenfelder ohne Regeneration abbildet. Als Eingangsgröße dient die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds; die Auslegung erfolgt über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren unter der Randbedingung, dass die Bodentemperatur dauerhaft oberhalb von 0°C bleibt. Die Entzugsleistung sinkt mit steigender Sondenanzahl regressiv ab. Die Wärmebereitstellung wird mit 1.500 Volllaststunden pro Jahr und einer Jahresarbeitszahl von 3,6 abgebildet.

Das theoretische Potenzial wird je Flurstück dem dortigen Wärmebedarf gegenübergestellt. Für das technische Potenzial wird vorausgesetzt, dass eine dezentrale Erdwärmelösung nur sinnvoll ist, wenn sie den Wärmebedarf vollständig decken kann; andernfalls wird das Potenzial des Flurstücks auf null gesetzt. Zugrunde liegt die Annahme, dass keine Hybridanlagen errichtet und 100 m Sondentiefe wegen des ab dieser Tiefe greifenden Bergrechts nicht überschritten werden.

Wesentliche Einschränkungen: Die Auswertung ist eine übergeordnete, gesamtstädtische Betrachtung; Hybridsysteme für große Liegenschaften sind nicht abgebildet. Für Bereiche mit Grundwasserverunreinigungen erfolgte keine pauschale Reduktion, da die Realisierbarkeit dort im Genehmigungsverfahren zu klären ist. Die Ergebnisse gelten für 100 m lange Sonden.

Umgebungsluft

Eine räumliche Potenzialeingrenzung ist bei Luft-Wasser-Wärmepumpen nicht möglich, da Außenluft überall verfügbar ist; das Potenzial wird allein durch den Wärmebedarf und standortbezogene Restriktionen begrenzt. Diese ergeben sich aus vorhandenen Versorgungsalternativen, fehlendem Aufstellplatz, hohen Vorlauftemperaturen im Bestand sowie den Anforderungen nach § 6 Abs. 8 BbgBO und den Immissionsrichtwerten der TA Lärm.

Eine flächendeckende, objektscharfe Prüfung des genehmigungsrechtlichen Potenzials ist im Rahmen der Wärmeplanung nicht leistbar. Das technische Potenzial wird daher aus einer bun-

desweiten Untersuchung abgeleitet, die Luft-Wärmepumpen insbesondere hinsichtlich der zulässigen Lärmemissionen bewertet und die Ergebnisse nach Siedlungsstruktur zusammenfasst. Für Luckenwalde wird der Mittelwert der Kleinstädte angesetzt, der am unteren Rand der für den Landkreis ausgewiesenen Spanne liegt.

Wesentliche Einschränkung: Es handelt sich um einen pauschalen, gesamtstädtischen Kennwert. Die Differenzierung zwischen locker bebauten Bereichen und verdichteten Innenstadtlagen erfolgt erst im Zielszenario; eine Detaillierung bis auf Adressebene ist nicht möglich.

Dachfläche-Solarthermie

Grundlage ist das Solarkataster Luckenwalde, für das die Stadt 2012 überflogen und mit Lasern abgetastet wurde; aus dem Höhenprofil wurde die Eignung der Dachflächen unter Berücksichtigung von Größe, Ausrichtung, Neigung, Sonnenstand und Verschattung berechnet. Ergänzend werden Angaben zu Dachausrichtung und -neigung aus dem landesweiten Solarkataster Brandenburg übertragen, die die Einstrahlung auf Modulebene bestimmen. Angesetzt werden ein mittlerer Modulwirkungsgrad von 50 % und bei Flachdächern eine Aufständering.

Das theoretische Potenzial entspricht der maximal möglichen Wärmeerzeugung auf den geeigneten Flächen. Für das technische Potenzial werden Flächen auf denkmalgeschützten Gebäuden ausgeschlossen und das Potenzial entsprechend der üblichen Auslegungspraxis auf einen solaren Deckungsanteil von maximal 30 % des Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs skaliert. Berücksichtigt wurden zudem die Vorgaben der Unteren Denkmalschutzbehörde zu vom öffentlichen Raum aus einsehbaren Anlagen.

Wesentliche Einschränkungen: Die Datengrundlage beruht auf der Befliegung von 2012. Aus dem gewonnenen Höhenprofil wurde die Eignung der Dachflächen für photoelektrische oder thermische Solaranlagen errechnet. Das Rechenverfahren berücksichtigt Größe, Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie den Gang der Sonne zu allen Jahreszeiten und die Abschattungen durch benachbarte Gebäude, Bäume, Schornsteine u. A. Spätere Veränderungen des Gebäudebestands sind nicht abgebildet. Das ausgewiesene Potenzial ist ein technisches, kein erwartbares, da Solarthermie auf der Dachfläche in Konkurrenz zur Photovoltaik steht. Die für beide Technologien ausgewiesenen Flächen unterscheiden sich, weil an Photovoltaikflächen strengere Anforderungen gestellt werden.

Dachflächen-Photovoltaik

Die Ermittlung folgt derselben Systematik und denselben Datengrundlagen wie bei der Dachflächen-Solarthermie. Angesetzt werden Module mit einer Peak-Leistung von 220 W/m^2 , bei Flachdächern eine Aufständering.

Das theoretische Potenzial entspricht der maximal möglichen Stromerzeugung auf den geeigneten Flächen. Für das technische Potenzial werden lediglich Flächen auf denkmalgeschützten Gebäuden ausgeschlossen; eine Begrenzung analog zum solaren Deckungsanteil erfolgt nicht, da der Strom flexibel und nicht ausschließlich zur Wärmeerzeugung einsetzbar ist. Für den Bezug zur Wärmeversorgung wird baublockweise ausgewertet, welcher Bedarfsanteil bilanziell über Photovoltaik in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Jahresarbeitszahl 2,4) gedeckt werden könnte. Der Ausschöpfungsgrad wird über den Anlagenbestand des Marktstammdatenregisters eingeordnet.

Wesentliche Einschränkungen: Auch hier beruht die Datengrundlage auf der Befliegung von 2012. Die Deckungsbetrachtung ist eine reine Jahresbilanz ohne Berücksichtigung von Gleichzeitigkeit, Speichern oder Netzrestriktionen. Wegen der Flächenkonkurrenz sind die Potenziale von Photovoltaik und Solarthermie nicht additiv.

Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Für tiefe und mitteltiefe Geothermie wird bewusst nicht zwischen theoretischem und technischem Potenzial unterschieden. Belastbare Aussagen setzen Erkundungsbohrungen, seismische Messungen und Thermal Response Tests voraus, die über den Umfang der Wärmeplanung hinausgehen; die verfügbare Datenlage lässt nur eine übergeordnete Quantifizierung zu. Das Vorgehen umfasst die Prüfung der Voraussetzungen für eine hydrothermale Nutzung, die Bezifferung des Fündigkeitsrisikos, soweit Studien vorliegen, die Prüfung der wasser- und bergrechtlichen Voraussetzungen sowie die Ableitung des Potenzials aus übergeordneten Ausbauzielen.

Grundlage der geologischen Einordnung sind die Modellierungen des LBGR und die Studie des Landes Brandenburg zur Tiefengeothermie. Petrothermale Systeme bleiben wegen der Umwelt Risiken des erforderlichen Frackings unberücksichtigt, die Grubenwassernutzung entfällt mangels Bergbauregion. Die Quantifizierung erfolgt durch Herunterbrechen der Landeswerte, wobei der Wärmebedarf als Verteilschlüssel dient: Das Ausbaupotenzial Brandenburgs bis 2040 wird ins Verhältnis zum landesweiten Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser gesetzt und der resultierende Anteil auf den Wärmebedarf Luckenwaldes übertragen. Der so abgeleitete Zielwert wird als theoretisches Potenzial interpretiert.

Wesentliche Einschränkung: Der Wert ist ein aus Landeszielen abgeleiteter Anteilswert, keine standortbezogene Aussage; ein technisches Potenzial wurde nicht ermittelt.

Flusswasserwärme

Untersucht wird die Nuthe als einziges Hauptgewässer im Stadtgebiet an den Messstellen Kolzenburg (vor dem Abzweig Königsgaben) und Schwimmbad Elsthal (dahinter). Datengrundlage sind die tagesscharfen Pegel- und Abflussdaten der Auskunftsplattform Wasser (APW) Brandenburg; ausgewertet werden drei vollständig vorliegende, möglichst aktuelle Messjahre.

Für das theoretische Potenzial wird eine Temperaturabsenkung des gesamten Volumenstroms um 1 K angesetzt und daraus die Entzugsleistung bestimmt; die Wärmebereitstellung erfolgt über Flusswasser-Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5. Das technische Potenzial wird über die geordnete Jahresdauerlinie ermittelt, wobei die Nennleistung so begrenzt wird, dass mindestens 4.000 Volllaststunden erreicht werden. Da beide Messstellen demselben Gewässer zuzuordnen sind, werden die Ergebnisse nicht summiert; in das Gesamtpotenzial fließt je Hauptgewässer nur eine Entnahmestelle ein.

Wesentliche Einschränkungen: Das technische Potenzial hängt vom Auslegungsziel der Wärmepumpe und vom Technologiemix im jeweiligen Wärmenetz ab. Die kurze Messreihe zeigt eine steigende Tendenz, während die Volumenströme langfristig betrachtet abnehmen.

Klärwasserwärme

Betrachtet wird die Kläranlage Luckenwalde; die Wärmenutzung setzt am Ablauf vor Einleitung in den Nuthe-Illickengraben an. Datengrundlage sind die aus öffentlichen Quellen verfügbaren Kenndaten zu Ausbaugröße und Abwassermenge.

Für das theoretische Potenzial wird eine Temperaturabsenkung um 5 K bei einer Untergrenze der Einleittemperatur von 2 °C angesetzt. Da die Ablauftemperaturen ganzjährig über 7 °C liegen, ergeben sich keine zeitlichen Einschränkungen. Aus Volumenstrom und Temperaturspreizung wird das Entzugspotenzial ermittelt und über eine Klärwasser-Wärmepumpe mit einer gewichteten Jahresarbeitszahl von 2,7 in das Wärmepotenzial umgerechnet. Das technische Potenzial ergibt sich über die aus den vorliegenden Messdaten der Kläranlage gebildete Jahresdauerlinie – nicht über ein typisiertes Profil – bei einer Wärmepumpenauslegung für 4.000 Volllaststunden. Damit wird die tatsächliche Varianz des Volumenstroms im Jahresverlauf abgebildet.

Wesentliche Einschränkung: Das technische Potenzial hängt vom Auslegungsziel der Wärmepumpe und vom Technologiemix im jeweiligen Wärmenetz ab.

Abwasserwärme

Betrachtet wird die Wärmerückgewinnung aus dem Kanalnetz über Wärmetauscher im Kanal in Kombination mit Wärmepumpen, also die Nutzung des Abwasserstroms vor Eintritt in die Kläranlage. Datengrundlage sind das Abwassernetz und die Abwasserhaltungen der NUWAB. Die Ermittlung erfolgt als Gesamtstrombilanz für das im Stadtgebiet anfallende Abwasser und nicht als abschnittsweise Auswertung einzelner Kanalhaltungen. Die üblichen Mindestanforderungen an eine wirtschaftliche Kanalnutzung – eine Kanalgröße von DN 700 und ein Trockenwetterdurchfluss von mehr als 30 l/s – dienen dabei der Einordnung möglicher Einsatzorte, nicht als räumliches Filterkriterium.

Für das theoretische Potenzial wird eine Temperaturabsenkung des gesamten Abwasserstroms um maximal 0,5 K angesetzt, damit die biologischen Vorgänge in der Kläranlage nicht beeinträchtigt werden; die Wärmebereitstellung erfolgt über Abwasser-Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5. Das technische Potenzial wird beispielhaft über typische Jahresdauerlinien für eine Wärmepumpenauslegung am Standort vor der Kläranlage bestimmt.

Wesentliche Einschränkungen: Das Gesamtpotenzial verteilt sich auf mehrere kleinere Abwasserwärmepumpen im Stadtgebiet; Auslegung und damit das Verhältnis von technischem zu theoretischem Potenzial variieren je nach Standort und Nutzungszweck. Für eine tiefergehende Analyse wurden weitere Daten bei der NUWAB angefragt.

Industrielle Abwärme

Anhand von Betriebsgröße, Branche sowie Gas- und Stromverbrauch wurden 22 Industrie- und Gewerbebetriebe und Institutionen identifiziert und mittels Fragebogen angeschrieben (siehe Anlage 3). Erhoben wurden das Vorhandensein von Abwärme, Temperaturniveau, verfügbare Leistung beziehungsweise Jahresmenge sowie der eingeschätzte Erschließungsaufwand. Ergänzend wurden die Angaben mit der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) abgeglichen. Die Auswertung erfolgte unternehmensscharf, die Darstellung aus Datenschutzgründen in aggregierter Form.

Das theoretische Potenzial umfasst die auf dieser Grundlage quantifizierbaren Abwärmemengen. Für das technische Potenzial wird geprüft, ob die gemeldete Abwärme hinsichtlich Wärmeträger und Temperaturniveau extern nutzbar ist; bei gasförmigen Wärmeträgern unterhalb von 60 °C kommt regelmäßig nur eine betriebsinterne Nutzung über regenerative Wärmetauscher in Betracht.

Wesentliche Einschränkung: Die Aussagekraft ist durch die geringe Rücklaufquote begrenzt. Das Ergebnis bildet den im Projekt verfügbaren Kenntnisstand ab und schließt weitere, bislang nicht gemeldete Abwärmequellen nicht aus. Ergänzend wurden die Unternehmen über den Fachworkshop Industrie einbezogen.

Biomasse

Das Biomassepotenzial setzt sich aus Waldrestholz, Biomüll und Grünschnitt zusammen. Die Waldflächen wurden anhand des digitalen Landschaftsmodells (ATKIS-Basis-DLM) ermittelt; Flächen in Naturschutzgebieten werden abgezogen, da dort zum Schutz der Ökosysteme kein Ertrag angesetzt wird. Für das theoretische Wärmeerzeugungspotenzial des Waldrestholzes wird ein flächenspezifischer Faktor von 4,3 MWh/ha zugrunde gelegt. Für das technische Potenzial wird eine überschlägige Reduktion um 10 % angesetzt, damit die Belange des Bodenschutzes, der Biodiversität und des Artenschutzes berücksichtigt werden.

Die Bioabfallmengen werden aus der Abfallbilanz 2023 des SBAZV anhand der Einwohnerzahl abgeleitet. Daraus wird die theoretisch herstellbare Biogasmenge bestimmt und unter Ansatz eines

Heizwerts von 6 kWh/m^3 in ein Wärmepotenzial umgerechnet; weitere Einschränkungen werden nicht vorgenommen.

Wesentliche Einschränkung: Nicht quantifiziert wurden die Potenziale der Biogas- und Biomethanproduktion sowie des biogenen Flüssiggases, da sie stark von Substratverfügbarkeit, landwirtschaftlichen Strukturen und überregionalen Produktions- und Importstrukturen abhängen. Beide stellen ergänzende Optionen insbesondere für dezentrale Anwendungen dar.

Wasserstoff im Wärmemarkt

Für Wasserstoff wird kein flächenbezogenes Potenzial berechnet, da es sich nicht um eine lokale Wärmequelle, sondern um einen Energieträger handelt, dessen Verfügbarkeit von überregionalen Erzeugungs- und Transportstrukturen abhängt. Die Bewertung erfolgt daher qualitativ.

Betrachtet werden zum einen die bundesweiten Voraussetzungen: Herkunft des eingesetzten Stroms, verfügbare Menge grünen Wasserstoffs im Verhältnis zum Gasbedarf, der um den Faktor 3 bis 4 höhere Wirkungsgrad einer direkten Stromnutzung über Wärmepumpen sowie der ordnungspolitische Rahmen. Zum anderen wird die regionale Infrastruktur anhand des Antrags der Fernleitungsnetzbetreiber Gas zum Wasserstoff-Kernnetz vom 22.07.2024 und des Netzentwicklungsplans ausgewertet, ergänzt um die Erzeugungsprojekte im Umfeld sowie die für den Landkreis ausgewiesenen Erzeugungspotenziale und Verbräuche.

Daraus wird für die Wärmeplanung die Annahme abgeleitet, dass Wasserstoff nicht als Medium für die flächendeckende Wärmeversorgung im Gebäudesektor eingesetzt wird. Eine Nutzung zur Fernwärmeerzeugung oder für einzelne industrielle Anwendungen wird nicht ausgeschlossen und im Zielszenario weiter analysiert.

Wesentliche Einschränkung: Die Annahmen beruhen auf Planungsständen, deren Umsetzung und Zeitschiene noch nicht belastbar vorhersehbar sind.

Freiflächen-Solarthermie

Die Flächenermittlung baut auf der Solarpotenzialanalyse Brandenburg auf. Die dort als geeignet ausgewiesenen Flächen werden hinsichtlich Bodenwertzahl, Abstand zur nächsten Siedlung und Lage in privilegierten Bereichen nach BauGB bewertet. Das theoretische Potenzial umfasst die mögliche Wärmeenergieerzeugung auf allen in Frage kommenden Flächen. Zur Berechnung werden pauschale Auslegungsparameter herangezogen: ein kollektorflächenspezifischer Ertrag von 440 kWh/m^2 sowie eine Belegungsdichte von $0,68 \text{ m}^2$ Kollektorfläche je m^2 Grundfläche.

Für das technische Potenzial werden Flächen mit einer Bodenwertzahl von 23 und mehr, Flächen in mehr als 500 m Entfernung zu Siedlungsbereichen sowie Flächen mit übergeordneten naturschutzrechtlichen oder landesplanerischen Belangen ausgeschlossen. Die Bodenwertzahl kennzeichnet die natürliche Ertragsfähigkeit; ab einem Wert von 23 gilt eine Fläche als hochwertig für die Landwirtschaft, sodass mit einer Priorisierung der landwirtschaftlichen Nutzung zu rechnen ist. Der Siedlungsabstand ist für die Integration in Wärmenetze maßgeblich, um Installationskosten sowie Wärme- und Temperaturverluste gering zu halten. Als privilegiert nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB gelten Flächen im Abstand von bis zu 200 m entlang von Autobahnen und Bahnstrecken mit mindestens zwei Hauptgleisen, die bereits vorgeprägt sind und in einem vereinfachten Verfahren bebaut werden können.

Wesentliche Einschränkung: Für den überwiegenden Teil der landwirtschaftlichen Flächen im Stadtgebiet liegen die Bodenwertzahlen über 23, sodass eine direkte Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft besteht. Zudem ist die im Sommer erzeugte Wärme nur in Kombination mit saisonalen Speichern sinnvoll nutzbar.

Freiflächen-Photovoltaik

Die Flächenermittlung baut ebenfalls auf der Solarpotenzialanalyse Brandenburg auf. Die Flächen werden hinsichtlich Bodenwertzahl, Lage in EEG-geförderten Bereichen und Lage in privilegierten Bereichen nach BauGB bewertet.

Für das technische Potenzial werden Flächen mit einer Bodenwertzahl von 23 und mehr sowie Flächen mit übergeordneten naturschutzrechtlichen oder landesplanerischen Belangen ausgeschlossen. Eine Abstandsrestriktion zu Siedlungen wird – anders als bei der Freiflächen-Solarthermie – nicht angesetzt, da Strom verlustärmer über größere Entfernungen transportiert werden kann. Als EEG-gefördert nach § 48 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023 gelten Flächen im Abstand von bis zu 500 m entlang von Autobahnen und Bahnstrecken sowie Konversionsflächen und versiegelte Bereiche; die privilegierten Bereiche nach BauGB reichen bis 200 m. Zur Einordnung der Ausschöpfung wird die kumulierte Nettonennleistung bestehender Anlagen aus dem Marktstammdatenregister herangezogen.

