

Landeshauptstadt Dresden
Stabsstelle für Klimaschutz und
Klimawandelanpassung



Dresden.
Dresdⁿ

Kommunaler Wärmeplan, der Landeshauptstadt Dresden

Entwurfsfassung zur öffentlichen Auslage

Autoren des Berichtes:

- Dr. Robert Kunze, ESA² GmbH
- Dr. Martin Jakob, TEP Energy GmbH
- Dr. Michael Steck, TEP Energy GmbH
- Dr. Marc Melliger, TEP Energy GmbH
- Stefanie Arnold, STESAD GmbH
- Benedikt Oelmann, STESAD GmbH
- Dirk Hladik, Landeshauptstadt Dresden

Stand der Bearbeitung: 29.09.2025

Danksagung

Im besonderen Maße danken wir den nachfolgenden Institutionen, Organisationseinheiten sowie Personen:

- den Mitgliedern der Steuergruppe sowie der Strategierunde für die stete Begleitung und Unterstützung des Wärmeplanungsprozesses,
- der SachsenEnergie AG und der SachsenNetze GmbH für die umfangreichen Abstimmungen und den intensiven fachlichen Austausch in mehreren Gremien und Arbeitsgruppen, für die Zuarbeit zahlreicher dem Wärmeplan zugrundeliegender Daten, der Textteile zu den Bestandsnetzen, des Wärmetransformationsplans für das Fernwärmenetz und der Steckbriefe für die Maßnahmenpakete 1 und 2 sowie für die Prüfung des Wärmeplanentwurfes,
- den Ämtern und Eigenbetrieben für die Mitarbeit in der Projektgruppe Verwaltung, die Zuarbeit von Maßnahmensteckbriefen und die Prüfung des Wärmeplanentwurfes,
- Prof. Dr. Clemens Felsmann, Prof. Dr. John Grunewald, Prof. Dr. Tobias Zschunke, Prof. Dr. Dominik Möst sowie Dr. Christian Korndörfer im Rahmen Ihrer beratenden Tätigkeit und dem fachlichen Austausch in der Kompetenzgruppe Wärme,
- allen weiteren Mitgliedern der am Wärmeplanungsprozess beteiligten Arbeitsgruppen für den Austausch, die Anregungen und das Interesse an der Umsetzung der Wärmewende.

Inhalt

Inhalt	3
1 Zusammenfassung.....	6
2 Zielstellung.....	14
3 Rechtliche und kommunale Rahmenbedingungen	15
3.1 Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Dresden	15
3.2 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz	16
4 Akteursanalyse und Beteiligungsprozess	18
4.1 Gesetzliche Grundlagen.....	18
4.2 Akteursanalyse	18
4.3 Akteursbeteiligung	21
4.3.1 Gremien.....	21
4.3.2 Arbeitsgruppen.....	23
4.3.3 Weitere Austausch- und Konsultationsformate sowie Wechselwirkungen mit anderen Projekten.....	24
4.4 Öffentlichkeitsbeteiligung	26
4.5 Überblick Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung.....	28
5 Herausforderungen der Wärmewende und Notwendigkeit der Sektorenkopplung	29
5.1 Risiken für die Versorgungssicherheit im Transformationsprozess	29
5.1.1 Wachsende Stromnachfrage durch Wärmepumpen	29
5.1.2 Grenzen des Stromnetzes und Risiken des Netzausbau.....	30
5.1.3 Risiken durch Dunkelflauten und fehlende gesicherte Leistung.....	30
5.2 Lösungsansatz zur Risikobewältigung und Ableitung der lokalen Resilienzstrategie für den kommunalen Wärmeplan.....	31
5.2.1 Power-to-Heat	31
5.2.2 Kraft-Wärme-Kopplung	32
5.2.3 Groß-Wärmespeicher	32
5.2.4 Ableitung der lokalen Resilienzstrategie für die kommunale Wärmeplanung	33
6 Bestandsanalyse.....	34
6.1 Siedlungsstruktur und deren Auswirkungen auf die Wärmeplanung.....	34
6.2 Energie- und Treibhausgasbilanz.....	36
6.2.1 Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwassbereitung.....	36

6.2.2	Industrielle und gewerbliche Prozesswärmeanwendungen	38
6.3	Struktur des Dresdner Gebäudebestands	40
6.4	Wärme- und Kältebedarfe	43
6.4.1	Räumliche Auflösung Wärme- und Kältebedarfe	43
6.4.2	Räumliche Auflösung Sanierungszustand	45
6.5	Energieträger und Versorgungsinfrastruktur	47
6.5.1	Energieträgerverteilung	47
6.5.2	Fernwärmennetz	47
6.5.3	Nahwärmennetze	48
6.5.4	Kältenetze	49
6.5.5	Erdgasnetz	50
6.5.6	Stromnetz	51
6.5.7	Dezentrale Wärmepumpen	52
6.5.8	Sonstige Wärmelösungen	53
7	Potenzialanalyse	55
7.1	Annahmen zur Energiebedarfsentwicklung	55
7.1.1	Wärmebedarfsentwicklung im Gebäudebestand	55
7.1.2	Energiebedarfsentwicklung in der Industrie	57
7.2	Wärmequellenpotenziale	59
7.2.1	Luftwärme	59
7.2.2	Erdkollektoren (oberflächennahe Geothermie)	60
7.2.3	Erdsonden (oberflächennahe Geothermie)	62
7.2.4	Grundwasser	64
7.2.5	Abwasser	65
7.2.6	Abwärme aus Industrie und Gewerbe	67
7.2.7	Thermische Abfallbehandlung	70
7.2.8	Wasserstoff und Ergebnisse des Gasnetzgebietstransformationsplans	71
7.2.9	Solarthermie	72
7.3	Lösungen zur Potenzialnutzung für Einzelgebäude	74
7.3.1	Gebäudefeitige Voraussetzungen zur Nutzung von Umweltwärme	80
7.3.2	Luft-Wasser-Wärmepumpen und Varianten der Quellenerschließung/Systemkonfiguration	81
7.3.3	Sole-Wasser-Wärmepumpen und Varianten der Quellenerschließung/Systemkonfiguration	82
8	Voruntersuchung zu Wärmennetzen	84
8.1	Übersicht Wärmennetzarten	84
8.2	Kriterien für potentielle Wärmennetzlösungen	85
8.3	Bestands- und Ausbaugebiete für das Fernwärmennetz	86
8.4	Potenziale für Wärmennetzgebiete außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen geplanter Erweiterung	86
9	Fernwärmetransformationsplan	92
9.1	Bedeutung der Fernwärme im zukünftigen Energiesystem	92
9.2	Wesentliche Potenziale zur Dekarbonisierung der Dresdner Fernwärme	93

9.3	Erzeugungsbilanz und Emissionspfad	95
9.4	Ausbau und Nachverdichtung	95
9.5	Ausblick	95
10	Entwicklung des Zielszenarios und Wärmeversorgungsgebiete.....	96
10.1	Vorgehensweise zur Bestimmung des Zielszenarios	96
10.1.1	Was ist das Zielszenario im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung?.....	96
10.1.2	Prozessschritte zur Bestimmung des Zielszenarios.....	96
10.1.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	97
10.1.4	Bestimmung von vier Grundszenarien zur Ableitung des Zielszenarios	98
10.1.5	Vorstellung wesentlicher Szenarioparameter	101
10.2	Ergebnisse der Szenarienrechnungen	103
10.2.1	Übersicht und Vergleich der Szenarienergebnisse	103
10.2.2	Gebietsspezifische Erkenntnisse aus den Szenarioanalysen.....	109
10.2.3	Zusammenfassung wesentlicher Erkenntnisse aus den Szenarioanalysen	112
10.3	Eignungsprüfung und Eignungswahrscheinlichkeiten der Wärmeversorgungsarten	113
10.3.1	Wärmeversorgungsart „Wärmenetze“	113
10.3.2	Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetze“	115
10.3.3	Wärmeversorgungsart „Dezentral“	118
10.4	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Dresden	120
10.5	Darstellung des Zielszenarios für die klimaneutrale Wärmeversorgung Dresdens	121
10.6	Bewertung Zielszenario	129
10.6.1	Überblick	129
10.6.2	Investitionskosten	131
11	Umsetzungsstrategie und –maßnahmen.....	133
11.1	Strategischer Ansatz und Umsetzungsmaßnahmen	133
11.1.1	Strategischer Ansatz	133
11.1.2	Umsetzungsmaßnahmen.....	134
11.2	Finanzierungsaspekte	136
11.2.1	Eigenkapital	136
11.2.2	Fremdkapital.....	137
11.2.3	Fördermittel	137
11.2.5	Alternative und innovative Finanzierungsansätze	139
11.3	Umsetzungskoordination der Wärmeplanung	139
11.3.1	Organisation in der Stadtverwaltung.....	139
11.3.2	Koordination mit Infrastrukturträgern	140
11.4	Controllingprozess für die Umsetzung der Wärmeplanung	141
11.4.1	Indikatoren	142
Abkürzungsverzeichnis	147	
Anlagen	149	

1 Zusammenfassung

Zielsetzung und Kontext

Der vorliegende erste kommunale Wärmeplan der Landeshauptstadt Dresden zielt auf eine Wärmeversorgung ab, welche im Jahr 2040 weitgehend treibhausgasneutral, effizient und bezahlbar sowie sicher ist (siehe Kapitel 2). Der Wärmeplan stellt in erster Linie eine Information insbesondere für Gebäudeeigentümer in Dresden und ein strategisches Planungsinstrument für die Verwaltung und Energienetzbetreiber dar. Die Zielsetzung leitet sich einerseits aus dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) ab und folgt andererseits der Dresdner Klimaschutzstrategie, welche im beschlossenen Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEuKK) von 2013 begonnen wurde und in fortgeschriebener Weise (Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept von 2023) als Beschlussvorlage dem Stadtrat vorliegt (siehe Kapitel 3). Eine Konkretisierung der Zielsetzung erfolgte mit dem Stadtratsbeschluss V2465/23, welcher eine Integration des Wärmetransformationsplanes der Fernwärme der SachsenEnergie AG vorsieht und Vorgaben hinsichtlich Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und der Nutzung der Gasinfrastruktur für die Wärmeplanerstellung enthält. Um diese räumlichen und zeitlichen Herausforderungen systematisch zu erfassen, wurde der Wärmeplan schrittweise auf Basis einer Bestands- und einer Potenzialanalyse, eines Zielszenarios und der Ableitung eines Maßnahmenkataloges entwickelt (siehe Abbildung 1).

Der Wärmeplan gilt für das gesamte Stadtgebiet und berücksichtigt entsprechend die unterschiedlichen Siedlungsstrukturen. Bei der Erstellung des Wärmeplanes wirkten, neben der STESAD GmbH als Generalkoordinatorin, die SachsenEnergie AG und SachsenNetze GmbH als zentrale Betreiber der Energieinfrastrukturen sowie die relevanten Ämter der Stadtverwaltung und als Auftragnehmer für den technischen Wärmeplan die ESA² GmbH zusammen mit TEP Energy aus der Schweiz mit. Darüber hinaus fand in verschiedenen Formaten und Arbeitsgruppen eine breite Beteiligung verschiedener Interessengruppen, der Wissenschaft und der Öffentlichkeit statt (siehe Kapitel 4), welche wesentliche Beiträge und Hinweise zur Entwicklung dieses Wärmeplanes leistete.

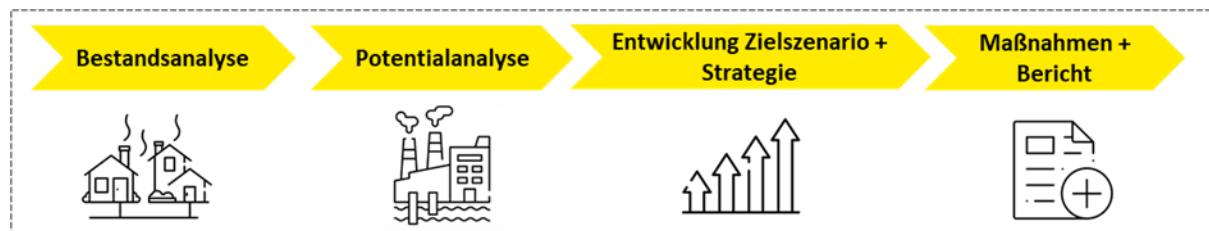


Abbildung 1: Ablauf der Wärmeplanung

Bestandsanalyse und Herausforderungen

Mit einer Einwohnerzahl von rund 575.000¹ erstreckt sich Dresden auf eine Fläche von 330 km² mit unterschiedlicher Topografie und vielfältigen Quartieren. Dies umfasst beispielsweise Gebiete mit industriellem Wohnungsbau, ländlich geprägten Dorfkernen, Villenvierteln, kleinteiligen Neubausiedlungen und Industriegebieten. Denkmalgeschützt sind rund zehn Prozent des Gebäudebestandes. Die Wohn- und Wärmedichte, Baualtersstruktur, aber auch der Denkmalschutz beeinflussen die zukünftigen Wärmelösungsoptionen. So eignen sich kompakte Zentren mit hoher Wärmedichte eher für Wärmenetze und -weiterungen, während Wärmepumpen aufgrund von Lärmschutz- oder Flächenbeschränkungen in kleinteiligeren Siedlungsstrukturen mit geringerer Wärmedichte einfacher einsetzbar und wirtschaftlicher sind. Da Dresden sich im Verhältnis zu seiner Einwohnerzahl auf eine relativ große Fläche verteilt, gibt es auch außerhalb des Kernballungsbereichs Gebiete mit höheren Wärmedichten, deren Fernwärmennetzanschluss aber wirtschaftlich nicht möglich

¹ Stand: 31.12.2024, <https://www.dresden.de/de/leben/stadtportrait/statistik/bevoelkerung-gebiet/Bevoelkerungsbestand.php> [Zugriff am 26.09.2025]

ist. Deshalb sind auch kleine Wärmenetze außerhalb des Fernwärmennetzes eine wichtige Versorgungslösung, insbesondere für den Transformationsprozess.

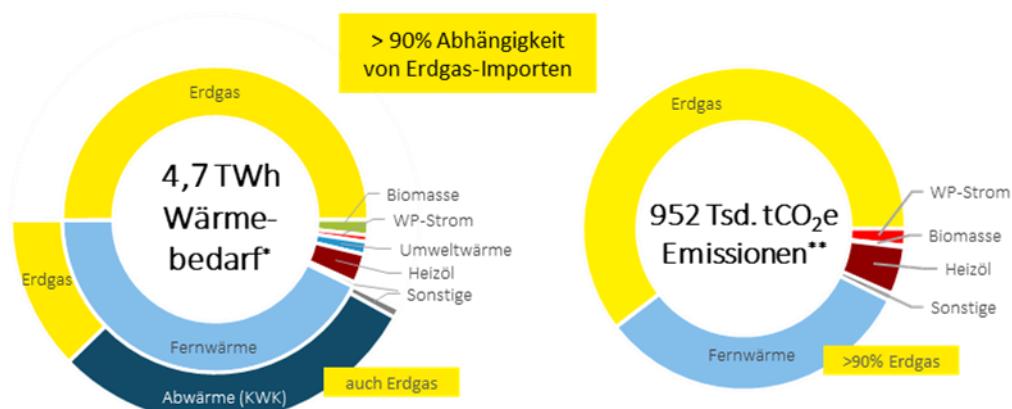


Abbildung 2: Bestandsanalyse der Wärmebedarfsdeckung und Treibhausgasemissionen

Der Wärmebedarf in Dresden beträgt rund 4,7 TWh/a (ohne Prozessenergie) und verursacht damit rund eine Million Tonnen CO₂-Äquivalente (siehe Kapitel 6.2). Dies entspricht etwa 27 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen der Stadt. Der größte Teil des Wärmebedarfs wird mit 50 Prozent direkt durch Erdgasheizungen in den Gebäuden gedeckt. Weitere rund 43 Prozent deckt die Dresdner Fernwärme ab. Hierin besteht ein großer infrastruktureller Vorteil von Dresden, da Wärmenetze zentrale Wärmequellen auf Basis von Erneuerbaren Energien und Abwärme erschließen und integrieren sowie mit Großwärmespeichern und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen² (KWK) systemdienliche Leistungen zur Entlastung des Stromnetzes erbringen können. Das gesamte Fernwärmennetz umfasst aktuell eine Länge von rund 647 km und besitzt ein Ausbau- sowie Nachverdichtungspotenzial. Der aktuelle Hauptenergieträger der Dresdner Fernwärme ist jedoch Erdgas, welches überwiegend in den KWK-Anlagen hocheffizient eingesetzt wird. Ergänzend gibt es über zehn Nahwärmennetze in Dresden mit rund 20 km Trassenlänge, welche unterschiedliche Wärmequellen wie Altholz, Hackschnitzel oder Erdgas als Energieträger nutzen. Die restlichen sieben Prozent des Dresdner Wärmebedarfs werden durch Heizöl, Biomasse, Wärmepumpen und sonstige Wärmequellen bereitgestellt. Würde diese Versorgungsstruktur nicht verändert werden, bedeutete dies neben den indirekten Umweltkosten zukünftige Ausgaben von schätzungsweise rund 200 Millionen Euro jährlich für CO₂-Zertifikate³. Hinzu kämen die jährlichen Einkaufskosten für den Import der Brennstoffe, insbesondere für Erdgas, welche Dresden und Deutschland verlassen. Allein für Erdgas entstehen bereits heute, in Abhängigkeit der Großhandelspreise, jährliche Kosten von etwa 200 Millionen Euro oder, je nach Marktentwicklung, einem Vielfachen dessen⁴.

Die Abhängigkeit vom Erdgas ist mit rund 94 Prozent der Wärmebedarfsdeckung durch direkte, oder über die Fernwärme indirekte, Nutzung außerordentlich hoch (siehe Kapitel 6.2). Damit gehen auch eine deutlich erhöhte Verwundbarkeit bei einer Engpasssituation für die Lieferung dieses Energieträgers und entsprechend hoher Folgekosten einher. Daher ist die Reduktion der Abhängigkeit von einem Energieträger, zugunsten lokaler und diversifizierter Importenergiequellen, neben der Treibhausgasminderung und der Bezahlbarkeit, zentrales Leitmotiv für den Dresdner Wärmeplan. Hierdurch wird die Resilienz der Stadt bei externen Ereignissen gestärkt, aufgrund der Reduktion der Abhängigkeit von den internationalen Energemarkten. Wichtigster Baustein dazu ist das Erschließen lokaler Wärmequellen und eine Diversifikation der darüber hinaus zu importierenden Energieträger.

Diese Erkenntnis bedeutet aber auch, dass das Erdgasnetz heute eine herausragende Versorgungsrolle (siehe Kapitel 6.5.5) in Dresden innehat und einen großen volkswirtschaftlichen Vermögenswert darstellt. Die Weiternutzung dieses Netzes mit Erdgas ist nach geltender Gesetzeslage erst ab Ende 2044 nicht mehr möglich. Es steht demnach noch langfristig zur Verfügung und sollte insbesondere mit Blick auf die Ausbaugeschwindigkeit der Wärmenetze und des Stromnetzes in relevanten Gebieten auch genutzt werden.

² Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein Verfahren zur gleichzeitigen Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme aus einer Primärenergiequelle (hier: Erdgas), wodurch der eingesetzte Brennstoff hocheffizient genutzt wird. Die Energieausbeute lässt sich so deutlich steigern.

³ Quelle: Prognose CO₂-Preise ab 2045 aus Fundamentalmodell

⁴ Erdgas-Großhandelspreis September 2025: Rund 35 Euro/MWh, Extremfall August 2022: Rund 300 Euro/MWh

Potenzialanalyse

Um die zuvor beschriebenen Herausforderungen zu lösen und den heute weitgehend durch Erdgas gedeckten Wärmebedarf auf andere Energieträger umzustellen, wurden die Potenziale für Wärmequellen auf Basis von Erneuerbaren Energien, Abwärme, aber auch für Wärmenetze vertieft analysiert und im Kapitel 7 dargestellt. In Dresden gibt es keine einzelne, besonders große und attraktive Wärmequelle, wie sie beispielsweise in Städten mit günstigen Bedingungen für Tiefengeothermie oder mit Zugang zu großen See- oder Meeresthermiekällen vorhanden ist. Hier existiert vielmehr eine kleinteilige Ansammlung verschiedener lokaler Potenziale, welche auch hinsichtlich ihrer Erschließbarkeit in Quellen für die Einzelgebäudeversorgung oder für Wärmenetze unterschieden werden können.

Das größte Potenzial besteht naturgemäß in der Nutzung der Luft als Umweltwärme. Theoretisch könnten bis zu 52 Prozent des städtischen Nutzenergiebedarfes durch Luft-Wasser-Wärmepumpen direkt (monovalent) gedeckt werden (vgl. Kapitel 7.2.1). Praktisch wird dieses Potenzial aufgrund örtlicher Gegebenheiten und höherer Strombedarfe sowie Netzlasten im Winter nicht vollständig ausgenutzt. Dennoch spielen Luft-Wasser-Wärmepumpen mit ihren gesunkenen Investitionskosten und Lärmemissionen sowie gestiegener Effizienz, weiterentwickeltem Erscheinungsbild und relativ einfacher Installation auch im Dresdner Wärmeplan eine große Rolle (siehe Kapitel 10.5). Ihr Einsatz in Bestandsgebäuden ist aufgrund der inzwischen erreichbaren Vorlauftemperaturen von mehr als 65 °C auch ohne größere Umbaumaßnahmen in den meisten Bestandsgebäuden möglich. Hierbei sollte jedoch stets fachlicher Rat eingeholt werden (siehe Anlage 1, Maßnahme 5.2 Energielotse).

Aus Energieeffizienz- und Stromnetsicht ist die Nutzung oberflächennaher Geothermie in Form von Erdsonden und Erdkollektoren oder die Nutzung von Grundwasser hingegen attraktiver. Diese Technologien können zudem auch im Sommer kostengünstig Kühlung bereitstellen. Erdsonden und Erdkollektoren haben insbesondere bei Gebäuden mit größeren Grundstücken, meist in Gebieten mit geringeren Wohndichten, gute Deckungspotenziale von bis zu 34 Prozent des städtischen Nutzenergiebedarfes (siehe Kapitel 7.2.2 und 7.2.3). Aufgrund praktischer Einschränkungen und höherer Investitionskosten wird dieses Potenzial aber nur zu einem kleinen Teil ausgeschöpft werden können. Neben der Einzelgebäudeversorgung stehen die oberflächennahe Geothermie und das Grundwasser auch als Quellen für Wärmenetze zur Verfügung. Dies wird in konkreten Wärmenetzprojekten bereits berücksichtigt (siehe beispielsweise Anlage 1, Maßnahme 2.2 Kaltes Wärmenetz Geystraße, Hellerau, Ostragehege).

Ein weiteres Potenzial, welches sich insbesondere für größere Gebäudekomplexe oder Wärmenetze eignen könnte, ist die Abwasserwärme im Kanalnetz und der Kläranlage (siehe Kapitel 7.2.5), welche mit Blick auf das Kanalnetz bei der Entwicklung von Quartierskonzepten berücksichtigt werden soll. Aufgrund komplexer Anforderungen ist die Nutzung dieses Potenzials in lokalen Machbarkeitsstudien zu untersuchen.

Die Abwärme aus Industrie- und Gewerbeprozessen stellt ein weiteres wichtiges Wärmequellenpotenzial dar (siehe Kapitel 7.2.6). In Dresden gibt es registrierte Abwärmepotenziale in Höhe von 127 GWh/a, wobei solche mit hohem Temperaturniveau (über 110 °C) nur rund 20 Prozent ausmachen. Dafür gibt es im Temperaturbereich von 20 bis 65 °C größere Abwärmemengen, beispielsweise aus Rechenzentren. Die größten Einzelpotenziale bestehen in der Halbleiterindustrie. Über die registrierten Potenziale hinaus wird das nutzbare Gesamtabwärmepotenzial auf bis zu 825 GWh/a geschätzt, was etwa 18 Prozent des Dresdner Wärmebedarfs entspricht. Auch dieses wird jedoch aus praktischen Einschränkungen heraus nicht vollständig nutzbar sein. Ein besonderes, noch nicht genutztes, Abwärmepotenzial besteht in der Errichtung einer thermischen Abfallbehandlungsanlage. Die relevanten Dresdner Abfallmengen stellen eine sinnvolle und kostengünstige Wärmequelle dar, da sie aktuell ohnehin einer thermischen Behandlung zugeführt werden, die Abwärme bislang jedoch weitgehend ungenutzt bleibt (siehe Kapitel 7.2.7).

Auch das Potenzial für Solarthermie wurde betrachtet und stellt als Ergänzung in Kombination mit anderen Wärmequellen und -erzeugern eine wichtige Ertrags- und Optimierungsmöglichkeit dar. Als alleinige Wärmequelle für die ganzjährige Wärmebedarfsdeckung ist sie jedoch in der Regel nicht nutzbar.

Mit den KWK-Anlagen der Fernwärme, aber auch einzelnen Industrie- und Gewerbebetrieben sowie Sonderanwendungen gibt es zudem absehbar einen langfristigen Bedarf an einer Gasversorgung, wobei eine Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff geplant wird. Der klimaneutrale Wasserstoff könnte, sofern es wirtschaftlich und aufgrund fehlender günstigerer Versorgungsalternativen notwendig ist, auch ein Potenzial zur Versorgung von Teilen des heutigen Gasnetzes darstellen. Der

Anschluss von Dresden an das Wasserstoffkernnetz soll ab 2032 erfolgen. Trotz der technisch relativ einfachen Umstellbarkeit und Weiternutzung des Gasnetzes unterliegt die zukünftige Versorgung mit Wasserstoff sehr hohen Unsicherheiten, insbesondere hinsichtlich Verfügbarkeit und Preisniveau (siehe Kapitel 7.2.8). Da Wasserstoff insbesondere für Teile der Prozessenergie in der Industrie benötigt wird und zusätzlich auch zur Deckung des Kraftwerksbedarfs vorgesehen ist, lässt sich derzeit nicht absehen, ob und wann eine weitergehende Versorgung wirtschaftlich werden könnte.

Einen großen Untersuchungsumfang im Dresdner Wärmeplan nehmen die Wärmenetzpotenziale ein. Dabei wurde deren wirtschaftliche Umsetzbarkeit anhand verschiedener lokaler Kriterien, insbesondere der Wärmedichten, Siedlungsstrukturen, Wärmequellenpotenziale oder bereits vorhandener Wärmenetzstrukturen, abgeschätzt. Diese unterscheidet sich zwischen sicheren Ausbaugebieten der Fernwärme sowie Gebieten mit hohem und mittlerem Potenzial für ein Wärmenetz (siehe Kapitel 8.4), was zur Entwicklung des Zielszenarios genutzt wird.

Zielszenario und Wärmeversorgungsgebiete

Das Zielszenario des Dresdner Wärmeplanes versucht die skizzierten Herausforderungen aus der Bestandsanalyse unter Berücksichtigung der genannten Potenziale mittels einer räumlich und zeitlich differenzierten Strategie zu lösen. Dazu wurden zunächst vier verschiedene Zukunftsentwicklungen mit entsprechend unterschiedlich verfügbaren Wärmelösungsoptionen berechnet. Konkret unterschieden sie sich zum Beispiel in der Verfügbarkeit von neuen Wärme- und Wasserstoffnetzen sowie unterschiedlichen Energieträgerpreisen. Die Berechnungen erfolgten für rund 69.000 beheizte Gebäude in Dresden, woraus abgeleitet werden konnte, welche Technologien sich in den einzelnen Gebieten in allen Berechnungen immer durchsetzen und wo es Unterschiede, das heißt Unsicherheiten, gibt. Zudem konnten die Zusatzlasten für das Stromnetz und Investitionsbedarfe für Wärmeerzeuger und neue Wärmenetze abgeschätzt werden (siehe Kapitel 10.2). Aus der Zusammenführung der Erkenntnisse wurde das Zielszenario mit (teil-) blockscharfer Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete (siehe Abbildung 3) herausgearbeitet.

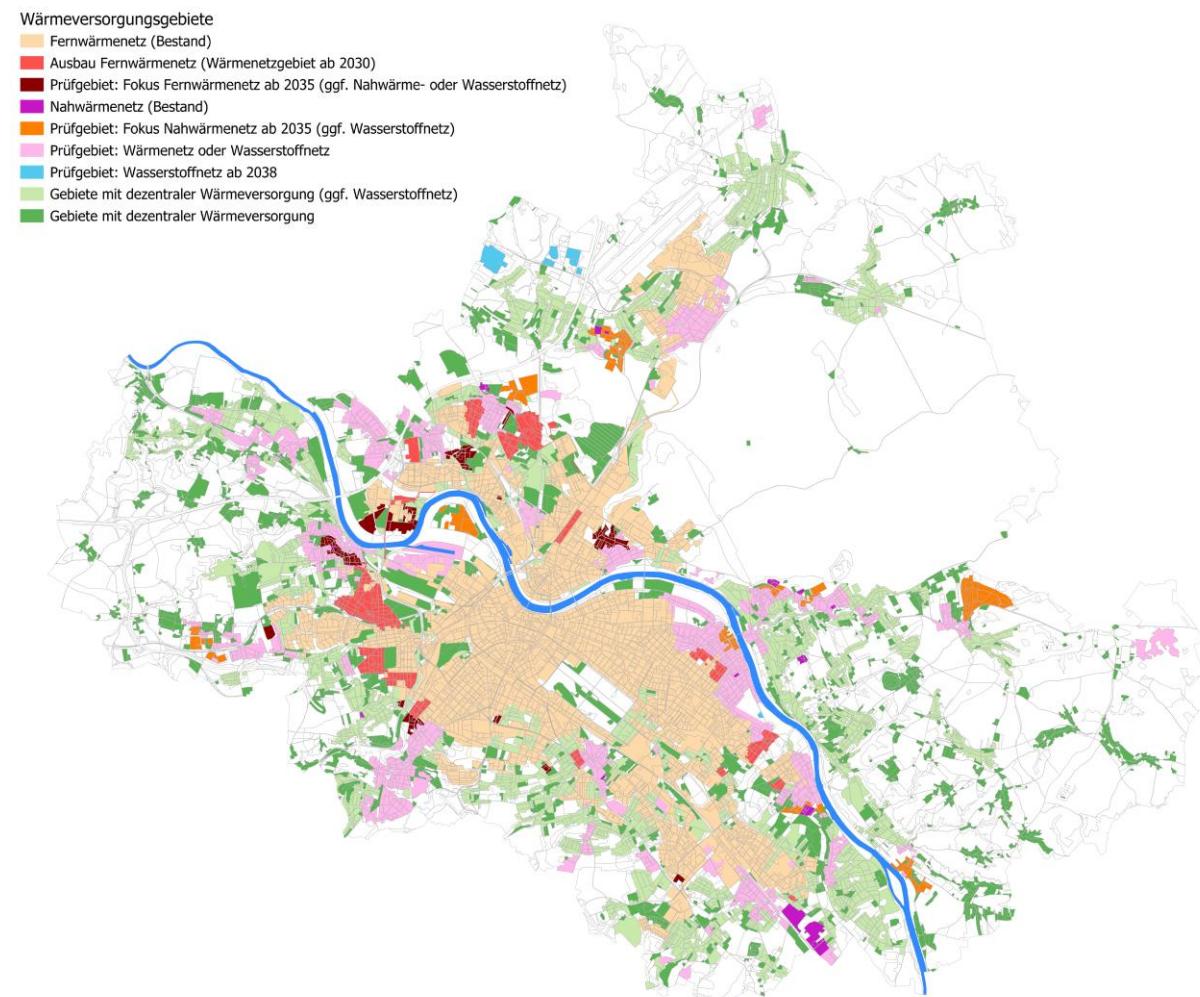


Abbildung 3: Entwurf Wärmeversorgungsgebiete Dresden

Vereinfacht gesagt werden Gebiete mit hoher Wärmedichte und nur geringen alternativen Versorgungspotenzialen auf Gebäudeebene vorzugsweise durch Wärmenetze, insbesondere durch Fernwärme, erschlossen. Grund dafür ist, dass Wärmenetze zentrale Wärmequellen integrieren können und über nicht-strombasierte Spitzenlast erzeuger sowie Großwärmespeicher verfügen. Sie können somit in Zeiten eines Stromüberangebots mithilfe von Power-to-Heat-Wärmeerzeugern günstig Wärme bereitstellen und speichern. In Zeiten von geringer Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien können Sie hingegen auf alternative Quellen beziehungsweise KWK-Abwärme und gespeicherte Wärme zurückgreifen. Damit wird eine möglichst kostengünstige und effiziente Versorgung durch Wärmenetze bei gleichzeitiger Entlastung des Stromnetzes erreicht. Dies ist ein unmittelbarer Beitrag zur Versorgungssicherheit und Teil der lokalen Resilienzstrategie des Dresdner Wärmeplanes (siehe Kapitel 5.2). Für die Bestandsgebiete der Fern- und Nahwärme, sowie für die Ausbaugebiete der Fernwärme in Abbildung 3 ist der Anschluss an das jeweilige Wärmenetz grundsätzlich die empfohlene Wärmelösung. Die Prüfgebiete mit Fokus auf Nahwärmenetze besitzen grundsätzlich ein hohes Potenzial für die wirtschaftliche Umsetzung eines Nahwärmenetzes. Eine vertiefte Prüfung soll bis Ende 2028 in Machbarkeitsstudien erfolgen. Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen, welche ihre Standorte in diesen Gebieten haben, können über den digitalen Energioletzen⁵ eine Interessensbekundung für einen Nahwärmeanschluss abgeben, welche bei der weiteren Prüfung mitberücksichtigt wird. In den Prüfgebieten Fernwärme sollten Betroffene bis zur Entscheidung über das Ausbaugebiet beim Fernwärmenetzbetreiber SachsenEnergie AG anfragen. Für alle anderen Prüfgebiete wird bis voraussichtlich Mitte 2028 eine Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff vertieft geprüft. Sollte dies nicht erfolgreich sein, werden in diesen Gebieten vorrangig Wärmenetze als Alternative untersucht und in Umsetzung gebracht. Aktuelle Entwicklungen in den Gebieten werden auf dem digitalen Energioletzen veröffentlicht.

In den Gebieten für die dezentrale Wärmeversorgung bestehen meist eine relativ geringe Wärmedichte und ausreichend lokale Wärmequellenpotenziale, wodurch Einzelgebäudelösungen in der Regel am wirtschaftlichsten sind. Insbesondere die intelligente Kopplung von Wärmepumpe, Photovoltaikanlage, Stromspeicher und gegebenenfalls Elektromobilität bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit und kann, mindestens stundenweise, auch das Stromnetz entlasten. Aufgrund einer lockeren Bebauung und geringeren Wärmelasten in diesen Gebieten wird die Verstärkung des Stromverteilnetzes als grundsätzlich machbar angesehen. Dennoch sind auch in diesen Gebieten die Entwicklung kleiner Gebäude- oder Nachbarschaftsnetze, zur gemeinsamen Erschließung von Wärmequellen und reduzierten Investitionskosten pro Gebäudeeigentümer, eine mögliche Alternative. Hierzu sollen Informationen im digitalen Energioletzen bereitgestellt und Beispielprojekte entwickelt werden.