Wesentliche Einschränkungen: Die EEG-Randstreifen schließen die privilegierten Bereiche nach BauGB ein, die Kategorien sind daher nicht additiv. Für den überwiegenden Teil der landwirtschaftlichen Flächen besteht eine direkte Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft. Sonderformen wie Parkplatz-, Floating- und Agri-Photovoltaik wurden nicht gesondert quantifiziert.

Windkraft

Für die Windenergie wurde keine eigene Flächenanalyse durchgeführt, da bereits vorliegende Untersuchungen und verbindliche Planungen ausgewertet werden konnten. Grundlage ist das Konzept zur Berücksichtigung der Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung aus dem Jahr 2015, in dem mögliche Flächen unter Beachtung der Abstände zu Siedlungen und Schutzgebieten bewertet wurden; die einzige verbleibende Fläche tangiert den Hubschrauber-Einflugkorridor des Klinikums und scheidet damit aus.

Ergänzend wurden die planungsrechtlichen Festlegungen geprüft: Der rechtswirksame Flächennutzungsplan lässt raumbedeutsame Windenergieanlagen derzeit nicht zu, und der Sachliche Teilregionalplan Windenergienutzung 2027 weist Luckenwalde weiterhin nicht als Windstandort aus.

11.2.2 Zielszenario

Rechtlicher Rahmen und Charakter des Zielszenarios

Das Zielszenario wird nach § 17 Abs. 2 WPG auf Grundlage der Eignungsprüfung nach § 14, der Bestandsanalyse nach § 15 und der Potenzialanalyse nach § 16 entwickelt und muss im Einklang mit der Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 sowie der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 stehen. Die Beschreibung erfolgt anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III WPG, insbesondere des Endenergieverbrauchs der gesamten und der leitungsgebundenen Wärmeversorgung, der Treibhausgasemissionen sowie der Anzahl und des Anteils der an ein Wärmenetz angeschlossenen Gebäude.

Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete und Bewertungskriterien

Die Einteilung nach § 18 Abs. 1 WPG erfolgt mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen, differenziert für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040. Als besonders geeignet gelten Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den übrigen in Betracht kommenden Arten folgende Eigenschaften aufweisen:

- geringe Wärmegestehungskosten, einschließlich Investitions-, Infrastrukturausbau- und Betriebskosten über die Lebensdauer,
- geringe Realisierungsrisiken,
- ein hohes Maß an Versorgungssicherheit,

- geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr.

Für das Zieljahr wird nach § 19 Abs. 2 WPG je Teilgebiet eine der vier Eignungsstufen bestimmt: sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet oder sehr wahrscheinlich ungeeignet. Anders als bei der Einteilung nach § 18 ist dabei keine eindeutige Zuordnung einer einzelnen Wärmeversorgungsart erforderlich.

Zur Operationalisierung dieser Kriterien werden für die Wärmenetzeignung vier Indikatoren herangezogen, welche die Wirtschaftlichkeit indirekt abbilden:

- **Wärmelinienichte:** Der Leitfaden nennt für Bestandsquartiere einen Mindestwert von 1.500 kWh/(m·a). Da dieser Wert mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und begrenzte Baukapazitäten niedrig angesetzt ist, werden Richtwerte von 3.000 kWh/(m·a) für „wahrscheinlich geeignet“ und 5.000 kWh/(m·a) für „sehr wahrscheinlich geeignet“ verwendet.
- **Vorhandene Wärmequellen:** Die Aufnahme als voraussichtliches Wärmenetzgebiet setzt Quellen voraus, die sich zur Integration in das bestehende oder ein neues Netz eignen.
- **Verbrauchergröße:** Ein Mindestwert wird nicht festgelegt; größere Verbraucher werden in der Modellierung mit höherer Wahrscheinlichkeit angeschlossen.

Ergänzend fließen der bestehende Netzverlauf und die Ausbauplanungen der Stadtwerke ein. Nach § 18 Abs. 4 WPG können Netzbetreiber einen Vorschlag für die Versorgung eines Teilgebiets vorlegen; auf dieser Grundlage wurden die Gebietseinteilung und die Ergebnisse der Bottom-Up-Bewertung iterativ zwischen der Stadt Luckenwalde und den SBL abgestimmt. Zusätzlich werden nach § 18 Abs. 5 WPG Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial dargestellt.

Wesentliche Einschränkungen: Die Einteilung begründet nach § 18 Abs. 2 WPG weder einen Anspruch auf Zuordnung zu einem bestimmten Gebiet noch eine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart zu nutzen oder bereitzustellen. Die Eignungsstufen liefern Orientierung und ersetzen keine detaillierte Projektkalkulation; die Wirtschaftlichkeit eines konkreten Netzes ist in einer Machbarkeitsstudie oder einem Transformationsplan zu vertiefen. Ein Anschluss- und Benutzungszwang über eine Fernwärmesatzung wird nicht angesetzt.

Ableitung der Umstellung der Heizungsart

Die Ableitung, welches Gebäude im Zeitraum bis 2045 auf welche Heizungsart umstellt, erfolgt im Rahmen einer Simulation der Heizungsumstellungen. Hierbei werden für jedes Gebäude allgemeine und technologie-spezifische Scores berechnet, die verschiedene Einflussfaktoren berücksichtigen.

Zu den wichtigsten Modellannahmen zählen:

- **Denkmalgeschützte Gebäude:** Umstellungen erfolgen zeitlich verzögert, um technische und gestalterische Einschränkungen zu berücksichtigen.
- **Heizungsalter:** Das Umstellungsjahr korreliert mit dem Heizungsalter.
- **Fernwärme:**
 - Die Umstellung erfolgt nur innerhalb der definierten Fernwärmegebiete.
 - Der Umstieg je (Teil-)Gebiet ist begrenzt, bis eine vorgegebene Anschlussquote erreicht ist.
 - Gebäude können auf einen späteren Fernwärmeanschluss „warten“, falls das Gebiet erst im Zeitverlauf erschlossen wird.
 - Gebäude mit einer höheren Anschlussleistung pro Meter Entfernung zum potenziellen Fernwärmenetz erhalten eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Umstellung auf Fernwärme.

- **Biomasse:** Gebäude mit Ölheizungen haben eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen Umstieg auf Biomasse.
- **Solarthermie:** Solarthermie wird in der Objektversorgung nur in Kombination mit Biomasse berücksichtigt.
- **Oberflächennahe Geothermie:**
 - Gebäude in Wasserschutzgebieten mit Verbotszonen (hier Zone I und II) werden für die Nutzung oberflächennaher Geothermie ausgeschlossen.
 - Gebäude in Wasserschutzgebieten der Zone III erhalten eine reduzierte Wahrscheinlichkeit für die Nutzung oberflächennaher Geothermie.
 - Gebäude mit hohem oberflächennahen Geothermiepotezial, d.h. großen Flurstücken in Relation zum Wärmebedarf des Gebäudes, erhalten einen höheren Score für die Umstellung auf Erdwärmepumpen.
- **Luftwärmepumpen:** Die Eignung für Luftwärmepumpen wird in Abhängigkeit des Gebäudetyps, der Nutzungsart und des Sanierungszustandes eines Gebäudes bewertet. So arbeiten Luftwärmepumpen bei niedrigen Vorlauftemperaturen, wie sie beispielsweise für Fußbodenheizungen benötigt werden, besonders effizient. In älteren Gebäuden mit hohen erforderlichen Vorlauftemperaturen oder bei Anwendungen mit Prozesswärme sinkt hingegen die Effizienz. Weiterhin muss in dichter bebauten Bereichen auf die Verfügbarkeit eines geeigneten Aufstellorts sowie die Einhaltung der Schallschutzanforderungen geachtet werden. Das Verhältnis zwischen Luft- und Erdwärmepumpen wird gesondert überprüft und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verhältnisse am Wärmepumpenmarkt festgelegt.
- **Stromdirektheizungen:** Für Gebäude oder Nutzenergiebedarfe mit Prozesswärmebedarf besteht die Option, diese Anteile gezielt auf Stromdirektheizung umzustellen.

Die Umstellungssimulation verteilt die Umstellungen über die Jahre unter Berücksichtigung der berechneten Scores und der bestehenden technischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen. So wird eine zeitlich gestaffelte Transformation aller fossilen Heizungen im Stadtgebiet abgebildet, die die Integration erneuerbarer Technologien und Fernwärme berücksichtigt.

11.3 Abkürzungen

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BAK	Baualtersklassen
BbgBO	Brandenburgische Bauordnung
BbgWPV	Brandenburgische Wärmeplanungsverordnung
BEG	Bundesprogramm für effiziente Gebäude
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CoP	Coefficient of Performance, Leistungszahl
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
EEX	European Energy Exchange, führende europäische Energiebörse in Leipzig
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh	Gigawattstunde
JAZ	Jahresarbeitszahl
ha	Hektar
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LEP B-B	Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde (1 Megawattstunde = 1.000 kWh)
MRL	Minutenreserveleistung
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NWG	Nichtwohngebäude
NSA	Nutzen statt Abregeln
NNE	Netznutzungsentgelte
PtH	Power-to-Heat
PV	Photovoltaik
PVA	Photovoltaik-Anlage
SBL	Städtische Betriebswerke Luckenwalde
SRL	Sekundärregeleistung
THG	Treibhausgas
Trafoplan	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) - Transformationsplan
TWW	Trinkwarmwasser
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
WKA	Windkraftanlage
WPG	Wärmeplanungsgesetz

11.4 Glossar

Baublock

Ein Baublock bezeichnet eine räumliche Einheit, die aus einem oder mehreren Flurstücken, Gebäuden oder Liegenschaften besteht und von Straßen, Schienen, Gewässern oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen ist. Für die Zwecke der Wärmeplanung wird ein Baublock als statistische Einheit zusammengehöriger, meist ähnlicher Objekte betrachtet.

Biomasse

Biomasse umfasst organische Stoffe pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Ursprungs, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Dazu zählen Holz, landwirtschaftliche Reststoffe, Gülle, Bioabfälle und gezielt angebaute Energiepflanzen. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung, Fermentation (Biogasgewinnung) oder Verflüssigung. Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle, deren Klimaneutralität von der nachhaltigen Bewirtschaftung abhängt.

Biomethan

Biomethan ist aus Biogas aufbereitetes Methan. Nach der Aufbereitung kann Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist werden und an anderen Stellen des Netzes entnommen werden. Bei Verwendung in EEG-Anlagen sind entsprechende Herkunftsnachweise zu führen. Biomethan zählt zu den synthetischen Gasen, die die Anforderungen des GEG an Klimaneutralität erfüllen.

Contracting

Contracting ist ein Finanzierungs- und Betreibermodell, um Erzeugungsanlagen (meist Wärme oder Kälte) zu betreiben. Ein Contractor finanziert, betreibt dabei eine Anlage, trägt das wirtschaftliche Risiko und liefert Energiedienstleistungen an einen Contractingnehmer im Rahmen längerfristiger Verträge über mehrere Jahre.

Dekarbonisierung

Dekarbonisierung bezeichnet den Prozess der Reduzierung und langfristigen Vermeidung von CO₂-Emissionen, insbesondere durch den Umstieg von fossilen Energieträgern auf klimaneutrale Energiequellen. In der kommunalen Wärmeplanung umfasst sie alle Maßnahmen, die darauf abzielen, die Wärmeversorgung schrittweise von Kohle, Öl und Erdgas zu lösen und auf erneuerbare oder klimaneutrale Quellen umzustellen.

Dezentrales Wärmeversorgungsgebiet

Ein dezentrales Wärmeversorgungsgebiet ist ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

Endenergie

Endenergie ist die Energiemenge, die vom Verbraucher direkt bezogen wird, z.B. Strom, Heizöl, Erdgas oder Fernwärme. Sie ist die Energie, die dem Endverbraucher nach Umwandlungs-, Übertragungs- und Verteilungsverlusten zur Verfügung steht und von diesem genutzt wird. In der Wärmeplanung dient die Ermittlung des Endenergiebedarfs als Grundlage für die Auslegung von Versorgungskonzepten.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind Energiequellen, die sich auf natürliche Weise fortlaufend erneuern und nach menschlichem Maßstab praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen. Dazu zählen

unter anderem Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft, Geothermie, Umweltwärme und Biomasse. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern verursacht ihre Nutzung keine oder nur geringe Treibhausgasemissionen und bildet die Grundlage einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Fernwärme

Fernwärme ist ein System zur Verteilung von Wärme über ein Netz von Rohrleitungen, das viele Haushalte und Gebäude versorgt. Die Wärme wird zentral in einem oder mehreren Anlagen erzeugt und zu den Verbrauchern über eine Vorlauf- und eine Rücklaufleitung transportiert. Nahwärmenetze sind technisch ähnlich aufgebaut, versorgen meist aber nur kleinere Gebiete, meist nur innerhalb eines Stadtbezirks. Eine genaue Abgrenzung gibt es hier nicht.

Fokusgebiet

Der Begriff Fokusgebiet leitet sich aus einer Förderrichtlinie für Kommunen ab und bezeichnet ein Quartier, für das besondere Voraussetzungen vorliegen und für die Planung und Umsetzung energetischer Maßnahmen auf Quartiersebene genauer beschrieben werden.

Gebäudesanierung

Hierunter wird die energetische Sanierung der Gebäudehülle verstanden. Im Vordergrund der thermischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden, meist durch Austausch von Bauteilen oder nachträgliche Isolierung sowie Verminderung der Lüftungsverluste. Die thermische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken.

Geothermie

Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme als Energiequelle zur Beheizung von Gebäuden. Die Erdwärme kann in Form von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder durch die Nutzung von tiefem oder oberflächennahen Thermalwasser genutzt werden.

Grundlast in Wärmenetzen

Die Grundlast in Wärmenetzen bezeichnet den kontinuierlichen, nahezu gleichbleibenden Wärmebedarf, der über das gesamte Jahr hinweg besteht. Dazu zählen etwa die Warmwasserbereitung oder Grundtemperierungen von Gebäuden.

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme ist überschüssige Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen oder in Kraftwerken entsteht und meist ungenutzt bleibt. In der kommunalen Wärmeplanung kann Abwärme zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden, um den Energiebedarf zu senken.

Klimaneutralität

Klimaneutralität beschreibt einen Zustand, in dem durch menschliche Aktivitäten netto keine zusätzlichen Treibhausgase in die Atmosphäre abgegeben werden. Dies wird erreicht, indem Emissionen so weit wie möglich vermieden oder reduziert und unvermeidbare Restemissionen durch entsprechende Senken oder Ausgleichsmaßnahmen kompensiert werden. In der Wärmeplanung ist die Klimaneutralität der Wärmeversorgung das zentrale langfristige Ziel.

Kommunale Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung umfasst die Analyse, Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, den Energieverbrauch zu reduzieren und erneuerbare Energien zu fördern.

Mittellast in Wärmenetzen

Die Mittellast in Wärmenetzen beschreibt den zusätzlichen Wärmebedarf, der regelmäßig über die Grundlast hinausgeht und stärker schwankt, zum Beispiel durch tageszeit- oder witterungsabhängige Schwankungen.

Nahwärme

Nahwärme ist eine Variante der Fernwärme, bei der die Wärmeversorgung auf ein kleineres Gebiet, wie ein Quartier oder eine Siedlung, begrenzt ist. Nahwärmenetze werden oft lokal erzeugt, z.B. mit Blockheizkraftwerken oder Biomasseanlagen.

Niedertemperatur-Wärmequellen

Niedertemperatur-Wärmequellen sind Energiequellen, die Wärme auf einem vergleichsweise niedrigen Temperaturniveau bereitstellen, das in der Regel unterhalb der für die direkte Gebäudeheizung benötigten Temperatur liegt. Dazu zählen etwa Umweltwärme aus Luft, Wasser oder oberflächennaher Geothermie sowie industrielle Abwärme. Ihre Nutzung erfordert meist Wärmepumpen, um das Temperaturniveau anzuheben, und eignet sich besonders für energetisch sanierte Gebäude oder niedertemperierte Wärmenetze.

Nutzenergie

Nutzenergie bezeichnet die Energie, die nach weiteren Umwandlungsprozessen tatsächlich für den gewünschten Endzweck verfügbar ist, z.B. Wärme zur Raumheizung, Warmwasserbereitung oder mechanische Energie. Sie berücksichtigt Verluste, die z.B. in Heizsystemen, elektrischen Geräten oder bei der Umwandlung von Strom in Licht auftreten. In der Wärmeplanung ist die Nutzenergie eine zentrale Größe, da sie die Effizienz der gesamten Versorgungskette widerspiegelt.

Photovoltaik

Photovoltaik bezeichnet die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom mithilfe von Solarzellen. Der so erzeugte Strom kann unter anderem zum Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden und trägt damit indirekt zur klimaneutralen Wärmeversorgung bei. Photovoltaik zählt zu den erneuerbaren Energien.

Prozesswärme

Prozesswärme ist die Wärmeenergie, die gezielt in industriellen oder gewerblichen Prozessen eingesetzt wird, um bestimmte physikalische oder chemische Vorgänge zu ermöglichen oder zu unterstützen. Sie wird für Prozesse wie Schmelzen, Trocknen, Destillieren, Härten oder chemische Reaktionen benötigt.

Prüfgebiet

Ein Prüfgebiet ist ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Sanierungsrate

Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent des Gebäudebestands pro Jahr energetisch saniert werden. Sie ist ein wichtiger Indikator in der kommunalen Wärmeplanung, um den Fortschritt bei der Modernisierung des Gebäudeparks zu messen. Eine höhere Sanierungsrate bedeutet, dass der Gebäudebestand schneller energieeffizienter wird und somit die CO₂-Emissionen zügiger gesenkt werden können. In Deutschland liegt die Sanierungsrate aktuell bei etwa 1 % pro Jahr.

Solarthermie

Solarthermie bezeichnet die Nutzung der Sonneneinstrahlung zur direkten Erzeugung von Wärme. Über Kollektoren wird die Sonnenenergie aufgenommen und zur Warmwasserbereitung,

Raumheizung oder Einspeisung in Wärmenetze verwendet. Solarthermische Anlagen können sowohl auf einzelnen Gebäuden als auch als größere Freiflächenanlagen zur Einspeisung in Wärmenetze eingesetzt werden.

Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz erfasst die Gesamtmenge der innerhalb eines bestimmten Gebiets und Zeitraums freigesetzten Treibhausgase, üblicherweise ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten. Sie dient in der kommunalen Wärmeplanung als Grundlage, um den Ausgangszustand zu bestimmen, Einsparpotenziale zu identifizieren und den Fortschritt bei der Dekarbonisierung zu messen.

Treibhausgasneutralität

Treibhausgasneutralität bezeichnet einen Zustand, in dem das Gleichgewicht zwischen den ausgestoßenen und den der Atmosphäre wieder entzogenen Treibhausgasen erreicht wird, sodass keine Nettobelastung entsteht. Im Unterschied zur teils enger gefassten CO₂-Neutralität werden dabei alle relevanten Treibhausgase berücksichtigt, etwa Methan und Lachgas, jeweils umgerechnet in CO₂-Äquivalente.