Aus den vorstehenden Gebietseinteilungen und Empfehlungen ergibt sich auch die zeitliche Abfolge. Die geschaffene Klarheit in den Fernwärmebestands- und -ausbaugebieten, in den Nahwärmebestandsgebieten und den Gebieten der dezentralen Versorgung soll eine erste Transformationsdynamik entwickeln. Ressourcen sollen hier priorität eingesetzt werden. Parallel werden die Prüfgebiete bis 2028 analysiert und hinsichtlich ihrer Umsetzungszeitpunkte priorisiert. Die daraus entstehenden Klarheiten sollen eine zweite Transformationsdynamik entwickeln. Diese wird voraussichtlich erst Anfang beziehungsweise Mitte der 2030er-Jahre greifen, da mit der Fertigstellung neuer Wärmenetze, aber auch der Verfügbarkeit von Wasserstoff, erst dann zu rechnen sein wird. In der Übergangszeit wird es den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern in diesen Gebieten durch den Ausweis von Wärmenetz- oder Wasserstoffausbaugebieten möglich sein, bis zum Anschluss beziehungsweise bis zur Umstellung des Netzes die aktuelle Wärmeerzeugung zu 100 Prozent weiter zu nutzen. Entsprechende Übergangslösungen und -verträge werden in der Regel von den zukünftigen Netzbetreibern angeboten. Somit entzerren sich die lokalen Ausbaubedarfe des Stromnetzes auch zeitlich.

In Abbildung 4 ist der sich im Zielszenario einstellende Treibhausgaspfad abgebildet. Die Treibhausgasneutralität ist, wie im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK), auf eine Reduktion von 95 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 definiert. Sie wird im Jahr 2040 annähernd erreicht. Um das Ziel im Jahr 2040 vollständig zu erreichen wären aus heutiger Sicht zusätzliche Energieeffizienzanstrengungen von durchschnittlich etwa sechs Prozent bezogen auf den Endenergiebedarf notwendig. Die Zusammensetzung der Wärmelösungen zur Deckung der Wärmebedarfe im Zielszenario ändert sich: Fast zwei Drittel werden über Wärmenetze, vorrangig Fernwärme, bereitgestellt. Etwa 26 Prozent entfallen auf Wärmepumpenanwendungen, wobei acht Prozent Strom eingesetzt werden, um 18 Prozent Umweltwärme zu heben. Der Biomasseanteil steigt auf rund sieben Prozent. Wasserstoff wurde auf Grund des Prüfstatus hier noch nicht berücksichtigt.

⁵ www.dresden.de/energielotse

Sollte er zukünftig eingesetzt werden, würde er voraussichtlich vor allem den Einsatz von Biomasse und Wärmepumpen reduzieren.

Investitionsbedarfe und Finanzierung

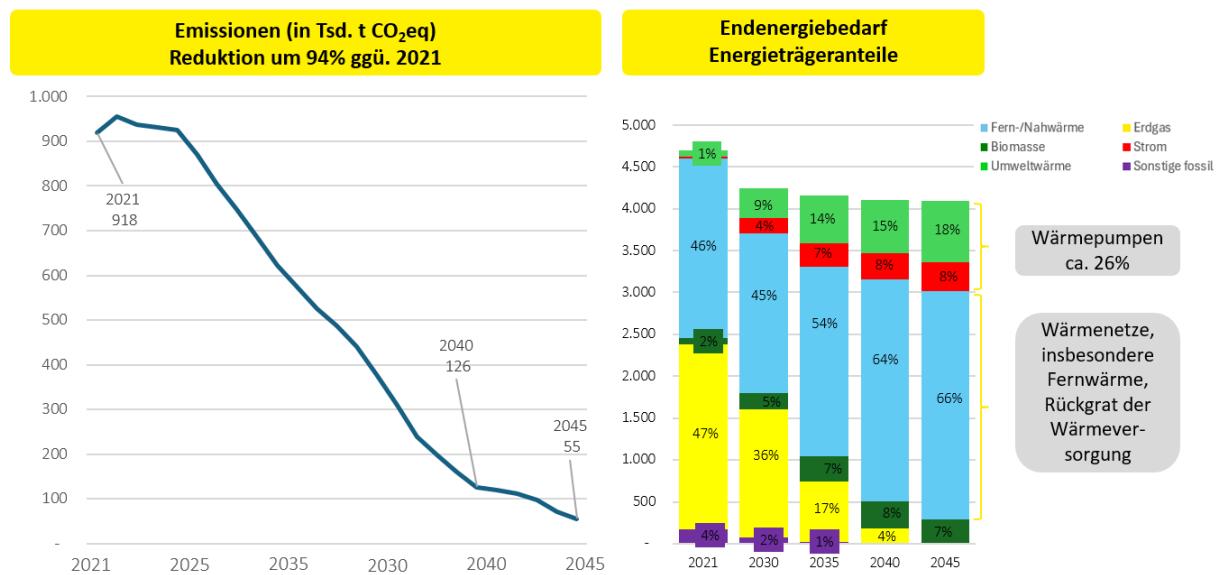


Abbildung 4: Entwicklung Treibhausgasemissionen im Wärmebereich (ohne Prozessenergie) und Energieträgeranteile

Zu Erreichung dieses Zielszenarios sind Investitionen der Gebäudeeigentümer in Dresden von etwa 2,26 Milliarden Euro in die Wärmeerzeugerwechsel sowie mindestens 690 Millionen Euro in die Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude nötig. Hinzu kommen geschätzte 330 Millionen Euro für den Stromnetzausbau, welche durch die SachsenNetze GmbH aufgebracht und über Stromnetzentgelte refinanziert werden müssen. Der größte Investitionsbedarf für Energienetze entsteht mit rund 1,77 Milliarden Euro für Ausbau, Verdichtung und Umstellung des Erzeugerparks des Dresdner Fernwärmesystems. Dieser Betrag muss von der SachsenEnergie AG aufgebracht werden und soll dazu beitragen, künftig wettbewerbsfähige Preise zu gewährleisten. Die Investitionen für neue Nahwärmenetze werden auf etwa 130 Millionen Euro taxiert, die von den Wärmenetzbetreibern aufzubringen und über wettbewerbsfähige Preise durch die Nutzung zu refinanzieren sind. Die Wettbewerbsfähigkeit der Preise ist auch deshalb wichtig, da kein Anschluss- und Benutzungzwang vorgesehen ist, sodass Alternativen für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zulässig sind. In Summe sind etwa fünf Milliarden Euro für eine resilenter, bezahlbare und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung von den verschiedenen Akteuren zu investieren (siehe Kapitel 10.6). Damit werden hohe Betriebskosten durch die zukünftig steigenden CO₂-Kosten vermieden und durch weitgehende Entkopplung von internationalen Energiemarkten eine hohe Preisstabilität erreicht. Zudem ist zu beachten, dass etwa ein Drittel dieser Investitionsbedarfe ohnehin anfallende Ersatzinvestitionen für beispielsweise Wärmeerzeugeranlagen oder Leitungskomponenten, deren technischen Lebensdauer endet, umfassen. Auch zusätzliche Strombedarfe aus anderen Anwendungen, wie der Elektromobilität, profitieren vom Stromnetzausbau und der lokalen Resilienzstrategie. Insofern stellen die Investitionsbedarfe verteilt auf die nächsten 15 Jahre eine grundsätzlich leistbare Anstrengung mit positiven Effekten auch für die wirtschaftliche Entwicklung dar.

Die Finanzierung der Investitionen erfolgt durch Eigenkapital und klassische Fremdfinanzierung (Kreditaufnahmen), aber auch über Fördermittel von EU, Bund und Land. Darüber hinaus sind insbesondere für Wärmenetzinvestitionen weitere innovative Finanzierungsinstrumente, wie Genussscheine für Privatpersonen, Projektgesellschaften für Teilnetze oder Bürgerenergiegenossenschaften, zu prüfen (siehe Kapitel 11).

Umsetzungsstrategie und Monitoring

Das Zielszenario soll durch die Umsetzung der entwickelten sechs Maßnahmenpakete (siehe Abbildung 5 sowie Kapitel 11) durch die verschiedenen verantwortlichen Akteure und eine angepasste Prozessstruktur für die Umsetzungskoordination und das Monitoring erreicht werden. Die Prozessstruktur soll die Entwicklungen unter Einbezug der Netzbetreiber und beteiligter

Verwaltungseinheiten sowie mit Akteuren aus der Stadtgesellschaft aktiv begleiten und gegebenenfalls frühzeitig Korrekturbedarfe erkennen.

Bezeichnung Maßnahmenpaket	Anzahl Maßn.	Schwerpunkt	Federführung
1. Dekarbonisierung, Erweiterung und Verdichtung des Fernwärmennetzes	14	U - FW	SachsenEnergie AG Wärmetransformationsplan Fernwärme
2. Auf- und Ausbau weiterer Wärmennetze	5	P&U - NW	Gebietsabhängig: LHD / SachsenEnergie AG
3. Weiterentwicklung Strom- und Gasnetz	3	P - H ₂ P&U - Strom	Erstellung: SachseNetze GmbH Einarbeitung in Fortschreibung KWP: LHD
4. Unterstützung der Wirtschaft	4	U - DZ + alle	
5. Information, Beratung und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger	2	U - DZ + alle	i.d.R. LHD, mit unterschiedlichen Mitwirkenden wie SachsenEnergie AG, Verbraucherzentrale, etc.
6. Städtische Werkzeuge und Fortschreibung	8	U - alle	

Abkürzungen: U = Umsetzung, P = Prüfung, FW = Fernwärme, NW = Nahwärme, H₂ = Wasserstoffnetz, DZ = dezentrale Versorgung

Abbildung 5: Übersicht Maßnahmenpakete

Ein zentrales Maßnahmenpaket dafür ist das Maßnahmenpaket 1, welches wichtige Maßnahmen des Transformationsplanes der Fernwärme enthält. Dieser wurde ebenfalls mit Fokus auf Bezahlbarkeit, aber auch Versorgungssicherheit durch die SachsenEnergie AG entwickelt und erschließt diverse Wärmequellenpotenziale wie zum Beispiel Flusswasserwärme, Grubenwasserwärme, Abwasserwärme, die thermische Abfallverwertung, Industrieabwärme, Solarthermie, Tiefengeothermie und Luft (siehe Kapitel 9). Zudem werden zeitnah Großwärmespeicher erweitert beziehungsweise gebaut und in den 2030iger Jahren die KWK-Anlagen auf Wasserstoff umgestellt. Somit wird Dresden auch in Zukunft über witterungsunabhängige Kraftwerke zur Stromerzeugung verfügen.

Zwei weitere Maßnahmenpaketen umfassen den Auf- und Ausbau kleinerer Wärmennetze außerhalb der Fernwärme sowie die Weiterentwicklung von Strom- und Gasnetz. Die Beratung der Bürgerschaft und Unternehmen fokussiert, neben dem Aufzeigen der standortbezogenen Empfehlungen des Wärmeplans, der Vorstellung möglicher Wärmelösungen und passender Ansprechpartner, insbesondere Umsetzungshinweise für Energieeffizienz und wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen. Abschließen beinhalten die kommunalen Umsetzungsinstrumente die Fortschreibung des Wärmeplans, welche insbesondere mit Blick auf die Prüfgebiete erforderlich ist und deshalb möglichst bis 2028 erfolgen soll. Das Monitoring umfasst neben zentralen Indikatoren, wie der Treibhausgasentwicklung und der Kostenentwicklung im Wärmebereich, auch die Entwicklung von Interessensbekundungen für Nahwärmennetze und Rückmeldungen zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete über den digitalen Energieträger. Das Monitoring berücksichtigt, neben zentralen Indikatoren wie der Treibhausgas- und Kostenentwicklung im Wärmebereich, auch die Zahl der Interessensbekundungen für Nahwärmennetze sowie Rückmeldungen zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete über den digitalen Energieträger. Schließlich werden die in den Maßnahmenpaketen definierten Meilensteine nachgehalten.

Vorteile für Dresden – Chancen Nutzen und Risiken minimieren

Der erste Wärmeplan für Dresden bietet viele Vorteile (siehe Abbildung 6). Er reduziert die Importabhängigkeit der Wärmeversorgung erheblich: Zukünftig sollen mindestens 43 Prozent des Dresdner Wärmebedarfs lokal gedeckt werden – durch Umweltwärme, Abwärme, Restabfall und Ähnliches. Gleichzeitig wird der übrige zu importierende Energieträgerbedarf auf Strom, Wasserstoff und Biomasse diversifiziert – und zu großen Teilen in der Region beziehungsweise in Deutschland und Europa beschaffbar sein. Dadurch sinkt der Anteil zu importierender Energiemengen von außerhalb Europas auf unter zehn Prozent.



Abbildung 6: Schematische Darstellung der Wärmestrategie-Vorteile: Energieträger-Diversifizierung, volkswirtschaftliche Stärkung,

Volkswirtschaftlich stärkt der Wärmeplan die Dresdner Region: Er reduziert den Finanzmittelabfluss für energiebezogene Einkaufskosten außerhalb Dresdens, vermeidet hohe CO₂-Kosten in der Zukunft, schafft nachhaltige Arbeitsplätze für das ausführende Handwerk, Baufirmen, Planungsbüros, Energieberaterinnen und -berater und bietet Standortvorteile durch „Grüne Wärme“ für die Industrie. Der für die Transformation zwingend notwendige technologische Fortschritt aus Digitalisierung, Flexibilisierung und neuen Erzeugungstechnologien im Energiesystem stärkt den Forschungsstandort Dresden und fördert Innovationen. Um diese Chancen zu nutzen, müssen die Risiken im Blick behalten werden. Diese bestehen zum Beispiel in einem unkoordinierten Ausbau neuer Wärmetechnologien, welche einen effizienten Ausbau der Energieinfrastrukturen erschweren würde. Zudem wäre es riskant, angesichts bestehender Unsicherheiten und Interessenkonflikte zu lange an fossilen Energieträgern festzuhalten und dadurch in eine Kosten- und Abhängigkeitsfalle zu geraten. Das größte Risiko besteht in einer geringen Akzeptanz des Wärmeplanes. Hierbei spielen Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit eine wesentliche Rolle. Schließlich stellen die Fachkräfteentwicklung, der Finanzierungsbedarf und das Zustandekommen neuer Wärmenetze selbst sowie die Verfügbarkeit von Wasserstoff Herausforderungen für die Umsetzung dar. Diesen Risiken begegnet der Wärmeplan mit einer ausgewogenen und auf Versorgungssicherheit ausgerichteten Weiterentwicklung der Energieinfrastrukturen: Wärmenetze werden verdichtet und ausgebaut und bilden damit das Rückgrat der Wärmeversorgung in Dresden. Das Gasnetz fungiert als Übergangstechnologie, bis Wärmenetze und ertüchtigte Stromnetze flächendeckend verfügbar sind. Wasserstoff stellt eine langfristige Option für Gebiete mit besonderen Herausforderungen oder Prozessenergiebedarfen dar. Sämtliche Maßnahmen adressieren die genannten Risiken und Herausforderungen und sollen frühzeitig, spätestens im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans, möglichen Korrekturbedarf aufzeigen

Der Wärmeplan als Teil der Dresdner Klimaschutzstrategie zeigt für den Bereich Wärme, dass eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis 2040 erreicht werden kann. Die konkret beschriebenen Maßnahmen erleichtern zudem den Zugang zu EU-Mitteln für Projekte in Dresden. Parallel dazu werden gezielte Informationsangebote für Bürgerschaft und Unternehmen ausgebaut, um Unsicherheiten zu reduzieren und innovative Lösungen verständlich zu machen. Der Wärmenetzausbau sowie die Nutzung lokaler Wärmequellen sind dabei zentrale Elemente für das Erreichen einer höheren Resilienz und Preisstabilität, während das Gasnetz langfristig für den Transformationsprozess zur Verfügung steht.

2 Zielstellung

Die Landeshauptstadt Dresden muss laut Klimaschutzgesetz (KSG) bis spätestens 2045 treibhausgasneutral werden. Mit dem fortgeschriebenen Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK) liegt ein Beschlussvorschlag der Stadtverwaltung im Stadtrat, welcher dieses Ziel bereits im Jahr 2040 erreichen will. Für beide Zieljahre ist die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien, Abwärmenutzung und weitere treibhausgasarme Technologien ein wesentlicher Beitrag zur Zielerreichung. Der kommunale Wärmeplan zeigt einen aus heutiger Sicht zu bevorzugenden und räumlich aufgelösten Weg hin zu einer treibhausgasneutralen, sicheren und bezahlbaren Wärmeversorgung auf und ist Teil der Dresdner Klimaschutzstrategie.

„Sicher“ heißt, dass systemisch gedacht wird. So wurden zum Beispiel die Auswirkungen auf das Stromnetz betrachtet und systemdienliche Lösungsansätze im Wärmeplan eingebettet. Um die Bezahlbarkeit der Wärme im Blick zu behalten, wurde der Ansatz verfolgt, die lokal wirtschaftlichsten Optionen zu berücksichtigen und insbesondere Gebiete mit einer geringen Anzahl oder relativ teuren Wärmelösungsalternativen genauer hinsichtlich netzgebundener Lösungen zu analysieren. Der räumlich aufgelöste Ansatz, welcher die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt, soll den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern, Infraukturbetreibern, Planungs- und Genehmigungsbehörden hilfreiche Empfehlungen und Informationen bieten und sich zukünftig auch in der Bauleitplanung wiederfinden.

Um die räumlich aufgelösten Empfehlungen und Wärmeversorgungsgebiete ermitteln zu können, wurden die aktuellen Wärmebedarfe und Energieträger sowie die potenziellen Wärmelösungsalternativen der Gebäude in allen Stadtteilen betrachtet. Auf dieser Basis wurde ein Zielszenario entwickelt, das lokal die Eignung für neue Wärmenetze, die Verdichtung oder den Ausbau bestehender Wärmenetze, Wasserstoffnetze sowie dezentrale Heiztechnologien einschätzt.

Zur Erreichung des Zielszenarios wurden Maßnahmen aufgenommen und entwickelt, um die Umsetzung zu unterstützen oder, wo notwendig, vertiefte Prüfungen durchzuführen. Diese reichen von der Dekarbonisierung und dem Ausbau des Fernwärmennetzes durch die SachsenEnergie AG über den Auf- und Ausbau weiterer Wärmenetze, die Unterstützung der Bürgerschaft und der Wirtschaft bis hin zur Fortführung der kommunalen Wärmeplanung. Dabei soll die kommunale Wärmeplanung vor allem Orientierung bieten: Alle Dresdnerinnen und Dresdner, Unternehmen und öffentliche Institutionen können sich zur Eignung von klimafreundlichen Wärmeversorgungslösungen in ihrem Wohngebiet oder an ihrem Standort informieren. Der kommunale Wärmeplan bietet eine erste Einschätzung, ersetzt aber keine Energieberatung und keine Machbarkeitsstudie für den Auf- oder Ausbau eines Wärmenetzes. Zudem beinhaltet der erste Dresdner Wärmeplan aufgrund von Unsicherheiten hinsichtlich zu treffender Investitionsentscheidungen, beispielsweise bei neuen Wärmenetzen, noch Prüfgebiete, in denen bis zur Fortschreibung des Wärmeplanes Klarheit geschaffen wird. Die interaktive Bereitstellung der Informationen des Wärmeplanes wird nutzerfreundlich ab 2026 in Form des digitalen Dresdner Energielotsen erfolgen.

Die Erarbeitung des Plans war ein gemeinschaftliches Projekt zahlreicher lokaler Akteure. Federführend war die Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung der Landeshauptstadt Dresden. Die Generalkoordination hinsichtlich Projekt- und Beteiligungsmanagement sowie Berichterstellung leistete die STESAD GmbH. Die SachsenEnergie AG als Betreiberin des zentralen Fernwärmennetzes und weiterer Wärmenetze, die SachsenNetze GmbH als Betreiberin des Gas- und des Stromnetzes sowie eine „Kompetenzgruppe Wärme“ brachten fachliche Expertise ein. Darüber hinaus waren mehrere Ämter der Stadtverwaltung in den Prozess eingebunden. Ferner wurden auch die Wohnungswirtschaft, die umsetzenden Handwerksvertretungen und planenden, wie auch beratenden Unternehmensverbände, Umweltinitiativen sowie die Bürgerschaft am Prozess in unterschiedlichen Formaten beteiligt. Für technische Analysen, Modellierungen, Prüfung und Integration von Vorarbeiten aus dem IEK, sowie der Ermittlung von Nahwärmennetzpotenzialen und der Entwicklung des Zielszenarios wurden die ESA² GmbH zusammen mit TEP Energy beauftragt.

3 Rechtliche und kommunale Rahmenbedingungen

3.1 Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Dresden

Das Klimaschutzgesetz (KSG)⁶ definiert als übergeordnete Zielstellung die Treibhausgasneutralität Deutschlands bis spätestens 2045. Hierfür sollen die Emissionen bis 2030 um mindestens 65 Prozent und bis 2040 um mindestens 88 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden. Ab dem Jahr 2050 ist vorgesehen, dass die verbleibenden Restemissionen vollständig durch Senken ausgeglichen werden. Diese Zielsetzungen bilden den verbindlichen Rahmen für alle Sektoren, einschließlich der Wärmeversorgung, und erfordern sowohl tiefgreifende Effizienzsteigerungen als auch einen umfassenden Umstieg auf erneuerbare Energien.

Das fortgeschriebene Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK) beschreibt die Klimaschutzstrategie der Landeshauptstadt Dresden und befindet sich aktuell (Stand September 2025) als Beschlussvorlage der Verwaltung in der Beratungsfolge des Dresdner Stadtrats. Es soll das in 2013 beschlossene Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK, 2013)⁷ aktualisieren. Bis Ende 2023 wurde im Rahmen des IEK bereits eine umfassende Bestands- und Potenzialanalyse für den Bereich der Wärmeversorgung in Dresden erstellt. Der vorliegende Wärmeplan baut auf diesen Ergebnissen auf und entwickelt diese weiter beziehungsweise konkretisiert sie. Die Weiterentwicklung bezieht sich insbesondere auf die Bestimmung und Berechnung neuer potenzieller oder den Ausbau bestehender Wärmenetze sowie auf die Integration von Erkenntnissen aus dem Netzausbauplan Strom (2024) und Annahmen zur Wasserstoffnetzentwicklung für den Gebäudebereich der SachsenNetze GmbH, sowie einer räumlichen Definition von Wärmeversorgungsgebieten als strategische Grundlage für die Energie-Infrastrukturentwicklung. Wie in Abbildung 7 zu erkennen, bildet das IEK die Klammer der Klimaschutzfachplanungen, wobei die Wärmeplanung insbesondere die Detailplanungen zur Dekarbonisierung der Fernwärme, Quartiers- und Nahwärmennetzkonzepte sowie Aspekte aus dem Gasnetztransformationsplan integriert.

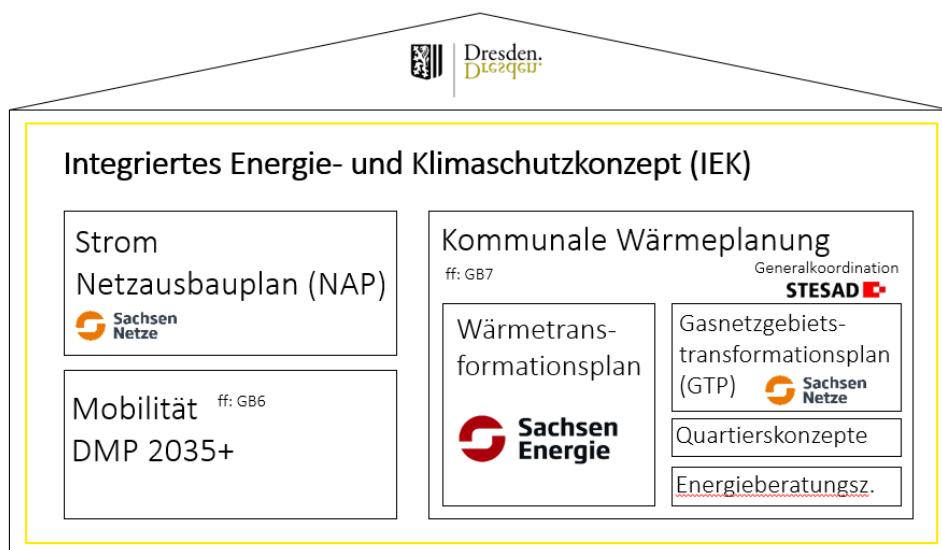


Abbildung 7: Übersicht der energie- und klimaschutzrelevanten Konzepte in Dresden

⁶ Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist

⁷ SR/056 zu V2021/12 am 20. Juni 2013 „Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Dresden 2030“

3.2 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz

Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze

Das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG)⁸ trat am 1. Januar 2024 in Kraft. Damit einher gingen auch Änderungen am Baugesetzbuch (BauGB)⁹ und am Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)¹⁰. Nach § 8 WPG sind zunächst die Länder dazu verpflichtet sicherzustellen, dass auf ihren Hoheitsgebieten Wärmepläne erstellt und veröffentlicht werden. Die Sächsische Wärmeplanungsverordnung¹¹ überträgt diese Pflichtaufgabe auf die Gemeinden. Für Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern, wie Dresden, gilt hierfür die Frist 30. Juni 2026. Für kleinere Gemeindegebiete sind Wärmepläne erst bis zum 30. Juni 2028 zu erstellen.

Die Unverbindlichkeit der Wärmeplanung wird an mehreren Stellen des Gesetzes benannt. So ist diese nach § 3 Abs. 1 Nr. 20 WPG „eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung“. In § 18 Abs. 2 S. 2 wird klargestellt: „Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen“. Als strategisches Planungsinstrument mit informatorischem Inhalt hat der kommunale Wärmeplan gemäß § 23 Abs. 4 WPG „keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte und Pflichten“. Jedoch gibt es Pflichten für die Berücksichtigung der Darstellungen in Wärmeplänen: Diese sind von den Kommunen bei der Aufstellung von Bauleitplänen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 g) BauGB sowie bei Ausweisungsentscheidungen nach § 26 Abs. 1 WPG zu beachten. Berücksichtigungspflichten für Betreiber von Energie- und Versorgungsnetzen ergeben sich für die Energieinfrastrukturplanung (§ 8 Abs. 2 WPG) und für die Erstellung von Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen (§ 32 Abs. 5 WPG).

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt den Ablauf der Wärmeplanung in § 13 vor. Sie umfasst die folgenden Schritte:

- Beschluss der planungsverantwortlichen Stelle zur Durchführung der Wärmeplanung
- Eignungsprüfung
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios
- Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr
- Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen

Gebäudeenergiegesetz

Neben dem WPG trat zum 1. Januar 2024 die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)¹² in Kraft. In § 71 Abs. 8 S. 3 sieht das GEG vor, dass in Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern (folglich auch in Dresden) ab dem 1. Juli 2026 neue Heizungsanlagen nur dann aufgestellt oder in Betrieb genommen werden dürfen, wenn diese mindestens 65 Prozent der bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen (§ 71 Abs. 1 GEG). Dies gilt für Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden sowie für Neubauten in Baulücken. Für Neubauten in Neubaugebieten gilt die Vorgabe bereits ab dem 1. Januar 2024.

Die Fristen des GEG sind auf die des WPG für die Erstellung der Wärmepläne abgestimmt, von diesen aber unabhängig. Das heißt, dass die Regelungen des GEG in Dresden auch dann erst zum 1. Juli 2026 greifen, wenn der Wärmeplan vorfristig erstellt würde. Der Wärmeplan soll als Informationsquelle für bestehende und zukünftige Heiz- beziehungsweise

⁸ Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394).

⁹ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist

¹⁰ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 323) geändert worden ist

¹¹ Sächsische Wärmeplanungsverordnung vom 17. Juni 2025 (SächsGVBl. S. 252).

¹² Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist

Anschlussmöglichkeiten dienen. Wird der Wärmeplan nicht rechtzeitig (und damit pflichtwidrig) erstellt, greifen die Vorgaben des GEG trotzdem.

Relevante Verknüpfung und Wirkung von WPG und GEG

Abbildung 8 zeigt zunächst im oberen dunkelgrau umrandeten Rahmen die Kernaufgabe des Wärmeplanes: Die Darstellung von WärmeverSORGungsgebieten, welche an sich keine unmittelbare Dritt- oder Außenwirkung besitzen.

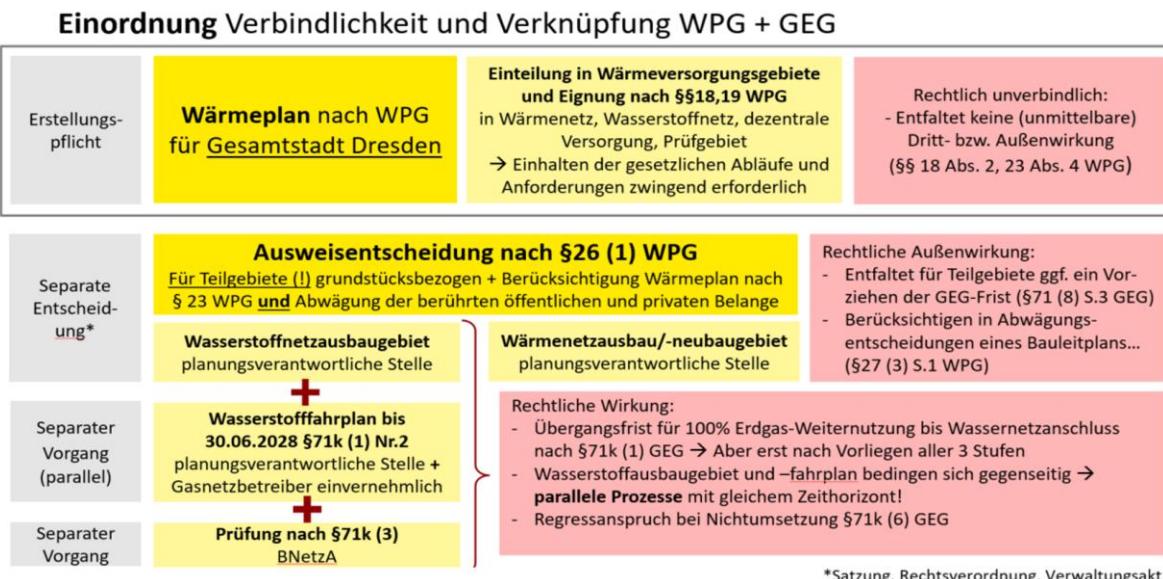


Abbildung 8: Relevante Verknüpfung und Wirkung von WPG und GEG

Um die Übergangsregelungen des § 71k Abs. 1 GEG, den Einbau neuer Gaskessel mit vollständiger Erdgasnutzung bis ein Anschluss an ein Wasserstoffnetz möglich ist, nutzen zu können, sind nach Abschluss der Wärmeplanung drei weitere Schritte erforderlich: Die Ausweisentscheidung als Wasserstoffnetzausbaugebiet, die Erstellung eines Wasserstofffahrplans sowie die Genehmigung dieses Fahrplans durch die Bundesnetzagentur (BNetzA).

Auch in zukünftigen Wärmennetzgebieten können Übergangsregelungen genutzt werden. Konkret bedeutet dies den Einbau fossiler betriebener Heizungsanlagen, beispielsweise Erdgaskessel mit vollständiger Erdgasnutzung, bis der Wärmennetzanschluss erfolgt. Voraussetzung hierfür ist der Ausweis eines Wärmennetzausbaugebiets, die Erstellung eines gesetzeskonformen Wärmennetz- oder Transformationsplans sowie ein Vorvertrag zwischen Wärmennetznutzenden und Wärmennetzbetreiber.

4 Akteursanalyse und Beteiligungsprozess

Die Einbindung relevanter Akteure ist ein zentrales Element der kommunalen Wärmeplanung. Sie gewährleistet eine fachlich fundierte, ortsangepasste und langfristig tragfähige Planung. Durch die Beteiligung von Bevölkerung, Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und Zivilgesellschaft wird sowohl die Realisierbarkeit erhöht als auch Akzeptanz geschaffen. Frühe Information und Konsultation fördern Transparenz, stärken Synergien und sind, auch über die gesetzlichen Anforderungen hinaus, entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung.

4.1 Gesetzliche Grundlagen

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) regelt in § 7 die einzubeziehenden Akteure:

- Pflichtbeteiligung (§ 7 Abs. 2 WPG): Öffentlichkeit, Behörden und Träger öffentlicher Belange, Betreiber von Energie- und Wärmenetzen (einschließlich potenzieller künftiger Betreiber) sowie angrenzende Gemeinden beziehungsweise Gemeindeverbände
- Optionale Beteiligung (§ 7 Abs. 3 WPG): Produzenten erneuerbarer Wärme oder Abwärme, Großverbraucher von Wärme oder Gas, Betreiber angrenzender Netze, angrenzende Gemeinden, weitere betroffene Institutionen (beispielsweise Wohnungswirtschaft, Handwerkskammern, Einrichtungen der Daseinsvorsorge) sowie Erneuerbare Energien-Gemeinschaften

Für die Öffentlichkeitsbeteiligung schreibt § 13 WPG insbesondere die folgenden Schritte vor:

- Information über den Start der Wärmeplanung (in Dresden: Pressekonferenz am 15. September 2023, Auftaktveranstaltung „Wärmewendedialog I“ am 15. April 2024)
- Offenlage und Möglichkeit zur Abgabe von Stellungnahmen zum Wärmeplanentwurf (in Dresden: Über das Beteiligungsportal des Freistaats Sachsen, Vorstellung in der Informationsveranstaltung „Wärmewendedialog II“ am 29. September 2025)

4.2 Akteursanalyse

Die frühzeitige Einbindung relevanter Akteure wurde durch eine Akteursanalyse vorbereitet. Dabei wurden die maßgeblichen Gruppen identifiziert und anhand zweier Dimensionen eingeordnet: Interesse an der kommunalen Wärmeplanung sowie Einfluss auf den Planungsprozess. Aus dieser Matrix ergeben sich vier Kategorien (Abbildung 9):

- Diskursiv (hohes Interesse, geringer Einfluss): Diese Akteure bringen Expertise und gesellschaftliche Perspektiven ein
- Partizipativ (hohes Interesse, hoher Einfluss): Zentrale Partner, deren aktive Mitwirkung entscheidend ist
- Repressiv (geringes Interesse, geringer Einfluss): Nur am Rande betroffen, sind aber zu informieren
- Restriktiv (hoher Einfluss, geringes Interesse): Zurückhaltende Rolle, können aber durch Entscheidungskompetenzen oder Rahmenvorgaben maßgeblich wirken

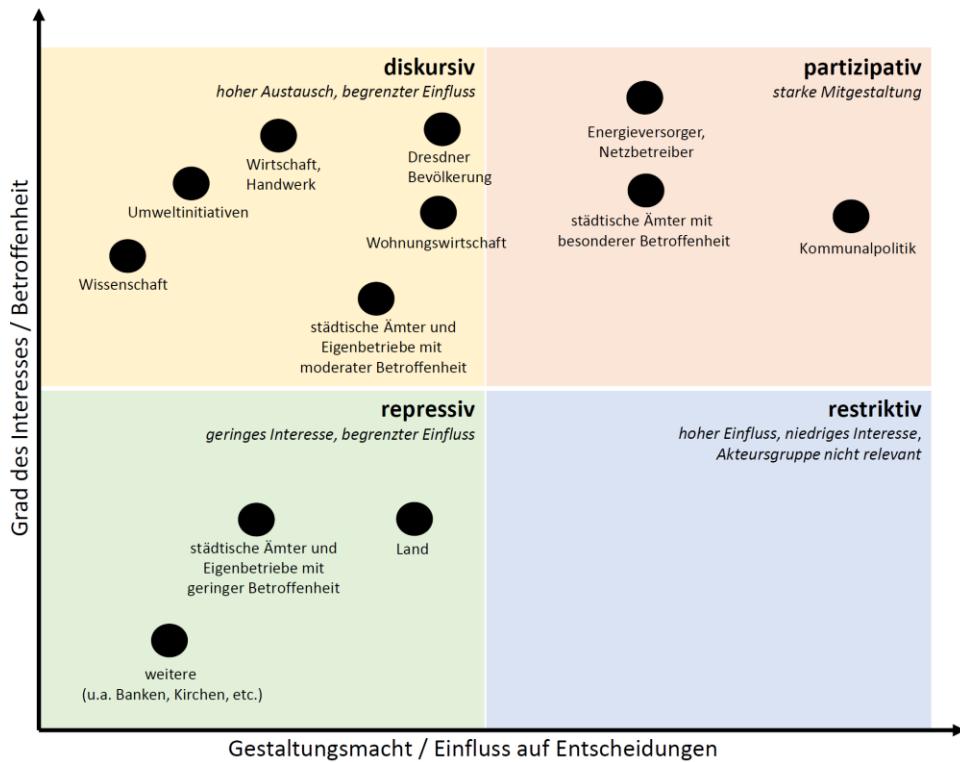


Abbildung 9: Einordnung relevanter Akteure in Dresden nach Interesse/Betroffenheit und Einfluss/Gestaltungsmacht (vereinfachte Darstellung)

Der Kommunalpolitik kommt die wesentliche Entscheidungskompetenz für den kommunalen Wärmeplan zu. Sie wurde im Prozess auf mehreren Ebenen einbezogen: Der Oberbürgermeister wurde in der Dienstberatung informiert und war über das Amt für Stadtstrategie, Internationales und Bürgerschaft indirekt in der Strategierunde vertreten. Der federführende Stadtratsausschuss für Umwelt und Klima wurde am 4. März 2024, 25. November 2024 sowie 11. August 2025 zum Arbeitsstand und Projektfortschritt konsultiert. Auch in den 19 Stadtbezirks- und Ortschaftsräten wurde der Wärmeplanentwurf vor der Beratung der Stadtratsvorlage vorgestellt, um Hinweise aus den Stadtgebieten in die Planung einzuarbeiten. Die zuständigen Stadtratsgremien befassen sich im Rahmen der Beratungsfolge mit der Beschlussvorlage zum Kommunalen Wärmeplan.

Die weiteren partizipativ einzubeziehenden Akteure wurden in der Strategierunde und der Steuergruppe eingebunden (Abbildung 10, Kapitel 4.3.1). In der Projektgruppe Verwaltung (städtische Ämter und Eigenbetriebe) sowie in der Kompetenzgruppe Wärme (Wissenschaft, Energieversorger, Netzbetreiber) waren sowohl partizipativ als auch diskursiv eingeordnete Akteure vertreten. Die Einbindung weiterer diskursiv Beteigter erfolgte über thematische Arbeitsgruppen (Kapitel 4.3.2) sowie ergänzende Termine (Kapitel 4.3.3). Alle Gremien, Arbeitsgruppen und ergänzenden Termine wurden von der STESAD GmbH und der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung organisiert und durchgeführt.

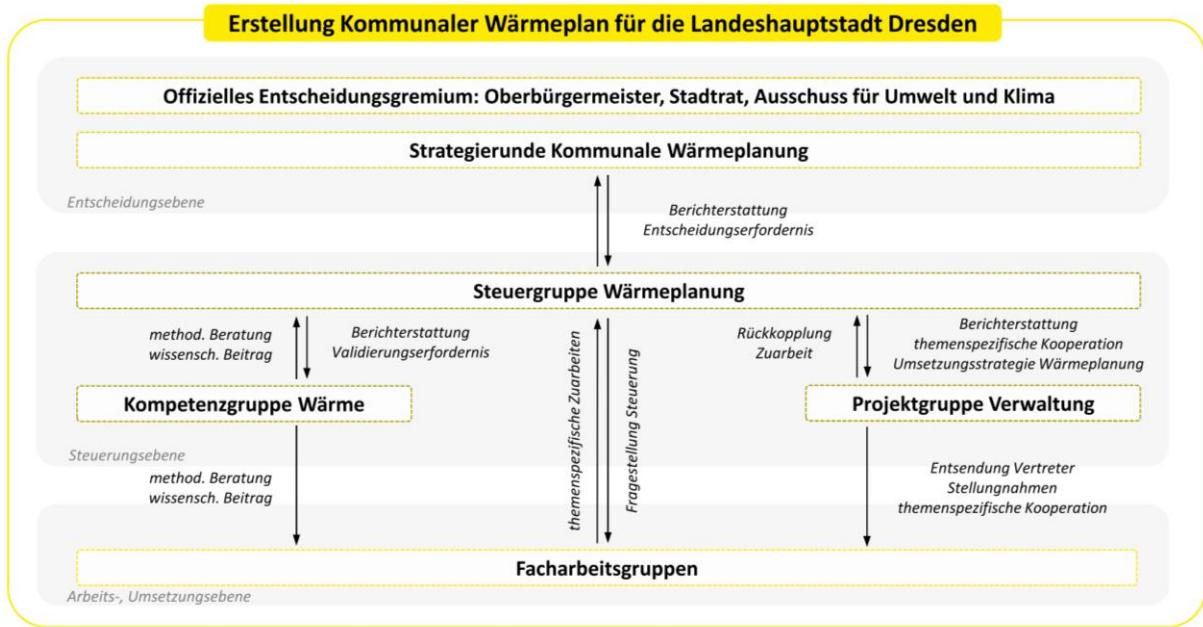


Abbildung 10: Arbeitsstruktur für die Erstellung des kommunalen Wärmeplans für Dresden

Erneuerbare Energien-Gemeinschaften

Das WPG sieht unter § 21 Ziff. 2 für Kommunen über 45.000 Einwohnerinnen und Einwohnern die Bewertung der Rolle von potenziellen und bestehenden Erneuerbare Energien (EE)-Gemeinschaften vor. Bestandteile einer Bewertung im Rahmen des Erarbeitungsprozesses der kommunalen Wärmeplanung sind unter anderem:

- die Identifikation von relevanten Akteuren oder lokalen Interessengruppen
- die Erfassung bestehender EE-Gemeinschaften und Identifikation geeigneter Gebäude, Quartiere oder Gebiete
- die Erhebung regionaler Potenziale und Wärmequellen (zum Beispiel für Nahwärmennetze)
- die gezielte Ansprache von möglichen Interessengruppen für EE-Gemeinschaften in identifizierten Eignungsgebieten für ein Wärmenetz

In Bürgerenergiegesellschaften haben Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, aktiv zur lokalen, dezentralen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien beizutragen. Bürgerenergiegesellschaften sind Zusammenschlüsse von Menschen, die gemeinsam erneuerbare Energien erzeugen und den Ausbau entsprechender Anlagen vorantreiben. Darüber hinaus können sie sich auch an Projekten Dritter beteiligen. Der Staat unterstützt diesen zivilgesellschaftlichen Beitrag zur Energiewende auf vielfältige Weise.

Um Fördermittel zu erhalten, muss eine Bürgerenergiegesellschaft, ob als Genossenschaft oder in einer anderen Rechtsform, mindestens 15 natürliche Personen als stimmberechtigte Mitglieder oder Anteilseignerinnen beziehungsweise Anteilseigner haben. Im Raum Dresden besteht die Energiegenossenschaft Neue Energien Ostsachsen eG (egNEOS), welche sich 2013 gründete und über die Jahre zahlreiche Projekte auf den Weg gebracht hat. Darüber hinaus bietet die Plattform „Bürgerenergie Sachsen“ der Vereinigung zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien in Sachsen (VEE Sachsen e.V.) einen Überblick über bestehende Energiegenossenschaften in Sachsen¹³.

Der eingehenden Betrachtung der Thematik der EE-Gemeinschaft widmet sich die Landeshauptstadt Dresden im Rahmen des Aufbaus des kommunalen Energieberatungsangebotes „Energielotse Dresden“ (Anlage 1, Maßnahme 5.2). Insbesondere im Kontext des EU-Projektes „EnAct4CleanCities“ der EU-Mission „100 klimaneutrale und intelligente Städte“ (siehe auch Kapitel 4.3.3) als Bestandteil des Energielotse soll die Initiierung von Nahwärmennetzen und EE-Gemeinschaften vertieft werden.

¹³ www.buergerenergie-sachsen.de/ [Zugriff am 26.06.2025]

4.3 Akteursbeteiligung

4.3.1 Gremien

Strategierunde

Die Strategierunde legt die strategischen Leitplanken des Wärmeplanungsprozesses fest. Sie besteht aus der Beigeordneten für Umwelt und Klima, Recht und Ordnung, den Leitungen des Amtes für Stadtplanung und Mobilität sowie des Amtes für Stadtstrategie, Internationales und Bürgerschaft, dem Vorstand der SachsenEnergie AG und der Geschäftsführung der SachsenNetze GmbH. Ziel des Gremiums ist die koordinierte und abgestimmte Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans. Aufgabe der Strategierunde ist das Treffen gemeinsamer Entscheidungen.

In den bisherigen sieben Sitzungen wurden die Mitglieder über den Projektfortschritt informiert und zu Fragen bezüglich des Gesamtprozesses sowie für strategische und volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen konsultiert. Im Fokus standen das Thema Versorgungssicherheit, die zukünftige Rolle von Wasserstoff in der Wärmeversorgung, die Umsetzung neuer Nahwärmenetze sowie die Abstimmung von dem Zielszenario zugrundeliegenden Annahmen. Die getroffenen Festlegungen flossen direkt in die weitere Planung ein.

Energieversorger und Netzbetreiber betonten, dass die Versorgungsoption mit Wasserstoff auf Gebäudeebene im Wärmeplan nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden sollte. Als Gründe nannten sie den für eine umfassende Elektrifizierung erforderlichen Stromnetzausbau, sowie die gesicherte Bereitstellung von Strom in Zeiten von Dunkelflauten, welche mit Risiken verbunden sind. Zudem wurde darauf hingewiesen, dass verschiedene Entwicklungen in den kommenden Jahren die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff wesentlich verändern könnten. Seitens der Stadt wurde auf die bestehenden hohen Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Preisentwicklungen und der Verfügbarkeit von Wasserstoff insbesondere für den Gebäudebereich hingewiesen. Das Abwägungsergebnis bestand darin, die Wasserstoffoption in den Wärmeplan und in die Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete aufzunehmen (siehe Kapitel 10). Dazu soll eine Prüfung mittels Erstellung eines Wasserstofffahrplanes für die betroffenen Gebiete bis 2028 nach aktueller Gesetzeslage bzw. spätestens bis zur Fortschreibung der Wärmeplanung erfolgen.

Im Fokus der Stadt lag darüber hinaus der Ausbau des Fernwärmennetzes sowie die Realisierung weiterer Wärmennetze. Die im Rahmen der Wärmeplanung ermittelten Potenziale wurden vom Kommunalversorger auf Umsetzbarkeit geprüft. Dabei konnten zusätzliche Prüfgebiete für das Fernwärmennetz identifiziert und vereinbart werden. Abstimmungen zur Umsetzung weiterer Wärmennetze werden über den Erstellungsprozess des Wärmeplans hinaus fortgeführt.

Steuergruppe

Als operatives Gremium bildet die Steuergruppe die zentrale Schnittstelle zur bereichsübergreifenden Abstimmung im Erarbeitungsprozess. Unter der Leitung der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung und mit organisatorischer Steuerung durch die STESAD GmbH nehmen Vertreterinnen und Vertreter verschiedener Fachämter (Stadtplanung und Mobilität, Stadtstrategie und Internationales, Bürgerschaft, Wirtschaftsförderung, Kämmerei) sowie der SachsenEnergie AG und der SachsenNetze GmbH (Strom, Gas) teil.

Die Steuergruppe tagte im Zweiwochenrhythmus. In den Sitzungen werden der Prozessfortschritt sowie Ergebnisse aus der Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung vorgestellt und diskutiert. Zudem wird über den Arbeitsstand des Auftragnehmers des „technischen Wärmeplans“ (Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse, Entwicklung des Zielszenarios und der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete) berichtet.

Die Mitglieder der Steuergruppe bringen ihr fachliches Wissen aus den jeweiligen Arbeitsbereichen ein, geben Hinweise zum Prozess und unterstützen die Qualitätssicherung. Eine zentrale Aufgabe besteht darin, die Strategierunden vorzubereiten, insbesondere durch die Aufbereitung des Prozessstands und die Erstellung von Entscheidungsvorlagen. Darüber hinaus werden innerhalb der Steuergruppe aktuelle Entwicklungen zu laufenden Wärmewendeprojekten in Dresden sowie zum Aufbau des Energieberatungsangebots „Energioletse“ geteilt.

Projektgruppe Verwaltung

Ziel der Projektgruppe war es, die breite Stadtverwaltung einzubeziehen und ihr fachliches Wissen in den Prozess zu integrieren. Im Rahmen von fünf Sitzungen wurden Vertreterinnen und Vertreter zahlreicher Ämter und Eigenbetriebe der Landeshauptstadt kontinuierlich über den Projektfortschritt informiert. Die Beteiligten brachten Rückfragen und Diskussionsbeiträge zu den Arbeitsständen sowie zum weiteren Vorgehen ein.

Mehrere Ämter äußerten sich dabei zur möglichen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff und wiesen insbesondere auf damit verbundene Unsicherheiten hin. Weitere Beiträge der Projektgruppe betrafen Hinweise zur Qualifizierung der Quartierssteckbriefe, zur Ausgestaltung von Umsetzungsmaßnahmen, zur Entwicklung des „Energioletzen“ sowie zu den Annahmen der Kostenentwicklung nach Energieträgern, die der Zielszenarioentwicklung zugrunde liegen. Zudem wurden Anregungen zur Bürgerbeteiligung im Prozess sowie zur Aufbereitung von Informationen im Wärmeplan (zum Beispiel zu den Folgen des Einbaus einer Erdgasheizung) eingebracht.

Kompetenzgruppe Wärme

Die Kompetenzgruppe Wärme fungierte als Begleitgremium mit hoher Expertise aus Wissenschaft und Praxis. Sie unterstützte die Qualität des Erarbeitungsprozesses der kommunalen Wärmeplanung durch Beratung und Empfehlungen zum methodischen Vorgehen bei der Erstellung des technischen Wärmeplans. Das Gremium setzte sich aus Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann, Prof. Dr.-Ing. John Grunewald, Prof. Dr. Dominik Möst, Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke, dem langjährigen Leiter des Umweltamtes Dr. Korndörfer sowie Vertreterinnen und Vertretern der SachsenEnergie AG und der SachsenNetze GmbH zusammen. In insgesamt sechs Sitzungen wurde die Kompetenzgruppe über den Prozessfortschritt, das methodische Vorgehen und Analyseergebnisse informiert.

Mit den Hinweisen der Mitglieder wurde der methodische Ansatz der Wärmeplanung kontinuierlich weiterentwickelt. Die Rückmeldungen bezogen sich unter anderem auf:

- Annahmen zur Entwicklung der Gebäudesanierungsraten,
- die Nutzbarkeit des Umweltpotenzials des Grundwassers,
- die Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen,
- Wirtschaftlichkeitsgrenzen des Netzbetriebs,
- die Berücksichtigung des erforderlichen Netzausbau (Kosten, netzdienliche Versorgungskonzepte),
- Technologien zur (saisonalen) Speicherung von Wärme,
- die mengenmäßige Verfügbarkeit von Biogas sowie
- die Qualität der genutzten Daten.

Darüber hinaus stellten die Mitglieder Erkenntnisse aus ihren eigenen Tätigkeitsfeldern vor, beispielsweise zum Energie- und Klimaschutzkonzept Hellerau, zu Geothermie- und Regenerationslösungen sowie zum Fernwärmevertransformationenplan.

Fachlich diskutiert wurden zudem die Auswirkungen des erwarteten Höchstlastzuwachses durch die Elektrifizierung der WärmeverSORGUNG, die Verknüpfung des Wärmeplanungsgesetzes mit dem Gebäudeenergiegesetz in Bezug auf Wasserstoff, die Szenarienrechnungen und -bewertungen im Rahmen des technischen Wärmeplans, die Annahmen zur Entwicklung der Endkundenpreise nach Energieträgern, die Methodik zur Synthesierung des Zielszenarios sowie der flächenmäßige Umfang der Darstellung von Wasserstoffnetzgebieten.

Bezüglich der Empfehlung von Wasserstoffnetzgebieten einigte sich die Kompetenzgruppe auf einen Kompromiss: Stadtgebiete mit klarer Tendenz zu bestimmten Versorgungsoptionen (zum Beispiel Fernwärmegebiete oder eindeutig dezentrale Gebiete) sollten im Wärmeplan entsprechend dargestellt werden. Für in diesem Sinne uneindeutige Gebiete wurde die Darstellung als Prüfgebiet vorgeschlagen, in denen künftig auch Wasserstoff eine Versorgungsoption darstellen könnte. Insbesondere sollte die dort wohnende Bevölkerung transparent und differenziert über den aktuellen Wissensstand zu den Versorgungsoptionen in ihrem Gebiet informiert werden.

4.3.2 Arbeitsgruppen

Arbeitsgruppe Wirtschaft und Fachkräfte

In vier Sitzungen beteiligten sich Vertreterinnen und Vertreter der Industrie- und Handelskammer Dresden, der Handwerkskammer Dresden, der Innung Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Dresden, der Ingenieurkammer Sachsen, der Sächsischen Innung der Kälte- und Klimatechnik, des Bundes Deutscher Architektinnen und Architekten, der Schornsteinfeger-Innung Sachsen, des Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker Bundesverbands, des Energietechnologie-Netzwerks Energy Saxony sowie des Amtes für Wirtschaftsförderung.

Zentrale Themen waren der Fachkräfte- und Auszubildendenmangel, der Fachkräftebedarf für die Umsetzung der Wärmewende, bestehende und wünschenswerte Weiterbildungsangebote sowie die Anpassung von Berufsbildern und Ausbildungsinhalten an neue Heiztechnologien. Darüber hinaus wurden die Möglichkeiten zur Nutzung von Abwärme durch Unternehmen sowie die Annahmen zu realistischen Heizungswechselraten in der Wärmeplanung diskutiert. Das Konzept des Energielotsen wurde aufgrund des Feedbacks aus der Arbeitsgruppe weiterentwickelt. Dabei wurde insbesondere der Bedarf nach Informationen zu geplanten Nahwärmenetzen, zu Potenzialen für Abwärmebereitstellung sowie zur Ansprache spezifischer Berufsgruppen hervorgehoben. Die Maßnahmen des Maßnahmenpaketes 4 (Anlage 1) entstanden in enger Abstimmung mit der Arbeitsgruppe.

Arbeitsgruppe Denkmal

In der Arbeitsgruppe Denkmal wurde das Amt für Denkmalschutz in den Prozess einbezogen. Die Arbeitsgruppe tagte einmalig am 25. März 2024. Weitere Abstimmungen fanden sowohl bilateral als auch im Rahmen der Projektgruppe Verwaltung statt. Die Mitglieder brachten ein, dass Flächen mit Bodendenkmalen für den Einsatz von Erdwärmekollektoren auszuschließen sind. Die erforderlichen Geodaten stellte das Landesamt für Archäologie bereit. Zudem wies der Denkmalschutz darauf hin, dass Dämmung und Sanierung von Gebäuden als bauphysikalisch komplexe Aufgaben Beratungsangebote mit hoher Qualität erfordern.

Arbeitsgruppe Wohnen und bezahlbare Wärme

In zwei Sitzungen am 24. April 2024 und 17. Juni 2025 wurden Akteure der Dresdner Wohnungswirtschaft über die kommunale Wärmeplanung informiert und in den Prozess eingebunden. Es nahmen Vertreterinnen und Vertreter der großen in Dresden vertretenen Wohnungsgenossenschaften und -unternehmen, des Mietervereins, der Sächsischen Aufbaubank sowie der mit Hochbau und Wohnen befassten Ämter und Stellen der Stadtverwaltung teil.

Mit den Teilnehmenden wurden Sanierungs- und Heizungswechselraten diskutiert, um in der Wärmeplanung realistische Annahmen treffen zu können. Darüber hinaus fand ein Austausch über Erfahrungen mit Quartierslösungen für eine erneuerbare Wärmeversorgung statt. Weitere Themen waren die Bezahlbarkeit der Wärmeversorgung sowie die Akzeptanz möglicher Mehrkosten durch die Mieterschaft unter dem Stichwort der Warmmieteneutralität. Hinweise aus der Arbeitsgruppe flossen insbesondere in die Maßnahmensteckbriefe 2.5 (Gebäudenetze) und 6.7 (Identifikation und Optimierungsprüfung typischer Genehmigungs-, Abstimmungs- und Gestattungsprozesse zur Umsetzung der Wärmeplanung) ein (siehe Anlage 1). Zudem bekundeten einzelne Mitglieder ihr Interesse an einer Zusammenarbeit bei der Umsetzung neuer Nahwärmenetze.

Arbeitsgruppe Kommunale Liegenschaften

Die Arbeitsgruppe bestand aus den für die kommunalen Liegenschaften zuständigen Ämtern (Amt für Hochbau und Immobilienverwaltung, Amt für Schulen) und Eigenbetrieben (Kindertagesstätten, Sportstätten, Städtisches Klinikum, Städtisches Friedhofs- und Bestattungswesen) sowie der Messe Dresden. Die Sitzungen fanden am 04. Juni 2024 und 19. Juni 2025 statt.

Ein Ziel der Arbeitsgruppe war es, Herausforderungen und Auswirkungen der kommunalen Wärmeplanung für die kommunalen Liegenschaften frühzeitig erkennen und berücksichtigen. In der Arbeitsgruppe wurden folglich die Arbeitsstände der Wärmeplanung und begleitender Prozesse (insbesondere Ausbau des Fernwärmesystems und Preisentwicklung, Wasserstoffkernnetzanbindung Dresdens) vorgestellt. Weiterhin kommunizierte die Stabsstelle für

Klimaschutz und Klimawandelanpassung ihr Interesse an der Nutzung kommunaler Gebäude als Ankerkunden für neue Nahwärmenetze. Der Eigenbetrieb Städtisches Friedhofs- und Bestattungswesen benannte seinen Bedarf nach einer langfristigen Gasversorgung. Beides wird in der an die Planung anschließenden Maßnahmenumsetzung weiterverfolgt (siehe Anlage 1, Maßnahme 6.5). Auch die Maßnahmen 2.5 und 6.7 sowie die Darstellung und Inhalte der Quartierssteckbriefe (Anlage 2) wurden mit Hinweisen aus der Arbeitsgruppe weiter qualifiziert. Darüber hinaus wurden aktuelle Quartiersprojekte und die Sanierungsstrategie des Amtes für Hochbau und Immobilienverwaltung vorgestellt und diskutiert.

Arbeitsgruppe Maßnahmen Stadtentwicklung

Die Arbeitsgruppe tagte einmalig. Sie diente der Eruierung möglicher Maßnahmen der Stadtentwicklungsplanung, der Bauleitplanung und der Stadterneuerung zur Umsetzung der Wärmewende. Als Ergebnisse dieser und folgender Abstimmungen entstanden die Maßnahmen 6.1 bis 6.3 sowie in Teilen 6.4 (Anlage 1).

Arbeitsgruppe Wärmeplanungs-Toolset

Die Arbeitsgruppe aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der SachsenEnergie AG, der SachsenNetze GmbH und den Auftragnehmern für die Erstellung des technischen Wärmeplans. Sie begleitete die Entwicklung des Wärmeplanungs-Toolsets in beratender Funktion. Die Sitzungen fanden im Zeitraum zwischen August 2024 und April 2025 wöchentlich statt.

Das Toolset wurde als Grundlage für die Erstellung des Wärmeplanes entwickelt. Im Tool werden die Daten aus der Bestands- und Potenzialanalyse zusammengeführt und aufbereitet. Es dient insbesondere der Berechnung und Ausweisung von Wärmeliniendichten, der Identifikation neuer potenzieller Wärmenetzgebiete außerhalb des Zielnetzes der Fernwärme mit potenziellen Wärmequellen und Netzkosten, zur Berechnung von Szenarien zur Bewertung zukünftiger Wärmeversorgungsoptionen und der Ableitung des Zielszenarios. Das Toolset verbleibt über die Erstellung des Wärmeplans hinaus im Eigentum der Landeshauptstadt und wird zum Monitoring sowie zur Überprüfung des Wärmeplans genutzt.

4.3.3 Weitere Austausch- und Konsultationsformate sowie Wechselwirkungen mit anderen Projekten

Neben der Beteiligung von Stakeholdern in festgelegten Gremien und Arbeitsgruppen wurden weitere Akteure in verschiedenen Austauschformaten über den Erarbeitungsprozess der kommunalen Wärmeplanung informiert und beteiligt:

Austausch mit Klimaschutz- und Umweltinitiativen

Am 2. September 2024 und 2. April 2025 fanden Gesprächstermine mit Vertretern der initiativenübergreifenden AG Wärmewende statt. Es nahmen Vertreterinnen und Vertreter der klimapolitischen Initiativen und Organisationen Green Peace, Fridays for future, BUND, Dresden Zero und Scientists for future teil. Die AG-Mitglieder hatten die Möglichkeit, Fragen zur kommunalen Wärmeplanung zu stellen und Anregungen zu geben.

Aus der AG heraus wurde unter anderem darauf hingewiesen, dass bei der Nutzung von Wasserstoff mit dauerhaft hohen Preisen zu rechnen ist und die Unterscheidung zwischen grünem (aus erneuerbaren Energien) und blauem Wasserstoff (aus fossilen Quellen mit CO₂-Abscheidung) in der Wärmewende beachtet werden sollte. Die AG war darüber hinaus interessiert an Wärmequellen und -erzeugern für Nahwärmenetze sowie das Fernwärmenetz, an den Einsatzmöglichkeiten von Wärmespeichern, der geplanten Anlage zur thermischen Abfallbehandlung in Dresden, der Nutzung von Geothermie, Solarthermie und Abwärmepotenzialen in Dresden, den zukünftigen Kosten des Energieträgers Erdgas, der Funktionsweise des Toolsets sowie der Vorgehensweise bei der Entwicklung des Zielszenarios. Weiterhin wurden Unterstützungsmöglichkeiten durch die engagierten zivilgesellschaftlichen Organisationen erörtert. Im Rahmen des Quartiersprozesses sowie des Energielotsen (siehe Anlage 1, Maßnahmen 2.4 und 5.2) sind diese denkbar, beispielsweise durch Unterstützung bei der Vorstellung konkreter Projekte in den Stadtgebieten sowie in der Weiterleitung von best practice-Beispielen zur Darstellung im Energielotsen.

Austausch mit umliegenden Gemeinden

Im Rahmen einer Bürgermeisterkonferenz des informellen Verwaltungsnetzwerks „Erlebnisregion Dresden“ am 21. März 2025 wurden der Arbeitsstand der kommunalen Wärmeplanung und die weiter geplanten Prozessschritte vorgestellt. Da

zehn Kommunen der Region Interesse am weiteren Austausch hatten, fand am 3. April 2025 ein vertiefender Termin statt. Neben der Vorstellung der Prozessstände aus Dresden, Pirna und Radeberg wurden insbesondere Erfahrungen mit der NKI-Förderung, den beauftragten Dienstleistern sowie der Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit im Prozess geteilt. Das Interesse der Umlandgemeinden richtete sich an den Aufbau des Energioletzen, an die der Ermittlung von Nahwärmennetzpotenzialen und Zielszenarioerstellung zugrundeliegenden Analysen, an die technischen Möglichkeiten von Geothermie sowie an die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Im Austausch wurde deutlich, dass sich die Möglichkeiten zur Erstellung des Wärmeplans aufgrund der diversen Bedingungen in den Kommunen (beispielsweise Einwohnerzahl, Siedlungsstruktur/Wärmedichten, Umweltpotenziale) merklich voneinander unterscheidet. Die Mehrzahl der Gemeinden war an der Fortführung eines losen Austauschs interessiert, was der Maßnahme 6.4 (Interkommunale Abstimmungen zur Wärmeplanung) zugrunde liegt (Anlage 1).

Austausch mit weiteren Akteuren

Grundlegendes Ziel der folgenden Austauschtermine war es, zusätzliche Expertisen in den Prozess aufzunehmen, Betroffene frühzeitig zu informieren sowie Synergien für die Umsetzung der Wärmeplanung zu identifizieren:

- **Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB)** als Immobilienverwalter der Liegenschaften des Freistaates Sachsen (Themen: Interesse des SIB an den Empfehlungen des Wärmeplans für die eigenen Liegenschaften in Dresden, insbesondere am Anschluss an das Fernwärmennetz; Interesse der Stadt war und ist die Einbindung öffentlicher Gebäude mit hohem Wärmebedarf als Ankerkunden in Nahwärmennetzprojekten, siehe Anlage 1, Maßnahme 2.4 Umsetzung Quartiersprozess)
- **Leipzig und Chemnitz** als sächsische Großstädte vergleichbarer Größe (Themen unter anderem: Erfahrungsaustausch zu Arbeitsständen, Herangehensweise an die Öffentlichkeitsbeteiligung, an Umsetzungsmaßnahmen wie den Neu- und Ausbau sowie die Dekarbonisierung von Wärmenetzen, Stromnetzausbau, Rolle von Wasserstoff als Energieträger in der Wärmeerzeugung)
- **Cloud&Heat Technologies GmbH** als Dresdner Betreiber von Rechenzentren, der sich auf energieeffiziente Rechenzentren spezialisiert und die Abwärme seiner Server für Heiz- und Warmwasserzwecke nutzt (Austausch zu Funktionsweise, Möglichkeiten und Potenzialen der Abwärmenutzung sowie möglichen Kooperationen)

Wechselwirkungen mit anderen Projekten

Als vorgezogene Maßnahme der kommunalen Wärmeplanung wird das **Beratungsangebot „Energioletse der Landeshauptstadt Dresden“** aufgebaut (siehe Anlage 1, Maßnahmen 4.2 und 5.2). Die Landeshauptstadt Dresden schafft damit eine digitale Anlaufstelle zur Information und Beratung rund um die Energie- und Wärmewende. Die Umsetzung des Projektes wurde am 03. Juni 2024 durch den Stadtratsausschuss für Finanzen beschlossen. Die STESAD GmbH ist seit dem August 2024 mit dem Aufbau und der Betreuung beauftragt. Der offizielle Projektstart erfolgte im September 2024. Der „Energioletse“ soll Informationslücken in der Bevölkerung zur kommunalen Wärmeplanung schließen und umfassende, leicht zugängliche Informationen zur Energieversorgung bereitstellen. Ziel ist es, ortsbegogene Daten und Fachinformationen interaktiv darzustellen und bedarfsgerecht an Expertinnen und Experten sowie bestehende Angebote zu verweisen. Die Plattform wird Informationen zu verfügbaren Heiztechnologien am jeweiligen Standort, Fördermöglichkeiten, Heizungswechselpflichten nach Gebäudeenergiegesetz, neuen Wärmenetoptionen sowie perspektivisch Möglichkeiten der Sektorenkopplung (Strom, Wärme und Mobilität) in und an Gebäuden bereitstellen. Als zentrale Informationsplattform dient die Website www.dresden.de/Energioletse. Hier werden Beratungsangebote von Kooperationspartnern wie der SachsenEnergie AG, Verbraucherzentrale, SAENA und der Energieeffizienz-Expertenliste gebündelt. Zudem werden der Dresdener Wärmeplan und weitere für die Energiewende relevante Informationen im „Energieatlas“ dargestellt.

Der Energioletse ist Teil des Projektes „**EnAct4CleanCities – Enabling and activating for a clean and inclusive energy transition**“ im Rahmen der EU-Mission „100 klimaneutrale und intelligente Städte bis 2030“. Die Städte Dresden und Leipzig entwickeln gemeinsam digitale Instrumente der Eigentümeransprache und -aktivierung zur Unterstützung der Energiewende auf Quartiers- und Stadtbasis. Neben digitalen Angeboten sind auch Informationsveranstaltungen vor Ort geplant, um Immobilieneigentümerinnen und -eigentümer gezielt anzusprechen (siehe Anlage 1, Maßnahme 2.3). Ein besonderer Fokus liegt auf innovativen Wärmenetzen und nachhaltigen Quartierslösungen. Der Energioletse Dresden ist ein wichtiger Schritt hin zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Energieversorgung. Durch die Bereitstellung digitaler und individueller

Beratungsangebote werden Bürgerinnen und Bürger sowie Eigentümerinnen und Eigentümer gezielt unterstützt, um fundierte Entscheidungen zur Energie- und Wärmewende zu treffen.

Darüber hinaus ist die Landeshauptstadt Dresden Partnerin im **EU-Projekt NeutralPath** („Pathway towards Climate-Neutrality through low risky and fully replicable Positive Clean Energy Districts“)¹⁴, das im Rahmen des Programms Horizon Europe über eine Laufzeit von 60 Monaten (Januar 2023 bis Dezember 2027) gefördert wird. Ziel des Projekts ist die Entwicklung, Umsetzung und langfristige Etablierung sogenannter Positive Clean Energy Districts (PCEDs). PCEDs sind Stadtquartiere, die mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen, wobei diese Energie emissionsfrei erzeugt wird. Dabei sollen die Quartiere in den Bereichen Energie, Wärme und Mobilität nicht nur technisch innovativ sein, sondern auch sozial verankert: Durch Beteiligungs- und Kommunikationsaktivitäten werden die Menschen vor Ort aktiv einbezogen, um Umsetzungsmaßnahmen sinnvoll anzupassen und die Akzeptanz zu erhöhen. Dresden nimmt in diesem Projekt die Rolle einer Leuchtturmstadt (Lighthouse City) ein. Das bedeutet, dass in der Stadt konkrete Umsetzungsmaßnahmen durchgeführt und europaweit als Modellbeispiele kommuniziert werden. Darüber hinaus dienen die PCEDs als Pilotquartiere innerhalb der Stadt: Ergebnisse und Erfahrungen fließen in weitere Projekte ein und schaffen die Grundlage für neue Vorhaben mit Innovationscharakter (siehe hierzu Anlage 1, Maßnahme 2.1).