Umweltwärme

Umweltwärme bezeichnet leicht zu erschließende Energiequellen, wie Oberflächengewässer (hydrothermische Umweltwärme), Umgebungsluft (aerothermische Umweltwärme) und oberflächennahe Geothermie. Gemein ist diesen Energiequellen, dass ihre Energie aus der Sonne stammt beziehungsweise darüber wieder regeneriert wird und sie keine hohen Temperaturniveaus zur Verfügung stellen können. Umweltwärmequellen sind meist flächendeckend in irgendeiner der Formen vorhanden, benötigen aber immer Wärmepumpen zur Anhebung der Temperatur.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist die errechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um ein Gebäude zu beheizen. Die Wärmeplanung analysiert den Wärmebedarf in einem Gebiet und der Gesamtstadt als Grundlage für die Zielplanung

Wärmeliniendichte

ist der Quotient aus der Wärmemenge in Kilowattstunden, die innerhalb eines Leitungs- oder Straßenabschnitts an die dort angeschlossenen oder anschließbaren Verbraucher innerhalb eines Jahres abgesetzt wird, und der Länge dieses Leitungsabschnitts in Metern. Dabei entspricht ein Leitungsabschnitt meist einem Straßenabschnitt beziehungsweise einer Baublockseite. Üblich sind Werte von weniger als 1000 kWh/(m*a) bis etwa 10.000 kWh/(m*a).

Wärmenetzgebiet

Ein Wärmenetzgebiet ist ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze gemeint sein. Es kann weiterhin zwischen Verdichtungsgebiet und Ausbauggebiet unterschieden werden.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist ein Heizsystem, das Umgebungswärme aus der Luft, dem Wasser oder dem Erdreich nutzt und mit einem thermodynamischen Prozess unter Einsatz von Strom in Heizenergie umwandelt, ähnlich einem „umgedrehten“ Kühlschrank. Bei Anlagen >500 kW kann man von Großwärmepumpen sprechen.

Wärmespeicher

Wärmespeicher speichern überschüssige Wärme und stellen sie bei Bedarf zur Verfügung, wobei man kurz- mittel und Langfristspeicher unterscheiden kann. Sie sind ein wichtiger Baustein zur Flexibilisierung und Effizienzsteigerung von Wärmenetzen.

Wärmetransformation

Wärmetransformation bezeichnet den umfassenden Umbau der Wärmeversorgung von überwiegend fossilen hin zu klimaneutralen Strukturen. Sie umfasst sowohl den Wechsel der Energieträger und Erzeugungstechnologien als auch den Aus- und Umbau von Netzen, die Senkung des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierung sowie organisatorische und wirtschaftliche Anpassungen. Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Instrument zur Steuerung dieser Transformation.

Wasserstoff

Wasserstoff (H_2) ist ein universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung und der Transport über lange Strecken sind möglich, aber aufwendiger als bei Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in speziellen Netzen als auch in umzurüstenden Erdgasnetzteilen transportiert werden oder bis zu einem bestimmten Prozentsatz beigemischt werden. Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Wasserstoffnetzgebiet ist ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

12 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Leitfaden Wärmeplanung,“ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/leitfaden-waermeplanung-kompakt.html>, 2024.
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Technikkatalog Wärmeplanung - Stand Juni 2024,“ 2024.
- [3] Statistisches Bundesamt (Hrsg.), „Zensus 2022,“ 2025. [Online]. Available: <https://atlas.zensus2022.de/>.
- [4] Stadt Luckenwalde (Hrsg.), „Luckenwalde 2023 - Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK),“ Luckenwalde, 2016.
- [5] Institut Wohnen und Umwelt GmbH, „TABULA WebTool,“ 2016. [Online]. Available: <https://webtool.building-typology.eu/>.
- [6] Bundesverband Solarwirtschaft, „Anteile der Gebäude mit Pelletfeuerung, Wärmepumpe oder Solarthermieanlage,“ [Online]. Available: https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2021/04/bsw_grafik_anteil_reg_heizsysteme_d_2020.pdf.
- [7] Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V., „Sanierungsquote,“ [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>.
- [8] biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, „Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für das Teileinzugsgebiet Nuthe,“ Bützow, 2009.
- [9] S. Greif, *Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland*, München: TU München, 2023.
- [10] Stadt Luckenwalde, „Solarpotenzialkataster,“ 2012. [Online]. Available: <https://www.luckenwalde.de/Stadtplanung/Klimaschutz-Energie/Solarpotenzialkataster/>.
- [11] Energieagentur Brandenburg, „Ergebnisse der Potenzialanalyse über nutzbare Flächen für solartechnische Anlagen im Land Brandenburg,“ 2022. [Online]. Available: <https://energieportal-brandenburg.de/cms/inhalte/tools/solaratlas-brandenburg>.
- [12] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister - Tabelle der Stromerzeugungseinheiten für die Gemeinde Luckenwalde,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.

- [13 Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg,
] „Tiefengeothermiewärme für Brandenburg,“ 2023.
- [14 Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB), „Energieportal Brandenburg,“
] 2025. [Online]. Available: <https://energieportal-brandenburg.de/>.
- [15 FfE (Hrsg.), „Wärmepumpen an Fließgewässern,“ 2024.
]
- [16 Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, „Lagebericht
] Abwasserbeseitigung 2023,“ 2023. [Online]. Available:
<https://mleuv.brandenburg.de/mleuv/de/ueber-uns/oeffentlichkeitsarbeit/veroeffentlichungen/detail/~22-06-2023-kommunale-abwasserbeseitigung-im-land-brandenburg-lageberichte#>.
- [17 Stadt Luckenwalde, „Bericht der Nuthe Wasser und Abwasser GmbH,“ 2021. [Online].
] Available:
<https://www.luckenwalde.de/index.php?object=tx,4001.3.1&ModID=6&FID=2625.8219.1>.
- [18 Verband kommunaler Unternehmen e.V., „Abwasserwärme effizient nutzen - Rechtliche
] und technische Rahmenbedingungen,“ 2024.
- [19 Bundesstelle für Energieeffizienz BfEE, „Plattform für Abwärme - Veröffentlichung Daten,“
] 05 2025. [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_veroeffentlichung_daten.html?nn=1616544.
- [20 Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, „Kommunale Wärmeplanung -
] Handlungsleitfaden,“ Stuttgart, 2020.
- [21 DBI GUT, GRS & DVGW, „Entwicklung von Wasserstoff-Netzinfrastrukturen in Deutschland
] bis 2030 - Teilprojekt 1,“ 2023.
- [22 FNB Gas, „Anlage 1: Projektübersicht für das Szenario zum Wasserstoff-Kernnetz,“ 2023.
]
- [23 HYPOWER, „Elektrolysekorridor – Sperenberg“.
]
- [24 Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische
] Energiesysteme, „Solarthermieranlagen auf Freiflächen - FAQ,“ [Online]. Available:
<https://www.solare-waermenetze.de/solare-waermenetze/solarthermie-freiflaechen/>.
- [25 Stadt Luckenwalde, Stadtplanungsamt, „Konzept zur Berücksichtigung der erneuerbaren
] Energien im Rahmen der vorbereitenden Bauleitplanung der Stadt Luckenwalde,“ 2015.
[Online]. Available: <https://www.luckenwalde.de/Stadtplanung/Informelle-Planungen/Konzept-zur-Ber%C3%BCcksichtigung-der-erneuerbaren-Energien-im-Rahmen-der-vorbereitenden-Bauleitplanung/>.

[26 Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming, „Sachlicher Teilregionalplan
] Windenergienutzung 2027 in Kraft,“ [Online]. Available: <https://havelland-flaeming.de/regionalplan/entwurf-sachlicher-teilregionalplan-wind/>.

[27 Institut für Wohnen und Umwelt, „IWU-Tool Gradtagzahlen,“ 2025. [Online]. Available:
] <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/gradtagzahltool/>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung	16
Abbildung 2: Informationsveranstaltung zum Start der KWP am 7. November 2024	19
Abbildung 3: Poster zur Unterstützung der Pressearbeit	21
Abbildung 4: Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung	24
Abbildung 5: Energiebezugsflächen nach Sektoren(links) und Gebäudetypen (rechts).....	26
Abbildung 6: Vorwiegende Gebäudetypen auf Baublockebene	27
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gebäude nach Baualtersklasse	28
Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklassen auf Rasterebene	29
Abbildung 9: Bestehende Wärmenetze	31
Abbildung 10: Ausdehnung der Erdgasversorgung auf Baublockebene	32
Abbildung 11: Heizungsalter der Gebäude	33
Abbildung 12: Wärmebedarf nach Sektoren (links) und Nutzungsart (rechts).....	34
Abbildung 13: Wärmebereitstellung nach Energieträgern	35
Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträger und Ortsteilen	36
Abbildung 15: Wärmedichte auf Baublockebene.....	37
Abbildung 16: Wärmelinien-dichte auf Straßenabschnittsebene	38
Abbildung 17: Vorwiegender Energieträger auf Baublockebene.....	39
Abbildung 18: Verteilung der Wärmebereitstellung nach Energieträgern auf Ortsteilebene	40
Abbildung 19: Endenergieverbrauch nach Energieträgern	41
Abbildung 20: Endenergieverbrauch nach Energieträgern (inkl. Umweltwärme und Solarthermie)	42
Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Wohngebäude nach Energieeffizienzklasse	43
Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	44
Abbildung 23: Ebenen der Potenzialermittlung.....	45
Abbildung 24: Schutzgebiete	48
Abbildung 25: Bodendenkmale	49
Abbildung 26: Gradtagszahlen und Trend seit 1991	50
Abbildung 27: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklassen (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014).....	51
Abbildung 28: Wärmebedarf nach Sanierung (farbig) und Wärmereduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, Trend-Szenario	53
Abbildung 29: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, Trend-Szenario	54
Abbildung 30: Prozentuale Reduktion des Wärmebedarfs im Trend-Szenario mit einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene	55
Abbildung 31: Bereiche mit Grundwasserverunreinigungen	58
Abbildung 32: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie, Darstellung auf Baublockebene	60
Abbildung 33: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Eignungsklassen.....	63
Abbildung 34: Technisches Dachflächen-Solarthermiefpotenzial, Darstellung auf Baublockebene.....	64
Abbildung 35: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Eignungsklassen.....	67
Abbildung 36: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene	68
Abbildung 37: Temperaturen des Untergrundes von Berlin und Brandenburg in 2.000 m Tiefe (Quelle: LBGR).....	70
Abbildung 38: Theoretisches Flusswasserwärmepotenzial	73
Abbildung 39: Wärmeerzeugungspotenzial der Nuthe im Jahr 2022, Darstellung nach sinkender Leistung	73
Abbildung 40: Gewässer und Messstellen	75
Abbildung 41: Abwasserhaltungen und Kläranlage	78
Abbildung 42: Waldflächen.....	83
Abbildung 43: Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie	88
Abbildung 44: Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik	91
Abbildung 45: Auszug aus der Flächenanalyse zu Windenergieanlagen [24].....	92
Abbildung 46: Eignungsgebiete für Wärmenetze	100
Abbildung 47: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 2045	101

Abbildung 48: Zusammensetzung der Kosten einer zentralen vs. dezentralen Wärmelösung im Fokusgebiet Frankenfelde	104
Abbildung 49: Wärmekosten zentrale Versorgung vs. dezentrale Versorgung im Fokusgebiet Frankengelde	105
Abbildung 50: Zusammensetzung der Kosten einer zentralen vs. dezentralen Wärmelösung im Fokusgebiet Biotechnologiepark.....	106
Abbildung 51: Wärmekosten zentrale Versorgung vs. dezentrale Versorgung im Fokusgebiet Biotechnologiepark.....	107
Abbildung 52: Gegenüberstellung des vorwiegenden Energieträgers auf Baublockebene, gemessen am Anteil an der Wärmebereitstellung, links: Ist-Zustand, rechts: Zielszenario 2045.....	108
Abbildung 53: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen des Stützjahren	109
Abbildung 54: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045.....	110
Abbildung 55: Verteilung der Wärmebereitstellung auf Ortsteilebene, links: Ist-Zustand, rechts: Zielszenario 2045.....	111
Abbildung 56: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045	112
Abbildung 57: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045 (inkl. Umweltwärme)	112
Abbildung 58: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045	113
Abbildung 59: Skizze des Controllingprozesses	139

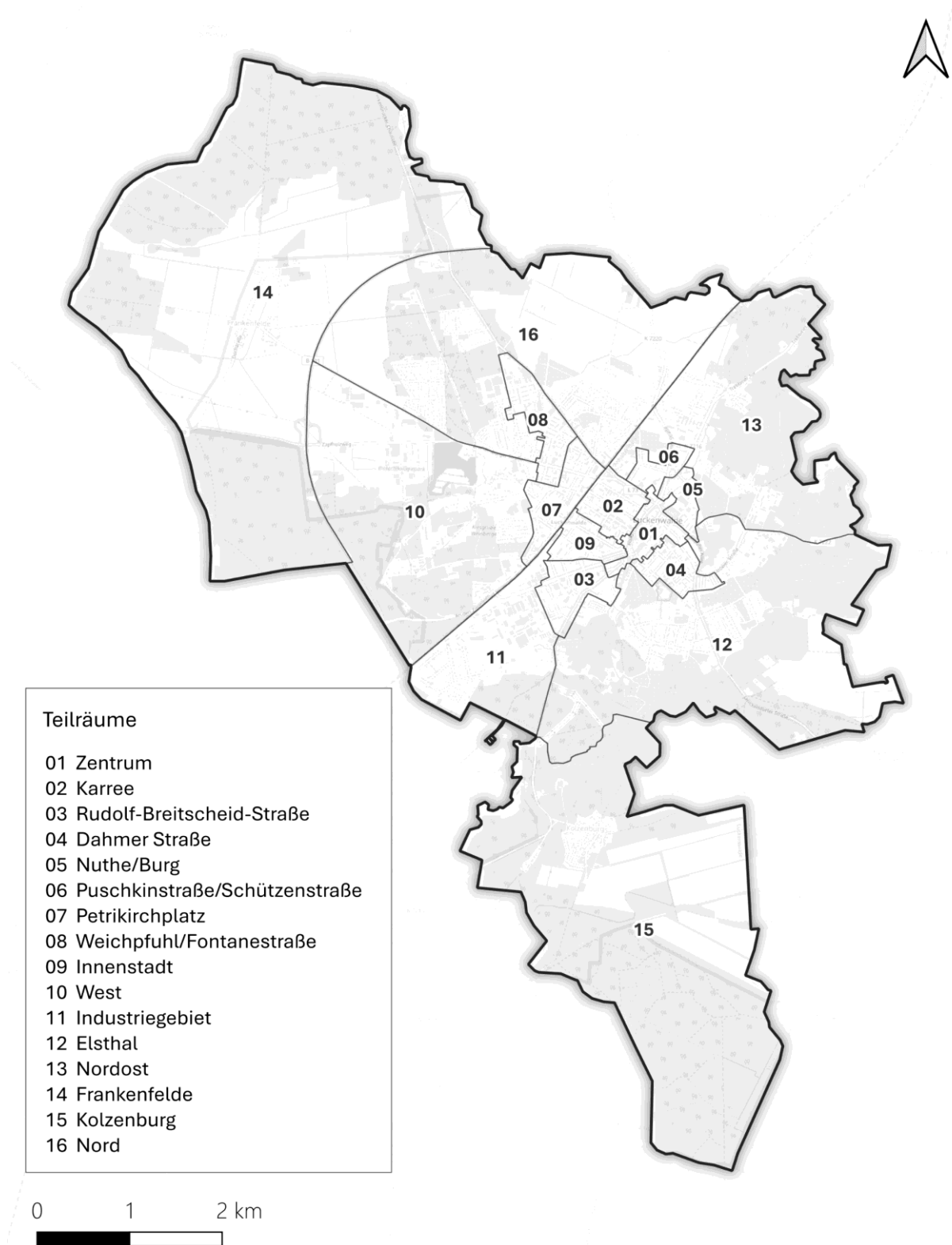
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anteile der dezentralen Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung.....	23
Tabelle 2: Datengrundlage der Bestandsanalyse.....	25
Tabelle 3: Kategorisierung von Potenzialen	45
Tabelle 4: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion	52
Tabelle 5: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion	52
Tabelle 6: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie	57
Tabelle 7: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie	63
Tabelle 8: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik	66
Tabelle 9: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie	69
Tabelle 10: Definition der Potenziale von Flusswasser.....	72
Tabelle 11: Kenndaten der größten Flüsse auf dem Luckenwalder Stadtgebiet	72
Tabelle 12: Potenziale der größten Flüsse auf dem Luckenwalder Stadtgebiet	74
Tabelle 13: Definition der Potenziale von Klärwasser	76
Tabelle 14: Kenndaten der Kläranlage	76
Tabelle 15: Kenndaten der Kläranlage	77
Tabelle 16: Definition der Potenziale von Abwasser.....	79
Tabelle 17: Kenndaten Abwasserwärme	79
Tabelle 18: Definition der Potenziale von Biomasse.....	81
Tabelle 19: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie	86
Tabelle 20: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermie.....	87
Tabelle 21: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik.....	89
Tabelle 22: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen	90
Tabelle 23: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale	93
Tabelle 24: Empfohlene Controlling-Indikatoren	139
Tabelle 25: Ermittelte Werte der Indikatoren	140
Tabelle 26: Nutzungsgrade dezentraler Wärmeerzeuger	143
Tabelle 27: Treibhausgasemissionsfaktoren der Energieträger	143

13 Anlagen

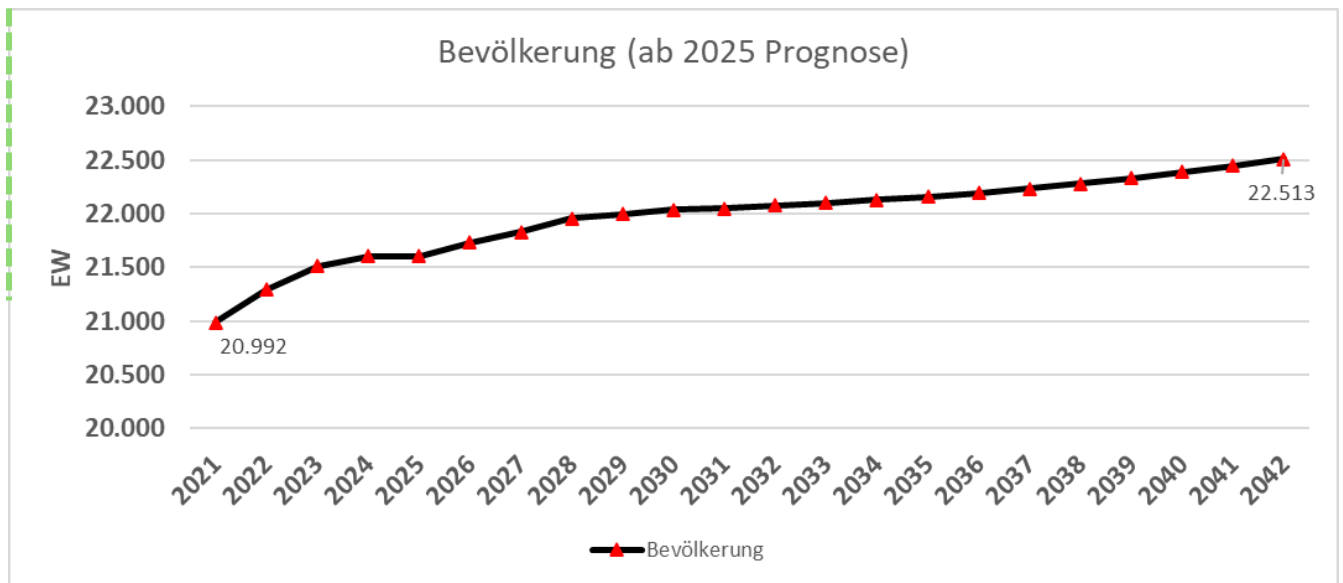
Anlage 1 – Graphische Darstellung der Teilräume in Luckenwalde

Kommunale Wärmeplanung Luckenwalde
- Teilräume -



Anlage 2 - Bevölkerungsentwicklung

IST	IST	IST	IST	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand	progn. Bestand
2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
20.992	21.294	21.512	21.605	21.608	21.732	21.832	21.956	22.001	22.038	22.051	22.079	22.101	22.130	22.160	22.194	22.235	22.282	22.333	22.390	22.450	22.513



Anlage 3 - Fragebogen Industrie



Industriebefragung der kommunale Wärmeplanung

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung und als Vorbereitung für den Workshop führen wir diese Datenabfrage bei den wichtigsten Industrie-Akteuren der Stadt durch. Ziel dieser Erhebung ist es, ein umfassendes Verständnis der aktuellen Wärmeversorgung und künftiger Bedarfe zu gewinnen und Sie in Ihrer Planungssicherheit zu unterstützen.