4.4 Öffentlichkeitsbeteiligung

Die Öffentlichkeitsbeteiligung in der kommunalen Wärmeplanung dient dazu, die Bevölkerung umfassend zu informieren, in die Planungen einzubeziehen und die Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erhöhen. Während Bürgerinnen und Bürger davon profitieren, frühzeitig eine Orientierung für die Wärmewende an ihrem Wohnort zu erhalten, wird die Planung zugleich durch das Einbringen der Bedarfe und des Wissens aus der Bevölkerung weiter qualifiziert.

Der „**Wärmewendedialog I**“ bildete den offiziellen und öffentlichkeitswirksamen Auftakt der kommunale Wärmeplanung und fand am 15. April 2024 im Neuen Rathaus statt. Die Landeshauptstadt Dresden stellte mit der STESAD GmbH den Arbeits- und Beteiligungsprozess der Kommunalen Wärmeplanung, Ergebnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie Beispiele für eine klimaneutrale Wärmeversorgung vor, während die SachsenEnergie AG ihr Dekarbonisierungskonzept präsentierte. In der anschließenden Podiumsdiskussion richteten die Teilnehmenden Rückfragen und Anmerkungen an das Podium. Etwa 100 Menschen nahmen vor Ort teil, 60 bis 90 weitere Teilnehmende sahen die Veranstaltung im Livestream.

Im November 2024 griff das Team von **metro_polis** die Thematik der Wärmewende und der Wärmeplanung auf. Der in Dresden ansässige Verein betreibt aufsuchende Demokratiearbeit in Straßenbahnen und möchte auf diese Weise den Austausch zwischen Stadtbevölkerung, Verwaltung und Politik fördern. Während der Straßenbahnhfahrten wurden Erfahrungen geteilt, Ideen und Vorschläge weitergegeben und ein Stimmungsbild ermittelt. Die gesammelten Ergebnisse flossen in den Wärmeplanungsprozess ein.

Ein erster „Wärmewendedialog vor Ort“ fand am 13. Dezember 2024 als Informations- und Dialog-Veranstaltung im Stadtteil **Hellerau** statt. Etwa 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer folgten der Einladung und erhielten Informationen über den Stand der kommunalen Wärmeplanung in Dresden sowie einen Überblick über die Zwischenergebnisse eines von der Technischen Universität Dresden erarbeiteten Energie- und Klimaschutzkonzeptes für die Gartenstadt.

¹⁴ Siehe auch Beschluss des Finanzausschusses F/060/2023 zu V2185/23 am 26. Juni 2023 „Europäisches Leuchtturm-Projekt NeutralPath im Forschungsrahmenprogramm Horizont Europa der Europäischen Union zum Aufbau von Modellquartieren mit verbesserter Energie- und Klimabilanz“

Am 29. März 2025 lud die Landeshauptstadt Dresden im Rahmen der offiziellen Eröffnung des neuen Stadtforums zum „**Tag des offenen Rathauses**“ ein (Abbildung 11, Abbildung 12). Das Format ermöglichte der Öffentlichkeit unter anderem Einblicke in die unterschiedlichen städtischen Projekte der Landeshauptstadt. Auch der aktuelle Stand der kommunalen Wärmeplanung wurde der Öffentlichkeit in diesem Rahmen vorgestellt. Die Veranstaltung bot die Möglichkeit mit Dresdnerinnen und Dresdnern in den Dialog zu treten und Fragen zur Wärmeplanung zu beantworten. Die Teilnehmenden erhielten einen umfassenden Einblick in die Bestands- und Potenzialanalyse und diskutierten angeregt das geplante Vorgehen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Gleichzeitig wurde das kommunale Beratungsangebot des „Energioletzen“ vorgestellt. Zusätzlich konnten die Besucherinnen und Besucher die Website des „Energioletzen“, die als Testversion in Form eines Click-Dummys zur Verfügung stand, ausprobieren und ihr Feedback zu den vorgestellten Inhalten geben. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung sowie der STESAD GmbH standen für weiterführende Fragen bereit und sammelten die Rückmeldungen der Teilnehmenden.



Abbildung 11: Informationsangebot zum Tag des offenen Rathauses (Foto: STESAD GmbH)

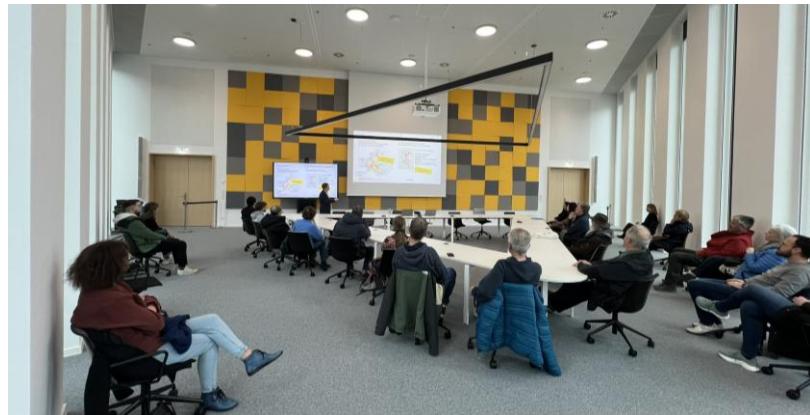


Abbildung 12: Präsentation der Kommunalen Wärmeplanung zum Tag des offenen Rathauses (Foto: STESAD GmbH)

Der **Wärmewendedialog II** fand am 29. September 2025 als öffentliche Dialogveranstaltung zur Entwurfsvorstellung des Kommunalen Wärmeplans der Landeshauptstadt Dresden statt. Neben der Vorstellung des Zielszenarios, der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete und der Umsetzungsmaßnahmen des Wärmeplans durch die Landeshauptstadt und die STESAD GmbH präsentierten die SachsenEnergie AG konkrete Projekte zur Dekarbonisierung des Fernwärmesystems und die Verbraucherzentrale Sachsen ihr Energieberatungsangebot.

Die öffentliche Auslage vom 29. September bis 29. Oktober 2025 über das Beteiligungsportal des Freistaats Sachsen bot anschließend die Möglichkeit zur Einsichtnahme in den Entwurf des kommunalen Wärmeplans und zur Abgabe von Stellungnahmen durch die Öffentlichkeit die Träger öffentlicher Belange.

Begleitende Öffentlichkeitsarbeit

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde überdies von einer stetigen Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Hierzu wurden eine Projekt-Website (www.dresden.de/waermeplanung) eingerichtet, auf der über aktuelle Entwicklungen und Ergebnisse der Wärmeplanung sowie anstehenden Beteiligungs- und Informationsveranstaltungen informiert wurde. Im Laufe des Erarbeitungsprozesses wurden alle Beteiligten und Interessierten über einen Infoverteiler zum Projektfortschritt und anstehenden Veranstaltungen auf dem Laufenden gehalten. Zur Kontaktaufnahme stand eine E-Mail-Adresse (waermeplanung@dresden.de) zur Verfügung. Während des Erarbeitungsprozesses der Wärmeplanung eingegangene Fragen aus der Bevölkerung wurden fortlaufend beantwortet. Für einen gesteigerten Wiedererkennungswert des Projektes erfolgte die Entwicklung eines Motivs (Key Visual), welches auf der Website, in Projektpräsentationen sowie einer Postkarte eingebunden wurde (Abbildung 13).



Abbildung 13: Vorder- und Rückseite der Postkarte zur Kommunalen Wärmeplanung (Quellen: STESAD GmbH, öffentliches 3D Modell der Landeshauptstadt Dresden, Amt für Geodaten und Kataster)

4.5 Überblick Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung

In Abbildung 14 sind die beteiligten Akteure überblicksartig dargestellt. Anlage 4 enthält eine Auflistung der Sitzungen, Austausch- und Öffentlichkeitstermine, die während der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung stattgefunden haben.

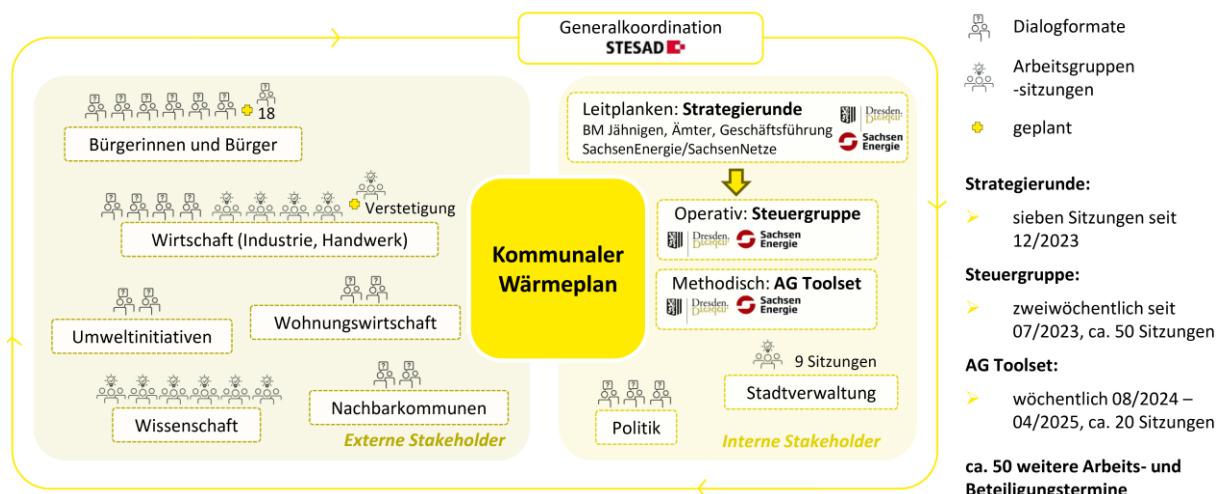


Abbildung 14: Umfang der Akteurs- (hellgelb) und Öffentlichkeitsbeteiligung (gelb) im Rahmen der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans (Stand: 30.09.2025)

5 Herausforderungen der Wärme- wende und Notwendigkeit der Sektorenkopplung

5.1 Risiken für die Versorgungssicherheit im Transformationsprozess

Die Wärmeerzeugung in Dresden beruht gegenwärtig insbesondere auf der Verbrennung von Erdgas (siehe Kapitel 6.2). Um die Klimaziele des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Landeshauptstadt Dresden respektive des WPG oder des KSG erreichen zu können, ist die Elektrifizierung der Wärmeversorgung ein zentraler Hebel. Insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen in Gebieten mit geringer Wärmedichte soll fossile Heizsysteme sukzessive ablösen. Wärmepumpen in dezentralen Gebieten nutzen überwiegend Umweltwärme aus der Luft, dem Erdreich oder Gewässern. Großwärmepumpen für Wärmenetze nutzen darüber hinaus auch Quellen wie beispielsweise Abwärme aus Industriezonen, Rechenzentren, Kläranlagen und Abwasserwärme des Kanalnetzes. Wärmepumpen heben diese Wärmepotenziale unter Einsatz von Strom auf ein zum Heizen nutzbares Temperaturniveau (siehe Kapitel 7.3). Großwärmepumpen können Wärme in Wärmenetze einspeisen, während dezentrale Wärmepumpen an Einzelgebäuden die Heizkreise in einzelnen Gebäuden versorgen. Die Transformation der Wärmeversorgung von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern ist deshalb einerseits mit einem deutlich steigenden Strombedarf und andererseits auch mit einem erheblichen Stromnetzausbau verbunden. Dadurch können sich systemische Risiken für die Versorgungssicherheit auf lokaler wie überregionaler Ebene ergeben, welche adressiert werden müssen.

5.1.1 Wachsende Stromnachfrage durch Wärmepumpen

Berechnungen im Rahmen von Szenarioanalysen, die in der kommunalen Wärmeplanung vorgenommen wurden (Kapitel 10.2) zeigen, dass die flächendeckende Umstellung auf elektrische Wärmeerzeugung den Stromverbrauch im Wärmesektor stark ansteigen lässt. Besonders relevant ist dabei nicht der Durchschnittsverbrauch, sondern die Spitzenlast, etwa an kalten Wintermorgen, wenn viele Wärmepumpen gleichzeitig in Betrieb sind. Für Dresden wird bis zum Jahr 2045 eine erhebliche Zunahme der Spitzenlast durch die dezentrale strombasierte Wärmeerzeugung auf der Niederspannungsebene im Stromnetz erwartet.

Für das Zielszenario des kommunalen Wärmeplans (Kapitel 10.5) wurde ein Anstieg der Spitzenlast für Wärmeanwendungen (ohne Prozesswärme für die Industrie) gegenüber dem Jahr 2021 in Höhe von rund 195 MW_{el} auf der Niederspannungsebene ermittelt. Dieser erhebliche Höchstlastzuwachs ist vor allem auf den erwarteten Zubau von Wärmepumpen (hauptsächlich Luft-Wasser-Wärmepumpen) zurückzuführen. Für die Abschätzung des Spitzenlastzuwachses wurden ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 über das gesamte Stadtgebiet sowie bewusst schlechte Leistungskennzahlen für Wärmepumpen unterstellt, wie sie kurzzeitig bei vereinzelten sehr kalten Witterungsbedingungen auftreten können. Diese Höchstlast ist im Zielszenario des Wärmeplanes bereits dadurch erheblich gesenkt, dass von der Realisierung neuer und dem Ausbau bestehender Wärmenetze ausgegangen wird. Wenn die Vorschläge eines koordinierten Wärmenetzauf- und -ausbaus nicht umgesetzt werden, könnten zukünftig noch deutlich mehr dezentrale Wärmepumpen im Stadtgebiet installiert werden. Die Höchstlast würde dadurch erheblich steigen. Ein mit diesen Voraussetzungen betrachtetes Szenario kommt zu dem Schluss, dass die Höchstlast auf über 300 MW_{el} steigen würde. Durch diese Vergleichsrechnung wird deutlich, wie wichtig es ist, die Wärmewende koordiniert umzusetzen. Das Beispiel unterstreicht die Bedeutung des Wärmeplanes als strategisches Planungsinstrument und der daraus folgenden Maßnahmen.

Die (Teil-) Elektrifizierung der Wärmeversorgung bringt tiefgreifende Umwälzungen im Energiesystem mit sich. Ohne eine strategische Steuerung und effektive Begleitmaßnahmen bei der Umstellung kann ein erhebliches Risiko für die Versorgungssicherheit, insbesondere in Kombination mit Netzengpässen und unzureichender gesicherter Leistung in Dunkelflauten, entstehen (siehe Kapitel 5.1.3). Ein resilientes und zukunftssicheres Energiesystem erfordert deshalb begleitende systemische Maßnahmen, welche, soweit dies möglich und sinnvoll war, in diesem Wärmeplan entweder direkt oder als Prüfmaßnahme Berücksichtigung gefunden haben. Es muss betont werden, dass die grundsätzliche Verantwortung zur Gewährleitung der Versorgungssicherheit im Strombereich in Deutschland bei den Übertragungsnetzbetreibern und der Bundesnetzagentur liegen und dies auch einem Monitoringprozess sowie entsprechenden Netzentwicklungsplänen unterliegt.

5.1.2 Grenzen des Stromnetzes und Risiken des Netzausbau

Die bestehenden Stromverteilnetze, insbesondere auf der Ebene der Niederspannung, sind historisch für eine punktuelle Stromnutzung (Beleuchtung, Haushaltsgeräte und so weiter) dimensioniert, nicht jedoch für flächendeckend hohe thermische Lasten durch Wärmepumpen oder Elektromobilität. Ein großflächiger Ausbau des Stromnetzes ist daher technisch unausweichlich, aber auch mit den folgenden Risiken verbunden:

- Kostenrisiko: Der Ausbau führt zu massiven Investitionen, die über Netzentgelte von den Verbraucherinnen und Verbrauchern refinanziert werden. Dies erhöht die Strompreise und kann sich negativ auf die Sozialverträglichkeit auswirken.
- Herausforderungen für Baulogistik und Flächennutzung: Tiefbauarbeiten in städtischen Quartieren sind technisch aufwändig und mit Nutzungskonflikten (beispielsweise Verkehr und Denkmalschutz) sowie der Belastung für die Bewohner und potenziellen Akzeptanzproblemen verbunden. Für neue Umspannwerke und Ortsnetzstationen sowie die Erweiterung bestehender Standorte werden zusätzliche Flächen benötigt, die insbesondere in verdichteten Gebieten nur begrenzt verfügbar sind.
- Material- und Personalkapazitäten: Die stark steigende Nachfrage nach wichtigen Rohstoffen und Komponenten kann zu Lieferverzögerungen und Kostensteigerungen führen. Auch die wachsende Nachfrage nach Arbeitskräften bildet zusammen mit dem Fachkräftemangel in technischen Berufen ein Umsetzungsrisiko für den Netzausbau.
- Planungs- und Genehmigungszeiträume: Der Netzausbau unterliegt einem langfristigen Planungsvorlauf. Genehmigungsverfahren sind langwierig.
- Herausforderung Synchronisierung: Netzengpässe entstehen insbesondere dann, wenn Wärmepumpen, Ladeinfrastruktur für Elektromobilität und Photovoltaikanlagen nicht koordiniert integriert werden.

5.1.3 Risiken durch Dunkelflauten und fehlende gesicherte Leistung

Die Versorgungssicherheit hängt künftig stark von der Verfügbarkeit gesicherter elektrischer Leistung während sogenannter Dunkelflauten ab. Damit sind Wetterlagen gemeint, in denen geringe Sonneneinstrahlung und Windstille vorherrschen. In Dunkelflauten fällt die Stromerzeugung aus Photovoltaik- und Windenergie gering aus. Ohne eine zuverlässige Reserve oder zusätzliche gesicherte Leistung (durch flexibel steuerbare Kraftwerke oder ausreichende Speicherlösungen) kann das Stromsystem in eine kritische Lage geraten. Werden Reservekraftwerke in Dunkelflauten kurzfristig hochgefahren, steigen zudem die Strompreise auf dem volatilen Energiemarkt schnell an. Damit geht ein Potenzial zur Belastung von Verbraucherinnen, Verbrauchern und Unternehmen einher.

Die Versorgungssicherheit wird gegenwärtig durch die steuerbare fossile Energieerzeugung gewährleistet. Um sie trotz des beschlossenen Ausstiegs aus Kohleverstromung und Kernkraft zu erhalten, ist der koordinierte Zubau von Reservekraftwerken in Deutschland notwendig. Die Grundlage hierfür bildet die Kraftwerksstrategie des Bundes. In ihrem Koalitionsvertrag¹⁵ haben CDU, CSU und SPD ihr Vorhaben zur zügigen Überarbeitung der Strategie skizziert. Demzufolge soll durch schnellstmögliche technologieoffene Ausschreibungen ein verlässliches Investitionsumfeld geschaffen werden, womit der Anreiz zum Zubau von bis zu 20 GW Gaskraftwerksleistung bis zum Jahr 2030 geschaffen werden soll. Die neuen Anlagen sollen an bestehenden Kraftwerksstandorten entstehen und nach regionalem Bedarf gesteuert werden. Weiterhin sollen

¹⁵ CDU, CSU und SPD (2025): „Verantwortung für Deutschland“. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, S. 33
30

freie Kapazitäten industriell genutzter KWK-Anlagen stärkere Nutzung erfahren und Reservekraftwerke, auch über die Vermeidung von Versorgungsengpässen hinaus, zur Stabilisierung des Strompreises eingesetzt werden.

5.2 Lösungsansatz zur Risikobewältigung und Ableitung der lokalen Resilienzstrategie für den kommunalen Wärmeplan

Ein wesentlicher Lösungsansatz zur Begrenzung der in Kapitel 5.1 beschriebenen Risiken ist die Sektorenkopplung und hier insbesondere die Nutzung von Wärmenetzen. Sektorenkopplung bezeichnet die verstärkte Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und Industrie, bei der Strom aus erneuerbaren Energien gezielt zur Wärmeerzeugung, im Verkehr sowie in industriellen Prozessen eingesetzt wird. Eine erfolgreiche Umstellung auf eine vollständig erneuerbare Energieversorgung setzt genau diese integrative Nutzung voraus.

Der Hintergrund: Einzelne alternative Energiequellen wie Strom aus Windkraft oder Photovoltaikanlagen oder Wärme aus Abwärmequellen, Solarthermie, Geothermie, Luft und Biomasse sowie nachhaltig erzeugte Kraftstoffe reichen einzeln betrachtet nicht aus, um den Energiebedarf zu dem Zeitpunkt, zu dem sie benötigt werden, zu decken. Erst durch die intelligente Kopplung von Strom- und Wärmenutzung entsteht die nötige Flexibilität im Energiesystem. So können Spitzen bei der Erzeugung von Wind- und Solarstrom besser ausgeglichen werden: Überschüssiger Strom wird zeitweise zur Wärmeerzeugung, zum Laden von Elektroautos oder zur Herstellung von Wasserstoff genutzt. In Zeiten mit einer geringen Produktion aus Erneuerbaren Energien können wiederum Speicher entleert oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (siehe auch Kapitel 5.1.2) auf Wasserstoffbasis Strom und Wärme effizient bereitstellen. Damit wird die Sektorenkopplung zu einem zentralen Baustein der Energiewende: Sie ermöglicht einen flächendeckenden, effizienten und sektorübergreifenden Einsatz erneuerbarer Energien. Sie leistet somit einen entscheidenden Beitrag zu einem klimafreundlichen Energiesystem der Zukunft.

Ziele der energetischen Sektorenkopplung sind unter anderem:

- Nachhaltigkeit: Durch die sektorübergreifende Verknüpfung soll der Einsatz erneuerbarer Energien deutlich ausgeweitet werden. Dies trägt maßgeblich zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei und unterstützt die Klimaschutzziele.
- Effizienzsteigerung: Ein intelligenter Energieaustausch zwischen den Sektoren minimiert Verluste und erhöht die Gesamteffizienz der Energieversorgung. Energie kann dort genutzt werden, wo sie am sinnvollsten ist.
- Versorgungssicherheit: Sektorenkopplung stärkt die Resilienz des Energiesystems, indem sie eine flexible Nutzung und Speicherung verschiedener Energieformen ermöglicht. So lässt sich besser auf Schwankungen im Energieangebot und -bedarf reagieren.

5.2.1 Power-to-Heat

Eine wichtige Technologie im Rahmen der Sektorenkopplung ist Power-to-Heat (PtH). PtH meint die Umwandlung elektrischer Energie in Wärme, womit der steigende Anteil an Strom aus Erneuerbaren Energien für den Wärmesektor nutzbar gemacht werden kann. Durch die Erschließung von Umweltwärmequellen, wie zum Beispiel Luftwärme oder Geothermie mittels Wärmepumpen, kann der eingesetzte erneuerbare Strom hocheffizient Wärme bereitstellen. Somit leisten Power-to-Heat-Anlagen einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmesektors und zur Erreichung der Klimaschutzziele. PtH-Systeme eignen sich sowohl für die Beheizung und Warmwasserversorgung einzelner Gebäude (siehe Kapitel 7.3) als auch für den Einsatz in zentralen Wärmenetzen (siehe Kapitel 9 für das zentrale Fernwärmesystem in Dresden), um ganze Quartiere oder Stadtteile effizient mit Wärme zu versorgen.

5.2.2 Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) meint die gleichzeitige Umwandlung von Energie in mechanische oder elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermodynamischen Prozesses. Die parallel zur Stromerzeugung produzierte (Ab-) Wärme wird zur Beheizung und Warmwassergewinnung oder für Produktionsprozesse genutzt. Durch die Nutzung dieses Effizienzpotenzials mindert der Einsatz von KWK den Energieeinsatz sowie die daraus resultierenden Kohlendioxid-Emissionen. Die erzeugte Wärme kann entweder direkt am Ort der Erzeugung genutzt oder in ein Fernwärmennetz eingespeist und zu den jeweiligen Abnehmern geleitet werden. Je nach Anwendungsbereich und Bedarf werden Anlagen unterschiedlicher Größe und Leistung eingesetzt. Das Spektrum reicht von großen Heizkraftwerken über kompakte Blockheizkraftwerke (BHKW) bis hin zu Mikro-BHKW und Brennstoffzellenanlagen für den dezentralen Einsatz¹⁶. KWK-Anlagen tragen zur Sektorenkopplung bei, indem sie die gleichzeitige Versorgung von Haushalten, Quartieren oder Industrieanlagen mit Strom und Wärme ermöglichen.

KWK-Anlagen nutzen heute noch meist fossile Energieträger. So werden beispielsweise die Dresdner KWK-Anlagen an den Standorten Nossener Brücke und Dresden-Reick mit Erdgas betrieben. Damit entsteht ein Spannungsfeld zur langfristigen Vision der vollständigen Dekarbonisierung: Aufgrund der hohen Energieeffizienz heben sich KWK-Anlagen zwar positiv von konventionellen Kraftwerken ab, dennoch entstehen unter Einsatz fossiler Brennstoffe weiterhin CO₂-Emissionen, was den Zielen der Wärmewende entgegensteht.

Damit KWK zukünftig einen Beitrag zur Wärmewende und weiterhin zur Versorgungssicherheit auch in sogenannten „Dunkelflauten“ leisten kann, muss im Sinne der Sektorenkopplung eine Umstellung auf Erneuerbare Energieträger erfolgen. Hierfür kommt der Einsatz von grünem Wasserstoff, Biogas oder synthetischen Brennstoffen grundsätzlich infrage, wobei im Dresdner Wärmeplan von Wasserstoff ausgegangen wird. Zudem spielt die Flexibilität von KWK-Anlagen eine außerordentlich wichtige Rolle. Bei der Ausrichtung des Betriebs am aktuellen Strommarkt können KWK-Anlagen bei hoher Einspeisung Erneuerbarer Energien zur Netzentlastung gedrosselt und umgekehrt bei unzureichender Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien flexibel eingesetzt werden. Mithilfe des stromgeführten Betriebs sorgen sie nicht nur für eine effiziente Wärmenutzung, sondern auch für Versorgungssicherheit im Stromsystem. In der Kombination mit Power-to-Heat- und Wärmespeicherlösungen kann KWK zur Nutzung überschüssigen Stroms aus Erneuerbaren Energie beitragen und somit eine zukunftsfähige Rolle im Bereich der Sektorenkopplung und der Wärmewende einnehmen.

5.2.3 Groß-Wärmespeicher

Um einen flexiblen Betrieb von KWK-Anlagen zu ermöglichen, sind Wärmespeicherlösungen erforderlich. Dabei kommen insbesondere Großwärmespeicher zum Einsatz, die eine zentrale Rolle in der Sektorenkopplung einnehmen: Da die Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie stark von Wetterbedingungen abhängt und somit schwankt, können Wärmespeicher als Ausgleichsinstrument dienen. Sie ermöglichen es, überschüssigen Strom mittels Power-to-Heat-Technologien (beispielsweise Elektrodenheizkessel, Wärmepumpen) in Wärme umzuwandeln und diese für Zeiten mit erhöhtem Wärmebedarf vorzuhalten.

Großwärmespeicher spielen im Kontext der Energiewende eine zentrale Rolle für die Dekarbonisierung des Wärmesektors und die Systemintegration erneuerbarer Energien. Sie ermöglichen es, zeitlich entkoppelt Wärme zu erzeugen, zu speichern und bedarfsgerecht bereitzustellen. Dies ist ein entscheidender Vorteil angesichts der schwankenden¹⁷ Einspeisung von Solar- und Windstrom. Durch ihre Speicherkapazität tragen sie zur stabilen Wärmeversorgung auch bei schwankender Erzeugung oder in kurzfristigen Nachfragespitzen bei.

¹⁶ www.unendlich-viel-energie.de/zehn-fakten-zu-sektorenkopplungs-technologien [Zugriff am 27.05.2025]

¹⁷ Fachausdruck: volatilen

5.2.4 Ableitung der lokalen Resilienzstrategie für die kommunale Wärmeplanung

In der Kommunalen Wärmeplanung der Landeshauptstadt Dresden wird die Versorgungssicherheit auf zwei Ebenen betrachtet:

- Überregionale Verantwortung: Gesicherte Kraftwerks- und Übertragungskapazitäten sowie Langzeitspeicher und Energieimporte werden, wie gesetzlich festgelegt, auf nationaler Ebene durch Übertragungsnetzbetreiber, Bundesnetzagentur und flankiert durch regulative Initiativen des zuständigen Bundesministeriums gewährleistet (siehe auch Kapitel 5.1.3).
- Lokale Verantwortung: Die strategische Entwicklung der lokalen Verteilnetzstruktur (Strom) wird fokussiert und die wärmebedingten Zusatzlasten für den Höchstlastfall bewertet. Dies geschieht grundsätzlich im Netzausbauplan (NAP), welcher bereits in einer ersten Version aus dem Jahr 2024 vorliegt. Dennoch hat es sich die Landeshauptstadt Dresden als Ziel gesetzt, auch im Wärmeplan auf eine Begrenzung der durch die Wärmeversorgung verursachten Zunahme der Stromhöchstlast mittels einer lokalen Resilienzstrategie hinzuwirken.

Die lokale Resilienzstrategie bedeutet für den Dresdner Wärmeplan, dass die Sektorenkopplung insbesondere durch den Auf- und Ausbau systemdienlich konfigurierter Wärmenetze, neuer Wärmespeicher und explizite Unterstützung von KWK-Anlagen erfolgen soll. Das heißt auch neue Nahwärmennetze sollen, sofern die Landeshauptstadt sie initiiert und begleitet, in der Aufgabenstellung die systemdienliche Konfiguration beinhalten. Zudem wird das Erdgasnetz als wichtige Energieinfrastruktur für den Transformationsprozess angesehen, welche noch langfristig bis zur Bereitstellung von Wärmenetzanschlüssen und den Ausbau der Stromnetze zur Verfügung steht. Zudem soll eine Teilumstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff geprüft werden, da auch zukünftig Versorgungsbedarfe bestehen, wie beispielsweise für Kraftwerke, Prozessenergie und Gebiete mit eingeschränkten Umstellungsalternativen. Darüber hinaus sollen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer für Energieeffizienzmaßnahmen in der Versorgung sowie für die Nutzung von Nachbarschaftsnetzen oder stromnetzentlastenden Wärmequellen, wie etwa Erdwärme, gezielt beraten und sensibilisiert werden.

Neben diesen Aspekten zur Entlastung des Stromnetzes bleibt es ein wesentliches Ziel, die enorme Abhängigkeit vom Energieträger Erdgas von über 90 Prozent auf eine vor allem auf lokalen Energiequellen beruhende Versorgung umzustellen. Diese soll durch Strom-, Wasserstoff- und Biomasseimporte ergänzt und diversifiziert werden. Dadurch wird das Preis- und Lieferantenrisiko aus einer einseitigen Energieträgerversorgung stark reduziert.

In Summe soll die lokale Resilienzstrategie des kommunalen Wärmeplans sowohl die Risiken im Transformationsprozess (insbesondere mit Blick auf die Stromversorgung) effektiv begrenzen und die bestehenden Risiken aus der hohen Erdgasabhängigkeit auflösen, um die Energieversorgung Dresdens langfristig widerstandsfähig aufzustellen.

6 Bestandsanalyse

6.1 Siedlungsstruktur und deren Auswirkungen auf die Wärmeplanung

Die Landeshauptstadt Dresden ist das politische Zentrum des Freistaates Sachsen und nimmt als zentraler Wirtschafts-, Kultur- und Verwaltungsstandort eine Schlüsselrolle von überregionaler Bedeutung im mitteldeutschen Raum ein. Mit rund 575.000 Einwohnerinnen und Einwohnern sowie einer Stadtfläche von rund 330 km² zählt Dresden zu den Großstädten und am dichtesten besiedelten Regionen Deutschlands¹⁸.

Das Stadtbild von Dresden wird durch die besondere topographische Lage geprägt: Das Zentrum der Stadt liegt im Elbtal, etwa 113 Meter über dem Meeresspiegel. Die Elbe durchquert das Stadtgebiet von Südosten nach Nordwesten und schafft eine natürliche Gliederung zwischen linkselbischen und rechtselbischen Stadträumen. Während das Zentrum im Flusstal liegt, steigen insbesondere die rechtselbischen Höhenlagen im Südosten der Stadt sehr steil an. Obwohl ein Großteil des Stadtgebiets bebaut ist und für Verkehrsinfrastruktur genutzt wird, machen Grün- und landwirtschaftliche Nutzflächen sowie Wälder aber auch Gewässer einen bedeutenden Anteil am Stadtgebiet aus (siehe Abbildung 15).

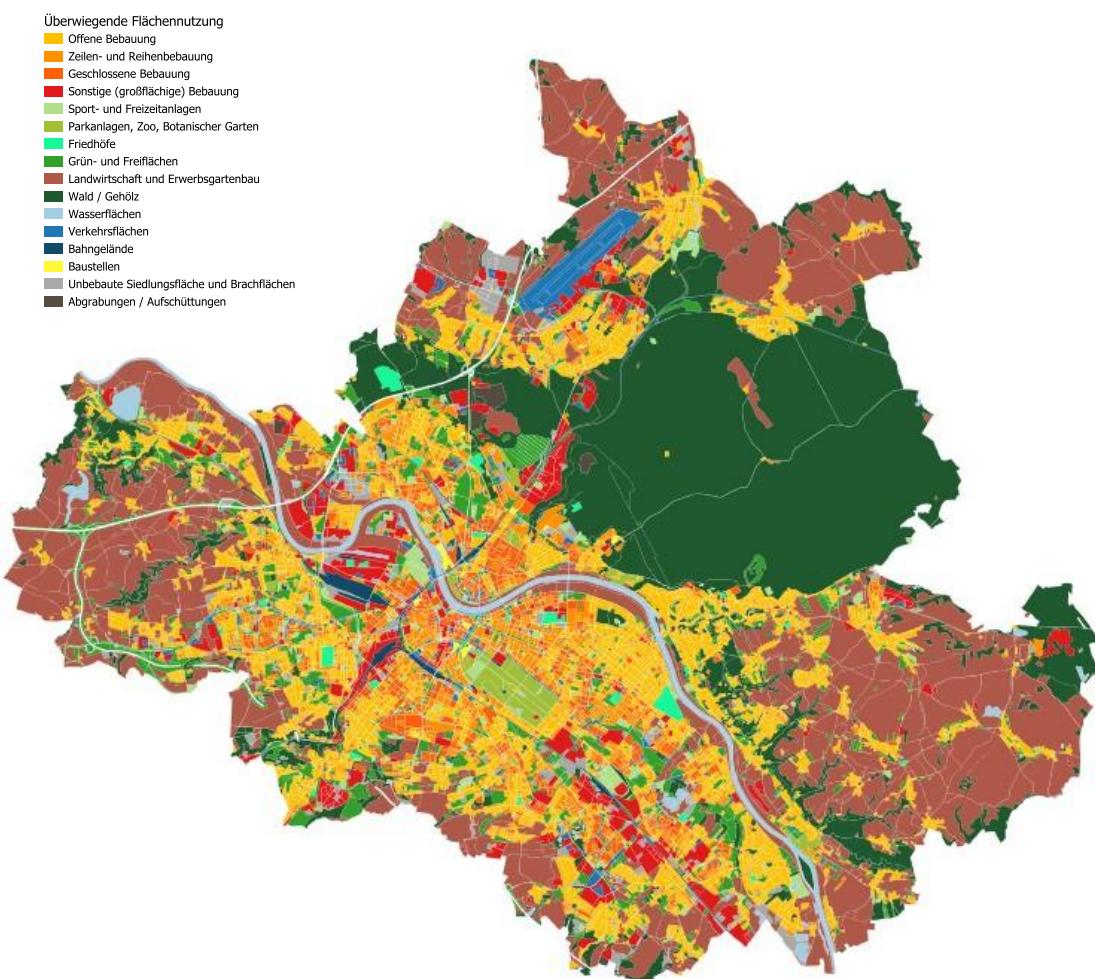


Abbildung 15: Überwiegende Flächennutzungsart auf Baublockebene im Dresdner Stadtgebiet

¹⁸ Stand: 31.12.2024

Dresden gliedert sich in 19 Stadtbezirke beziehungsweise Ortschaften und 64 Stadtteile, die teils sehr unterschiedliche städtebauliche Strukturen aufweisen. In der Altstadt und der Neustadt sowie den zentrumsnahen Bereichen dominieren sehr kompakte, urbane Quartiere, während sich in den angrenzenden Stadtteilen und Außenbereichen eine zunehmend aufgelockerte bis hin zu einer dörflichen Bebauung mit eigenen Kernbereichen zeigt. Darüber hinaus weist das Dresdner Stadtgebiet industriell geprägte Gebiete insbesondere mit der Halbleiterindustrie im Dresdner Norden auf.

Diese Gegebenheiten beeinflussen die Wärmeplanung und die verfügbaren Optionen für eine zukünftig treibhausgasneutrale Gestaltung der Dresdner Wärmeversorgung maßgeblich. In den dicht bebauten Bereichen bieten sich vor allem Potenziale für den Neubau oder die Erweiterung bestehender Wärmenetze, insbesondere des bestehenden Fernwärmenetzes. Dagegen können die Möglichkeiten zur Installation von Wärmepumpen aufgrund der Schallentwicklung von Luftwärmepumpen sowie mangels ausreichender Flächen oder rechtlicher Einschränkungen (beispielsweise Trinkwasserschutzgebiete oder geologisch kritische Bereiche) zur Nutzung von Erdwärme begrenzt sein. Ebenso kann eine verstärkte Nutzung von Biomasse (beispielsweise Holzpellets) hinsichtlich der Luftreinhaltung in diesen Gebieten problematisch sein. Flächen für Solarthermie oder Photovoltaik sind, mit Ausnahme von Dach- und Fassadenflächen, sofern mit den Anforderungen des Denkmalschutzes vereinbar, in diesen Bereichen kaum vorhanden. Die Grün- und Freiflächen sind hierfür in der Regel nicht geeignet, da Ihnen wesentliche Funktionen zur Naherholung und sportlichen Betätigung sowie für das besondere Dresdner Stadtbild zukommen.

In den weniger dicht bebauten Gebieten Dresdens hat eine Wärmeplanung die Möglichkeiten von Wärmenetzen eingehender zu prüfen und jene Siedlungskerne zu identifizieren, welche für einen wirtschaftlichen Betrieb solcher Netze potenziell geeignet sind. Für Nahwärmenetze bieten sich durch den tendenziell höheren Anteil von unbebauten Flächen in der Nachbarschaft auch höhere Potenziale zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie und stellenweise auch Möglichkeiten zur Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle. Gleichzeitig sind aufgrund der weniger dichten Bebauung dezentrale Wärmeversorgungsoptionen eine sinnvolle Option. Flächen für Solarthermie oder Photovoltaik wären vor allem in den Außenbereichen Dresdens prinzipiell vorhanden, konkurrieren jedoch mit den derzeitigen Nutzungsarten der Flächen (insbesondere der Landwirtschaft).

Eine netzgebundene Versorgung mit Wasserstoff ist für die Dresdner Industriestandorte, insbesondere solche mit stofflichem Wasserstoffbedarf, sowie für die Standorte der Fernwärmeerzeugung geplant. Inwieweit Wasserstoff darüber hinaus auch in angrenzenden Bereichen als zusätzliche Option zur Wärmeversorgung bereitgestellt werden könnte, ist derzeit noch mit erheblichen Unsicherheiten hinsichtlich des Zeitpunktes der Verfügbarkeit von Wasserstoff und des zu erwartenden Preisniveaus verbunden. Dies wird im Zuge der Fortschreibung der Wärmeplanung noch eingehender untersucht. Eine netzgebundene Versorgung mit grünem Methan ist für Dresden grundsätzlich nicht vorgesehen.

Für den vorliegenden Wärmeplan wurde für jedes Gebäude respektive jeden Baublock im Dresdner Stadtgebiet die Eignung verschiedener zukünftiger Wärmeversorgungsarten untersucht. In Kapitel 7 wird auf die Potenzialanalyse für, insbesondere dezentrale, Wärmeerzeuger, im Kapitel 8 auf die Voruntersuchung von Wärmenetzpotenzialen und im Kapitel 10 auf die Szenarioanalyse sowie die Ergebnisse der Eignungsprüfung inklusive Wasserstoffnetze eingegangen.

6.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

6.2.1 Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung

Die benötigte Endenergie für Wärme in Dresden (ohne Prozesswärme der Industrie) beträgt derzeit rund 4,7 TWh pro Jahr. Sie wird zum größten Teil aus Erdgas und durch Fernwärme gedeckt (siehe Abbildung 16).

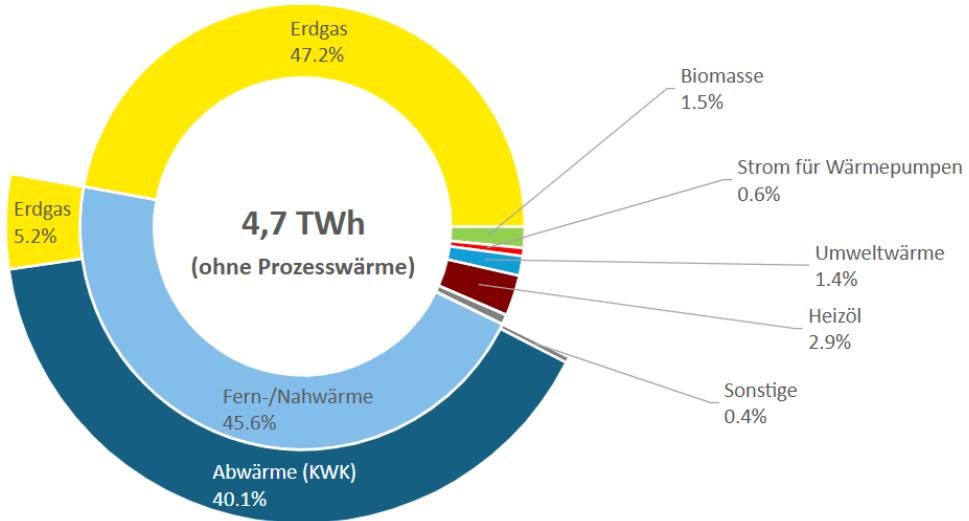


Abbildung 16: Energieträgereinsatz zur Deckung des Wärmebedarfs in Dresden 2021 (ohne Prozesswärme der Industrie)

Die Fernwärme stammt überwiegend (zu knapp 88 Prozent) aus der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Heizwerke, die Wärme aber keinen Strom erzeugen, tragen mit lediglich rund zwölf Prozent zur leitungsgebundenen Wärmebereitstellung über das Fernwärmennetz bei. Als Energieträger für die Fernwärmeerzeugung kommen zum Einsatz:

- 98,5 Prozent Erdgas (rund 2.122 GWh)
- 0,9 Prozent Erneuerbare Energieträger (rund 19 GWh)
- 0,6 Prozent Sonstige Energieträger (rund 13 GWh)

Zusammen mit den dezentralen Wärmeerzeugern in Gebäuden ergibt sich damit für die Dresdner Wärmeversorgung (ohne Prozesswärme der Industrie) folgender Energieträgermix:

- Anteil fossiler Energieträger: 56,2 Prozent
- Anteil erneuerbare Energieträger: 3,6 Prozent
- Anteil unvermeidbare Abwärme: 40,1 Prozent

Die Wärmeenergie wird primär in Wohngebäuden (jährlich 3,03 TWh) verbraucht. Dahinter folgen Gewerbe (jährlich 1,45 TWh) und kommunale Liegenschaften (jährlich 0,13 TWh). In den beiden letzten Sektoren beziehungsweise Segmenten überwiegt die Versorgung mit Fernwärme deutlich, während im Wohngebäudebereich Erdgas mit einem Anteil von über 50 Prozent als Energieträger dominiert (siehe Abbildung 17). Die gesamte Wärmeenergie in Industriegebäuden ist gering (Prozesswärme ist nicht einbezogen).

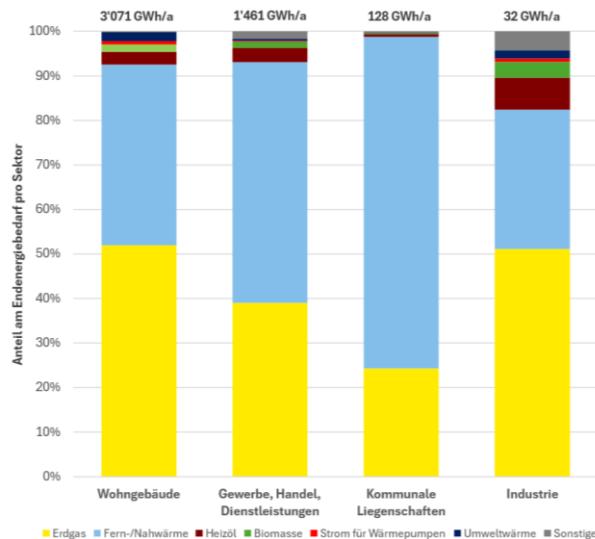


Abbildung 17: Endenergiebedarf Wärme nach Energiesektoren und Energieträgern (ohne Prozesswärme der Industrie)

Mit ihrem aktuellen Energieträgermix verursacht die Wärmeversorgung in Dresden Treibhausgasemissionen in Höhe von rund 925.000 t CO₂äq pro Jahr. Dies entspricht rund 26 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in Dresden. Im Wärmebereich werden die Emissionen primär durch Erdgas (rund 62 Prozent), Fernwärme (rund 30 Prozent) und Heizöl (rund fünf Prozent) verursacht (siehe Abbildung 18).

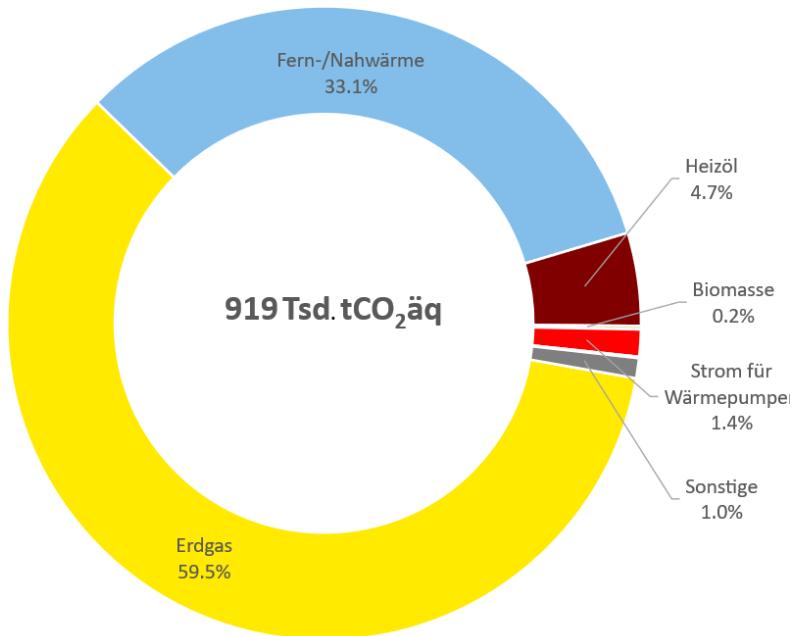


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen der Dresdner Wärmeversorgung (ohne Prozesswärme der Industrie) nach Energieträgeranteilen

Das Gros der Treibhausgasemissionen für Wärme mit über 600.000 t CO₂äq fällt durch die Beheizung und Warmwasserbereitstellung in den Wohngebäuden an (Abbildung 19). Darauf folgen Gewerbegebäude mit etwas über 200.000 t CO₂äq sowie die Gebäude für öffentliche Zwecke mit deutlich unter 100.000 t CO₂äq. Demgegenüber sind die Emissionen für Wärme (ohne Prozesswärme) aus Industriegebäuden marginal.

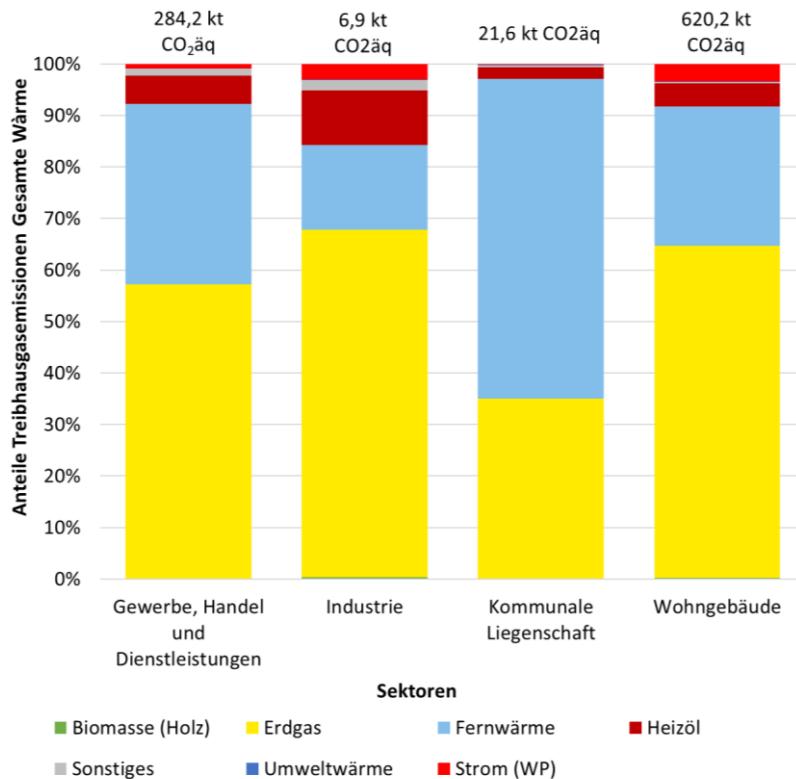


Abbildung 19: Treibhausgasemissionen der Dresdner Wärmeversorgung (ohne Industrie-Prozesswärme) nach Sektoren und Energieträgeranteilen

6.2.2 Industrielle und gewerbliche Prozesswärmeanwendungen

In Dresden hatte die Industrie im Jahr 2021 mit etwa 3.0 TWh/a einen Anteil von rund 30 Prozent am Gesamtendenergieverbrauch¹⁹. Der Endenergieverbrauch für Prozessanwendungen²⁰ der Industrie wird von den Energieträgern Erdgas und Elektrizität dominiert (Abbildung 20).

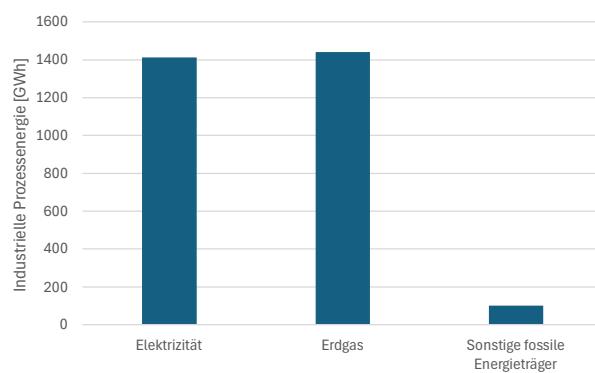


Abbildung 20: Industrielle Prozessenergie in Dresden im Jahr 2021, ohne Raumwärme und ohne Kraftwerksbrennstoff¹⁹

Die dargestellte Prozessenergie ist bereits um Raumwärme und um Anwendungen in Industriekraftwerken bereinigt. Sie umfasst somit Prozesswärme, verschiedene andere elektrische Anwendungen (zum Beispiel mechanische Antriebe, Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik) sowie stoffliche Nutzung von Brennstoffen. Die stoffliche Nutzung

¹⁹ Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept. Dresden

²⁰ Endenergie zur Deckung der Raumwärme und als Brennstoff in industriellen Kraftwerken sind nicht enthalten

findet überwiegend in der Halbleiterherstellung zur Erzeugung von Prozessgasen statt und wird auf fünf bis zehn Prozent abgeschätzt. Die stoffliche Nutzung des Erdgases beträgt demnach 65 GWh.

Eine exakte Zuordnung der Endenergie zu industriellen Wärmeanwendungen (Prozesswärme) ist ohne Kenntnis der branchen- oder prozessspezifischen Energiedaten nicht möglich. Eine Abschätzung anhand des deutschlandweiten Mittelwerts des Anteils der Prozesswärme an der Endenergie in der Industrie von zwei Dritteln²¹ ergibt Prozesswärme in Höhe von rund 2.000 GWh. Diese wird zum einen von dem nicht-stofflichen Erdgaseinsatz und den sonstigen fossilen Energieträgern gedeckt. Die übrige Prozesswärme wird durch elektrische Prozesse in Höhe von rund 500 GWh gedeckt. Damit ergibt sich eine Abschätzung der Prozesswärme und eine Zuordnung der Energieträger wie in Abbildung 21 abgebildet.

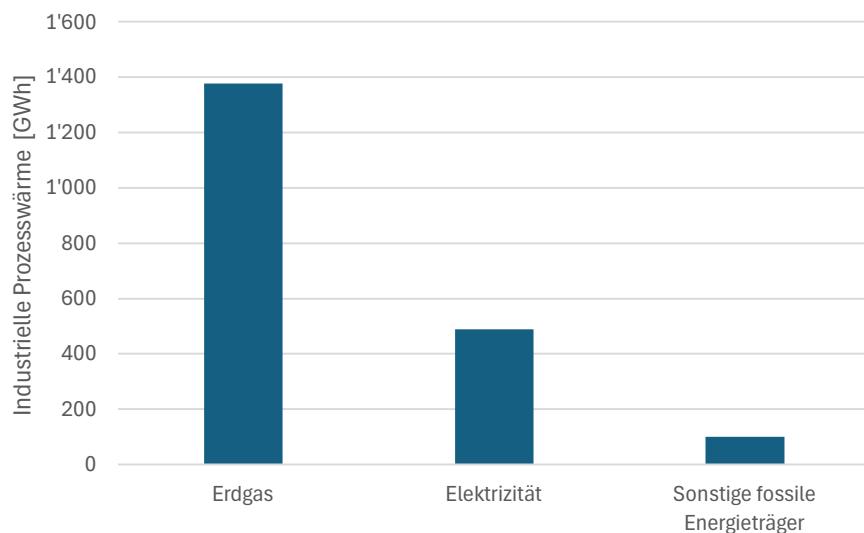


Abbildung 21: Industrielle Prozesswärme im Jahr 2021 (Abschätzung)

Die resultierenden Emissionen belaufen sich auf insgesamt rund 600 Millionen Tonnen und konzentrieren sich auf die Energieträger Erdgas, sonstige fossile Energieträger und Elektrizität (Abbildung 22).

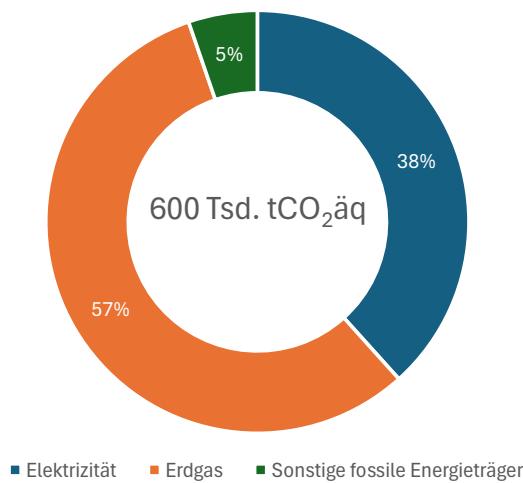


Abbildung 22: Zuordnung der Emissionen der industriellen Prozesswärme auf Energieträger (2021)

²¹ [www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-für-fossile-erneuerbare-wärme](http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme) [Zugriff am 26.09.2025]

6.3 Struktur des Dresdner Gebäudebestands

Die Gebäudestruktur Dresdens spiegelt die wechselvolle Geschichte und die städtebauliche Entwicklung der Stadt wider. Charakteristisch sind vielfältige Quartiere, die sich deutlich in Bauweise, Entstehungszeit und Funktion unterscheiden. Besonders prägend sind die gründerzeitlichen Wohnviertel, wie die Äußere Neustadt oder Teile von Striesen, die durch eine dichte Blockrandbebauung und eine urbane Mischung aus Wohnen, Gewerbe und Kultur geprägt sind. In diesen Gebieten finden sich auch zahlreiche, teils deutlich ältere Wohngebäude, deren Baujahre bis ins 18. Jahrhundert zurückreichen.

Ein besonderes Merkmal sind die Dresdner Villenviertel, etwa in Loschwitz, Blasewitz oder Weißen Hirsch, die vor allem im 19. und frühen 20. Jahrhundert mit herrschaftlichen Bauten auf teilweise großzügigen Grundstücken in grüner Umgebung entstanden sind. In den Stadtteilen Gorbitz, Prohlis oder der Johannstadt prägen Plattenbauten das Stadtbild. Zwischen 1949 und 1989 entstanden dort großflächige Wohnkomplexe in industrieller Bauweise, um nach dem Zweiten Weltkrieg und in den folgenden Jahrzehnten dem Wohnraummangel zu begegnen.

Seit 1990 wurden viele innerstädtische Baulücken geschlossen, bestehende Quartiere verdichtet und neue Siedlungen geschaffen. Neubauprojekte, wie beispielsweise in der Hafencity oder am Wiener Platz, zeigen moderne Architektur, wobei der Fokus oft auf energetischer Effizienz, Durchmischung und urbaner Lebensqualität liegt. So präsentiert sich Dresden heute als Stadt mit einer vielschichtigen Gebäudestruktur, in der historische Bauten, sozialistischer Wohnungsbau und zeitgenössische Architektur nebeneinander bestehen.

Eine Übersicht der Dresdner Gebäudetypologie pro Baualtersklasse ist in Abbildung 23 dargestellt. Ein Großteil der Energiebezugsfläche (EBF) entfällt auf Wohngebäude im Bestand, wobei ein wesentlicher Anteil unter Denkmalschutz steht. Besonders in den Baualtersklassen vor 1945 zeigt sich, dass sowohl denkmalgeschützte als auch nicht denkmalgeschützte Gebäude einen erheblichen Anteil aufweisen. Die größte kumulierte Energiebezugsfläche befindet sich bei nicht denkmalgeschützten Gebäuden aus der Periode 1900 bis 1945 mit rund 12,5 Millionen m², davon entfallen etwa 7,1 Millionen m² auf Wohngebäude.

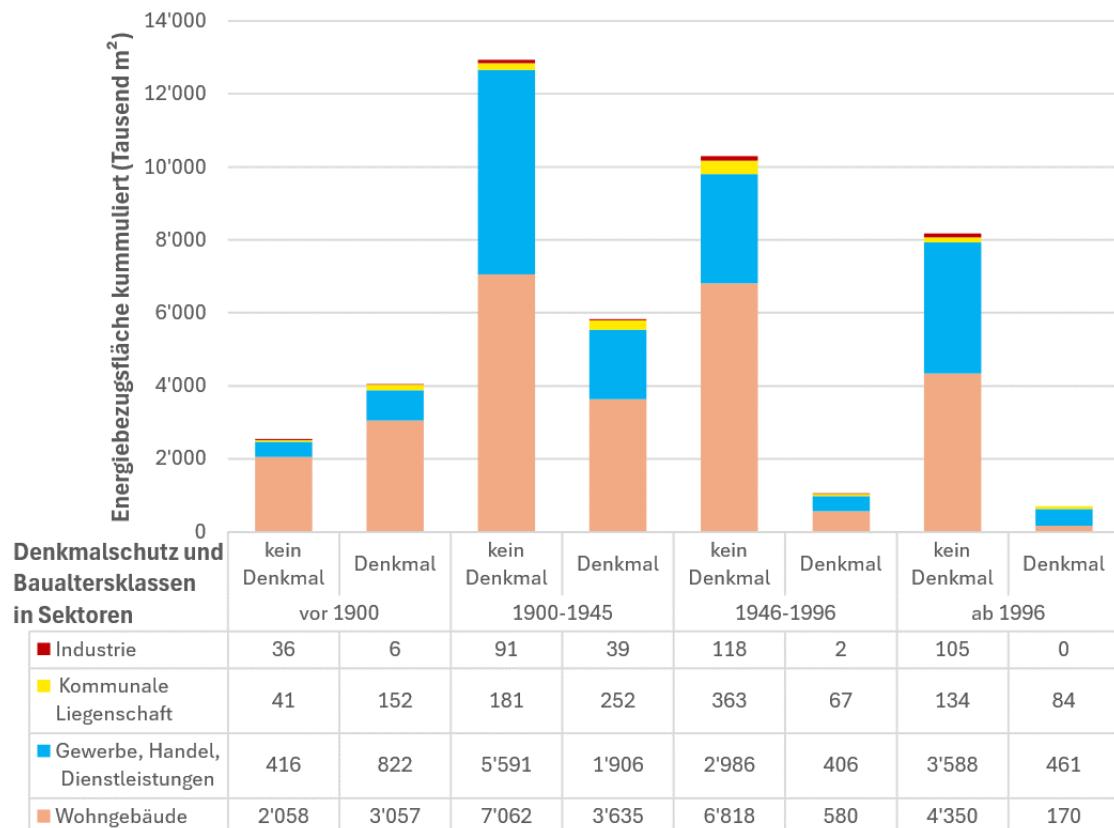


Abbildung 23: Gebäudetypologie als kumulierte Energiebezugsfläche (EBF) der aggregierten Baualtersklassen und Gebäudefunktionen.

Auch in jüngeren Baualtersklassen (1946 bis 1996 sowie ab 1996) dominieren Wohnnutzungen in nicht denkmalgeschützten Gebäuden. Gleichzeitig ist bei denkmalgeschützten Gebäuden ein vergleichsweise hoher Anteil an Wohnnutzung im Zeitraum 1900 bis 1945 (3,0 Millionen m²) zu verzeichnen. Nicht-Wohnnutzungen, insbesondere Gewerbe und öffentliche Zwecke, befinden sich überwiegend in nicht denkmalgeschützten Gebäuden. Insgesamt verdeutlicht Abbildung 23, dass der Wohngebäudebestand, sowohl mit als auch ohne Denkmalschutz, eine zentrale Rolle für die energetische Betrachtung spielt. Insgesamt beträgt der Anteil denkmalgeschützter Gebäude in Dresden etwa zehn Prozent.

Die Auswertung in Abbildung 24 zeigt die Verteilung der Energiebezugsfläche der Wohngebäude, gegliedert nach Baualtersklassen (A bis K) und Gebäudekategorien. Grundlage dafür sind gemeldete Baujahre sowie standardisierte Gebäudeklassifikationen (TABULA), die eine strukturierte Analyse des Gebäudebestands ermöglichen. Die Baualtersklassen orientieren sich an der Systematik typischer Gebäudetypologien, in denen Modellgebäude stellvertretend für bestimmte Alters- und Größenkategorien stehen. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf energetische Merkmale und Wärmeeffizienzpotenziale im Bestand ziehen.

Typen / Baujahr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	≤ 1860	1861 – 1918	1919 – 1948	1949 – 1957	1958 – 1968	1969 – 1978	1979 – 1983	1984 – 1994	1995 – 2001	2002 – 2009	ab 2010
EFH	855	1743	69	186	107	18	63	314	450	174	
RH	73	609	17	33	37	2	14	203	248	15	
MFH	3814	7145	0	0	0	0	0	1805	428	323	
NBL_MFH	0	0	1726	2188	660	159	496	0	0	0	
GMH	180	907	0	0	0	0	1	57	11	15	
NBL_GMH	0	0	202	418	548	86	62	0	0	0	

Abbildung 24: Übersicht Gebäudetypologie (in Tausend m² EBF)

EFH = Einfamilienhaus

RH = Reihenhaus

MFH = Mehrfamilienhaus

GMH = Großes Mehrfamilienhaus

NBL = neue Bundesländer

In Dresden entfällt der überwiegende Teil der Energiebezugsfläche auf Mehrfamilienhäuser, insbesondere auf Gebäude der Baujahre 1919 bis 1948 (rund 7,1 Millionen m²) sowie 1861 bis 1918 (rund 3,8 Millionen m²). Auch MFH aus der Nachkriegszeit (1958 bis 1978) tragen mit rund 3,9 Millionen m² erheblich zur Gesamtfläche bei. Einfamilienhäuser (EFH) sind flächenmäßig ebenfalls relevant, insbesondere in den Perioden 1919 bis 1948 sowie nach 1995. Andere Gebäudetypen wie Reihenhäuser (RH) und große Mehrfamilienhäuser (GMH) weisen deutlich geringere Flächenanteile auf. Abbildung 25 zeigt die räumliche Verteilung von Gebäudetypen als vorrangiger Gebäudetyp im jeweiligen Baublock.

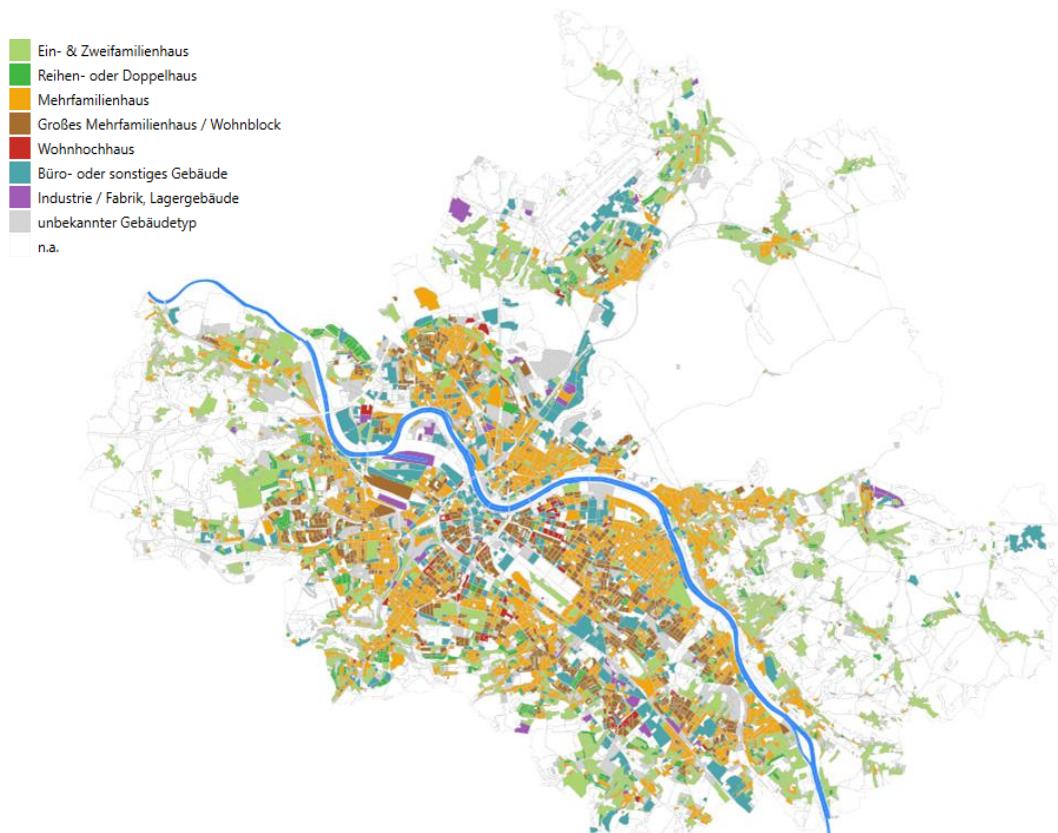


Abbildung 25: Überwiegender Gebäudetyp je Baublock bezogen auf die Energiebezugsfläche

Abbildung 26 zeigt die räumliche Verteilung der Baualtersklassen im Dresdner Stadtgebiet. Etwa 64 Prozent der bestehenden Gebäude (in denen sich 55 Prozent der Energiebezugsfläche befindet) wurden vor 1946 errichtet und verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet. Auf die Baujahre 1946 bis 1995 entfallen rund 18 Prozent der Bestandsgebäude und 25 Prozent der Energiebezugsfläche, aufgrund des Wiederaufbaus nach der Zerstörung 1945 vor allem im Bereich der Altstadt und in den direkt angrenzenden Stadtteilen sowie der Südvorstadt und Johannstadt. Später entstanden vor allem Plattenbausiedlungen (insbesondere in Gorbitz, Prohlis und Reick), aber auch kleinere Siedlungen beziehungsweise Quartiere mit Ein- und Zweifamilienhäusern im heutigen Stadtgebiet. Neubauten ab 1996 wurden vorrangig als kleinere Siedlungen in den äußeren Stadtteilen, aber auch als Baulückenschlüsse im gesamten Stadtgebiet errichtet. Hier überwiegt der Anteil kleinerer Gebäudetypen, was sich in dem Verhältnis der Gebäudeanzahl (18 Prozent) und der EBF (rund neun Prozent) widerspiegelt.