Wir haben Sie als besonders relevanten Akteur identifiziert und möchten Sie bitten, sich kurz Zeit für diese Umfrage zu nehmen (ca. 5-10 min).

Die erhobenen Daten werden ausschließlich für dieses Projekt genutzt und nicht an Dritte weitergegeben. Die Datenhoheit liegt vollständig bei der Stadt Luckenwalde, die eine vertrauliche Verarbeitung nach geltenden Datenschutzbestimmungen sicherstellt.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

complan Kommunalberatung im Auftrag der Stadt Luckenwalde

Kontakt:
complan: Lennart Wiesiolek, lennart.wiesiolek@complanmbh.de // 0331 20 151-271
Stadtplanungsamt: Peter Mann, bauplanung@luckenwalde.de

Basisdaten

Bitte machen Sie einige Angaben zu Ihrem Unternehmen und geben einen Kontakt an

Unternehmen

Anzahl Mitarbeitende

Branche

Adresse

Name

Kontakt (Email / Telefon)

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Wie ist Ihre Situation bzgl. der Wärmeversorgung?

☐ Wir beziehen Fernwärme.

☐ Wir erzeugen unsere Wärme/Kälte/Druckluft selbst.

☐ Wir nutzen oder produzieren Abwärme.

☐ Wir benötigen keine Wärme/Kälte.

Gebäudeenergie - Heizwärme & Warmwasser

bitte wählen Sie Ihre Energieträger

☐ Erdgas

☐ Erdöl

☐ Kohle

☐ Strom

☐ Solarenergie

☐ Umweltwärme (u.a. Wärmepumpen)

☐ Geothermie

☐ feste Biomasse (z.B. Holz)

☐ Biogas

☐ Wasserstoff

☐ keine Heizung

☐ Sonstiges

Gebäudeenergie - Energieerzeuger

bitte wählen Sie die Technologie(n) mit denen Sie Wärme erzeugen

☐ Niedertemp.-Kessel

☐ Brennwertkessel

☐ Wärmepumpe

☐ Fernwärme

☐ BHKW

☐ Kältemaschine

☐ Elektroheizung

☐ eigene Abwärme aus Prozessen

☐ Sonstiges

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Leistung & Energieverbrauch

bitte geben Sie Ihren mittlere jährlichen Werte an, wenn vorhanden (Anschlusswert und Verbrauch)

Leistung Strom (kW)

Leistung Gas (kW)

sonst. Erzeuger (kW)

Energieverbrauch pro Jahr (kWh)

Welches Temperaturniveau hat Ihre Prozesswärme/-kälte?

☐ < 50°C

☐ < 100°C

☐ < 300°C

☐ < 500°C

☐ < 1000°C

☐ > 1000°C

☐ keine Angabe

Haben sie bereits geprüft, Technik zu investieren, um Wärme aus Prozessen für eigene oder externe Nutzung auszukoppeln?

☐ Ja

☐ Nein

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Umfrage erstellt mit
LamaPoll

Ist bei Ihnen Abwärmepotential für die externe Nutzung vorhanden?

Wind bei Ihnen anfallende Prozesswärme in irgendeiner Form an die Umwelt abgeben?

☐ Ja

☐ Nein

Besteht grundsätzlich Bereitschaft Wärme auszukoppeln und Dritten zur Verfügung zu stellen?

☐ Ja

☐ Nein

Nutzen Sie E-Fuels oder Wasserstoff zur Wärmeversorgung?

E-Fuels sind synthetische Kraftstoffe, die aus erneuerbarem Strom, Wasser und CO₂ hergestellt werden und eine klimafreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellen.

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Wäre ggf. perspektivisch interessant

Was möchten Sie uns noch mitteilen zum Thema?

Ich möchte mich gerne zum Workshop am XX.03.2025 in Luckenwalde anmelden, um mich weiter zu informieren und die Möglichkeiten der Wärmenutzung aus meinen Prozessen zu diskutieren.

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Ich bitte um Rückruf für mehr Informationen.

Umfrage erstellt mit
 LamaPoll

0 von 11

24.02.2025, 14:11 von 11

Umfrage erstellt mit
 LamaPoll

24.02.2025, 14:

Anlage 4 – Windwärmepotenzial für die Fernwärmeversorgung der Stadt Luckenwalde

Auftraggeber: **Stadt Luckenwalde**

Bericht: **Anlage 4 der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Luckenwalde
Windwärmepotenzial für die Fernwärmeversorgung der Stadt Luckenwalde**

Autor(en): Oliver Wertz
Thomas Wolter

Bearbeitungszeitraum: Jan. bis Mai 2026

Veröffentlichung: 07.05.2026

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Adresse	Landstraße 20	Stralauer Platz 33
	52457 Aldenhoven	10243 Berlin

Telefon	+49 (2464) 971-3	+49 (30) 962770-0
---------	------------------	-------------------

Internet	www.enerko.de
----------	--

E-Mail	info@enerko.de
--------	--

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1 Einleitung und Aufgabenstellung	4
2 Windkraft und potenzielle Standorte	6
2.1 Windkraft – bestehende Potenziale	6
2.1.1 Windparkbetreiber: Energiequelle	8
2.1.2 Windparkbetreiber: Alterric	8
2.1.3 Großer Windparkbetreiber (nicht im Windpark Heidehof)	8
2.1.4 Stiftung Naturlandschaften Brandenburg	9
3 Grundlagen der Windwärmenutzung.....	10
3.1 Technische Grundlagen der Windwärmenutzung.....	10
3.2 Wirtschaftliche Grundlagen der Windwärmenutzung (business case Windkraft).....	11
3.3 Wirtschaftliche Grundlagen der Windwärmenutzung (business case PtH)	12
3.3.1 Negative Strombörsenpreise	12
3.3.2 Redispatchmaßnahmen.....	15
3.3.3 Regelleistung.....	15
3.3.4 Verdrängung der (fossilen) Gasversorgung	16
3.3.5 Aktuelle Förderung von PtH-Anlagen im Rahmen des NSA 1.0	16
3.3.6 Zwischenfazit.....	16
4 Potenziale der Windwärme	18
4.1 Theoretisches Potenzial	18
4.2 Technisches Potenzial	19
4.3 Wirtschaftliches Potenzial	20
4.3.1 Wirtschaftliches Potenzial – große Variante.....	23
4.3.2 Wirtschaftliches Potenzial – kleine Variante	25
4.3.3 Zwischenfazit wirtschaftliche Potenziale der Windwärme	26
5 Zusammenfassung und Handlungsempfehlung.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Windkraftgebiet Heidehof	6
Abbildung 2: Region des geplanten Windparks	7
Abbildung 3: Überblick Power-to-Heat Technologien.....	11
Abbildung 4: Gegenüberstellung Elektroerhitzer und Elektrodenkessel	11
Abbildung 5: Strompreise EEX 1/4 -h Handel Intraday-Auktion im Jahr 2025 in €/MWh..	13
Abbildung 6: EPEX-Strompreise 2025 Wochenende + Feier/Brückentage in €/MWh	14
Abbildung 7: EPEX-Strompreise 2025 an Werktagen in €/MWh	14
Abbildung 8: Wärmelastgang Wärmenetz Luckenwalde (Netzverbund).....	18
Abbildung 9: theoretisches Potenzial der Windkraft.....	19
Abbildung 10: technisches Potenzial der Windkraft	20
Abbildung 11: Stromproduktion der Windkraft und Wärmeproduktion PtH	24
Abbildung 12: Kapitalwerte der großen Variante	24
Abbildung 13: Kapitalwerte der kleinen Variante	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rahmenparameter der Wirtschaftlichkeit	22
Tabelle 2: Anteile der PtH-Anlage an Gesamterzeugung Wärme.....	23
Tabelle 3: Modell bestimmende Variablen der Szenarien	25

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung (KWP) für die Stadt Luckenwalde wurde der „Potenzialanalyse“ (siehe Abschnitt 6) besonders intensiv betrachtet, denn er stellt die Grundlagen der zukünftigen Wärmequellen zur Verfügung. Soll es einen langfristigen Wechsel von den vorgefundenen fossilen Quellen wie Erdgas und Heizöl geben, muss zunächst festgestellt werden, welche Energieträger zukünftig sowohl die zentrale (Fernwärme) als auch die dezentrale Wärmeversorgung stützen.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden alle verfügbaren erneuerbare Wärmequellen in Luckenwalde grundsätzlich auf Verfügbarkeit geprüft, weiterhin auf technische, so wie wirtschaftliche Verfügbarkeit.

Hierbei wurde herausgearbeitet, dass die verfügbaren Potenziale für die zentrale Wärmeversorgung (leitungsgebunden) nur sehr eingeschränkt vorhanden sind und somit eine Dekarbonisierung der Fernwärme nicht unmöglich, jedoch anspruchsvoll ist. So haben andere Wärmenetzbetreiber zum Beispiel in unmittelbarer Nähe zu den Verteilnetzen große Flüsse für Flusswärmepumpen, oder große Gewässer. Andere haben den Vorteil, dass große Mengen an industrieller Abwärme in unmittelbarer Nähe vorhanden ist, um diese in die zentrale Wärmeversorgung einzubinden. In Luckenwalde zeigen sich die Potenziale nicht so deutlich. So wurde beispielsweise in der Potenzialanalyse Windkraft für das Stadtgebiet Luckenwalde kein Potenzial für Stromerzeugung aus Windkraft festgestellt (siehe Kapitel 6.4.10 Windkraft der Kommunalen Wärmeplanung). Aus diesem Grund wurde im Laufe des Projekts der Blickwinkel auf die örtlichen Potenziale erweitert und über die Stadtgrenzen hinaus nach Potenzialen „Ausschau“ gehalten. Innerhalb dieses Prozesses wurde am 27. Mai 2025 ein Fachgespräch mit der Nachbargemeinde Nuthe-Urstromtal und der Stadt Jüterbog mit dem Fokus Windkraft durchgeführt (siehe Abschnitt 3.2.3). Eine zentrale Frage des Gesprächs war: Wie können sich Gemeinden innerhalb des Transformationsprozesses gegenseitig unterstützen? Daraus entstand auch die Idee, Potenziale für die Dekarbonisierung nicht nur im Stadtgebiet zu suchen, sondern auch exterritorial. Da sich Wärme nur unter Aufwendung hoher Verluste über lange Wege transportieren lässt, überlegte man, eine gut zu bewegendende Energieform zu finden, die die fossilen Energieträger mittelfristig substituiert. Diese sehr flexible, aber im Gegensatz zu Wärme schwer zu speichernde Energieform, ist die elektrische Energie – sprich Strom. Beide Energieformen ergänzen sich perfekt. Strom ist gut und leicht zu transportieren, Wärme nicht. Wärme ist gut und leicht zu speichern, Strom hingegen nicht.

Hier zeigt sich, dass eine echte Energiewende, bestehend unter anderem aus den Bausteinen Wärme, Strom, Netze und Speicher, nur stattfinden kann, wenn die Komponenten miteinander verbunden sind. Diese Verbindung wird auch als Sektorkopplung bezeichnet und zeigt, dass nur so eine optimal technisch-ökonomische Lösung möglich ist.

Windkraft ist in der näheren Umgebung von Luckenwalde sehr viel vorhanden. Dies führt in vielen Situationen dazu, dass diese Windkraft abgeschaltet werden muss (physischer Grund), um die Netze nicht zu überlasten. Dafür werden die Windräder abgeschaltet und die Betreiber der Windkraftanlagen für die ausgebliebenen Erlöse entschädigt. Gleichzeitig gibt es viele Stunden an der Strombörse an denen die Strompreise 0 €/MWh oder kleiner sind (negative Preise). In diesen

Stunden schalten die Betreiber die Anlagen ab, da sie keine Vergütung nach EEG mehr bekommen¹ (ökonomischer Grund).

Beide Umstände führen dazu, dass der Wind eigentlich weht, also Energie vorhanden ist, aber diese nicht genutzt wird. Der Umsetzungshebel zur Nutzung dieses Potenzials ist die erwähnte Sektorkopplung – der Transport von Strom zu den Wärmenetzen, mit der anschließenden Umwandlung in Wärme (quasi Speicherung) bei gleichzeitiger Entlastung der Systeme (physisch – Entlastung des Netzes, ökonomisch – Entlastung der Strombörse).

Der Bericht stellt eine vertiefende Betrachtung der Windwärmepotenziale für die Stadt Luckenwalde in Bezug auf die zentrale Wärmeversorgung (Fernwärme) dar. Er ist Bestandteil des Berichts zur kommunalen Wärmeplanung.

¹Aktuell wird die Zeit der negativen Stunden ohne Vergütung an die Förderzeit angehängen § 51 EEG ff.

2 Windkraft und potenzielle Standorte

Windkraftanlagen (WKA) bieten, wie eingangs erwähnt, auch für die Dekarbonisierung der Fernwärme (FW) ein großes Potential. Die Nutzung von sonst abgeregeltem Strom aus Windkraftanlagen bietet eine effektive Möglichkeit, Synergieeffekte zwischen dem Strom- und dem Wärmesektor zu erzeugen. WKA werden abgeregelt, wenn entweder das Netz überlastet ist oder die Strompreise negativ sind (keine EEG-Förderung bei negativen Börsenpreisen erfolgt). Durch die Integration von Power-to-Heat (PtH)-Technologien im FW-Netz kann „überschüssiger“ Windstrom in Wärme umgewandelt und sinnvoll genutzt werden. Die betrachteten Potenziale werden in allen Fällen als Konzept mit einer Direktstromlieferung untersucht, da die Umgehung der Nutzung des Netzes der öffentlichen Versorgung weitere wirtschaftliche Potenziale beinhaltet. Unter anderem durch die Vermeidung der Zahlung von Netzentgelten und Abgaben, mit denen der Strom in Deutschland belastet ist.

2.1 Windkraft – bestehende Potenziale

Wie im Kapitel 6.4.10 Windkraft der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Luckenwalde beschrieben, besteht für das Stadtgebiet Luckenwalde kein Potenzial für Stromerzeugung aus Windkraft. Südlich der Stadt mit ihrem Wärmenetz befinden sich hingegen große Kapazitäten der Windkraft. Diese sind in einer Entfernung von ca. 6.000 m (Luftlinie) vom Wärmenetz und damit vom nächstgelegenen Einspeisepunkt in das Fernwärmenetz im Zentrum gelegen. In Abbildung 1 ist der bestehende Windpark Heidehof dargestellt.

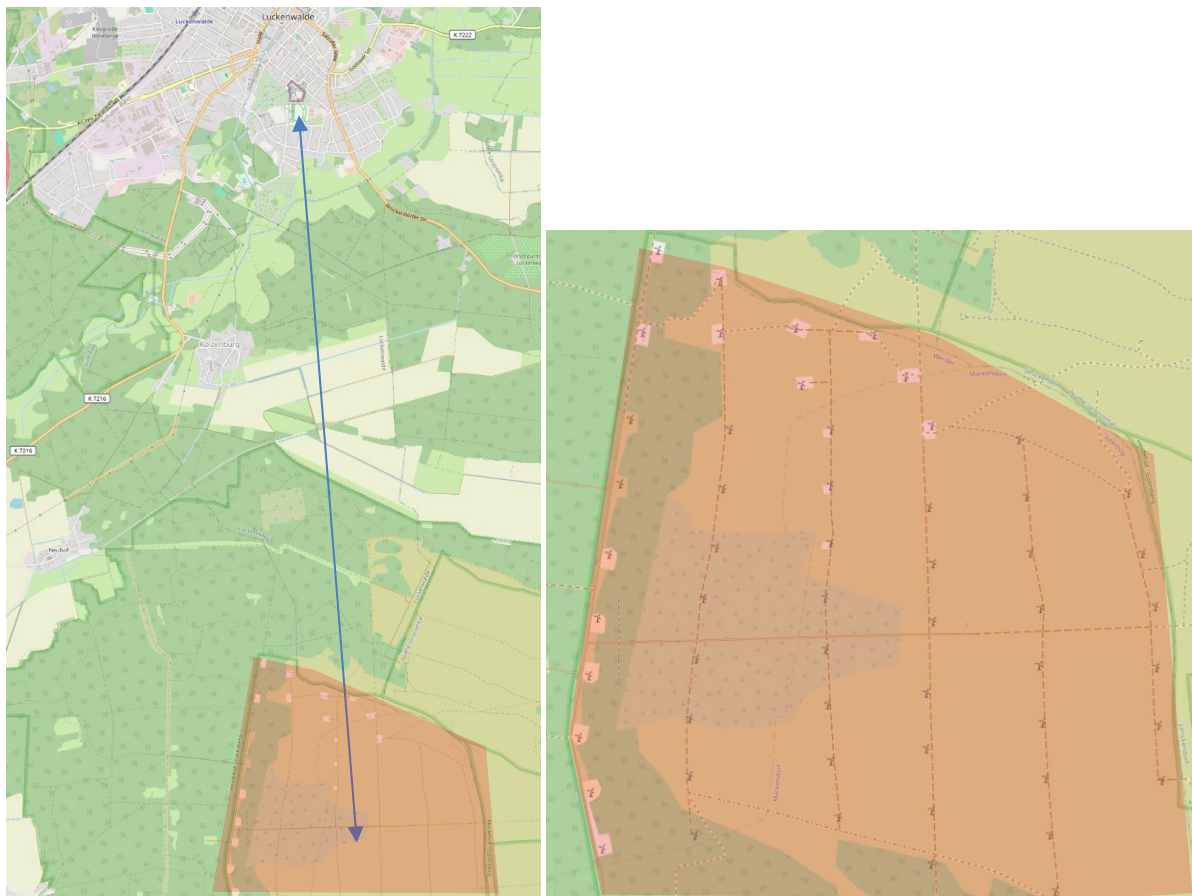


Abbildung 1: Windkraftgebiet Heidehof

Innerhalb des Windparks Heidehof befinden sich aktuell ca. 45 WKA in Betrieb, die von unterschiedlichen Eigentümern betrieben werden. Der Park befindet sich im Wildnisgebiet Heidehof². Dieses wird überwiegend von der Stiftung Naturlandschaften Brandenburg betrieben. Dies lässt, ohne konkrete Untersuchung der tatsächlich vorliegenden Leistung, schließen, dass enorme Windpotenziale in räumlicher Nähe zum Netz der Wärmeversorgung der Städtischen Betriebswerke Luckenwalde (Wärmenetzbetreiber der Stadt Luckenwalde) existieren. Um das tatsächliche technische Potenzial abschätzen zu können, wurde im Zuge des Projekts Kontakt zu ausgewählten Betreibern bzw. Projektentwicklern hergestellt. Ziel war unter anderem:

- Klärung der potenziellen Bereitschaft den Windstrom auch anderweitig zu nutzen, und nicht nur als reine EEG-Einspeisung
- Klärung wieviel Leistungen die WKA aktuell haben
- Klärung, ob die bestehenden Anlagen kurz- bis mittelfristig erneuert werden (repowering, also das Ersetzen von alten, kleinen Anlagen gegen große neue Anlagen)
- Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit dem Wärmenetzbetreiber Städtische Betriebswerke Luckenwalde (SBL)
- Abschätzung konkreter Entfernung der WKA zum Wärmenetz
- aktueller Business-Case

Darüber hinaus wird ein neuer Windpark im Westen der Stadt durch einen großen Windkraftbetreiber errichtet.