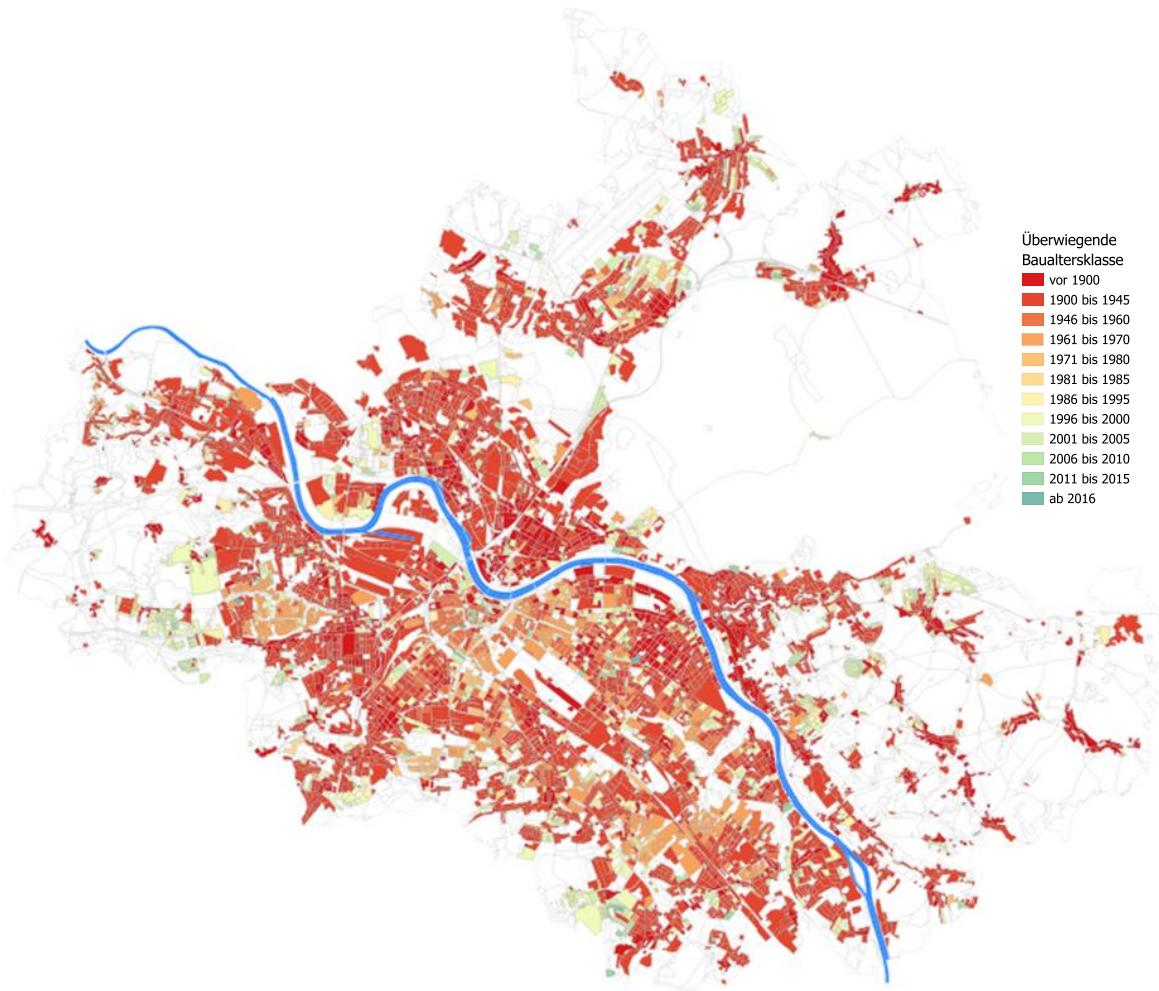


Abbildung 26: Überwiegende Baualtersklasse je Baublock bezogen auf die Energiebezugsfläche

6.4 Wärme- und Kältebedarfe

6.4.1 Räumliche Auflösung Wärme- und Kältebedarfe

Als Grundlage für die Wärmebedarfsdaten dient das Dresdner Wärmekataster, welches durch die Landeshauptstadt Dresden gemeinsam mit der SachsenEnergie AG entwickelt wurde. Das Wärmekataster weist den Nutzenergiebedarf für jedes Gebäude aus. Diese Daten werden durch Informationen zum Energieträgereinsatz und zum Heizanlagenbestand ergänzt.

Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs wird zum einen als Wärmeflächendichte betrachtet. In Abbildung 27 ist zu erkennen, dass hohe Wärmedichten vor allem im Innenstadtbereich (Altstadt) und den angrenzenden Stadtteilen sowie in der Neustadt mit geschlossener Blockrandbebauung erreicht werden. Erhöhte Wärmedichten sind des Weiteren in den Gebieten mit Plattenbausiedlungen (beispielsweise Gorbitz und Prohlis) sowie in den Kerngebieten der Stadtteile und Ortschaften festzustellen, welche ehemals eigenständige Gemeindezentren waren. Ebenfalls hohe Wärmebedarfsdichten sind in den Bereichen mit Einkaufszentren (beispielsweise Elbepark) und den Kliniken in der Stadt (unter anderem Universitätsklinikum, Städtisches Klinikum) sowie in Gewerbe- und Industriegebieten festzustellen.

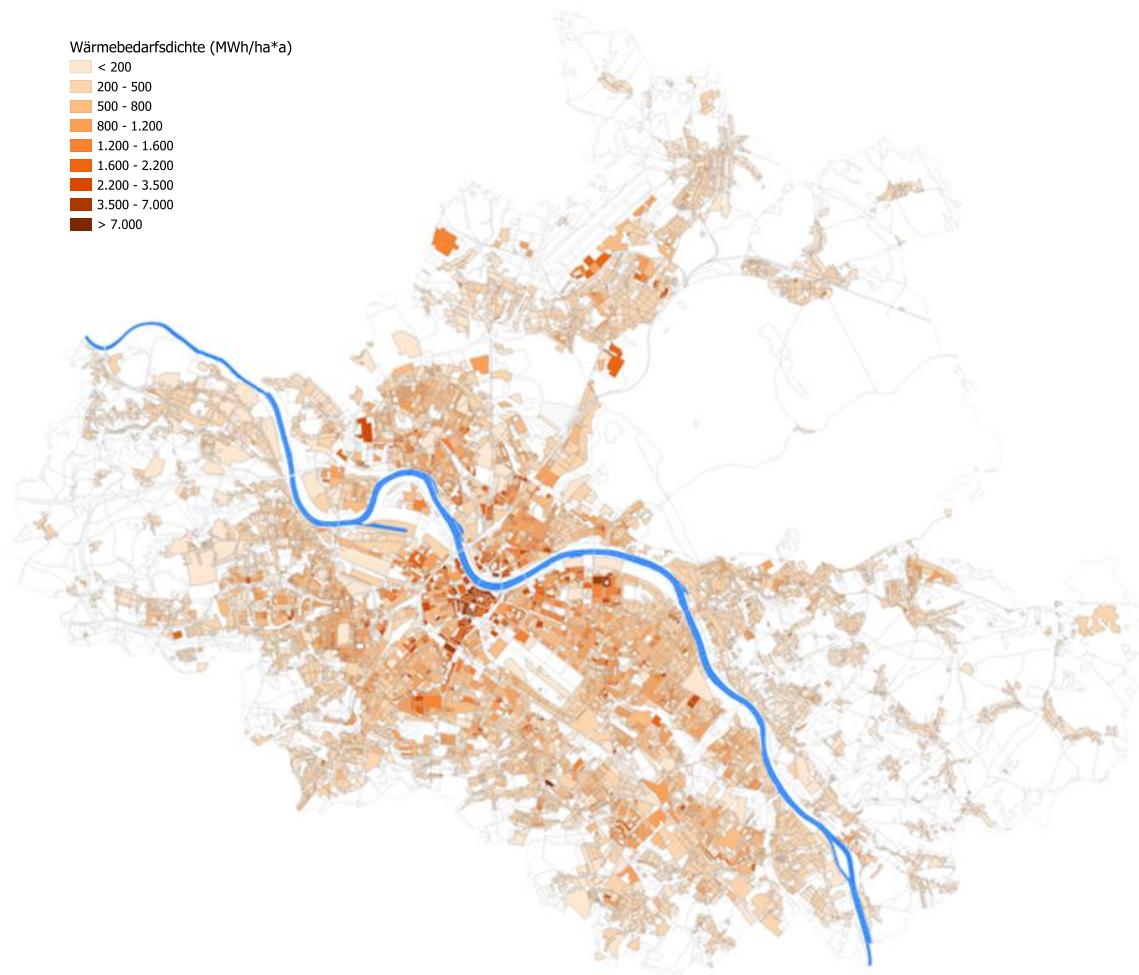


Abbildung 27: Wärmebedarfsdichte (Endenergie inklusive Umweltwärme, ohne Prozesswärme) je Baublock 2021 (MWh/ha*a)

Zum anderen wird die Wärmeliniendichte entlang des Verkehrswegenetzes betrachtet (siehe Abbildung 28). Diese ist für die Wärmeplanung in der Regel aussagekräftiger als die flächenhafte Wärmedichte, da letztere vor allem bei sehr großen Baublöcken mit Bebauung in Randlage ein verzerrtes Bild der Wärmedichte wiedergeben kann. Die Liniendichte ist vor allem für die Beurteilung netzgebundener Versorgungsstrukturen relevant, da die Netze typischerweise entlang der Verkehrswege verlaufen und die Gebäude auch in der Nähe der Verkehrswege liegen, über die sie mit Energie erschlossen werden. Neben der Altstadt und der Neustadt zeigen sich hohe Wärmeliniendichten vor allem auch in Striesen/Blasewitz, in Pieschen/Mickten, Briesnitz und Klotzsche aber auch entlang der Bautzner Landstraße, am Weißen Hirsch und in Bühlau sowie in Weißig.

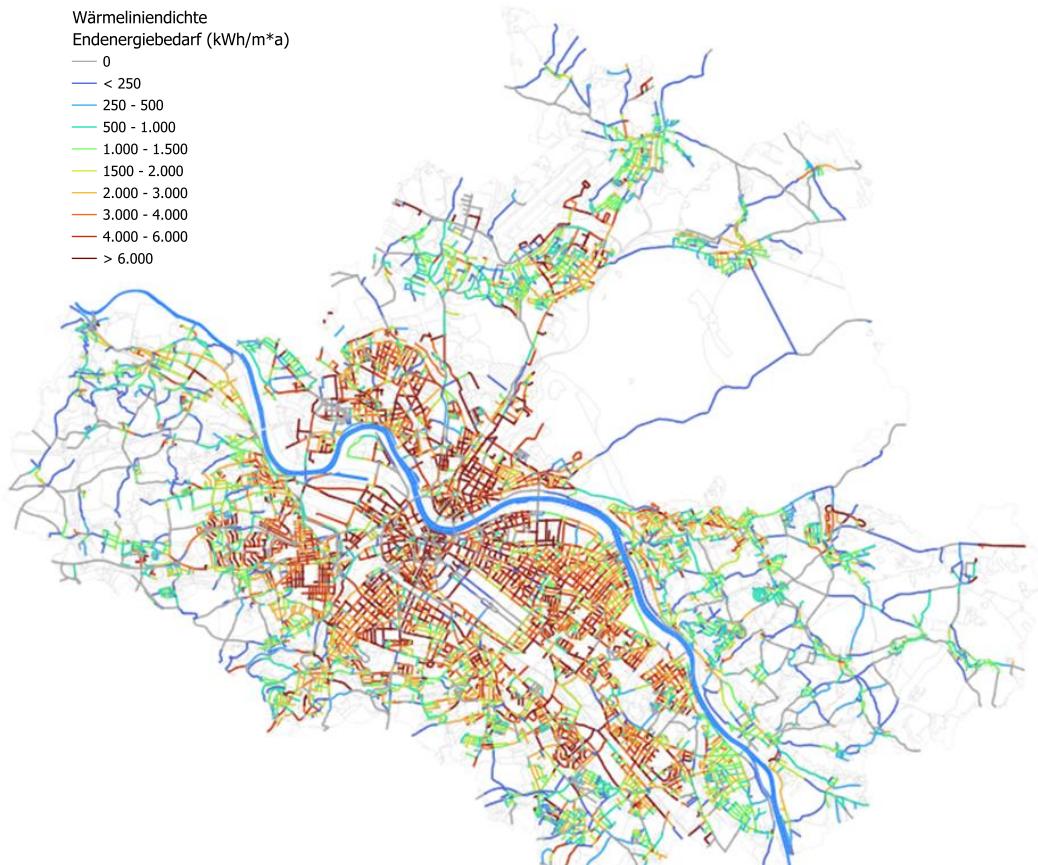


Abbildung 28: Wärmeliniendichte (Endenergie ohne Umweltwärme, ohne Prozesswärme) je Straßen-/Wegeabschnitt 2021

Zusätzlich zum Wärmebedarf wurde für Industrie- und Gewerbegebäude der Kältebedarf vorrangig für Raumkühlung beziehungsweise -klimatisierung bestimmt. Die Berechnung stützt sich auf die Schweizer SIA-Norm 2024, welche auf Grundlage von Simulationsmodellen mit deutschen Standards spezifische Bedarfswerte für jeden Raumnutzungstyp ausweist. Abbildung 29 zeigt die räumliche Verteilung des Kältebedarfs.

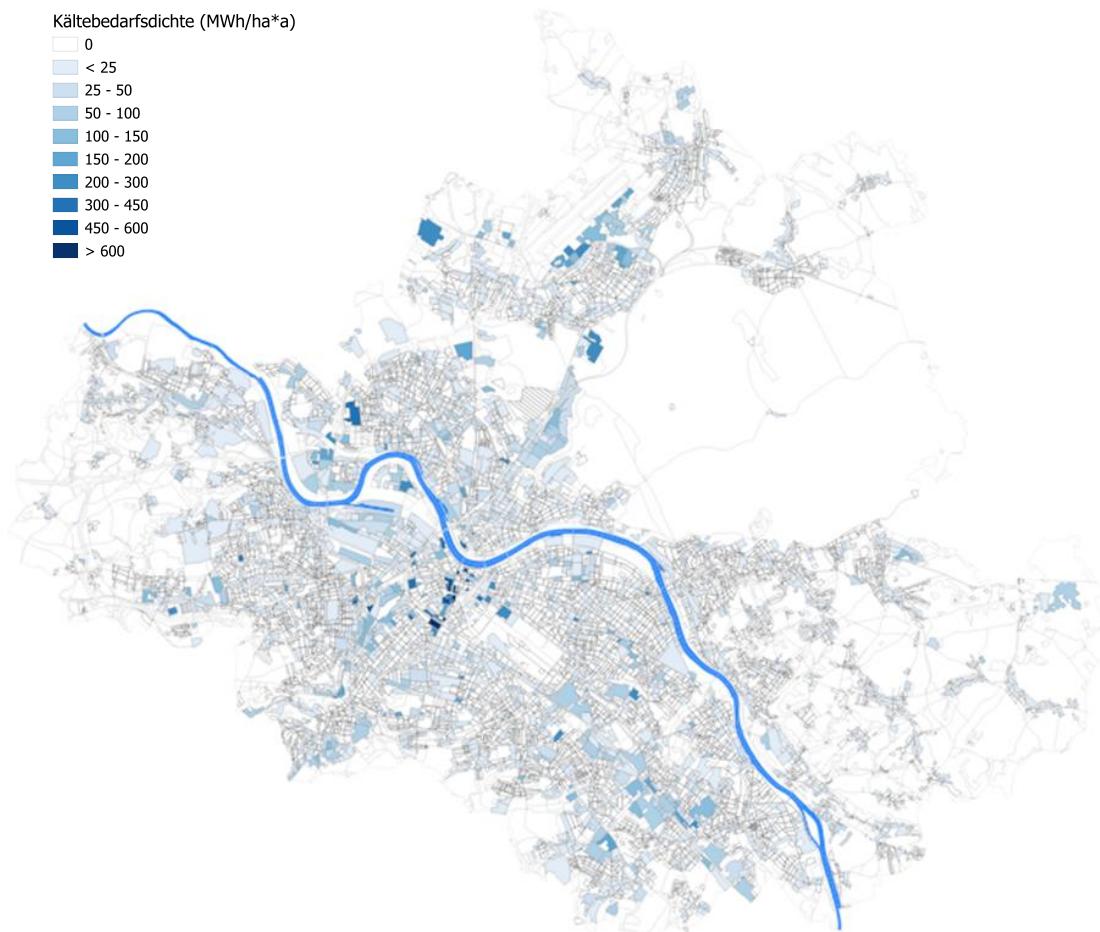


Abbildung 29: Kältebedarfsdichte je Baublock 2021 (MWh/ha*a)

Erhöhte Kältebedarfsdichten sind vor allem in den Industrie- und Gewerbegebieten im Dresdner Norden, in Weißig, in der Friedrichstadt sowie in Leuben entlang der Dohnaer Str. vorzufinden. Weiterhin bilden Einkaufszentren wie beispielsweise der Elbepark und der Kaufpark Nickern Schwerpunkte für Kältebedarfe. Dies gilt auch für den Innenstadtbereich. Hier wird der Kältebedarf durch Einkaufszentren, aber auch verstärkt durch größere Hotels und Bürogebäude, bedingt.

6.4.2 Räumliche Auflösung Sanierungszustand

Bis 1990 ist in Dresden, wie für Gebäude in Ostdeutschland typisch, ein enormer Sanierungsstau aufgelaufen. Insbesondere in den 1990er bis Anfang der 2000er Jahre wurden deshalb große Teile des Dresdner Gebäudebestandes baulich und energetisch nach den damaligen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung und der Heizanlagenverordnung saniert, insbesondere die wesentlichen Komponenten (Heizungsanlage, Fenster, Dächer, gegebenenfalls auch Außenwand). Diese Besonderheit erklärt, warum der Dresdner Gebäudebestand im Mittel mit 107 kWh/m²*a rund 26,6 Prozent unter dem durchschnittlichen deutschen Endenergiebedarf für Wärme pro Quadratmeter von rund 146 kWh/m²*a (Raumwärme und Warmwasser) liegt.

Abbildung 30 zeigt die räumliche Verteilung des Sanierungszustandes. Als Kennwert wird der mittlere spezifische Nutzenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung bezogen auf die Energiebezugsfläche pro Baublock ausgewiesen. Als Datengrundlage dient wiederum das Dresdner Wärmekataster, welches gebäudescharf den

Nutzenergiebedarf ausweist. Als Nutzenergiebedarf wird hier die Wärmemenge definiert, die vom Wärmeerzeuger beziehungsweise der Wärmeanschlussstation an das Gebäude abgegeben wird. Dieser Wert ist damit ein Indikator für die energetische Qualität der Gebäudehülle sowie der gebäudeinternen Wärmeverteilung und -übergabe. Von einem sehr guten Sanierungsstand kann unterhalb von 80 kWh/m²*a ausgegangen werden. Der Bereich bis 120 kWh/m²*a beinhaltet vor allem teilsanierte Gebäude beziehungsweise Gebäude, die in den 1990er Jahren umfangreich energetisch saniert wurden.

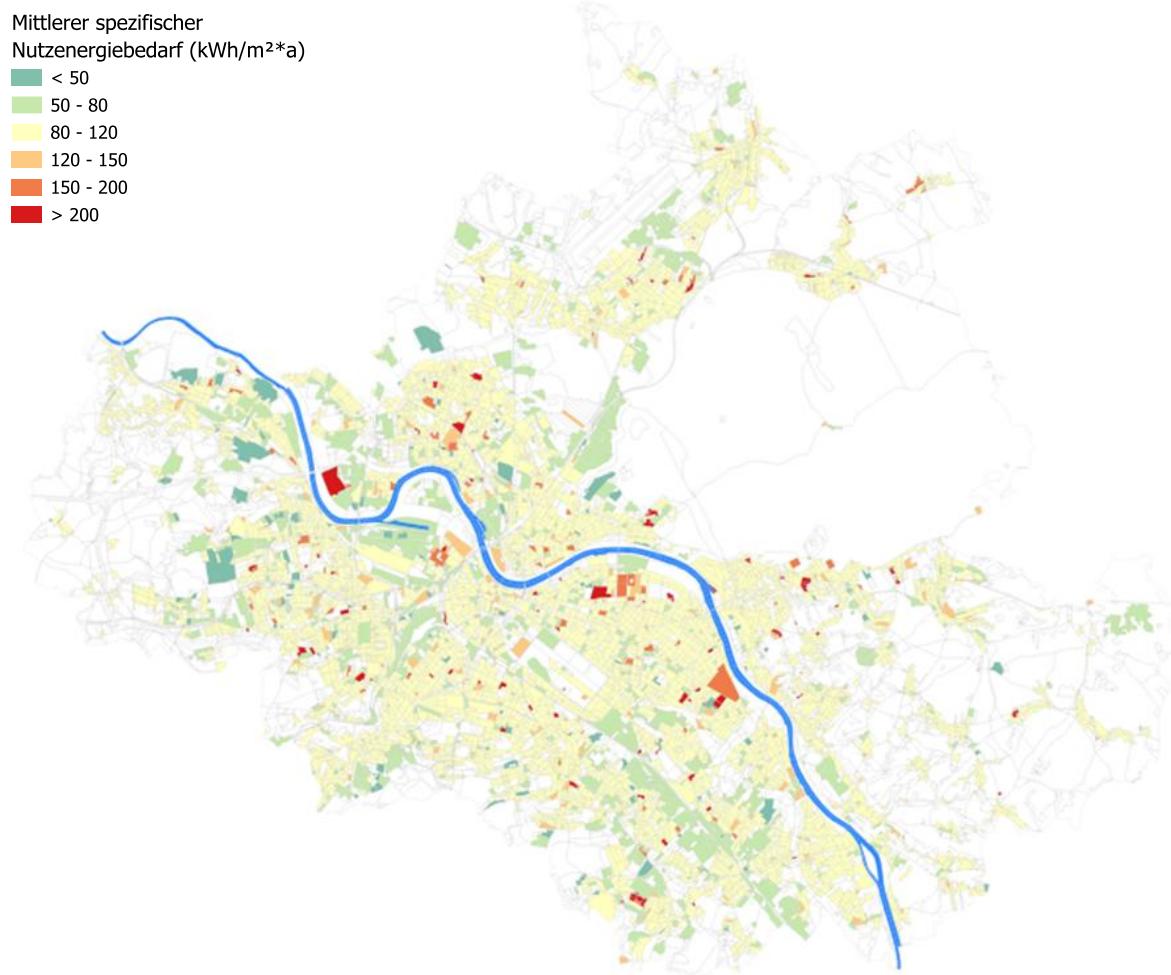


Abbildung 30: Mittlerer spezifischer Nutzenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung pro Baublock (kWh/m²*a)

Als Nutzenergiebedarf ist hier die Wärmemenge definiert, die vom Wärmeerzeuger beziehungsweise der Wärmeanschlussstation an das Gebäude abgegeben wird, das heißt Wärmeverteil- und Übergabeverluste, sind noch nicht abgezogen

6.5 Energieträger und Versorgungsinfrastruktur

6.5.1 Energieträgerverteilung

Die Energieträgerverteilung im Stadtgebiet folgt der vorhandenen Netzstruktur. Abbildung 31 gibt einen Überblick zu den jeweils überwiegend eingesetzten Energieträgern je Baublock im Bestand. Eine vollständige Karte mit den Energieträgeranteilen pro Baublock wird im Energieatlas²² der Landeshauptstadt Dresden veröffentlicht.

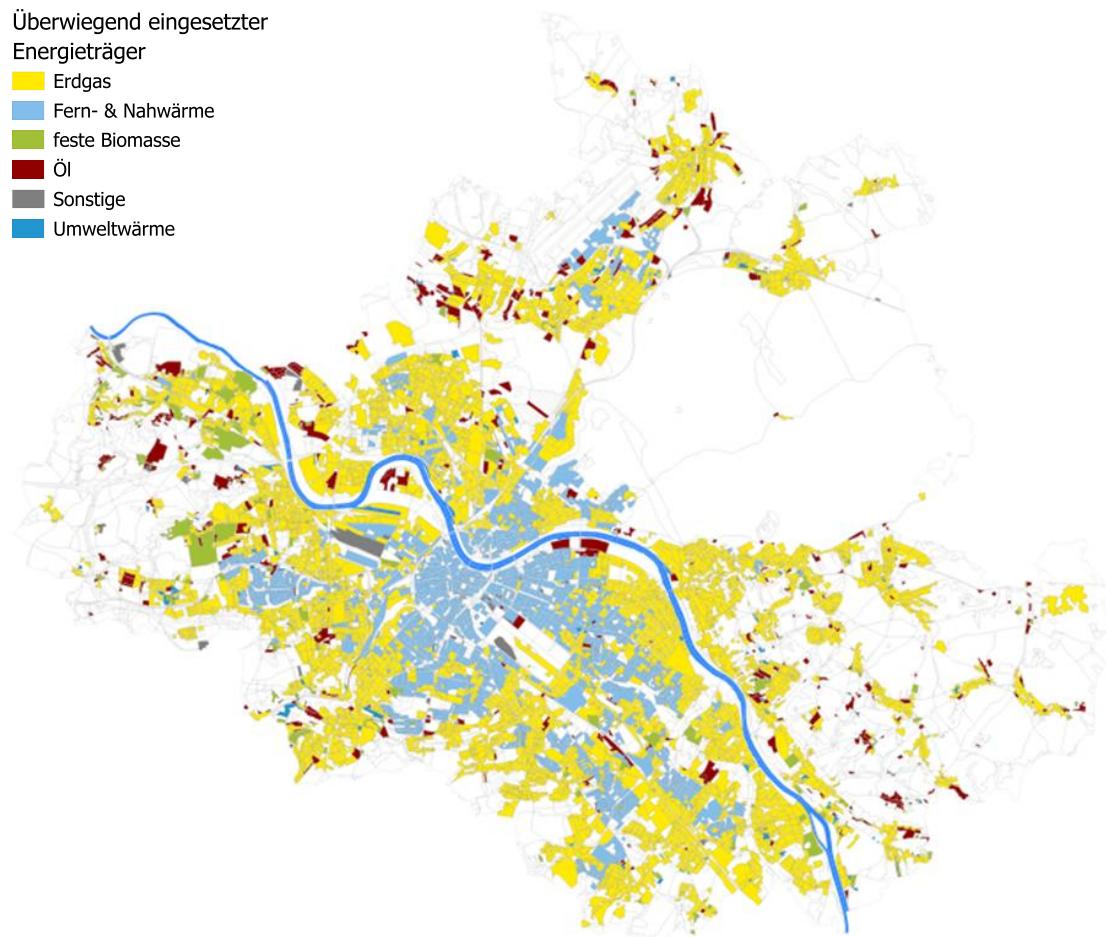


Abbildung 31: Überwiegend eingesetzter Energieträger zur WärmeverSORGUNG je Baublock im Bestand

Innerhalb des Fernwärmennetzbereiches dominiert in der Regel die Fernwärmennutzung. In einigen Teilen des Fernwärmennetzbereiches ist allerdings auch ein Gasnetz (siehe Kapitel 6.5.5) vorhanden. Ausnahmen bilden insbesondere das Altstädter Zentrum und weite Teile der Johannstadt sowie einzelne Stadtteile wie beispielsweise die Albertstadt, die Südvorstadt-Ost oder Striesen-Süd. Darüber hinaus ist eine Erdgasversorgung nahezu im gesamten Stadtgebiet gegeben. Heizöl und Biomasse werden vorrangig außerhalb des Gasnetzes genutzt.

6.5.2 Fernwärmennetz

Das zentrale Fernwärmennetz in Dresden befindet sich, wie auch die zugehörigen Erzeugungsanlagen, im Eigentum der SachsenEnergie AG. Es besteht aus dem Primärnetz (419,0 km Trassenlänge), dem Primärnetz Nord (29,2 km) sowie 98 Sekundärnetzen (insgesamt 170,6 km). Das ehemalige dezentrale Wärmennetz Nord wurde im Jahr 2024 über die Wärmeübertragerstation Nord an das Primärnetz angebunden. Die Wärmeflussrichtung erfolgt nur vom Primärnetz in das Primärnetz Nord, der Wärmeerzeuger im Primärnetz Nord (Heizkraftwerk Klotzsche) kann somit nicht in das Primärnetz

²² Zugriff über www.dresden.de/energielotse

einspeisen. Die Sekundärnetze führen ein niedrigeres Druck- und Temperaturniveau als das Primärnetz und sind durch Wärmeübertragerstationen hydraulisch von diesem entkoppelt.

Mit etwa 43 Prozent trägt die Fernwärme einen wesentlichen Anteil zur WärmeverSORGUNG DRESDENS bei. Etwa 130.000 der Haushalte in der Stadt sind fernwärmeverSORGT. Das Netz erstreckt sich über weite Teile des Stadtgebietes und deckt insbesondere die innerstädtischen Gebiete ab, in denen die Bevölkerungs- und somit auch die Wärmedichte hoch sind (siehe Abbildung 32).

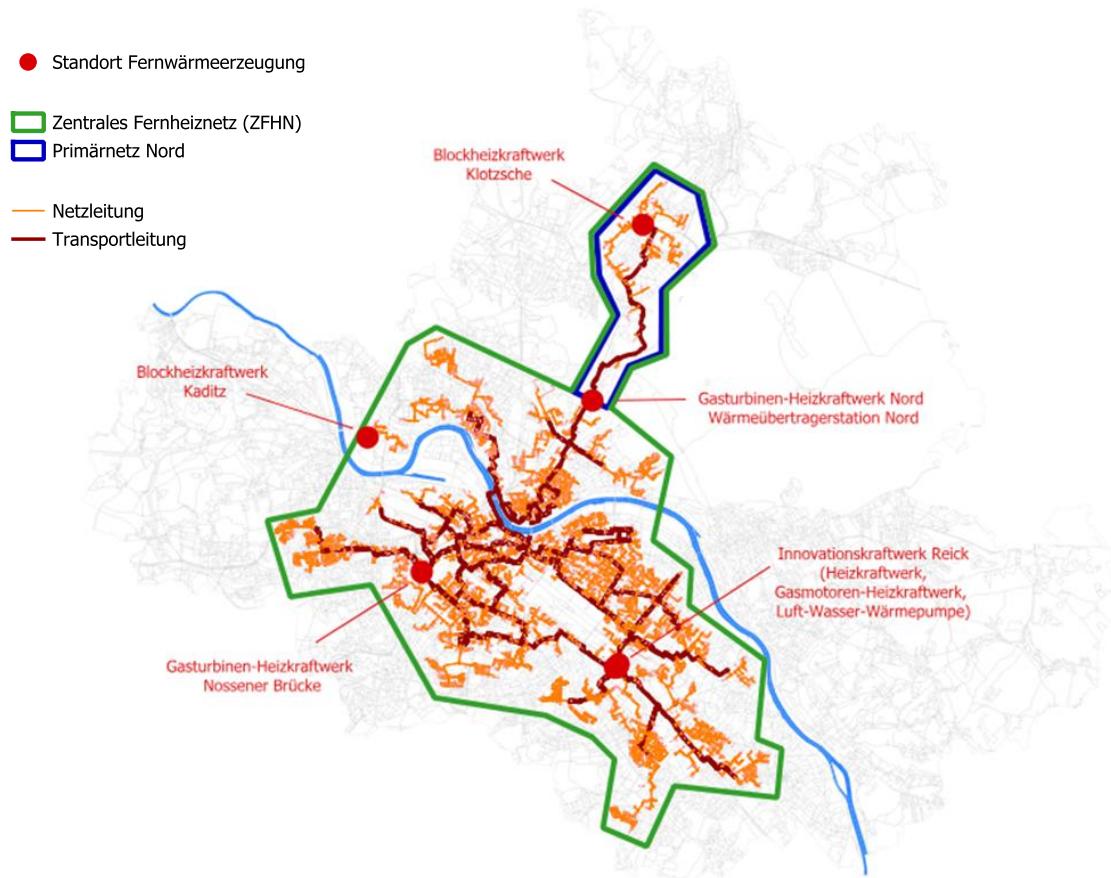


Abbildung 32: Wärmeerzeugerstandorte, Netzstruktur und Begriffsdefinition für das zentrale Fernwärmennetz in Dresden

In das zentrale Fernwärmennetz speisen insbesondere die Heizkraftwerke Nossener Brücke, Reick und Dresden Nord (Standort Albertstadt/Industriegelände) sowie das Blockheizkraftwerk im Stadtteil Klotzsche ein. Die Erzeugung erfolgt überwiegend durch Kraft-Wärme-Kopplung aus Erdgas und zu geringen Anteilen aus Strom (Elektrodenheizkessel Nossener Brücke mit einem Anteil von 3,8 Prozent an der thermischen Leistung aller Erzeugungsanlagen) sowie Biogas (weniger als ein Prozent). Für das Fernwärmennetz hat die SachsenEnergie AG einen Wärmetransformationsplan zur Ablösung nichtregenerierbarer Energieträger erstellt (siehe Kapitel 9 sowie Anlage 1, Maßnahmenpaket 1).

6.5.3 Nahwärmennetze

Nahwärmennetze sind im Gegensatz zur Fernwärme deutlich kleiner und versorgen lokale Gebäudecluster mit Wärme („Inselnetze“). In grundsätzlichem Aufbau und Betrieb unterscheiden sie sich jedoch nicht von der FernwärmeverSORGUNG. In einer Energiezentrale wird die Wärme beispielsweise durch einen Heizkessel oder ein Blockheizkraftwerk erzeugt. Über die Nahwärmeleitungen wird die Wärme an den Gebäuden bereitgestellt und durch eine Wärmeübergabestation an die gebäudeinterne Wärmeverteilung übergeben. Derzeit sind in Deutschland über 7.000 Nahwärmennetze in Betrieb. Aufgrund ihrer Bedeutung für eine erfolgreiche und gelingende Wärmewende ist anzunehmen, dass ihre Anzahl in den nächsten 20 Jahren noch deutlich steigen wird.

In Dresden existieren derzeit 14 Nahwärmenetze, welche durch die SachsenEnergie AG und weitere Akteure betrieben werden (siehe Abbildung 33). Die SachsenEnergie AG betreibt unter anderem die Wärmenetze am Festspielhaus in Hellerau, an der Kalkreuther Straße oder auf dem Weißen Hirsch am Dr. Lahmann-Park. Ein weiteres bekanntes Wärmenetz befindet sich im Stadtteil Laubegast, rund um den Dachsteinweg. Dieses versorgt vor allem Wohnungen der Gemeinnützigen Wohnungsbau-Genossenschaft Dresden-Ost e. G. (GWG). In Dresden-Niedersedlitz betreibt Iqony Energies GmbH ein mit Altholz befeuertes Holz-Heizkraftwerk. Das Versorgungsgebiet dieses Nahwärmenetzes reicht bis ins Stadtgebiet Heidenau hinein. Die Trassenlänge aller Inselnetze zusammen beträgt rund 19 km, was etwa drei Prozent der Gesamtlänge des zentralen Fernwärmenetzes entspricht. Perspektivisch wird, unter Berücksichtigung der Lage sowie technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit, ein Anschluss einzelner Inselnetze an das zentrale Fernwärmenetz angestrebt (beispielsweise das Nahwärmenetz an der Roquettestraße).