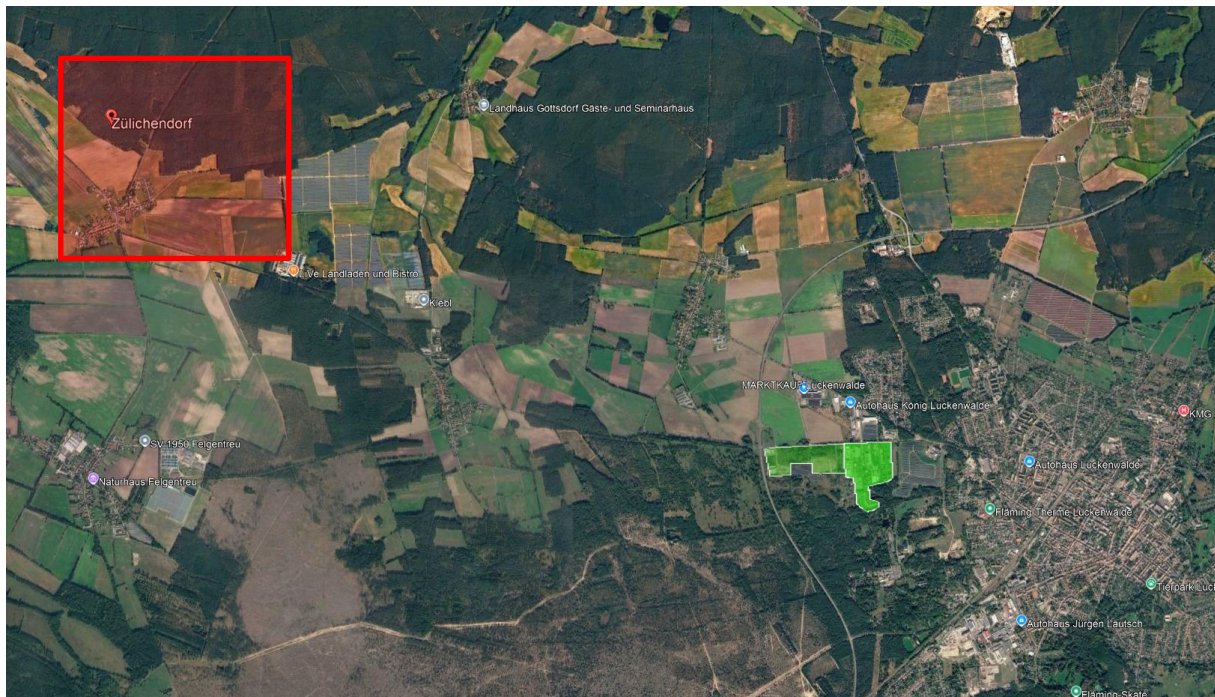


Abbildung 2: Region des geplanten Windparks³

²[Wildnisgebiet Heidehof | Stiftung Naturlandschaften Brandenburg](#)

³ Es handelt sich um die Region des geplanten Parks, jedoch nicht um den exakten Standort

2.1.1 *Windparkbetreiber: Energiequelle*

Ein möglicher Partner bei der Erschließung von Windenergie zur Erzeugung von Wärme (hier Fernwärme) im Stadtgebiet Luckenwalde ist der Windkraftanlagenbetreiber Energiequelle GmbH (EQ). Hierbei handelt es sich um ein regionales Unternehmen aus Brandenburg mit Sitz in Zossen. EQ betreibt selbst nur wenige Anlagen im Bundesgebiet. In erster Linie entwickelt EQ die Projekte, die zum schlüsselfertigen Verkauf kommen.

Derzeit sollen im Windpark Heidehof 8 WKA neu errichtet werden, wovon 2 Anlagen durch EQ erbaut werden.

Der Ansatzpunkt zur Umsetzung der Potenziale ist, dass EQ für den Fernwärmebetreiber SBL Anlagen in geeignetem Maßstab errichten und diese im Anschluss an die Städtischen Betriebswerke Luckenwalde (SBL) verkaufen könnte. So könnte SBL selbst Erzeugerkapazitäten erlangen, auch gerade vor dem Hintergrund, dass die eigene Stromerzeugung aus der bestehenden Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) langfristig, zumindest aus fossilem Gas, nicht mehr existieren wird.

Somit stünde ein potenzieller Partner für das Windwärmepotenzial, der offen ist für alle Fragen in dieser Sache, zur Verfügung.

2.1.2 *Windparkbetreiber: Alterric*

Ein weiterer möglicher Partner im Windpark Heidehof ist die Alterric Deutschland GmbH. Im Gegensatz zu EQ betreibt Alterric die errichteten Anlagen im Gebiet auch selbst. Auch hier werden die Anlagen weiterentwickelt, neu errichtet und repowered, um den Standort weiter zukunftsfähig zu machen. Derzeit betreibt die Alterric unterschiedliche Anlagen des Herstellers ENERCON unter anderem vom Typ E70 und E82, mit zeitlich gestaffelten Inbetriebnahmedaten. Im Jahr 2029 sollen im Gebiet Heidehof die E70-Anlagen ausgetauscht werden (IBN 2006/2007 – Ende EEG-Förderung), was zeitlich gut in die Dekarbonisierungsstrategie der SBL passen würde, wenn man ein gemeinsames Projekt zur Gewinnung von Wärme aus Windstrom umsetzen würde. Alterric hat eine grundsätzliche Bereitschaft signalisiert, sich mit der Potenzialerschließung auseinanderzusetzen und ist offen, dass Thema Windstrom in weiterführende Gespräche zu tragen. So wurde auch klar, dass Alterric zum Beispiel möglichen Zusammenarbeiten für direkte Stromlieferungen positiv gegenübersteht.

2.1.3 *Großer Windparkbetreiber (nicht im Windpark Heidehof)*

Ein Windparkbetreiber beabsichtigt, in naher Zukunft einen weiteren großen Windpark in der Region zu errichten. Hierbei steht ein theoretisches Potenzial in Höhe von rund 80 MW zu Diskussion, welches bereits in einer weiteren kleinen Vorbetrachtung mit SBL konzeptionell betrachtet wurde. Der Windpark ist, so wie auch das Gebiet Heidehof, in räumlicher Nähe zum Wärmenetz von SBL, so wie es die gesetzlichen Abstandsregeln zulassen. Der Betreiber möchte mit seinem Ansatz über eine reine Stromlieferung zur Gewinnung von Wärme hinausgehen und bietet größere Teile einer Windstromlieferung an, die unter anderem auch in das Stromvertriebsportfolio von SBL aufgenommen und vermarktet werden könnten. Im Zuge der Potenzialbestimmung wurde hier eine Direktstromlieferung via Direktleitung betrachtet (zwei Varianten).

2.1.4 *Stiftung Naturlandschaften Brandenburg*

Eine indirekte Rolle bei der möglichen Erschließung der Windwärmepotenziale spielt der Verpächter der Grundstücke im Windpark Heidehof, auf denen die Windkraftanlagen unter anderem von der Energiequelle GmbH und der Alterric Deutschland GmbH betrieben werden. So hat der Verpächter zwar keinen unmittelbaren Einfluss auf die geschäftlichen Aktivitäten der Pächter mit ihren Windkraftanlagen, jedoch müssen die Standorte in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus rechtlich gesichert werden, damit ein Weiterbetrieb oder repowering möglich ist (Verlängerung der Pachtverträge). Diese Sicherung wird in der Regel über langfristige Pachtverträge (mindestens 20 Jahre) ausgeführt. Spielte es in der Vergangenheit für den Verpächter keine Rolle, welche Geschäftsidee hinter dem Betrieb einer Windkraftanlage stand, so stehen heute die Vorzeichen anders. Erzielte der Verpächter in der Vergangenheit Einnahmen zur Umsetzung der eigenen Ziele, ohne den Hintergrund des Zustandekommens dieser zu kennen, so wünscht sich der Verpächter heute ausdrücklich, dass die energetische Nutzung des Heidehofs auch unter lokalen Gesichtspunkten stattfinden soll. Das bedeutet, dass örtlich erzeugte Energie nicht zwangsläufig vollständig auf andere Gebiete verteilt werden muss, sondern Energie auch vor Ort verbleibt, um dort Nutzen stiftend eingesetzt zu werden, beispielsweise als Teilhabe an der durchaus komplexen Dekarbonisierung der Wärmenetze. Dieses wiederum ergänzt sich, wie schon beschrieben, mit der Tatsache, dass die anderen Potenziale im Stadtgebiet Luckenwalde nicht besonders groß sind und SBL jede mögliche Nutzung der Potenziale in Erwägung ziehen muss.

3 Grundlagen der Windwärmenutzung

3.1 Technische Grundlagen der Windwärmenutzung

Energie liegt auf unserem Planeten in vielen Formen vor. So ist sie in Form von Kohle tief im Inneren der Erde vorhanden oder liegt u.a. in Form von kinetischer Energie in Flüssen vor. Auch wird Energie (Sonnenlicht) in Gewässern wie dem Meer oder Seen, sowie im Erdreich gespeichert. Im Zusammenspiel von Tag und Nacht und der Sonne entsteht unter anderem Wind, eine weitere Form von Energie.

Wind entsteht vor allem durch die Kraft der Sonne. Wenn die Sonnenstrahlen den Erdboden aufheizen, erwärmt sich darüber auch die Luft. Die Warmluft dehnt sich aus und wird dadurch dünner und leichter: die Luftmasse steigt nach oben. In Bodennähe entsteht so Tiefdruck. Wo es kalt ist, sinkt die Luft dagegen ab und am Boden bildet sich Hochdruck. Um den Druckunterschied zwischen benachbarten Luftmassen auszugleichen, strömt kältere Luft dorthin, wo warme Luft aufsteigt. Das geschieht umso schneller, je größer der Temperaturunterschied zwischen den Luftschichten ist. So gerät die Luft in Bewegung – es weht ein mehr oder weniger starker Wind. Diesen Umstand macht sich die Windkraft zu nutzen, in dem sie die im Wind enthaltene Energie umwandelt in elektrische Energie, die wiederum in Wärmeenergie umgewandelt werden kann.

Um elektrische Energie in Wärme umzuwandeln, braucht es – vereinfacht gesagt – nur einen großen Tauchsieder (Widerstandsheizer), wie es beispielsweise vom Wasserkocher her bekannt ist. Anlagen dieser Kategorie werden als „Power-to-Heat“ (PtH)-Anlagen bezeichnet. Grundsätzlich sind alle Anlagen, die geeignet sind, um elektrische Energie in Wärmeenergie umzuwandeln als PtH-Anlagen einzuordnen. Dazu zählen auch Stromheizungen (Heizstab, Durchlauferhitzer, Nachtspeicheröfen und Wärmepumpen). In dieser Betrachtung wird die Bezeichnung PtH ausschließlich im Zusammenhang mit einer großtechnischen Wärmedirekterzeugung (Elektroerhitzer, Elektrodenkessel) verwendet und meint nicht Anwendungen, wie die Wärmepumpe.

Eine PtH-Anlage könnte im Verbund mit einem Wärmespeicher unter Nutzung des weiter steigenden Anteils von Überschussstrom aus Erneuerbaren Energien (EE) zusätzlich die Möglichkeit zur Spitzenlastdeckung und zur Reservebesicherung bieten. Im Folgenden sind die verschiedenen PtH-Systeme systematisch dargestellt (Abbildung 3).

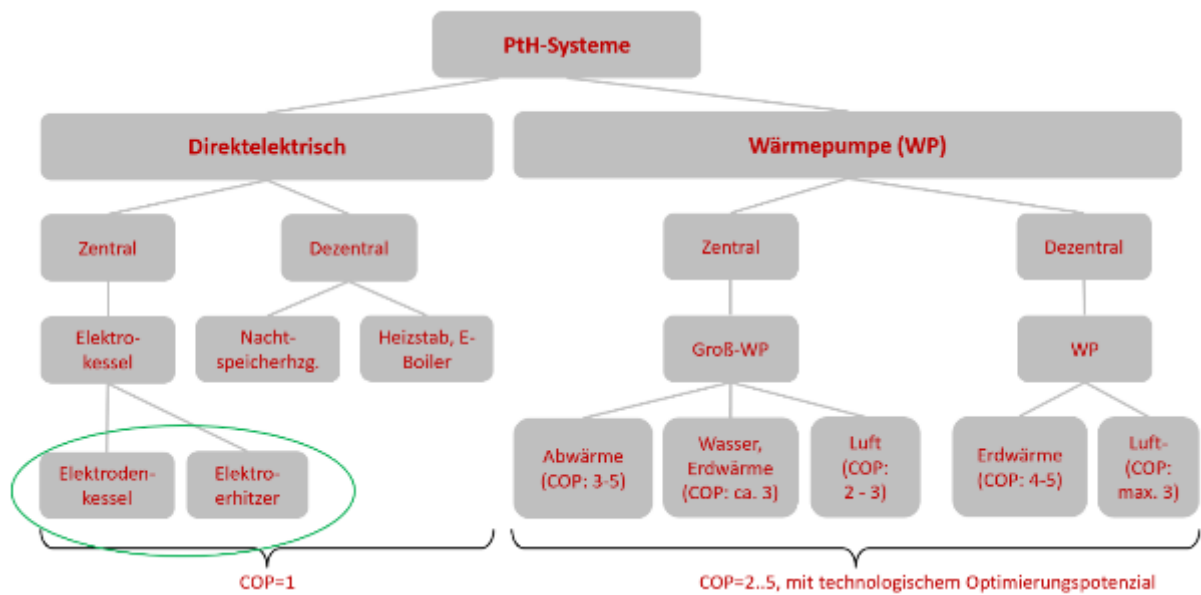


Abbildung 3: Überblick Power-to-Heat Technologien

Im Kontext der Windwärme kommen grundsätzlich zwei Elektro-Kessel-Technologien zum Einsatz, die beide sehr kurze Laständerungsgeschwindigkeiten aufweisen, wie Abbildung 4 zeigt. Trotzdem ist es auch möglich, Wärmepumpen mittels Windstrom zu betreiben.

	Elektroerhitzer	Elektroden-Kessel
Erzeugung von	Heißwasser oder Satt-/überhitzten Dampf	Heißwasser oder Sattdampf
Prinzip	Heizelemente als Widerstand	schwachleitfähiges Wasser als Widerstand
Leistungsgröße	Bis 10 MW	Ab 5 bis ca. 60 MW
Wirkungsgrad	> 98 %	> 98 %
Steuerung	Thyristor- und Festleistungsstufen	Mechanisch und stufenlos (Elektroden-eintauchtiefe oder -abstand)
Anschluss	400 - 690 V	6 - 36 kV (tlw. Hersteller max. 10/24 kV)
hydraulische Einbindung	direkt	indirekt über zusätzlichen Wasserkreislauf
Zusatzkomponenten	i.d.R. Trafo	Primärkreislauf: u.a. Umwälzpumpe, Wärmetauscher, Wasseraufbereitung
Laständerungsgeschwindigkeit	100% P_N < 150 s	100% P_N < 30 s

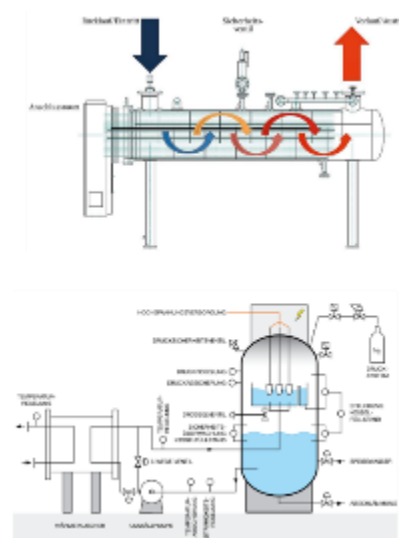


Abbildung 4: Gegenüberstellung Elektroerhitzer und Elektrodenkessel

Im Wesentlichen soll mit diesen E-Kesselanlagen Überschussstrom aus den WKA genutzt werden, also Strom, der ansonsten netzengpassbedingt (Redispatch) oder aufgrund negativer bzw. niedriger Strom- und Börsenpreise abgeregelt werden würde. Zusätzlich können E-Kesselanlagen auch zur Bereitstellung negativer Regelleistung (Sekundärregelleistung [SRL], Minutenreserveleistung [MRL]) und zur Besicherung eingesetzt werden (Reservekessel, Spitzenlastkessel).

3.2 Wirtschaftliche Grundlagen der Windwärmenutzung (business case Windkraft)

Betreiber von Windkraftanlagen lösen sich heute immer häufiger vom klassischen „Rundumsorglos-Paket“ der gesetzlichen EEG-Vergütung. Das liegt weniger an einer Abkehr vom grünen

Strom selbst, sondern an einer massiven Veränderung der wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

Im klassischen EEG-Modell erhalten Betreiber für jede eingespeiste Kilowattstunde einen festen Betrag. Jedoch gibt es, marktbedingt, ein Problem, wodurch das Risiko negativer Strompreise aktuell stark ansteigt: Wenn das Stromangebot z.B. bei viel Wind und Sonne die Nachfrage übersteigt, sinken die Börsenpreise ins Negative. Für Neuanlagen wird beispielsweise die EEG-Vergütung gestrichen, wenn die Börsenpreise für einen bestimmten Zeitraum (WKA ab 3 Stunden) negativ sind. Der Betreiber produziert Strom, darf ihn einspeisen, bekommt aber kein Geld dafür. Das macht die Kalkulation unsicher. Zwar werden die Stunden, zu denen keine Vergütung gezahlt wird an die Förderzeit (20 Jahre) angehängt, jedoch entsteht so eine gewisse Unsicherheit, die sich negativ auf größere Investitionen auswirken können.

Hier setzt die Sektorkopplung an - Windwärme als „Notventil“. Anstatt die Anlagen bei Netzüberlastung oder negativen Preisen einfach abzuschalten (Abregelung), nutzen Betreiber vermehrt Power-to-Heat Windwärme. Ein Vorteil ist, dass der Strom vor Ort in Wärme umgewandelt wird (Wärmenetz). Dies kann die Wirtschaftlichkeit von WKA-Projekten stärken. Zudem spart der Betreiber Netzentgelte und Abgaben, wenn der Strom nicht durch das öffentliche Netz fließt, sondern eine Direktleitung zur Erzeugeranlage des Wärmeerzeugers (hier SBL) nutzt.