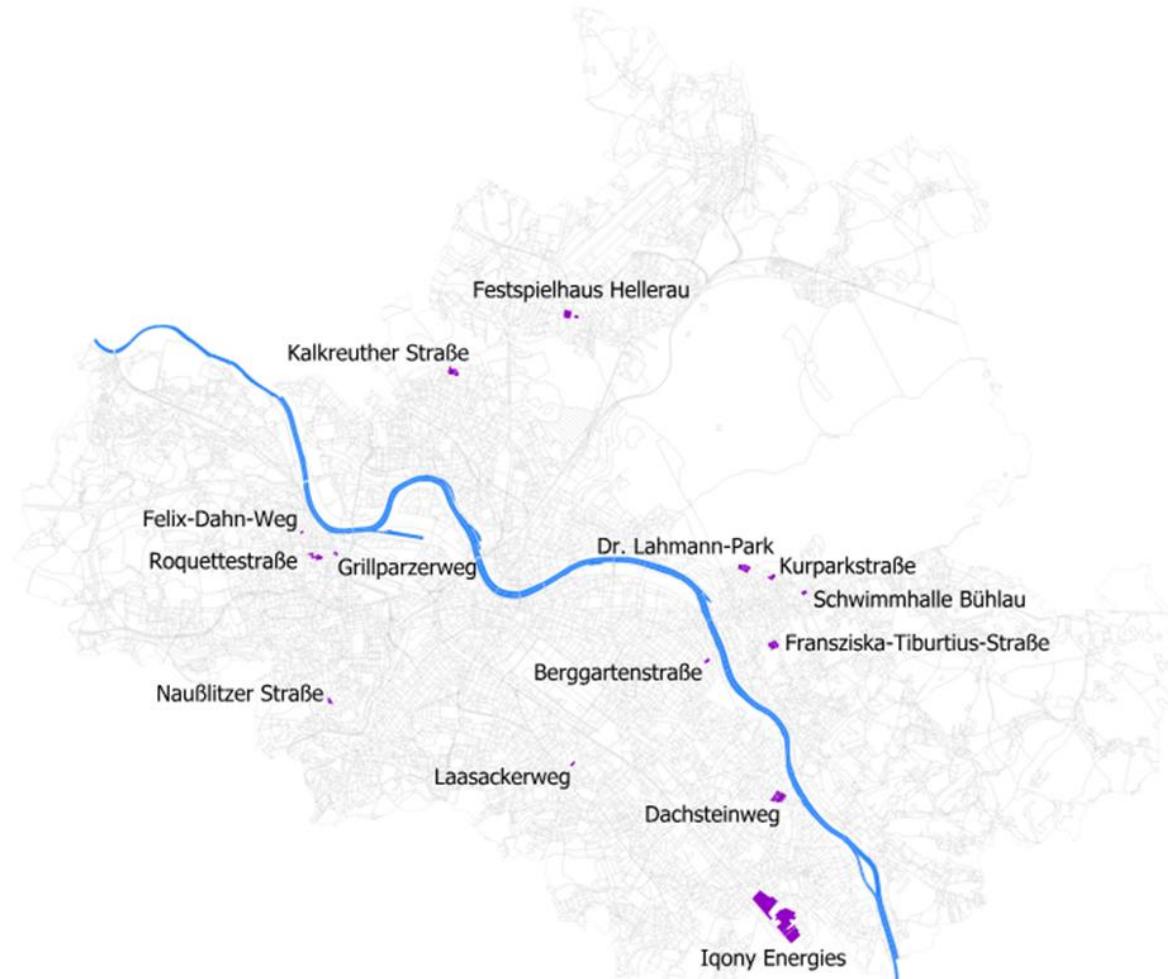


Abbildung 33: Lage bestehender Nahwärmenetze im Dresdner Stadtgebiet

6.5.4 Kältenetze

Mit dem Klimawandel steigt tendenziell der Kühl- und Kältebedarf in Städten und Quartieren. Kältenetze als zentral betriebene Systeme zur Kälteversorgung sind gegenüber dezentralen Einzelanlagen in der Regel effizienter, platzsparender und ressourcenschonender. Aktuell sind Kältenetze in Deutschland noch selten vorzufinden. Zukünftig können sie aber an Bedeutung gewinnen, da moderne Kältenetze die gemeinsame Nutzung von Wärme und Kälte in Sektorkopplungssystemen ermöglichen und durch Großanlagen im Quartier signifikante Effizienzgewinne erzielt werden können.

In Dresden wird derzeit ein Kältenetz am Neumarkt durch die DREWAG - Stadtwerke Dresden GmbH (Tochter der SachsenEnergie AG) betrieben (siehe Abbildung 34). Die Fernkältezentrale wurde 2004 im Keller des Dresdner Kulturpalastes in Betrieb genommen. Auf einer Länge von rund 1,9 km werden umliegende Wohn- und Geschäftsquartiere sowie Hotels und Restaurants ganzjährig mit Kälte zur Tiefkühlung, Klimatisierung und Luftentfeuchtung versorgt. Erzeugt wird die Kälte durch drei Turbokompressionskältemaschinen mit einer Spitzenleistung von rund fünf MW im Sommer und etwa 0,5 MW im Winterbetrieb. Als Kühlmedium dient Grundwasser.

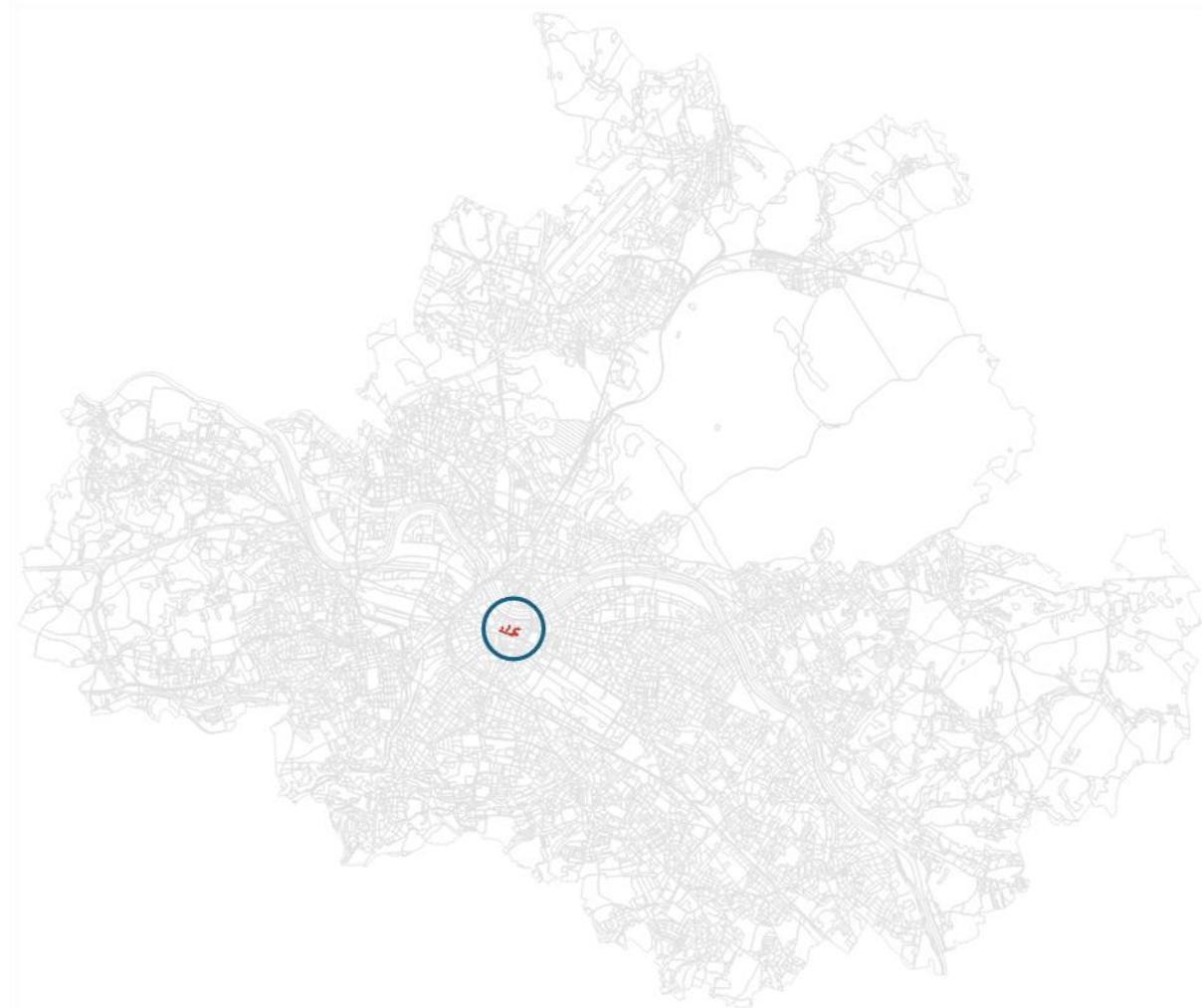


Abbildung 34: Lage des Kältenetzes Neumarkt im Dresdner Stadtgebiet

6.5.5 Erdgasnetz

Das Erdgasnetz (siehe Abbildung 35) stellt aktuell den größten Teil der benötigten Energie in Dresden bereit. Neben der direkten Erdgasversorgung für die Wärmeerzeugung in den Gebäuden versorgt es auch Heizkraftwerke der Fernwärme, zum Beispiel in Reick oder der Industrie.

In Summe stellte es im Jahr 2024 etwa 4.550 GWh bereit. Von dieser Energiemenge (Jahresarbeit) aus dem Erdgasverteilnetz entfielen etwa 1.190 GWh auf die KWK-Anlagen der FernwärmeverSORGUNG. Die noch größere Erdgasmenge zur Versorgung des Gasturbinen-Heizkraftwerkes Nossener Brücke wurde aus dem Erdgas-Fernleitungsnetz geliefert und kommt entsprechend hinzu. Zudem ist die Entnahme für die Industrie enthalten.

Dieses umfangreiche Erdgasnetz besteht aus Hochdruck-, Mittel- und Niederdruckleitungen (1.125 km Haupt- und 605 km Anschlussleitungen). Es gibt im Dresdner Erdgasverteilnetz etwa 39.770 Ausspeisepunkte (inklusive 1.140 Gaslaternen). Davon liegen etwa 7.500 Ausspeisepunkte innerhalb beziehungsweise parallel zur FernwärmeverSORGUNG. Somit befindet sich der weit überwiegende Teil der Erdgasverbraucher außerhalb der FernwärmeverSORGUNG, also außerhalb der dicht besiedelten

Gebiete Dresdens. Die SachsenNetze GmbH erstellt für das Erdgasnetz den Gasnetzgebietstransformationsplan (siehe Kapitel 7.2.8).

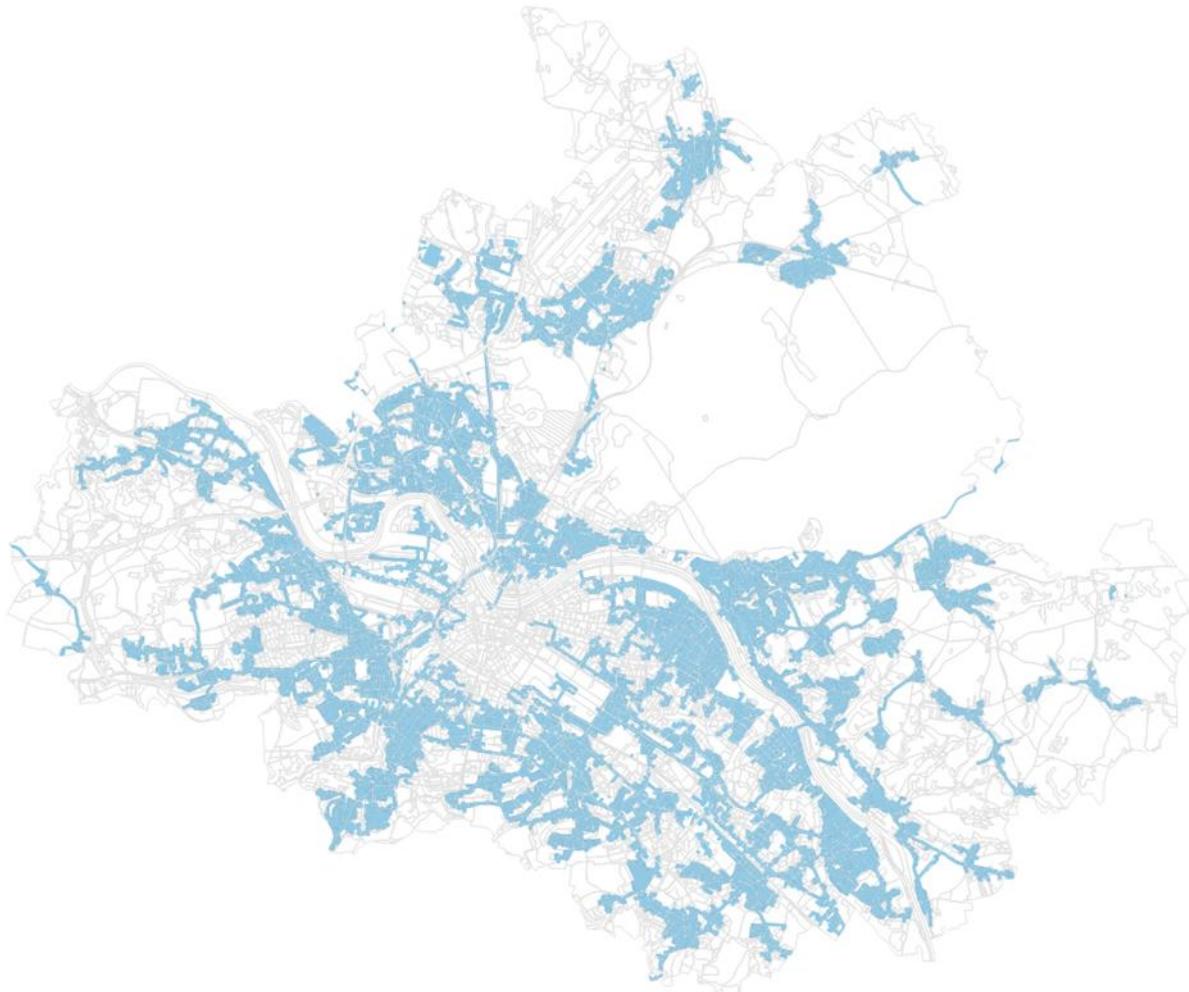


Abbildung 35: Bestehende Erdgasversorgung im Dresdner Stadtgebiet

6.5.6 Stromnetz

Das Stromverteilnetz in Dresden wird von den Netzgesellschaften SachsenNetze GmbH und SachsenNetze GmbH HS.HD GmbH betrieben. Es besteht aus einer Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebene und verfügt über einen Anschlusspunkt an das Übertragungsnetz (Höchstspannung) der 50Hertz Transmission GmbH. Es verzeichnete im Jahr 2024 eine entnommene Jahresarbeit in Höhe von etwa 2.623 GWh auf der Mittelspannungsebene und etwa 913 GWh auf der Niederspannungsebene. Dies bedeutet, dass ein großer Teil des Dresdner Stromverbrauchs bei Großverbrauchern im Gewerbe- beziehungsweise Industriesektor anfällt. In der Mittelspannungsebene gibt es 2.048 Entnahmestellen, in der Niederspannung sind aktuell 382.045 Entnahmestellen vorhanden. Das Lastband liegt in Dresden zwischen etwa 220 MW und 435 MW, womit die Höchstlast aktuell bei 435 MW liegt. In der Mittelspannung beträgt die Stromkreislänge etwa 1.501 km und in der Niederspannung 2.763 km. Die Einspeisung von PV-Anlagen erfolgt überwiegend auf der Niederspannungsebene, wobei sich ein typischer Tages- und Saisonverlauf ergibt.

Den gesetzlichen Rahmen für die Planung des Verteilnetzausbau beschreibt § 14d Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)²³. Die Integration wesentlich umfangreicherer Stromerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energie sowie zusätzlicher Lasten, wie der Wärmebereitstellung mittels Wärmepumpen, der Elektromobilität und des Lastzuwachses aus der Industrie, wird in

²³ Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 51) geändert worden ist

den Planungen berücksichtigt. Alle zwei Jahre wird szenariobasiert mit einem rollierenden Planungshorizont (t+5, t+10, 2045) ein Netzausbauplan (NAP) erstellt (siehe Anlage 1, Maßnahme 3.3). Der NAP wurde durch die SachsenNetze GmbH zum 30. April 2024 erstmals vorgelegt.

Im Zusammenhang mit der zentralen Rolle des Stromnetzes wird auf die damit verbundenen Herausforderungen und Risiken in Kapitel 5.1.2 sowie auf die durchgeführten Höchstlastberechnungen in den Szenarienergebnissen in Kapitel 10.2 hingewiesen.

6.5.7 Dezentrale Wärmepumpen

Vor 2024 bestand keine generelle Meldepflicht für die Installation beziehungsweise die Inbetriebnahme einer Wärmepumpe in einem Gebäude beziehungsweise im Niederspannungsbereich. Das galt insbesondere für Luft-Wasser-Wärmepumpen und in der Regel auch für Erdwärmepumpen mit Flächenkollektoren. Lediglich für Tiefbohrungen und Eingriffe ins Grundwasser oder falls Aspekte des Bauordnungsrechts (beispielsweise Abstandsflächen) oder des Denkmalschutzes tangiert wurden, war eine behördliche Genehmigung erforderlich. Eine Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber war ebenfalls nur situationsbedingt verpflichtend, beispielsweise bei einer hohen elektrischen Anschlussleistung oder im Fall einer mit Photovoltaik und Netzeinspeisung kombinierten Anlage. Eine Meldepflicht beim Netzbetreiber besteht erst seit dem 01.01.2024. Gemäß § 14a EnWG gilt diese für alle neu installierten steuerbaren Verbrauchseinrichtungen ab 4,2 kW Anschlussleistung und damit auch für ab diesem Zeitpunkt neu installierte Wärmepumpen. Für Bestandsanlagen besteht jedoch keine nachträgliche Meldepflicht.

Im Dresdner Stadtgebiet waren Anfang 2025 beim Stromnetzbetreiber SachsenNetze GmbH rund 2.500 Wärmepumpen mit einer Gesamtanschlussleistung von rund 443 kW registriert. Von behördlicher Seite sind aktuell etwa 1.800 Erdwärmepumpen erfasst. Eine Information zur Schnittmenge dieser beiden Anlagenanzahlen liegt nicht vor. Aus oben genannt Gründen ist davon auszugehen, dass die derzeit betriebene Anzahl an Wärmepumpen im Dresdner Gebäudebestand über den erfassten Anzahlen liegt.

Für Deutschland weisen die DENA-Gebäudereports 2023 und 2024 einen Wärmepumpenanteil von etwa 4,5 Prozent (2020) und knapp 6 Prozent (2022) über alle installierten Wärmeerzeuger aus. Dabei kommen überwiegend Luft-Wasser-Wärmepumpen (2020 etwa 60 Prozent und 2022 etwa 67 Prozent) sowie Sole-Wasser-Wärmepumpen (2020 etwa 34 Prozent und 2022 etwa 28 Prozent) zum Einsatz. Diese Angaben stützen sich auf unter anderem auf Marktdaten und Branchenberichte.

Darüber hinaus wurde im Zensus 2022 erstmals der Hauptenergieträger der Heizung in deutschen Wohngebäuden erfasst. Im Datenblatt „Gebäude und Wohnungen“²⁴ für Dresden wird auf Grundlage der Erhebungen in der Energieträgerkategorie „Solar/Geothermie (Kollektoren, Wärmepumpe, Wärmetauscher)“ einen Anteil von etwa 5 Prozent der Gebäude mit Wohnraum ausgewiesen. Unklar bleibt allerdings, welcher Anteil davon konkret auf Wärmepumpen entfällt. Reine Nichtwohngebäude sind nicht erfasst.

Vor diesem Hintergrund kann die Gesamtzahl der betriebenen Wärmepumpen im Dresdner Stadtgebiet auf etwa 4.000 (± 500) Anlagen geschätzt werden. Sie kommen sowohl in Neu- als auch Altbauten, Wohn- und Nichtwohngebäuden, in kleinen wie auch großen Objekten (zum Beispiel Schulgebäuden) zum Heizen und teilweise auch zum Kühlen zum Einsatz. Dennoch spielen sie für die Gesamtwärmbedarfsdeckung eine untergeordnete Rolle und führen momentan noch nicht zu einem Ausbaubedarf des Stromnetzes. Abbildung 36 gibt einen Überblick zur Verteilung der beim Netzbetreiber aktuell registrierten elektrischen Anschlussleistungen von Wärmepumpen im Stadtgebiet.

²⁴ www.ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/ [Zugriff am 26.09.2025]

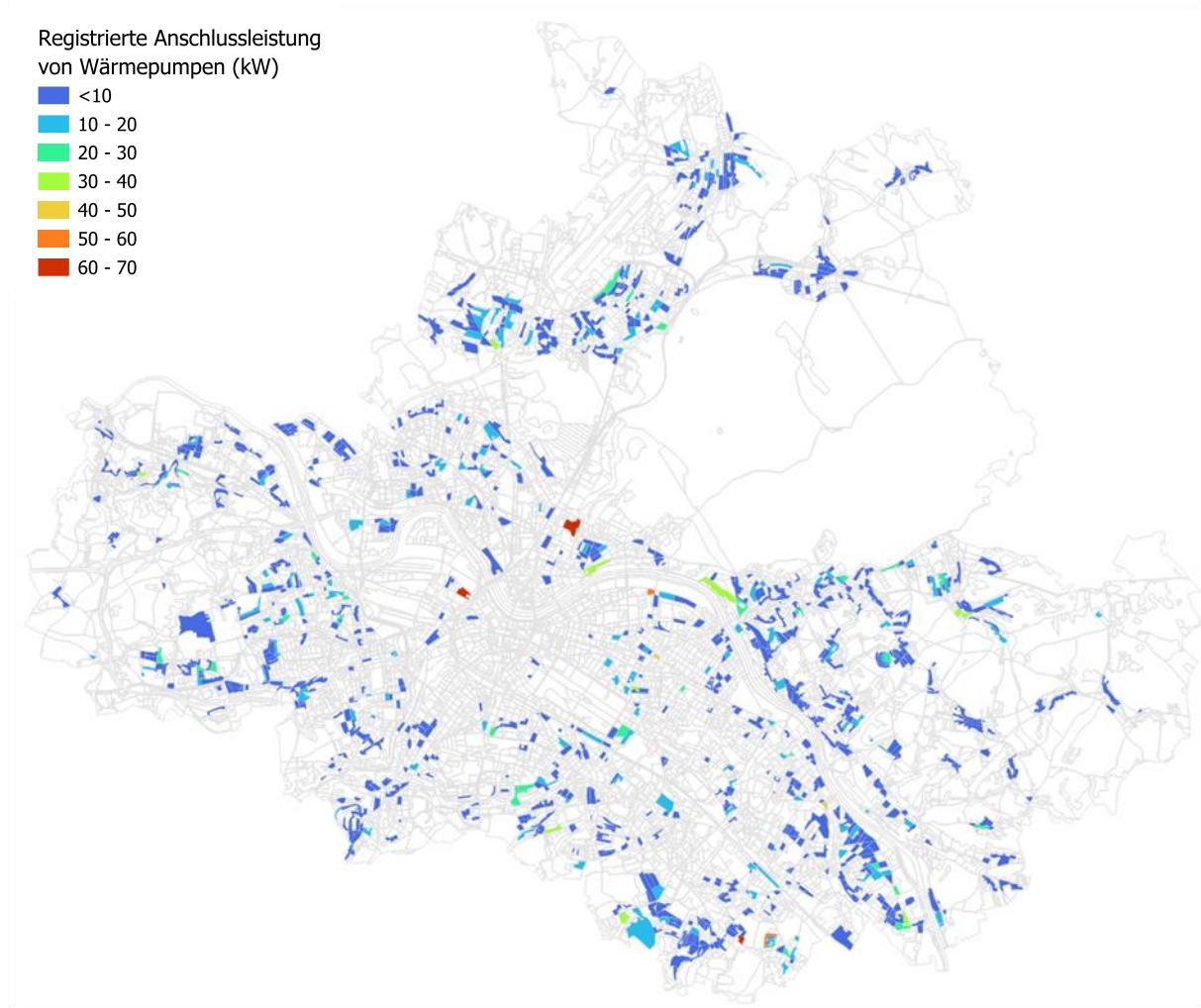


Abbildung 36: Gesamte elektrische Anschlussleistung beim Netzbetreiber registrierter Wärmepumpen pro Baublock (kW)

6.5.8 Sonstige Wärmelösungen

Neben den zahlenmäßig dominierenden Gasheizkesseln und Wärmeübergabestationen sind auch Biomasseheizungen und weitere Heizsysteme in Dresden für die Wärmeerzeugung im Einsatz. Die folgenden Ausführungen basieren auf einer Erhebung von Schornsteinfegerdaten aus dem Jahr 2021.

Biomasseheizungen nutzen nachwachsende Rohstoffe wie Holz, Pellets oder Hackschnitzel zur Wärmeerzeugung und stellen damit eine Alternative zu fossilen Brennstoffen dar. Sie gelten als nahezu CO₂-neutral, da bei der Verbrennung nur jene Mengen Kohlendioxid freigesetzt werden, die zuvor beim Wachstum der Pflanzen gebunden wurden. In der zukünftigen Dekarbonisierung des Energiesystems können Biomasseheizungen zwar eine wichtige, jedoch nur untergeordnete Rolle spielen. Da die Verfügbarkeit von Biomasse begrenzt ist, eignet sie sich vor allem für Anwendungen, in denen andere erneuerbare Wärmequellen schwer umsetzbar sind. Der Energieträger ist damit ein komplementärer Baustein für die Wärmewende. In Dresden kommen gebäudezentrale Biomasseanlagen mit einer gesamten Nennwärmleistung von etwa 38 MW mit Einzel-Nennwärmleistungen von vier bis 850 kW zum Einsatz. Die geschätzte Gesamtanzahl beträgt rund 3.000 Anlagen.

Darüber hinaus sind in Dresden auch bislang weniger verbreitete Wärmetechnologien im Einsatz: Blockheizkraftwerke (BHKW) kombinieren Strom- und Wärmeerzeugung in einer Anlage. Sie nutzen meist Erdgas, Flüssiggas oder Öl, um einen Motor anzutreiben, der gleichzeitig elektrischen Strom und Heizwärme liefert. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung steigt die Gesamteffizienz gegenüber getrennten Systemen deutlich. In Wohn- und Bürogebäuden beziehungsweise Nahwärmenetzen ermöglichen BHKWs eine lokale Energieversorgung und tragen durch die

Koppelproduktion zur Reduzierung von Netzauslastung und fossilen Emissionen bei. Gemäß den Schornsteinfegerdaten sind in Dresden etwa 230 Blockheizkraftwerke mit Nennwärmeleistungen von drei bis 4.000 kW registriert. Sie werden hauptsächlich mit Erdgas betrieben.

Durch eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen Brennstoffzellen Strom und Wärme, ohne Verbrennung. Im Gebäudebereich kommen sie als Mini-BHKWs zum Einsatz und bieten eine besonders leise, emissionsarme und effiziente Energieversorgung. Durch Nutzung erneuerbarer Wasserstoffquellen können Brennstoffzellen einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärme- und Stromversorgung leisten. Diese Technologie ist noch recht selten anzutreffen. In Dresden sind lediglich 21 Anlagen mit Nennwärmeleistungen bis 32 kW registriert.

Dunkelstrahler (Infrarotheizungen) erzeugen Wärme durch direkte Infrarotstrahlung, die Oberflächen und Menschen im Raum erwärmt, statt die Luft aufzuheizen. Dadurch entsteht ein unmittelbares Wärmeempfinden. Sie eignen sich besonders für punktuelle oder temporäre Heizbedarfe in Altbauten oder schlecht gedämmten Räumen, in denen konventionelle Heizsysteme ineffizient wären. Für Dresden sind 320 Dunkelstrahler in den Schornsteinfegerdaten erfasst.

7 Potenzialanalyse

7.1 Annahmen zur Energiebedarfsentwicklung

7.1.1 Wärmebedarfsentwicklung im Gebäudebestand

Die Wärmebedarfsentwicklung im Gebäudebestand ist eng mit der Hebung vorhandener Potenziale zur Effizienzsteigerung, das heißt mit der energetischen Verbesserung der Gebäudehüllen, verbunden. Weitere Maßnahmen betreffen die Reduktion der gebäudeinternen Wärmeverteilverluste durch Dämmung von Rohrleitungen oder das Absenken der Vorlauftemperaturen. Letzteres kann neben der energetischen Verbesserung der Gebäudehülle auch durch den Einbau größerer Heizkörper erreicht werden.

Bei der Untersuchung der Effizienzpotenziale für den Dresdner Gebäudebestand ist zum einen zu berücksichtigen, dass dieser durch die umfangreiche Sanierungswelle in den 1990er Jahren im Mittel bereits ein gutes energetisches Niveau aufweist und im Rahmen gängiger Sanierungszyklen für den Großteil der Gebäude voraussichtlich erst in zehn bis 20 Jahren wieder umfangreiche Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle anstehen. Des Weiteren ist zu beachten, dass für die zahlreichen denkmalgeschützten Gebäude in Dresden deutlich höhere energetische Standards gegebenenfalls nur eingeschränkt erreichbar sind und in der Regel auch einen größeren Aufwand erfordern. Für die Fortschreibung der Sanierungstätigkeit wurden deshalb vor allem Gebäude identifiziert, die nach der verfügbaren Datenlage sehr schlechte energetische Kennwerte aufweisen und für die davon auszugehen ist, dass sie in den nächsten Jahren für eine energetische Sanierung infrage kommen. Auf dieser Grundlage wurden Potenziale zur Reduktion des Nutzenergiebedarfs (siehe Abbildung 37) für den Dresdner Gebäudebestand sowie die damit verbundene Entwicklung der Energiebedarfsentwicklung (siehe Abbildung 38) bestimmt. Als Nutzenergiebedarf wird hier wieder die Wärmemenge verstanden, die vom Wärmeerzeuger beziehungsweise der Wärmeanschlussstation an das Gebäude abgegeben wird, und auch die gebäudeinternen Wärmeverteilverluste beinhaltet. Hohe Wärmedichten sind auch zukünftig vor allem im Innenstadtbereich (Altstadt) und den angrenzenden Stadtteilen, in der Neustadt, in den Gebieten mit Plattenbausiedlungen sowie in Kerngebieten einzelner Stadtteile und Ortschaften festzustellen.

Reduktionspotenzial Nutzenergiebedarf
für Raumwärme und Warmwasser (MWh/ha*a)

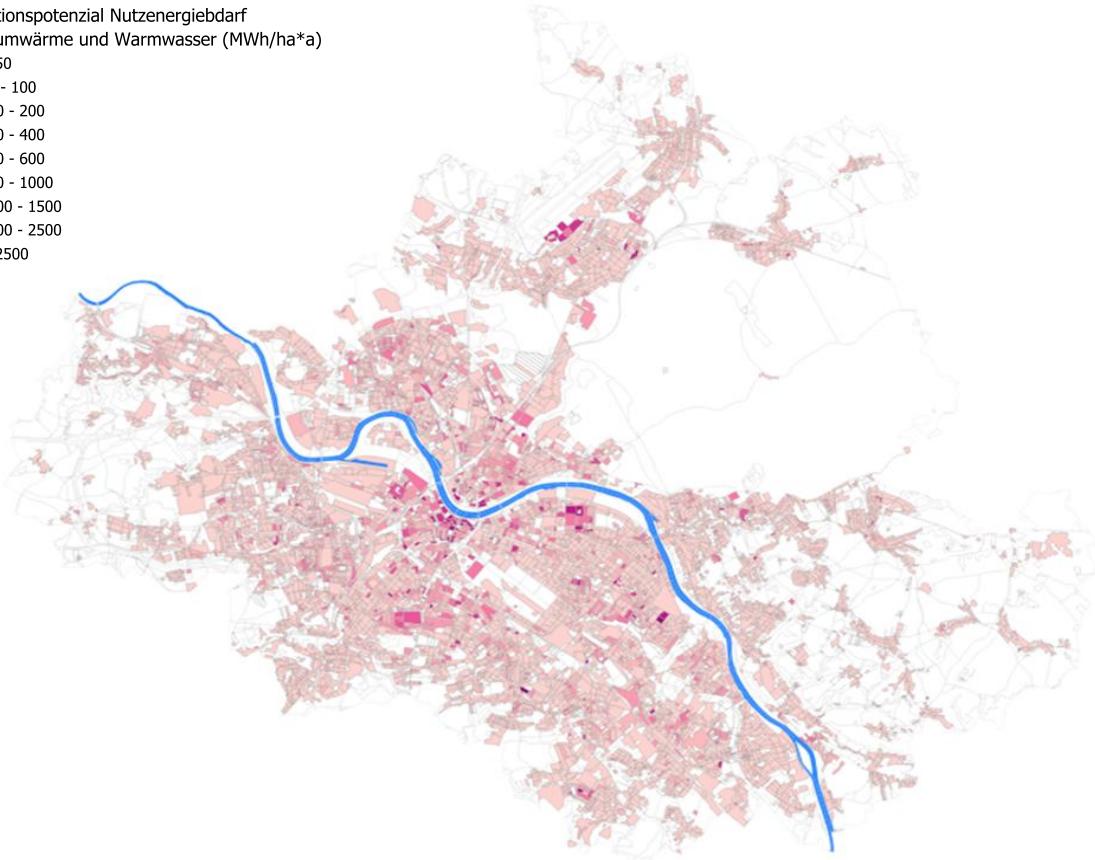


Abbildung 37: Reduktionspotenziale des Nutzenergiebedarfs für Wärme (ohne Prozesswärme) je Baublock bis 2045 gegenüber dem Jahr 2021 (MWh/ha*a)

Wärmebedarfsdichte (MWh/ha*a)

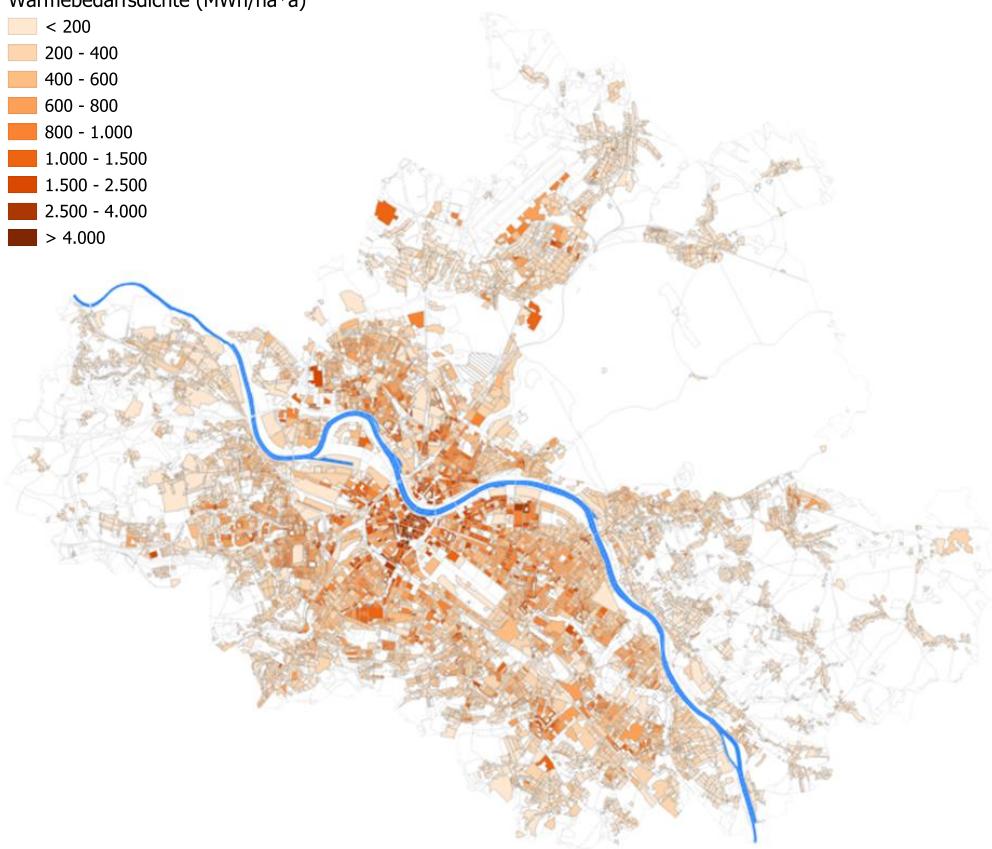
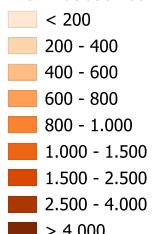


Abbildung 38: Erwartete Wärmebedarfsdichte (Nutzenergie ohne Prozesswärme) je Baublock im Jahr 2045 (MWh/ha*a)

7.1.2 Energiebedarfsentwicklung in der Industrie

Mit einem Anteil von etwa 67 Prozent dominiert die Prozesswärme den Energiebedarf im deutschen Industriesektor. Dieser Prozesswärmeverbrauch fällt je nach der Art des Produktionsprozesses auf unterschiedlichen Temperaturniveaus an. Hierbei kann grundsätzlich nach Temperaturniveaus unterschieden werden, welche noch von Großwärmepumpen erreicht werden können, und Temperaturniveaus, die auch künftig noch den Einsatz eines Brennstoffes (zum Beispiel Wasserstoff) erfordern. Zu nennen sind hier beispielhaft einerseits niedrigere Temperaturniveaus bis zu 150 °C, wie sie für Vorwärm-, Koch-/Trockenprozesse, Bäder in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, in der Metallverarbeitenden Industrie und auch in der Halbleiterindustrie typisch sind. In der Grundstoffindustrie (zum Beispiel Gießereien) und teilweise auch in thermischen Prozessen in der Halbleiterindustrie werden Temperaturen teilweise weit über 500 °C benötigt.