3.3 Wirtschaftliche Grundlagen der Windwärmennutzung (business case PtH)

Wie schon an einigen Stellen erwähnt, stellen PtH-Anlagen die perfekte Brücke zwischen zwei unterschiedlichen Sektoren dar (Sektorkopplung, siehe 1). Dies ist nicht nur politisch erwünscht, sondern auch grundsätzlich notwendig, denn die Vergangenheit hat gezeigt, dass ein Sektor den anderen Sektor durchaus sinnvoll unterstützen kann. So können Wärmeanwendungen Strom zu Zeiten aufnehmen, in denen keine oder wenig Nachfrage nach Strom besteht (kleine oder negative Börsenpreise) oder Netze entlasten in dem sie elektrische Energie aufnehmen in Zeiten, in denen die Netze so überlastet sind, so dass die Anlagen eigentlich hätten abgeschaltet werden müssen (Netzengpässe). Dies setzt immer voraus, dass die Windkraftanlagen per Direktleitung mit dem Wärmeerzeuger verbunden sind und gerade nicht das Netz der öffentlichen Versorgung nutzen und somit netzdienlich arbeiten. Der Grund liegt darin, dass bei Nutzung des öffentlichen Verteilnetzes diverse Umlagen und Abgaben erhoben werden, die die Wirtschaftlichkeit beeinflussen.

Windwärmeprojekte stellen eine Wirtschaftlichkeit über eine gewisse Vielzahl von Erlösbausteinen her, wie in den nächsten Abschnitten gezeigt werden soll.

3.3.1 Negative Strombörsenpreise

Ein Baustein für die Wirtschaftlichkeit von PtH-Anlagen sind Zeiten, zu denen die Börsenpreise an der Leipziger Strombörse 0 €/MWh oder kleiner (=negativ) sind. Durch Anpassungen der Gesetzgebung zur Vergütung von Windkraftanlagen nach dem EEG, erhalten EEG geförderte Anlagen in dieser Zeit auch keine Vergütung mehr. Dies bedeutet, dass ein Betreiber die Anlagen demnach abschalten müsste. Es macht für den Betreiber ökonomisch keinen Sinn, Anlagen zu betreiben, wenn er dem Abnehmer noch Geld zahlen müsste, damit dieser den Windstrom aufnimmt. Die ausgefallene Zeit wird fördertechnisch kompensiert, indem sie an die Förderlaufzeit angehängt wird. Jedoch soll dies in der fernen Zukunft, am Ende der Förderlaufzeit stattfinden, was für die

Betreiber Unsicherheiten erzeugt, da es fraglich ist, ob die bestehenden und auch neue Projekte zukünftig die Möglichkeit des Nachholens von Förderung bekommen (Redispatchvorbehalt).

Negative Strombörsenpreise entstehen durch das einfache Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Erneuerbare Energie, u.a. die Photovoltaik ohne Speicher, kann nur zu Zeiten einspeisen, in denen die Sonne scheint. Scheint im Marktgebiet zur gleichen Zeit die Sonne und weht der Wind, so entsteht ein sehr großes Angebot an Strom, welches in vielen Fällen nicht im selben Umfang auf die Nachfrage nach Strom trifft. Somit sinken die Preise, oder bei großem Angebotsüberschuss, können die Preise sogar negativ sein.

Hier kommt die Sektorkopplung mit Windkraft und PtH voll zum Zuge. In Zeiten, zu denen die Windkraftanlagen hätten eigentlich abgeschaltet werden müssen, kann der Strom via Direktleitung (siehe Abschnitt Redispatch) weiterhin sinnvoll genutzt und sogar (in Wärmeform) gespeichert werden. Das bedeutet, dass der WKA-Betreiber weiterhin einen Teil seines sonst verlorenen Stroms an den Betreiber der PtH-Anlage verkaufen kann, was Erlöse (für die WKA) generiert, die vorher so nicht möglich waren. Gleichzeitig erhält die PtH-Anlage sehr gute Strombezugskosten, die auch nur in dieser Konstellation möglich sind. Aufgrund der aktuellen Schieflage zwischen der Erzeugung erneuerbarer Energien und der Stromnachfrage in Verbindung mit noch nicht vollständig ausgebauter Stromspeicherarchitektur, nehmen die Zeiten, zu denen negative Strompreise gezeigt werden können zu, wie Abbildung 5 zeigt.

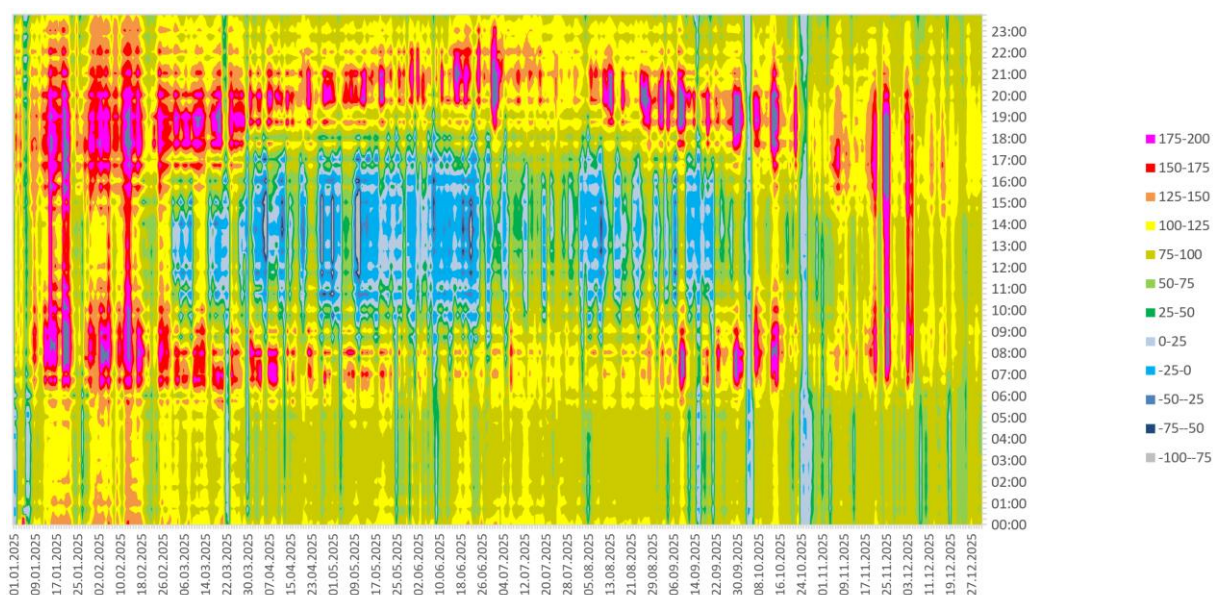


Abbildung 5: Strompreise EEX 1/4 -h Handel Intraday-Auktion im Jahr 2025 in €/MWh

Abbildung 5 zeigt die Draufsicht der Strompreise entlang des Jahres 2025 zu verschiedenen Stichtagen (x-Achse) im täglichen Verlauf (y-Achse). Die angesprochene Problematik mit Photovoltaik-Anlagen (PVA) zeigt sich sehr deutlich in den Sommermonaten, in denen PVA ungebrems in die Netze (Börse) einspeisen, obwohl keine Nachfrage zu dieser Leistung besteht. Zu diesen Zeiten entfällt die Einspeisevergütung auch für Windkraftanlagen. Die „Umleitung“ des Stroms via Direktleitung in eine PtH-Anlage stellt somit einen ökonomisch sinnvollen Weg dar, weiterhin Erlöse aus dem Betrieb einer WKA zu erzielen. Besonders deutlich wird dieser Effekt an Wochenenden,

Feier- und Brückentagen. Zu diesen Zeiten fällt die Stromnachfrage (Stillstand Betrieb z.B. in Fabriken) und trifft auf das gleiche Stromangebot aus Erneuerbaren Energien wie zu normalen Werktagen, was zu fallenden Strompreisen führt, wie Abbildung 6 zeigt.

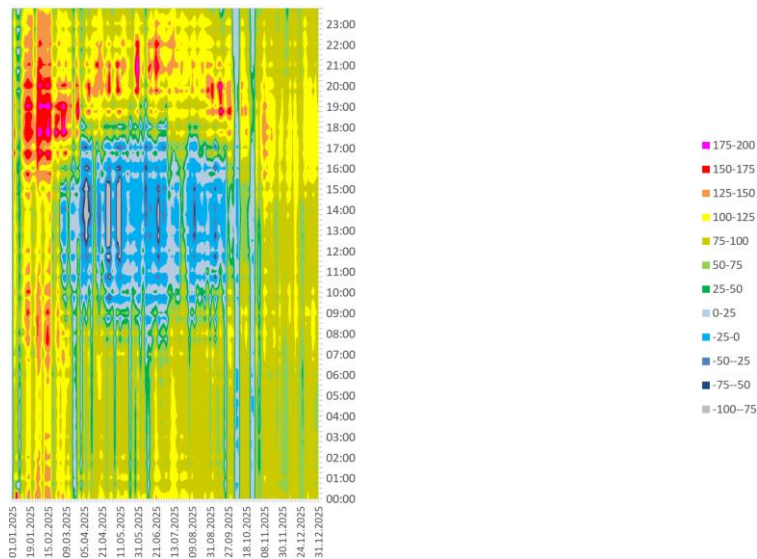


Abbildung 6: EPEX-Strompreise 2025 Wochenende + Feier/Brückentage in €/MWh

Der mittlere Preis lag bei 70,78 €/MWh und die Anzahl der negativen Stunden betrug insgesamt 333 Stunden.

An Werktagen stellt sich die Situation nicht so massiv dar, da hier eine höhere Nachfrage nach Strom herrscht und somit sich weniger Stunden im negativen Bereich zeigen (248 Stunden) bei einem mittleren Strompreis von rd. 99,00 €/MWh, wie Abbildung 7 zeigt.

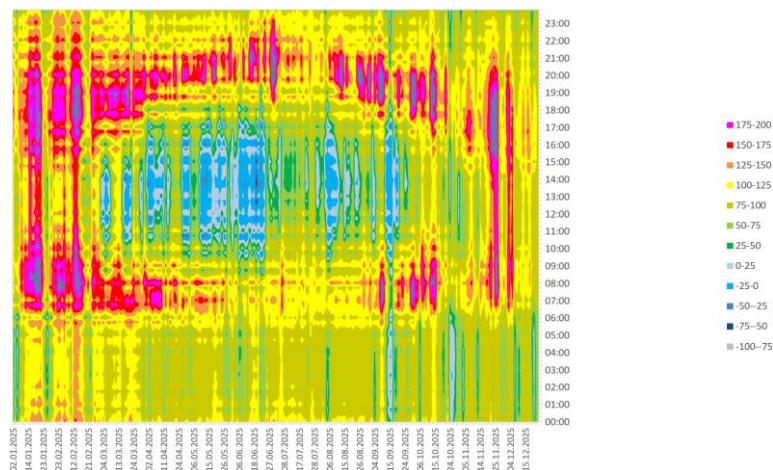


Abbildung 7: EPEX-Strompreise 2025 an Werktagen in €/MWh

Insgesamt zeigten sich im Jahre 2025 rund 550 Stunden, bei denen der Strompreis bei 0 €/MWh oder kleiner lag. Anders gesagt 550 Stunden, in denen Windkraftanlagen kein Geld verdient haben. Genau hier setzt die Idee der Windwärme an, in dem sie diese Stunden sinnvoll allokiert und Wärme für den Betrieb eines Wärmenetzes zu einem sehr geringen Preis bereitstellt.

3.3.2 Redispatchmaßnahmen

Im Idealfall wird Strom dort produziert, wo er verbraucht wird. In Deutschland steht die Windkraft jedoch primär im Norden (onshore und offshore), während die großen Industriezentren im Süden liegen. Wenn die Übertragungskapazität der Stromnetze nicht ausreicht, um die gesamte Windenergie abzutransportieren, droht eine Überlastung der Leitungen. Redispatch bezeichnet den gezielten Eingriff der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken, um solche Netzengpässe zu vermeiden. Der Prozess besteht aus der Up- und Down-Regulation:

1. **Einspeisemanagement (Down):** Windkraftanlagen im Norden werden abgeregelt (ihre Einspeisung wird gedrosselt), um das Netz zu entlasten.
2. **Gegensteuerung (Up):** Gleichzeitig müssen konventionelle Kraftwerke (oder Speicher) südlich des Engpasses ihre Leistung erhöhen, um den Bedarf dort zu decken und die Netzstabilität zu wahren

Da Windkraftanlagenbetreiber also Gefahr laufen, bei Netzengpässen abgeschaltet zu werden, bietet die Umleitung des – aus netztechnischer Sicht - überschüssigen Stroms mittels Direktleitung eine Möglichkeit, diesen wertvollen erneuerbaren Strom zu „retten“ und in Wärme umzuwandeln. Volkswirtschaftlich stiftet dies keinen großen Nutzen, denn aufgrund von Redispatchmaßnahmen abgeregelter WKA erhalten zurzeit dafür eine nahezu vollständige Entschädigung für die entgangene Vergütung.

Somit ist das Konzept von Windwärme im Zeitraum von Netzabregelungen, sowohl politisch gewünscht und ökonomisch angezeigt. Hinzu kommt, dass zukünftige Anlagen keine Entschädigung für Abschaltvorgänge mehr erhalten könnten (Redispatchvorbehalt), wenn diese noch eine grundsätzliche EEG-Vergütung erzielen wollen. Durch diese Umstände kommen PtH-Anlagen wiederum an attraktive Strombezugskosten, was die Wärmeherstellungskosten maßgeblich beeinflusst und somit die Wirtschaftlichkeit verbessert.

3.3.3 Regelleistung

Wie schon im Abschnitt Redispatchmaßnahmen beschrieben, müssen die Netze aufgrund der volatilen Einspeisungen durch die Erneuerbaren sehr häufig für die 50 Hz Frequenzhaltung ausgeregelt werden. Eine Maßnahme ist unter anderem die Abschaltung von Anlagen, wenn „zu viel“ Strom im Netz ist. Eine Maßnahme ist die Abschaltung von zu viel Leistung im Netz (siehe 3.3.2). Reicht diese Maßnahme dies nicht aus, müssen weitere Verbraucher, wie beispielsweise eine PtH-Anlage, hinzugeschaltet werden, um die Frequenz halten zu können. Im Zusammenhang mit einem Windstromprojekt, kann die PtH auch Erlöse erzielen, wenn kurzfristige Regelleistung vom Netzbetreiber benötigt wird. Somit spielt die PtH-Anlage innerhalb der Konstruktion Windwärme eine zusätzliche netzdienliche Rolle, welche derzeit hohe Erlöse sichert, was wiederum die Wärmepreise im Wärmenetz stützt und somit preisdämpfend wirkt.

3.3.4 Verdrängung der (fossilen) Gasversorgung

Ein weiterer Baustein der Wirtschaftlichkeit von PtH-Anlagen sind die ausnutzbaren Kostenunterschiede bei den eingesetzten Energieträgern zur Wärmeerzeugung. Wie in 3.3.1 gezeigt werden konnte, profitiert die Wärmeerzeugung aus einer PtH-Anlage nicht nur von Stunden in denen der Börsenpreis $< 0 \text{ €/MWh}$ ist, sondern auch von Strompreisen an der Börse, die im Vergleich zum Einsatz von Erdgas in Kesseln oder in einem BHKW sehr günstig sind. So macht es ökonomisch Sinn, die „Brennstoffpreise“ (bei PtH = Strom, daher kein Brennstoff im herkömmlichen Sinne) ins Verhältnis zu setzen und den günstigsten zu wählen und damit z.B. Windstrom gegenüber fossilen Energieformen, wie Erdgas und Öl zu bevorzugen. Auch vor dem Hintergrund sehr wahrscheinlich steigender CO_2 -Kosten auf Fossile, spielt dieser Aspekt eine immer wichtiger werdende Rolle.

3.3.5 Aktuelle Förderung von PtH-Anlagen im Rahmen des NSA 1.0

Das aktuelle Programm „Nutzen statt Abregeln 1.0“ (NSA 1.0) bietet dem Wärmenetzbetreiber die Möglichkeit, an lukrative Förderungen zur Errichtung und dem Bau einer PtH-Anlage zu gelangen. Hierbei werden die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten des Redispatches (siehe 3.3.2) gegenüber den Kosten gestellt, die durch den Bau und den Betrieb einer PtH-Anlage innerhalb von 5 Jahren anfallen und dem Übertragungsnetzbetreiber ebenfalls die Chancen geben, das Netz zu regeln. „Nutzen statt Abregeln 1.0“ ist eine regulatorische Brücke. Sie wandelt Windstrom, der sonst als "Geisterstrom" bezahlt werden müsste (Redispatch), in nutzbare Energie für die Wärme- oder Industriewende um. Anstatt die Anlagen (WKA) einfach abzuschalten, bietet der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) an, diesem mit Hilfe von PtH in Wärme umzuwandeln.

Aktuell wird im Rahmen der Transformationsplanung der SBL untersucht, ob die SBL als Wärmenetzbetreiber über § 13 (6a) Energiewirtschaftsgesetz (EnWG-Regelung) "Nutzen statt Abregeln" den Zubau einer zwei-MW (PtH) Anlage finanziert oder zumindest teilfinanziert bekommen. Die Rahmenbedingungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) sehen in ihrer aktuellen Fassung vom 01.01.2026 derzeit keine Förderung von PtH-Anlage vor. PtH-Anlagen können jedoch Teil des Erzeugerkonzepts sein. Mit Strombezug aus EE-Anlagen per Direktleitung ist der Einsatz von PtH-Anlagen zudem nicht an den im Merkblatt vorgegebenen 25 %-Wärmeanteil begrenzt. Die PtH-Anlage könnte dann innerhalb des Transformationsplans eine größere Rolle spielen.

Ebenfalls steht ein zweiter, über die Bundesnetzagentur abgewickelter, Mechanismus der Förderung von PtH-Anlagen – NSA 2.0 – zur Verfügung, welcher einen anderen Ansatz der Förderung verfolgt. Hier wird nicht die Investition direkt gefördert, sondern die damit verrichtete Arbeit, ähnlich der Regelleistung.

3.3.6 Zwischenfazit

Im Rahmen des Windwärmekonzepts konnte gezeigt werden, dass dieses in vielerlei Hinsicht Vorteile für alle Beteiligten mit sich bringt.

SBL: Erhalten grünen Strom in ausreichender Menge, um Teile des fossilen Wärmenetzes mit Windstrom zu dekarbonisieren. Gleichzeitig ist der Baustein PtH ökonomisch lohnend, der es SBL ermöglicht, günstige grüne Wärme zu produzieren und an Kunden zu liefern. Abweichend des Ausweises der Gesamtpotenziale in Abschnitt 6.5 Bereich Wind, stehen somit außerhalb des Un-

tersuchungsgebietes Potenziale zur Verfügung. Profitieren könnte hier SBL von günstigen Marktbedingungen (negative Börsenpreise) und von günstigen Netzbedingungen (RegelleLeistungsbedarf).

Windkraftbetreiber: Erhält weiterhin Erlöse auch in Zeiten, zu denen der Börsenstrompreis 0 €/MWh oder kleiner ist und erhält zusätzlich eine Marge. Windwärme als ergänzender Erlösbaustein in einem volatilen Marktumfeld (ohne die grundsätzliche Konfiguration des business case zu ändern), bei gleichzeitigem geringen Anpassungsbedarf auf der Hardware-Seite (Verbindung mit Direktleitung).

Netzbetreiber: Erhält zusätzlichen RegelleLeistungsbaustein durch eine PtH-Anlage im Netz. Gleichzeitig reduziert sich der Aufwand, den die Maßnahmen im Redispatch verursachen.

Gesellschaft: Durch die Sektorkopplung werden bei einem solchen Projekt, die Fragestellungen des steten Ausbaus der Erneuerbaren und damit verbundenen Probleme (Kosten) gemildert und gleichzeitig fossile Energien substituiert. Auch werden die Abhängigkeiten von fossilen Energien (siehe aktuelle Krise in Nahost) reduziert, da ein lokales Erzeugerkonzept umgesetzt wird, welches nur auf Grundlage regional verfügbarer Energie basiert. Des Weiteren können Sektorkopplungsmaßnahmen zu einer Verbesserung der Preisstabilität führen. Wird ein Teil der Wärme nicht mehr mittels fossiler Energieträger erzeugt, steigt der Grad der Unabhängigkeit der Wärmeversorgung, was sich in der aktuellen Energiekrise zeigt. Deutschland ist bei der Erzeugung von Wärme zu einem überwiegenden Teil vom Ausland und globalen Märkten abhängig, worauf keinerlei Einfluss genommen werden kann. Werden Teile jedoch, wie die Windwärme, lokal erzeugt, sind diese Mengen nicht mehr den Verwerfungen und Abhängigkeiten exterritorialer Marktteilnehmer unterworfen. Mögliche positive Auswirkungen der Nutzung der lokalen Teilmengen sind Preisstabilität und der Versorgungssicherheit der Wärmenetzbetreiber, verbunden mit der Aussicht auf nicht immer weiter steigende Preise für die Verbraucher, was der zunehmenden „Energiearmut“ in Deutschland entgegenwirken könnte.

4 Potenziale der Windwärme

4.1 Theoretisches Potenzial

Im Rahmen der Bestandsanalyse der KWP wurde die Versorgungsstruktur der SBL untersucht und im Abschnitt 5.2. beschrieben. Die Wärmeversorgung des bestehenden Wärmenetzes in Luckenwalde hat eine maximale Leistung von rund 13 MW (2021 - 2023), wie Abbildung 8 zeigt.

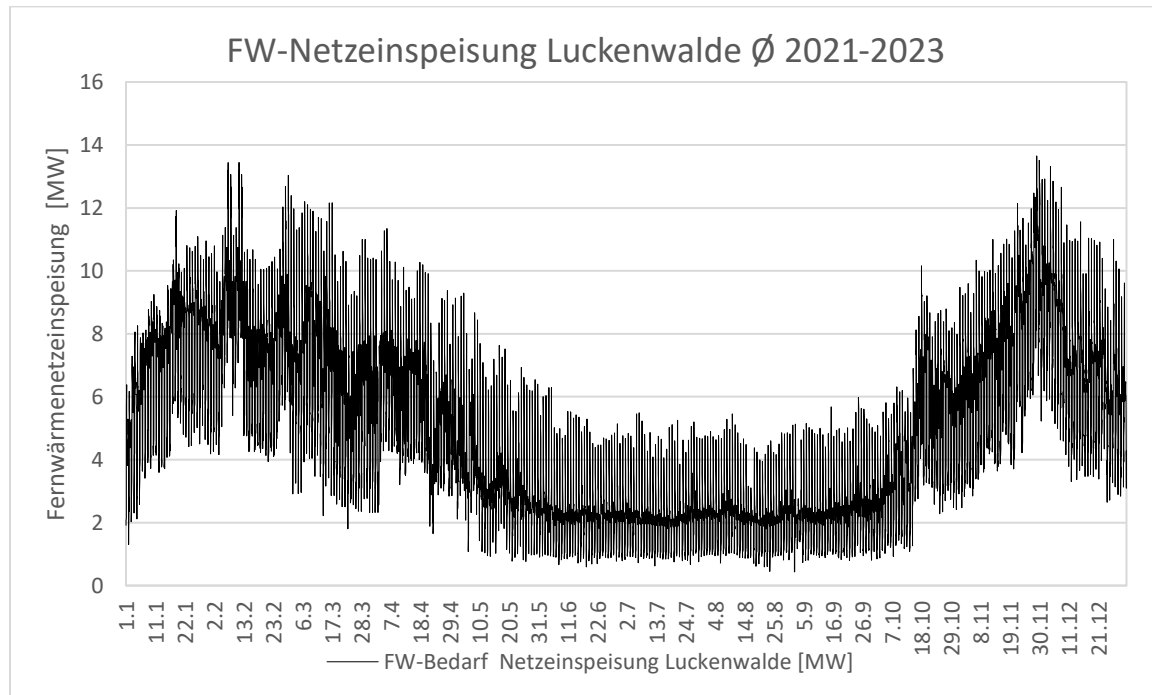


Abbildung 8: Wärmelastgang Wärmenetz Luckenwalde (Netzverbund)

Die Einspeisung (=Erzeugung) in das Fernwärmenetz schwankt, wetterbedingt, in den betrachteten Jahren und dient der Abschätzung, welche Leistung an Windkraft grundsätzlich notwendig wäre, um die Wärme in Luckenwalde zu erzeugen. Insgesamt müssen rund 29 GWh nahezu 100 %-ige fossile Fernwärme dekarbonisiert werden, wie Abbildung 8 zeigt.

Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung wird der Begriff theoretisches Potenzial im Zusammenhang mit den Flächen und Anlagen im Gebiet Heidehof und der neu zu erschließenden Windparkfläche westlich der Stadt verwendet.

Im Windpark Heidehof stehen derzeit eine Vielzahl von Anlagen im Bereich von ca. 80 MW installierter Leistung. Wie die Wärmelast zeigt, benötigt man ein bis zwei Windkraftanlagen, um die Netzspitze abzudecken. Dies ist jedoch nur ein theoretischer Wert, da die Höchstleistung im Wärmenetz Luckenwalde nicht zeitgleich mit der Leistungsspitze von 2 Anlagen á 6 MW auftreten muss. Das System Windwärme bildet in Zukunft jedoch nicht das einzige Wärmeerzeugersystem, weshalb diese Gleichzeitigkeit auch nicht vorhanden sein muss, da andere Energieträger innerhalb des Gesamtsystems zur Verfügung stehen werden, welche aktuell im BEW-Transformationsplan untersucht werden.

Daher steht allein im Gebiet Heidehof ausreichend theoretisches Potenzial zur Verfügung, um einen hohen Anteil der bisher fossilen Wärme mit erneuerbaren Energien zu ersetzen. Hinzu kommt das theoretische Potenzial des neuen Windparkbetreibers im Umfang von ca. 84 MW.

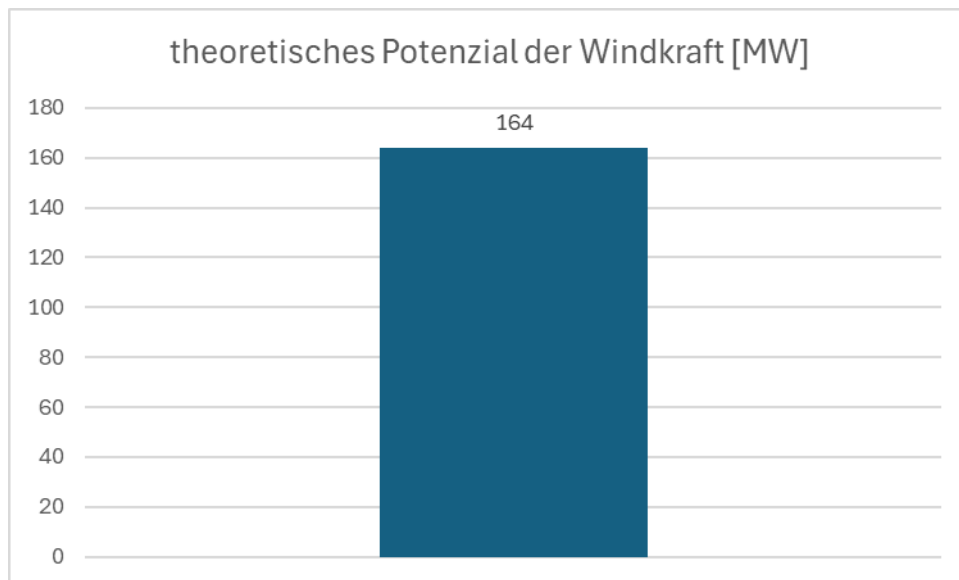


Abbildung 9: theoretisches Potenzial der Windkraft

Insgesamt steht somit im Rahmen der Betrachtung ein theoretisches Potenzial von ca. 164 MW Windkraft zu Verfügung, wie Abbildung 9 zeigt.

4.2 Technisches Potenzial

Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt, steht sowohl im Gebiet Heidehof als auch mit dem Projekt (Flächen) des großen Windparkbetreibers ein hinreichend großes theoretisches Potenzial zur Verfügung. Aus diesem lässt sich anschließend das technisch nutzbare Potenzial ableiten. Aus den Gesprächen mit den jeweiligen Potenzialgebern konnte das technische Potenzial abgeleitet werden, welches in dem Umfang vorhanden sein muss, damit die zentrale Wärme in Luckenwalde entlang der gesetzlich vorgeschriebenen Meilensteine (100 % Dekarbonisierung bis 2045) CO₂-neutral gestellt ist.

Großer Windparkbetreiber

Der nicht benannte Betreiber eines zukünftigen Windparks in unmittelbarer Nähe zum Wärmenetz könnte ein ebenso großes theoretisches wie technisches Potenzial von ca. 84 MW an Windkraftleistung zur Verfügung stellen. Bei einer PtH-Anwendung mittels Direktheizung (E-Kessel oder Elektrodenkessel) würde damit eine ausreichende Leistung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus könnten weitere Stromanwendungen umsetzbar sein, da mehr Windstrom zu Verfügung stehen würde, als für die Windwärme benötigt werden würde. Der Betreiber hat dazu bereits eine grundsätzliche Bereitschaft angezeigt und auch schon Vorkonzepte der möglichen Zusammenarbeit skizziert, die aktuell bearbeitet werden.

Energiequelle

Energiequelle ist ein Projektierer und betreibt selbst keine Anlagen im Windpark Heidehof. Das Unternehmen ist aber grundsätzlich bereit, neu errichtete WKA an SBL zu verkaufen. Da Energiequelle derzeit einige Anlagen neu erbaut (min. 2 Stück) steht auch hier ein hinreichend großes technisches Potenzial zur Verfügung, um die rund 13 MW Wärmespitzenlast im Wärmenetz Luckenwalde in großen Teilen abdecken zu können. Das technische Potenzial durch die Energiequelle umfasst mindestens 2 Anlagen mit ca. 12 MW Leistung, die berücksichtigt werden können.

Alterric

Alterric betreibt im Windpark Heidehof größere Kapazitäten an Windkraft, die schon heute die erforderliche Mindestleistung der Wärme in Luckenwalde überschreitet. Auch hier wurde grundsätzliche Bereitschaft signalisiert, in eine Zusammenarbeit zu gehen. Im Gegensatz zu Energiequelle möchte Alterric keine Windkraftanlagen aus dem eigenen Sachanlagevermögen herauslösen und verkaufen, sondern ist, analog dem großen Windparkbetreiber, an einer Zusammenarbeit in Form einer Stromdirektleitung vom Windpark bis zum Ort der Wärmeerzeugung interessiert.

Somit kann ebenfalls mindestens ein technisches Potenzial von mindestens 12 MW (je nach Anlagenkonfiguration) Windkraft aufgezeigt werden. Größere technische Potenziale stehen zusätzlich zur Verfügung (es werden mehr als 12 MW Leistung betrieben), diese werden hier aber nicht berücksichtigt.

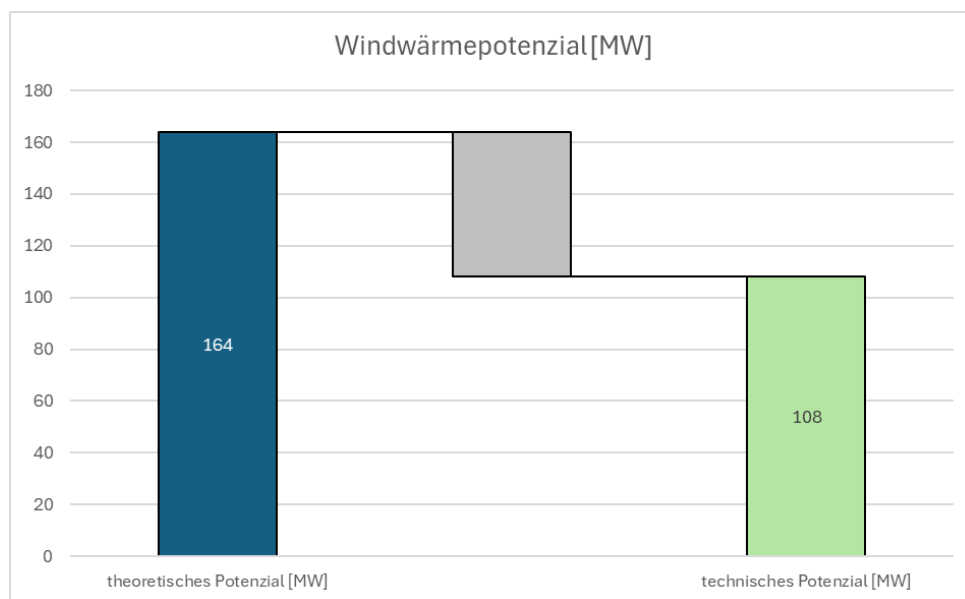


Abbildung 10: technisches Potenzial der Windkraft

Insgesamt kann ein technisches Potenzial von ca. 108 MW aufgezeigt werden, wie Abbildung 10 zeigt.

4.3 Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial hängt sehr von der gewählten Art der Zusammenarbeit (Konzept) ab. So könnte der Wärmenetzbetreiber zum Beispiel Windkraftanlagen selbst übernehmen und

betreiben. Ebenfalls denkbar ist der Fall, dass Windkraftbetreiber wie beispielsweise der große Windparkbetreiber Stromdirektlieferungen realisieren und somit als Stromlieferanten auftreten.

In den folgenden Punkten wird der Fall der Stromlieferung (via Direktleitung) genauer wirtschaftlich analysiert und somit das wirtschaftliche Potenzial ermittelt. Nicht untersucht wird der Fall, in dem SBL die WKA kauft und selbst betreibt.

Grundannahmen

- Wärmeerzeugung mittels Direktheizung
 - Große Variante = Elektrodenkessel
 - Kleine Variante = E-Kessel
- Stromdirektlieferung
- Anschluss der Windkraftanlagen mittels Direktleitung an den Wärmeerzeuger
- Betrieb eines Pufferspeichers in unterschiedlichen Größen
- Abfahren der „schlechten“ Börsenstunden
 - Große Variante = großer Speicher
 - Kleine Variante = kleiner Speicher
- Realisierung Regelleistung in allen Fällen
- Ggf. Umsetzung NSA 1.0 (Förderung der PtH-Anlage durch ÜNB möglich)

Weitere Rahmenparameter sind:

Tabelle 1: Rahmenparameter der Wirtschaftlichkeit

		Auswahl	Szenarien				
Szenario		base case	worst case	base case	best case	Klimaschutz-szenario	
Preisszenario Strom, Erdgas, CO ₂ : Perspektiv Szenario A, Perspektiv Szenario B, Hoch ambitioniertes Szenario oder Akt. Terminmarktpreise EEX zzgl. Inflation	Betrieb	Strom: Spotmarkt Preise 2024 (1/4-h-Preise Intraday Auktion EPEX)					- Achtung: Bei Strompreis in allen Szenarien 1/4-h-Preise Spotmarkt 2024 angesetzt (1/4-h-Preise Intraday Auktion EPEX). - Erdgas- und CO ₂ -Kosten gem. Terminmarktpreise EEX bzw. ENERKO- Szenario nur für Wärmegutschrift relevant
		Terminmarkt- preise EEX 01/2026 (vor Iran Krise) zzgl. Einschätzung	Perspektivze- nario B	Terminmarkt- preise EEX 01/2026 (vor Iran Krise) zzgl. Einschätzung	Perspektivze- nario A	Hoch ambitionierte s Szenario	
NNE Strom	Betrieb	2%	3%	2%	1%	2%	Prozent von Basisannahme
StromSt für FW-Erzeugung	Betrieb	1	1	1	0	1	1 (AN) oder 0 (AUS)
Erlösniveau LP SRL neg. [T€/MW]	Betrieb	30	20	30	60	40	ab 2030, danach Inflationierung +2%/a; vor 2030: lineare Abschmelzung ausgehend vom
Erlösniveau AP SRL neg.	Betrieb	1000	500	1000	1500	1250	Startwert 2028 (= aktuelles Preisniveau - 500 €/MWh), danach Inflationierung +2%/a
NNE Erdgas	Betrieb	5%	3%	5%	10%	5%	Prozent von Basisannahme
Investition	Beschaffung	100%	120%	100%	80%	100%	Prozent von Basisannahme

Die gezeigten technischen Potenziale des großen Windparkbetreibers werden für die Untersuchung der wirtschaftlichen Potenziale in zwei Varianten eingeordnet. Beide Ansätze beruhen auf der Idee an die Kapazitäten des Windparkbetreibers anzuknüpfen. Hier stehen ausreichend Kapazitäten zur Verfügung (rd. 84 MW). Die „kleine Variante“ beinhaltet die kleintechnische Konfiguration der PtH-Anlage mit einer Gesamtleistung von 12 MW (Elektroerhitzer). Diese Größe würde die gesamte notwendige Wärmelast abdecken. Die „große Variante“ beinhaltet eine großtechnische Konfiguration der PtH-Anlage mit 40 MW (Elektroden-Kessel) installierter Leistung. Beide Varianten werden aus dem Windpark des großen Windparkbetreibers mit Windstrom beliefert. Die zugrunde gelegte Leistung des Parks belaufen sich auf 84 MW installierter Leistung (theoretisches Potenzial = technisches Potenzial).

Beide Systeme arbeiten jeweils in Kombination mit einem Großwärmespeicher, um auch Stunden abzufahren, zu denen keine direkte Wärmenachfrage existiert.

Es soll nachfolgend untersucht werden, welche wirtschaftlichen Potenziale sich grundsätzlich ergeben und welche Potenzialerschließungsstrategie sich daraus ergibt.

Szenarien

Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben die dargestellten Szenarien gemäß Tabelle 1. Insgesamt wurden vier Szenarien untersucht. Diese bestimmen maßgeblich die Ergebnisse und unterscheiden sich u.a. im folgenden Punkten:

Variable Positionen innerhalb der Szenarien:

- Gaspreisentwicklung an der Leipziger Energiebörse (EEX)
- Strompreisentwicklung an der Leipziger Energiebörse (EEX)
- Entwicklung Netznutzungsentgelte (NNE)
- Höhe Investitionskosten (PtH, Direktleitung, Speicher, Windkraftanlage)
- Erlösniveau Regelleistung

Fixe Positionen innerhalb der Szenarien:

- Für alle Szenarien gleich ist das Winddargebot (Menge Windstrom)
- Zugrundeliegendes Mengengerüst der benötigten Wärmeerzeugung

Für eine bessere Vergleichbarkeit wird darüber hinaus angenommen, dass beide Varianten in etwa den gleichen Anteil an grüner Wärme bezogen auf die Wärmeerzeugung im Wärmenetz erzeugen sollen (zwischen 60% und 70%).

Tabelle 2: Anteile der PtH-Anlage an Gesamterzeugung Wärme

Varianten - Übersicht aus Einzelrechnungen		E-Kessel i.V.m. Stromnetzbezug kleine Lösung	Varianten - Übersicht aus Einzelrechnungen		E-Kessel i.V.m. Stromnetzbezug große Lösung
Leistung	MW th	12,0	Leistung	MW th	40,0
Verfügbarkeit	%	95%	Verfügbarkeit	%	95%
Wärmenetzeinspeisung PtH	MWh/a	25.974	Wärmenetzeinspeisung PtH	MWh/a	27.908
Vollbenutzungsstunden	Vbh/a	2.237	Vollbenutzungsstunden	Vbh/a	721
JAZ WP / Nutzungsgrad (inkl. Pumpstrom)	-	0,97	JAZ WP / Nutzungsgrad (inkl. Pumpstrom)	-	0,97
Strombedarf inkl. Pumpstrom	MWh/a	26.976	Strombedarf inkl. Pumpstrom	MWh/a	28.985
Fernwärmenetzeinspeisung gesamt	MWh/a	40.475	Fernwärmenetzeinspeisung gesamt	MWh/a	40.475
Anteil EE/Abwärme	%	64%	Anteil EE/Abwärme	%	69%

4.3.1 Wirtschaftliches Potenzial – große Variante

Die „große Variante“ beinhaltet die Betrachtung einer großen PtH-Anlage (40 MW) in Verbindung mit einem großen Windpark (ca. 84 MW), der einen gewissen Anteil der Windenergie via Direktleitung an die Power-to-Heat-Anlage liefert. Die Konfiguration entspricht den vorgefundenen technischen Potenzialen der Windkraft.

Die Variante setzt die Idee um, eine große Anzahl an Stunden, in denen die Strompreise an der Leipziger Strombörse kleiner als 0 €/MWh sind zu nutzen bzw. die Stromlieferkosten günstiger sind als alternative Wärmeherstellungskosten der übrigen Wärmeerzeuger. Dies wird dadurch erreicht, dass durch die Größe der hier angesetzten Kapazitäten Gleichzeitigkeiten genutzt werden können. In Zeiten schwachen Windes steht beispielsweise trotzdem (durch die große installierte Kapazität) ausreichend Leistung zur Verfügung, um eine PtH-Anlage zu betreiben, während dies bei der kleinen Variante nicht der Fall wäre. Ergänzend ist ein Wärmegroßspeicher angedacht, da die nachgefragte Wärmeleistung nicht zwangsläufig mit den Zielstunden an der Strombörse übereinstimmt. Somit kann auch Wärme generiert werden, wenn die PtH-Anlage aufgrund hoher Strombezugskosten aus der WKA keinen Strom bezieht. Zusätzlich können Stunden (auch im Winter) genutzt werden, an denen die „Brennstoffkosten“ der PtH-Anlage unter denen der herkömmlichen Erzeugeranlage (fossile Kessel, BHKW) liegen und somit Wärme aus Wind günstiger ist, als beispielsweise aus fossilen Brennstoffen. Alles in allem können so die Vollbenutzungsstunden der PtH-Anlage reduziert werden.

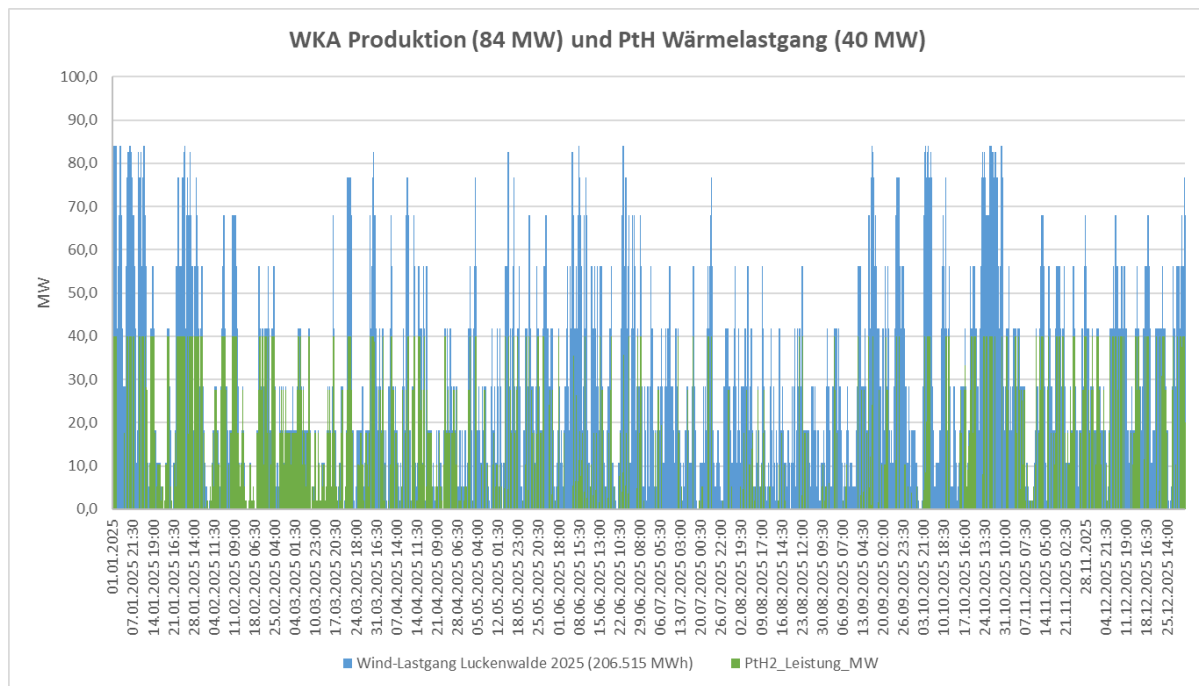


Abbildung 11: Stromproduktion der Windkraft und Wärmeproduktion PtH

Um die Wirtschaftlichkeit eines Projektes auszudrücken, wird der Kapitalwert einer Investition, also die Summe der abgezinste Zahlungsflüsse der Jahre, herangezogen. Je höher der Kapitalwert, desto lukrativer ist eine Investition. Es zeigt sich für die große Variante, dass - mit Ausnahme des worst-case Szenarios - alle Szenarien einen positiven Kapitalwert aufweisen.

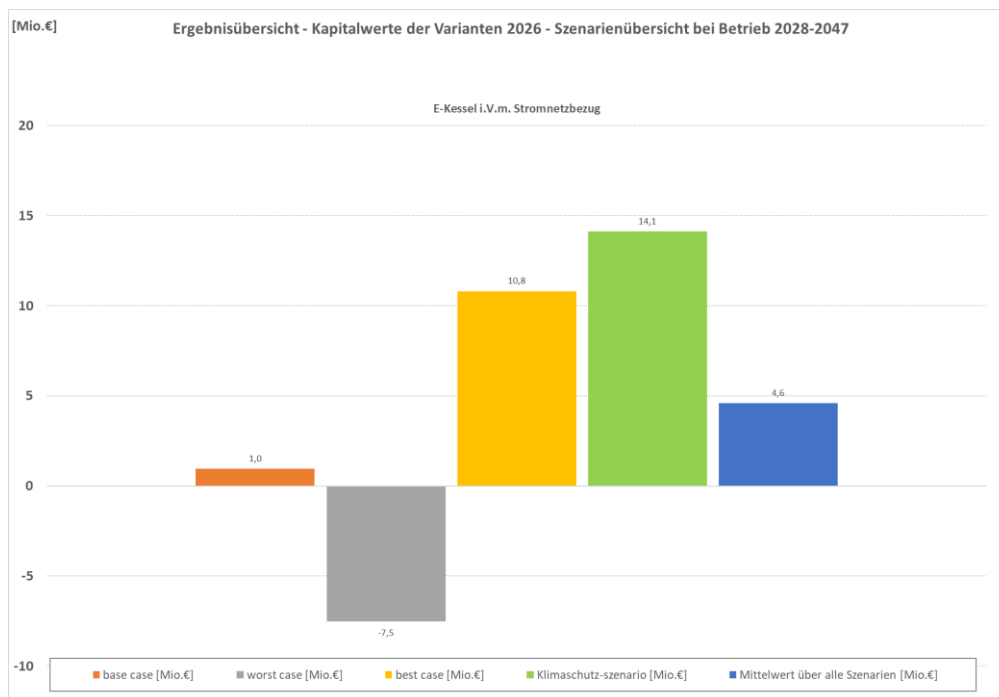


Abbildung 12: Kapitalwerte der großen Variante

Je nach angenommenem Szenario zeigt sich eine Bandbreite an Kapitalwerten > 0 €. Die Unterschiede kommen durch die Parameter gemäß Tabelle 3 der Szenarien zustande. So wird beispielsweise im base-case das Netzentgelt auf Gas als moderat angenommen, was zu einer kleineren Wärmegutschrift für das verdrängte Erdgas führt. Im Klimaschutz-Szenario hingegen werden sehr hohe Netzentgelte-Kosten angenommen, was die Wärmegutschriften für verdrängtes fossiles Erdgas deutlich verbessert. Eine große Rolle in der Wirtschaftlichkeit spielt aber auch der Erlösbaustein Regelleistung. Erlöse sind, je nach Szenario, größer oder kleiner jeweils im Segment Leistungspreis und Arbeitspreis.

Tabelle 3: Modell bestimmende Variablen der Szenarien

	worst	base	best	Klimaschutz-szenario
Preisszenario Strom	Perspektivszenario B	eigene Einschätzung	Perspektivszenario B	hoch ambitioniertes Szenario
Netzentgelte Strom (Regelleistung)	hoch	moderat	niedrig	moderat
Stromsteuer auf Stromlieferung bei Nutzung	ja	ja	nein	ja
Erlösniveau aus Regelennergie (Leistungspreis)	niedrig	mittel	hoch	moderat
Erlösniveau aus Regelennergie (Arbeitspreis)	niedrig	mittel	hoch	moderat
Netzentgelte Erdgas	niedrig	moderat	hoch	moderat
Kosten der Investition (PtH, WKA, Speicher)	hoch	moderat	niedrig	moderat

4.3.2 Wirtschaftliches Potenzial – kleine Variante

Die Berechnungsgrundlagen, Modellparameter und Szenarien entsprechen denen der großen Variante. Im Unterschied zur großen Variante wird hier der Ansatz gewählt, eine kleinere PtH-Anlage zu errichten (12 MW), die wiederum an den großen Windpark via Direktleitung angebunden ist.

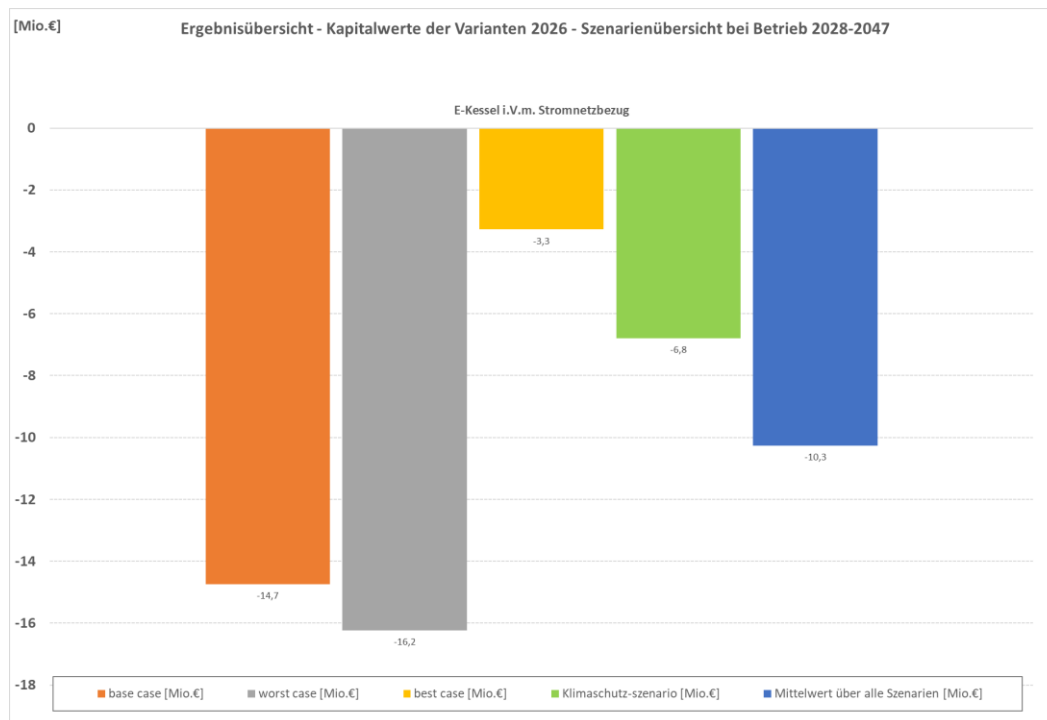


Abbildung 13: Kapitalwerte der kleinen Variante

Es zeigt sich, dass die kleine Variante in keinem der gezeigten Szenarien einen positiven Kapitalwert erwirtschaften kann. Die Ursachen hierfür sind vielfältig. Die kleine Variante hat deutliche höhere spezifische Investitionskosten als die große Variante. Dies betrifft die PtH-Anlage selbst und u.a. die Trassenkosten. Hauptursache jedoch ist, dass die gewählte Anlagengröße bei gleicher Menge an erneuerbarer Wärme deutlich mehr Vollbenutzungsstunden aufweist als die Anlage der großen Variante. Die kleine Variante bezieht, im Gegensatz zur großen Anlage, auch Strom in Zeiten mit teureren Börsenpreisen. Die Investition ist im dargestellten Fall nicht wirtschaftlich und würde demnach so nicht verfolgt werden.

4.3.3 Zwischenfazit wirtschaftliche Potenziale der Windwärme

Es konnte skizziert werden, dass eine großtechnische Variante für die PtH-Anlage (40 MW) wirtschaftlich gegenüber einer kleinen PtH-Anlage deutlich im Vorteil ist. Dies sogar in nahezu allen Szenarien. Eine große Variante mit einer PtH-Größe von 40 MW ist daher einer kleinen Variante gegenüber zu bevorzugen. Die große Auslegung birgt, wie bei vielen Projekten, den Vorteil der deutlich geringeren spezifischen Investitionskosten. Hinzu kommt die Tatsache, dass die kleine Anlage in deutlich mehr Stunden arbeiten muss, zu denen der Stromlieferpreis der Windkraftanlage (=Börsenpreis) nicht vorteilhaft ist, sondern im Gegenteil deutlich teurer. Die kleine PtH-Anlage fasst also preislich auch Stunden ab, die die große Anlage nicht abfahren musste, da die notwendige Wärmearbeit bereits in den günstigen Stunden geleistet werden konnte. Dazu trägt auch der deutlich größere Speicher bei, der zwar ebenfalls Investitionskosten nach sich zieht, aber diese Kosten jedoch durch die optimale Fahrweise der Anlage und die damit erzielbaren guten Börsenpreise mehr als kompensieren kann. Dies zeigt sich in den positiven Kapitalwerten, welche die große Variante aufweist.

5 Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Aufgrund der schwierigen Potenziallage für die Wärmewende in Luckenwalde wurde ein Fokus auf das Potenzial der Windwärme gerichtet. Grund ist das Vorhandensein großer Windkraftkapazitäten in unmittelbarer Umgebung. Hierbei wurde auf Potenzialgeber abgezielt, die der Stadt Luckenwalde bekannt waren bzw. sich eigenständig an den Wärmeversorger gewandt haben.

Es konnte gezeigt werden, dass in der Umgebung des derzeitigen Wärmenetzes große Windkapazitäten existieren. Geänderte bzw. sich ändernde Rahmenbedingungen führen dazu, dass Windkraftanlagenbetreiber mehr und mehr vom traditionellen Geschäft der „reinen“ EEG-Vergütung abrücken und neue Erlösbausteine suchen. Dies ist aus zweierlei Hinsicht gewünscht und notwendig: Zum einen gibt es technische Gründe, die es notwendig machen, elektrische Anwendungen (Sektor Strom) mit Wärmeanwendungen (Sektor Wärme) zu kombinieren und somit eine sinnvolle Sektorkopplung zu realisieren. Zum anderen gibt es ökonomische Gründe andere Wege als die bisher beschrittenen zu gehen. Derzeit erhalten erneuerbare Energien mehr oder minder eine feste Vergütung (mit ersten kleinen Ausnahmen bei negativen Strombörsenpreisen). Diese Art der Vergütung führt nicht zu einer volkswirtschaftlich optimalen Verteilung der Ressourcen (Allokation), sondern im Gegenteil zu Fehlanreizen und somit zu Einspeisungen in Zeiten, zu denen die Nachfrage nach Strom geringer ist als das Angebot. Diesen Umstand kann sich die Windwärme zum Vorteil machen.

Im Ergebnis zeigen sich große theoretische Potenziale, welche für die Wärmewende in Luckenwalde mehr als ausreichend wären (> 100 MW). Aus den theoretischen Potenzialen ließen sich große technische Potenziale ableiten. Auf dieser Basis ergeben sich zwei Varianten: die Idee nur ca. 2 Windkraftanlagen mit einer PtH-Anlage zu kombinieren sowie die Kombination eines elektrischen Wärmeerzeugers mit einem großen Windpark. Die erste Variante wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht weiter beleuchtet, da die Wärmeanteile aus erneuerbaren Energien deutlich geringer ausfallen würden. Dies wiederum steht klar im Kontrast zur schwierigen Potenziallage in Luckenwalde. Dieser Lösungsansatz sollte jedoch nicht kategorisch ausgeschlossen werden. Die Wärme in Luckenwalde benötigt größere Lösungen, um ihrem Ziel näher zu kommen, im Jahr 2045 klimaneutral zu sein. Die Variante eines großen Windparks in Verbindung mit einer Power-to-Heat-Anlage wurde, für eine verbesserte Betrachtung, in eine „große Variante“ (40 MW PtH) und eine „kleine Variante“ (12 MW PtH) unterteilt. Es zeigte sich eine deutlich bessere Wirtschaftlichkeit bei der großen Variante aufgrund der geringeren Vollbenutzungsstunden bei gleichzeitig geringeren Strompreisen. Die kleine Anlage muss deutlich mehr Vollbenutzungsstunden aufweisen. Dieses Mehr an Stunden findet auch zu Zeiten statt, in denen der Strompreis deutlich höher ist. Konsequenzen sind die Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit.

Es wird daher empfohlen mit einer Doppelstrategie vorzugehen. Zum einen sollte der Ansatz der großen Variante durchaus weiterverfolgt werden und die bereits bestehenden Vorkonzepte mit dem Betreiber des großen Windparks weiterentwickelt werden. Wie gezeigt werden konnte, wäre ein solches Projekt wirtschaftlich realisierbar, wenn unter anderem die Parameter der Stromlieferung optimal und auch die weiteren Modellvariablen in der Realität passend sind. Darüber hinaus könnte der Fall mit zwei Windkraftanlagen und einer PtH weiter untersucht werden. Dies gilt für die Fälle, dass der Wärmenetzbetreiber die Anlagen selbst betreibt oder eine Stromlieferung realisiert wird. Es käme so weniger Wärme zur Deckung des EE-Anteils zustande, jedoch könnte

sich auch hier gegebenenfalls für den Anteil der Windwärme an der Gesamtwärme eine Wirtschaftlichkeit zeigen, wenn die Grundlagenparameter (u.a. Investitionskosten) stimmen.

Windwärme ist ein sehr vielversprechendes Konzept gerade für Versorger mit wenigen Alternativen. Da solche Projekte bisher kaum in Deutschland umgesetzt worden sind, ist derzeit wenig Erfahrung am Markt dazu vorhanden. Die Umsetzung ist aktuell sehr komplex und bedarf einer exakten Analyse, um für alle Beteiligten ein Optimum zu erreichen. Für den hiesigen Versorger konnte gezeigt werden, dass Windwärme nicht kategorisch ausgeschlossen werden sollte, da sich, unter bestimmten Bedingungen, eine Wirtschaftlichkeit zeigt. Daher werden eine Vertiefung und die Weiterführung des Windwärmeprojektes sehr empfohlen.