In der Regel sind Temperaturniveaus von bis zu 100 °C problemlos für industrielle Großwärmepumpen darstellbar, wobei deren Wirtschaftlichkeit stark von den lokal verfügbaren (Ab-)Wärmequellen und deren Temperaturniveau abhängt. Aufgrund der jüngsten Weiterentwicklung in der Wärmepumpentechnologie sind heute aber auch schon Temperaturniveaus von 100 bis 120 °C bei marktgängigen Anlagen erreichbar. Innovative Pilotanlagen erreichen bereits Werte von 130 bis 160 °C. Spätestens ab diesem Temperaturniveau ist dann künftig der Einsatz von Wasserstoff beziehungsweise eines synthetischen Brennstoffes zur Substitution von fossilem Erdgas notwendig oder auch der Einsatz von elektrischen Öfen (zum Beispiel Lichtbogen oder Induktion). Je nachdem, wozu die Prozesswärme erforderlich ist, kann hier aber gegebenenfalls auch elektrisch erzeugte Strahlungswärme zu einem insgesamt niedrigeren Energieeinsatz führen.

Der Aufwand für die Umstellung auf die jeweilige CO₂-neutrale Alternativtechnik hängt stark von der spezifischen Anwendung ab. Dennoch zeigt sich über alle Anwendungen hinweg, dass eine Elektrifizierung in den meisten Fällen einen Neubau der Anlagen erfordert. Dadurch ist die Elektrifizierung auf Gelegenheitsfenster angewiesen, die sich aus der regulären Modernisierung von Anlagen ergeben. Im Unterschied dazu wird für den Einsatz von Wasserstoff, bei heute noch mit Erdgas beheizten Anlagen, in den meisten Fällen eine Umrüstung möglich sein.

In Branchen mit hohem Prozesswärmeverbrauch bei gleichzeitig hohem Energiekostenanteil der Produkte, wie zum Beispiel in der Lebensmittelindustrie und bei Brauereien, kann zwar davon ausgegangen werden, dass bereits vielfältige Effizienzmaßnahmen in der Vergangenheit durchgeführt wurden (zum Beispiel gemäß Pinch-Point-Methode). Trotzdem kann erwartet werden, dass perspektivisch weitere Effizienzmaßnahmen ergriffen werden. Im Bereich der Prozesswärme ist dies vor allem die Reduktion der Abwärmemengen durch eine erhöhte Eigennutzung, etwa durch den Einsatz von Wärmepumpen sowie Stromerzeugung durch Organic Rankine Cycle (ORC)-Prozesse. Denn zum einen dürften gasbasierte Wärmegestehungskosten schon allein aufgrund des erwartbar steigenden CO₂-Preises steigen, gleichzeitig sind weitere Fortschritte in der industriellen Großwärmepumpentechnik erwartbar. Zudem bestehen attraktive Fördermöglichkeiten, insbesondere seitens des Bundes. Pauschal kann aber in erster Näherung angenommen werden, dass für viele Anwendungen die Wirtschaftlichkeit erst erreicht wird, wenn der Strompreis und der Erdgaspreis zuzüglich CO₂-Preis Parität erreichen. Aktuell ist der Strompreis in etwa doppelt so hoch wie der Erdgaspreis inklusive CO₂-Preis²⁵.

Der Energieeinsatz in der Industrie in Dresden wird von Erdgas und Elektrizität dominiert. Erdgas wird in der Industrie für Prozesswärme, Raumwärme, stoffliche Nutzung und zur Stromerzeugung in KWK-Anlagen am Industriestandort genutzt. Die stoffliche Nutzung von Erdgas erfolgt im Wesentlichen für die Prozessgaserzeugung in der Halbleiterindustrie. Dabei sind insbesondere Wasserstoff (Verwendung bei der chemischen Gasphasenabscheidung, als Reduktionsmittel in Diffusions- und Annealing-Prozessen sowie in der Abgasbehandlung), Ammoniak (für die Abscheidung von Nitridschichten), Silane und Chlor-Silane (als Vorstufen für Siliziumschichten) sowie verschiedene Fluor- und Kohlenwasserstoffverbindungen (für Plasmaätzprozesse und Reaktor-Cleaning) von Bedeutung. Der Anteil der stofflichen Nutzung wird statistisch nicht erfasst und wird im folgendem auf fünf bis zehn Prozent abgeschätzt. Auf Basis des Erdgaseinsatzes in den ausgewählten größeren Halbleiterherstellungsbetrieben ergibt sich eine mittlere stoffliche Nutzung von 65 GWh. Da die Anwendungen für Raumwärme und Kraftwerke in den im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes (IEK) angegebenen Industrieverbrächen bereits abgezogen sind, ergibt sich für den Erdgaseinsatz im Industriesektor folgendes Bild (Abbildung 39).

²⁵ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (2024): CO₂-neutrale Prozesswärme durch Elektrifizierung und Einsatz von Wasserstoff – policy brief. Karlsruhe

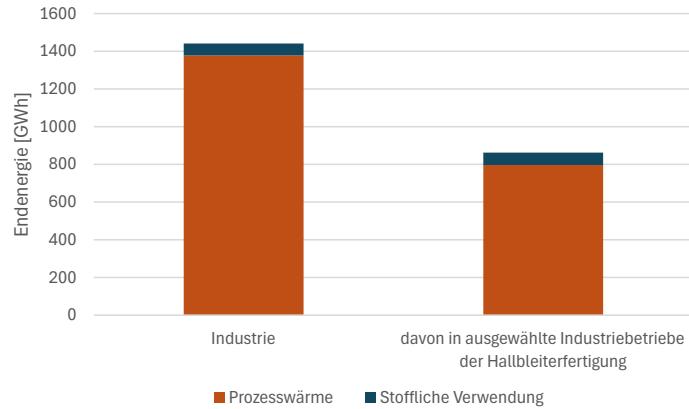


Abbildung 39: Prozesswärme auf Basis von Erdgas im Industriesektor in 2021

Prozesswärme wird darüber hinaus auch aus Elektrizität erzeugt. Da dazu aber keine umfassenden Erhebungen vorliegen, kann dieser Anteil der Prozesswärme nur grob abgeschätzt werden (siehe auch Kapitel 6.2.2). Er wird für 2021 auf etwa 500 GWh festgelegt.

Eine Dekarbonisierung kann sowohl durch Effizienzmaßnahmen als auch durch Energieträger-/Technologiewechsel stattfinden. Abbildung 40 zeigt die Entwicklung der Prozesswärmennachfrage bis 2045. Dabei wurde eine Zunahme der industriellen Aktivität auf dem Gebiet der Halbleiterherstellung und zwei verschiedene Effizienzpfade angenommen.

Im Rahmen der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurden zahlreiche Industriebetriebe bezüglich ihres Energieeinsatzes, der Prozesswärme und der geplanten Energieträger befragt. Aus den Rückmeldungen einzelner Unternehmen der Halbleiterindustrie ergibt sich, dass die Betriebe planen, den Erdgaseinsatz in Zukunft durch Biogas, Wasserstoff oder Elektrizität zu ersetzen. Der Zeithorizont wird vereinzelt für das Jahr 2035 angegeben, in anderen Fällen liegen dazu keine Angaben vor.

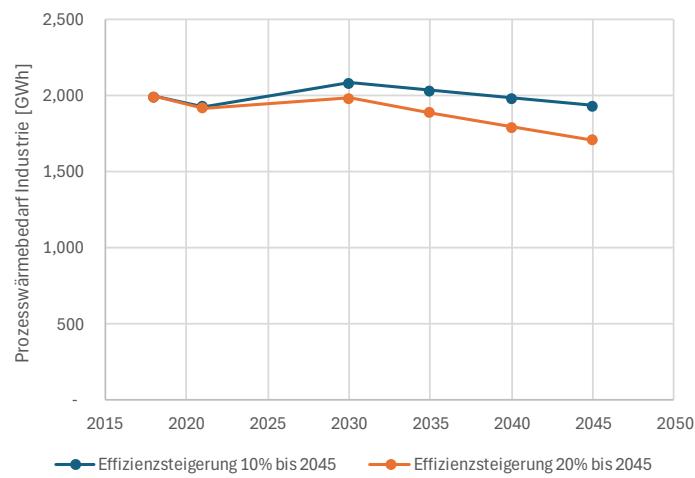


Abbildung 40: Gesamte Industrienergienachfrage in Dresden bis 2045 mit zwei Effizienzsteigerungspfaden

Abbildung 41 zeigt verschiedene Pfad der Umstellung von Erdgasanwendungen. Die Pfade unterscheiden sich hinsichtlich des Zieljahres, zu dem ein vollständiger Energieträger/Technologiewechsel erreicht ist. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird von dem mittleren Pfad mit der Zielerreichung in 2040 ausgegangen.

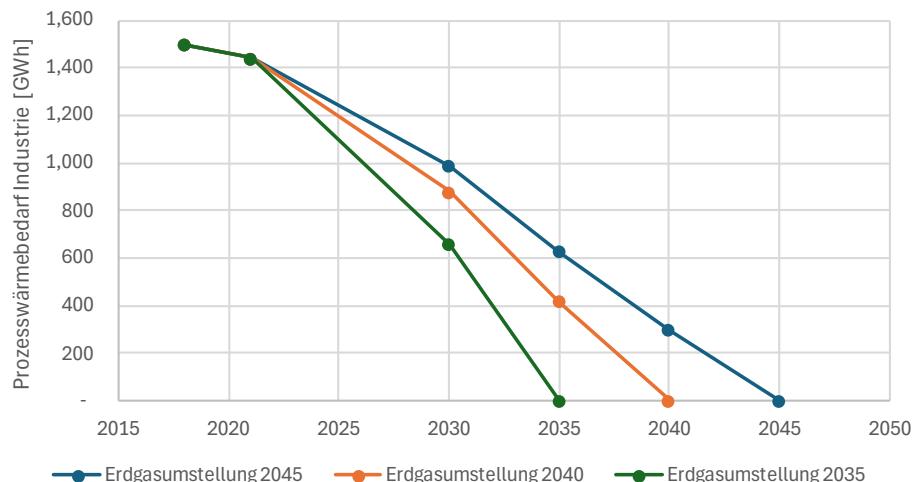


Abbildung 41: Verschiedene Pfade der Umstellung der Erdgasanwendungen in der Industrie

7.2 Wärmequellenpotenziale

7.2.1 Luftwärme

Die Nutzung der Luft als Wärmequelle ist in der Regel unkompliziert, da sie flächendeckend vorhanden ist und die notwendige Technik wenig Platz erfordert. Heutzutage gibt es Luft-Wasser-Wärmepumpen in unterschiedlichen Größen sowie Kombinationsmöglichkeiten. Dadurch können grundsätzlich auch größere Objekte und Altbauten versorgt werden, vorausgesetzt, die Vorlauftemperatur des Heizungssystems liegt unter 65 °C. Neben dieser Einschränkung sind die Lärmemissionen der Geräte zu beachten. Die maximal zulässigen Geräuschwerte erfordern ausreichende Abstände zu Nachbargebäuden.

Basierend auf dem Grundlagenbericht „Erstellung einer Potenzialstudie zur lokalen regenerativen Energieversorgung auf Gebäudeebene“²⁶ wird zur Abschätzung der installierbaren thermischen Leistung von Luft-Wasser-Wärmepumpen ein methodisches Vorgehen angewendet, das sowohl gebäudespezifische als auch standortbezogene Rahmenbedingungen berücksichtigt. Ausgehend von Parametern wie Gebäudehöhe, Dachform, Energiebezugsfläche sowie dem Abstand zu benachbarten Gebäuden wird die geeignete Aufstellungsart, Dach- oder Bodenmontage, bestimmt. Parallel dazu erfolgt eine Einordnung des Standorts in eine Gebietskategorie gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm²⁷, um die zulässigen nächtlichen Immissionsrichtwerte festzulegen.

Im Anschluss wird auf Grundlage des ermittelten Aufstellungsorts und der zulässigen Schallemission der maximal zulässige Schallleistungspegel der Wärmepumpe berechnet. Hierbei kommen konservative Annahmen zu Richtungsfaktoren zum Einsatz, um schallreflektierende Umgebungsbedingungen pauschal zu berücksichtigen. Die daraus abgeleitete maximal mögliche thermische Leistung basiert auf einer empirischen Korrelation zwischen Schallemission und Leistung. Zur Berücksichtigung potenzieller Schallemissionsüberlagerungen durch mehrere Anlagen in dicht bebauten Gebieten wird ein

²⁶ BLS Energieplan GmbH und Digikoo GmbH (2023): Erstellung einer Potenzialstudie zur lokalen regenerativen Energieversorgung auf Gebäudeebene. Dresden

²⁷ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI S. 503), zuletzt geändert durch Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

pauschaler Reduktionsfaktor verwendet. Im Zuge der abschließenden Plausibilisierung werden in Einzelfällen manuelle Korrekturen vorgenommen.

Eine methodische Einschränkung ergibt sich aus der vereinfachten Behandlung komplexer akustischer Zusammenhänge. So werden weder die kumulativen Effekte mehrerer Wärmepumpen in der näheren Umgebung noch mögliche Rückwirkungen der Lärmemissionen auf das eigene Gebäude explizit berücksichtigt. Auch Auswirkungen auf das lokale Mikroklima bleiben unberücksichtigt. Die Integration solcher Aspekte in zukünftige Untersuchungen könnte zu einer differenzierteren und realitätsnäheren Einschätzung der Einsatzpotenziale beitragen.

Abbildung 42 weist darauf hin, dass durch den gezielten Einsatz von Luft-Wasser- Wärmepumpen im gesamten Stadtgebiet, je nach Standortbedingungen unter Anwendung monovalenter oder bivalenter Systeme, rund 72 Prozent des städtischen Nutzenergiebedarfs gedeckt werden könnten. Somit ist ein Großteil der städtischen Fläche grundsätzlich für den Einsatz dieser Technologie geeignet.

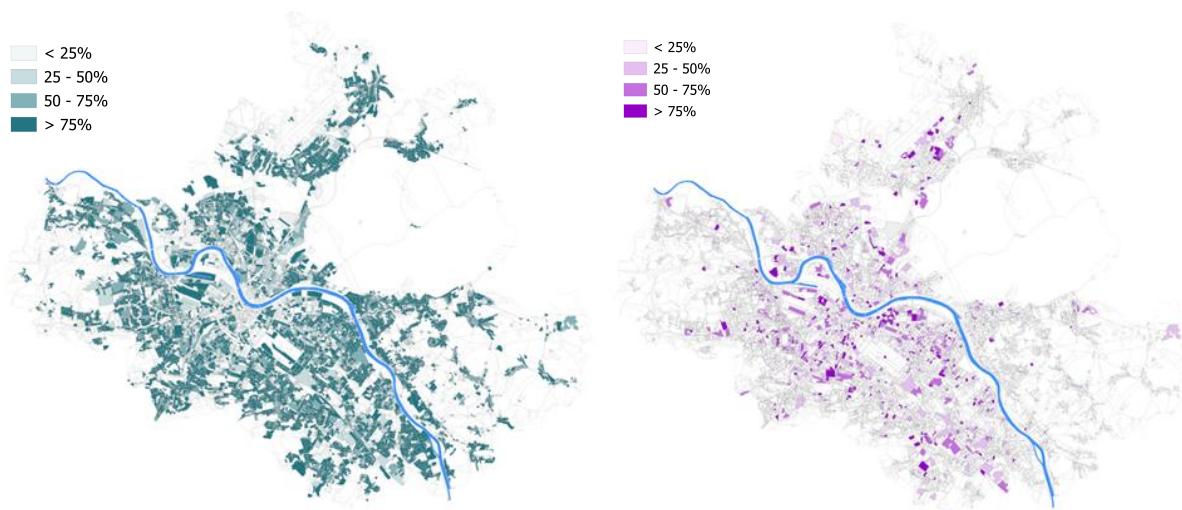


Abbildung 42: Potenzieller Anteil der bestehenden Energiebezugsfläche je Baublock (Prozent), der durch den Einsatz von Luft-Wasser- Wärmepumpen im mono- oder bivalenten Betrieb (links) und nur im bivalenten Betrieb (rechts) mit Wärme versorgt werden könnte.

Allerdings wird das technisch verfügbare Potenzial durch Vorgaben zum Schallschutz eingeschränkt. Dies betrifft insbesondere dicht bebaute Stadtteile mit Blockrandbebauung, wie etwa die Altstadt, Pieschen oder die Neustadt. In diesen Bereichen können zudem zusätzliche Akzeptanzhemmnisse aufgrund möglicher Geräuschentwicklungen auftreten.

Ein Vorteil der Luft-Wasser-Wärmepumpen liegt in den niedrigeren Anschaffungskosten im Vergleich zu Erdwärmepumpen. Zudem ist perspektivisch mit der Verfügbarkeit deutlich schallärmerer Anlagentechnologien zu rechnen, was die Anwendbarkeit in sensiblen Bereichen weiter verbessern könnte.

7.2.2 Erdkollektoren (oberflächennahe Geothermie)

Erdkollektoren dienen zur Erschließung oberflächennaher Wärme im Erdreich. Der Wärmeentzug erfolgt flächenhaft und sehr oberflächennah. Die gewonnene Wärmeenergie wird mittels einer Sole-Wasser-Wärmepumpe auf das im Gebäude nötige Vorlauf- beziehungsweise Warmwasser-Temperaturniveau, angehoben. Erdkollektoren werden frostsicher, üblicherweise mindestens ein bis 1,5 m bis maximal fünf Meter tief, senkrecht oder waagerecht verlegt. Im letzteren Fall können auch mehrere Schichten übereinander verlegt werden, um den Wärmeertrag pro Quadratmeter zu steigern²⁸.

Für den effizienten Betrieb von Systemen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie durch horizontale Erdwärmekollektoren oder Erdwärmekörbe ist es essenziell, dass die darüberliegende Fläche möglichst unversiegelt bleibt. Asphaltierte oder

²⁸ Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, S. 115. Dresden
60

bebaute Flächen behindern den natürlichen Wärmeefluss zwischen Erdreich und Umgebungsluft sowie den Wärmeeintrag durch Solarstrahlung und Niederschlag, was die Leistungsfähigkeit deutlich verringern kann. Je nach System benötigen horizontale Erdwärmekollektoren eine größere Fläche, da sie sich flächig im Erdreich ausbreiten, während Erdwärmekörbe senkrecht eingebettet werden. Letztere sind somit platzsparender und ideal für einen begrenzten Grundstücksraum²⁹.

Basierend auf dem Grundlagenbericht „Erstellung einer Potenzialstudie zur lokalen regenerativen Energieversorgung auf Gebäudeebene“²⁶ wird das Potenzial für den Einsatz von Erdkollektoren-Wärmepumpen anhand der verfügbaren Grundstücksfläche und der zu erwartenden thermischen Entzugsleistung des Bodens abgeschätzt. Die Methode umfasst zwei zentrale Schritte: die Bestimmung der nutzbaren Fläche für Erdkollektoren und die Ableitung der daraus möglichen Entzugsleistung. Dabei werden bauliche und natürliche Hindernisse wie Gebäude und Bäume berücksichtigt, um realistische Bedingungen für die Verlegung der Kollektoren zu erfassen. Auch notwendige Mindestabstände zu Gebäuden sowie allgemeine Nutzungseinschränkungen fließen in die Flächenbewertung ein.

Anschließend erfolgt eine Einschätzung der entziehbaren Wärmeleistung auf Basis typischer Bodenbeschaffenheiten. Dabei wird von durchschnittlichen Werten ausgegangen, die sich aus gängigen Bodenarten ergeben. Zur Leistungssteigerung wird angenommen, dass die Kollektoren in zwei Lagen verlegt werden können, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen. Diese Annahmen ermöglichen eine vereinfachte, aber plausible Schätzung der nutzbaren thermischen Energie pro Standort.

Abbildung 43 zeigt, dass durch den gezielten Einsatz von Erdwärmekollektoren im gesamten Stadtgebiet, unter Anwendung monovalenter oder bivalenter Systeme je nach Standortbedingungen, rund 15 Prozent des städtischen Nutzenergiebedarfs gedeckt werden könnten. Eine Besonderheit ist die geringe räumliche Überlappung mit bestehenden Fernwärmegebieten, wodurch sich Erdwärmekollektoren als komplementäre Technologie zur Fernwärme anbieten. Die erforderlichen Investitionen liegen im moderaten Bereich, was Erdwärmekollektoren bei geeigneten Rahmenbedingungen zu einer technisch und wirtschaftlich interessanten Option macht. Allerdings ist das Potenzial stark durch die bauliche Struktur begrenzt: In dicht bebauten Quartieren und auf versiegelten Flächen ist die Umsetzung oft nicht möglich. Zusätzlich kann die Nutzung privater Gärten und Freiflächen auf Akzeptanzprobleme stoßen.

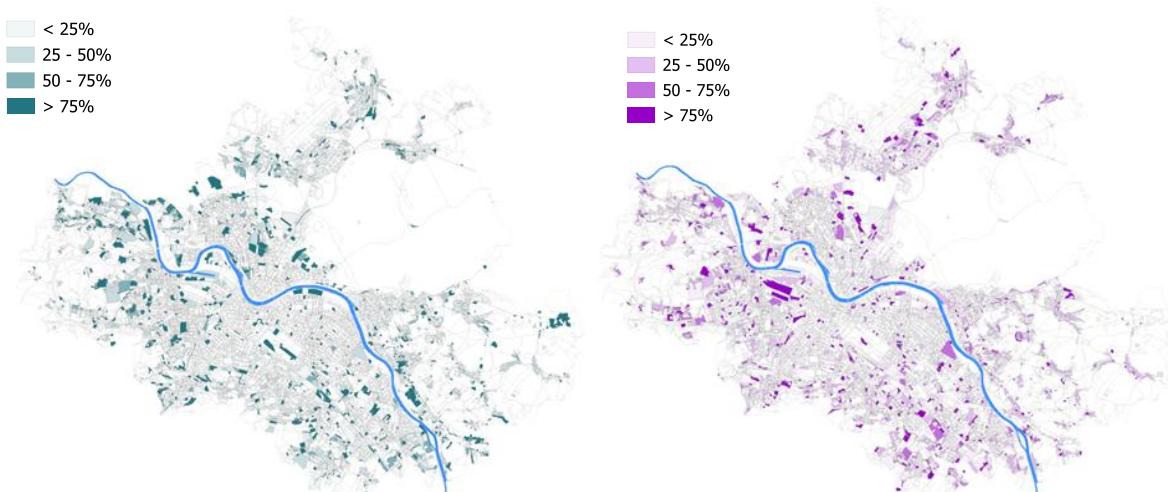


Abbildung 43: Potenzieller Anteil der bestehenden Energiebezugsfläche je Baublock (in Prozent), der durch den Einsatz von Erdkollektor-Wärmepumpen im mono- oder bivalenten Betrieb (links) und nur im bivalenten Betrieb (rechts) mit Wärme versorgt werden könnte

²⁹ www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme/ [Zugriff am 01.07.2025]

Zusätzlich wurden bei einem Versiegelungsgrad von weniger als 10 Prozent die Potenziale auf Freiflächen im Dresdner Stadtgebiet untersucht, welche beispielsweise für Wärmenetze potenziell erschließbar sein könnten (siehe Abbildung 44). Diese befinden sich vorrangig in den ländlich geprägten Randbereichen des Stadtgebiets.

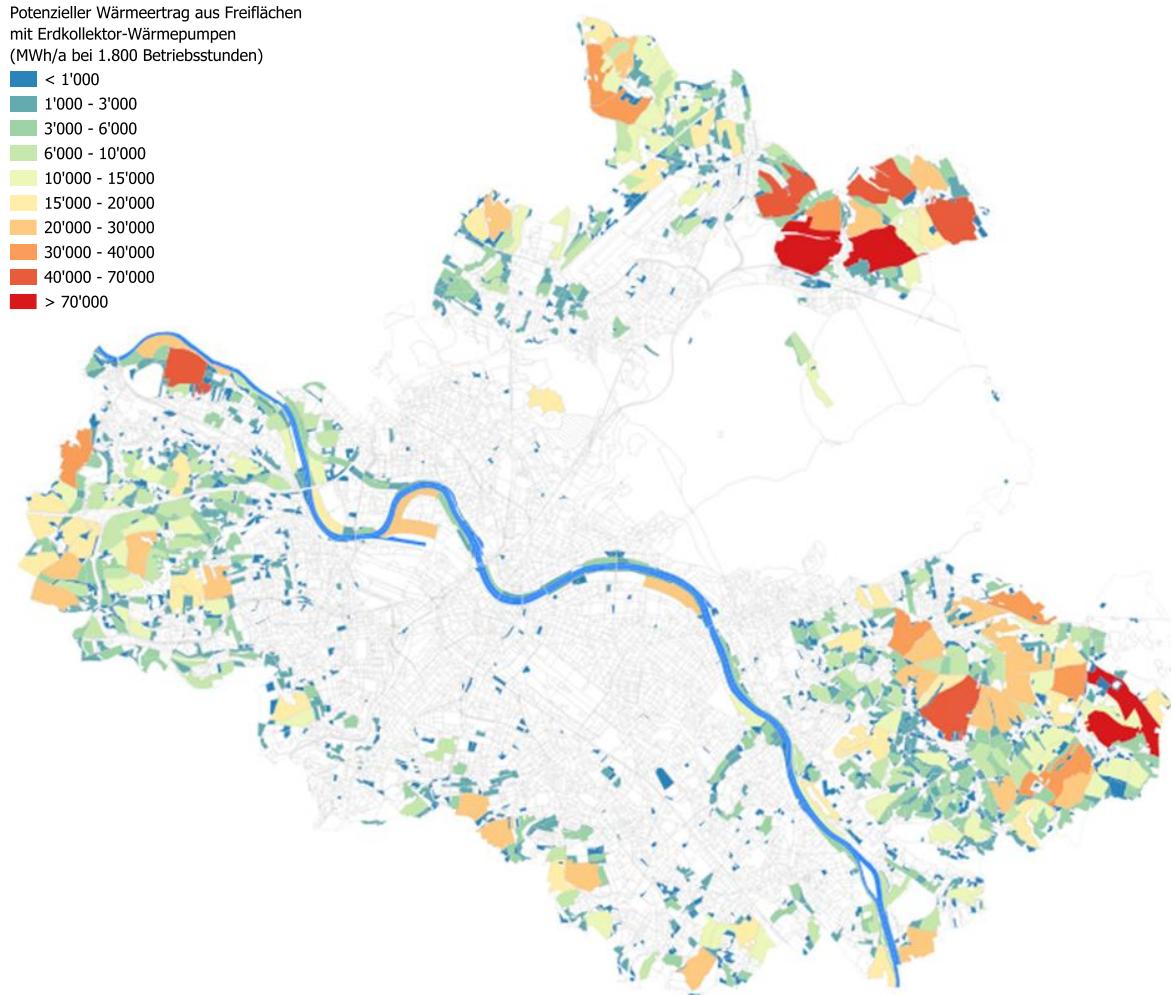


Abbildung 44: Potenzieller Erdkollektor-Wärmeertrag (MWh/a bei 1'800 Vollaststunden) aus Freiflächen ab 1000 m²

7.2.3 Erdsonden (oberflächennahe Geothermie)

Eine weitere Option zur Erschließung oberflächennaher Geothermie bieten Erdwärmesonden, welche punktuell durch Bohrungen den Wärmeentzug aus dem Boden ermöglichen. Die gewonnene Wärmeenergie wird wiederum mittels einer Sole-Wasser-Wärme pumpe auf das im Gebäude nötige Vorlauftemperatur- beziehungsweise Warmwasser-Temperaturniveau angehoben. Gegenüber Erdwärmekollektoren bieten Erdsonden den Vorteil, auf weniger Fläche denselben Wärmeertrag erreichen zu können.³⁰

Erdsonden werden in der Regel in Tiefen zwischen 40 und 100 Metern eingebracht, wobei die genaue Tiefe vom Heizbedarf des Gebäudes und der Wärmeleitfähigkeit des Bodens abhängt. Im Vergleich zu anderen Erdwärmesystemen benötigen sie deutlich weniger Fläche, erfordern jedoch eine Bohrgenehmigung. Reichen die Bohrungen bis in den Grundwasserbereich, gelten zusätzliche Anforderungen und Auflagen gemäß den jeweiligen wasserrechtlichen Bestimmungen.³¹

³⁰ Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, S. 117. Dresden

³¹ www.dresden.de/de/rathaus/dienstleistungen/erdwaermesonden.php#?searchkey=Erdw%20ProzentC3%20ProzentA4rmesonden [Zugriff am 30.06.2025]

Damit die Leistungsfähigkeit der Sonden langfristig erhalten bleibt, ist eine ausreichende thermische Regeneration des Bodens wichtig. Diese erfolgt vor allem durch den natürlichen Wärmestrom aus tieferen Bodenschichten und kann durch Wärmeeinträge durch das Einleiten von überschüssiger Sommerwärme aus der Gebäudekühlung maßgeblich unterstützt werden.

Basierend auf dem Grundlagenbericht „Erstellung einer Potenzialstudie zur lokalen regenerativen Energieversorgung auf Gebäudeebene“ wird das Potenzial für den Einsatz von Erdsonden-Wärmepumpen anhand der möglichen Anzahl installierbarer Sonden und der geothermisch entziehbaren Wärmeleistung des Untergrunds ermittelt. Zunächst wird geprüft, welche Flächen auf einem Grundstück für Bohrungen zur Verfügung stehen. Dabei werden Abstandsregeln zu Gebäuden, die Lage von Bäumen sowie pauschale Einschränkungen durch sonstige Nutzungen berücksichtigt. Auf dieser Grundlage lässt sich abschätzen, wie viele Erdsonden unter Einhaltung der erforderlichen Mindestabstände installiert werden könnten.

Im zweiten Schritt wurde die potentielle Entzugsleistung berechnet. Dazu werden hydrogeologische Rahmenbedingungen herangezogen, etwa die thermische Leitfähigkeit des Bodens und regionale Genehmigungsanforderungen. In bestimmten Schutzgebieten ist die Nutzung ausgeschlossen. Zudem wird berücksichtigt, dass sich die Entzugsleistung pro Sonde mit steigender Anzahl benachbarter Sonden verringert. Um dies zu erfassen, kommen Korrelationen zum Einsatz, die auf anerkannten technischen Regelwerken basieren. Abschließend ergibt sich aus der spezifischen Entzugsleistung, der Anzahl der Sonden und der möglichen Bohrtiefe die gesamthaft entziehbare thermische Energie je Grundstück.

Eine methodische Einschränkung besteht darin, dass die potentielle thermische Regeneration des Erdreichs, etwa durch saisonale Wärmeüberschüsse aus Gebäudekühlung oder solaren Quellen, nicht näher betrachtet wurde. Solche regenerativen Ansätze könnten langfristig zu einer Erhöhung der nachhaltigen Entzugsleistung beitragen³² und sollten in weiterführenden Analysen berücksichtigt werden.

Abbildung 45 weist darauf hin, dass durch den gezielten Einsatz von Erdsonden im gesamten Stadtgebiet – unter Anwendung monovalenter oder bivalenter Systeme je nach Standortbedingungen – rund 34 Prozent des städtischen Nutzenergiebedarfs gedeckt werden könnten.

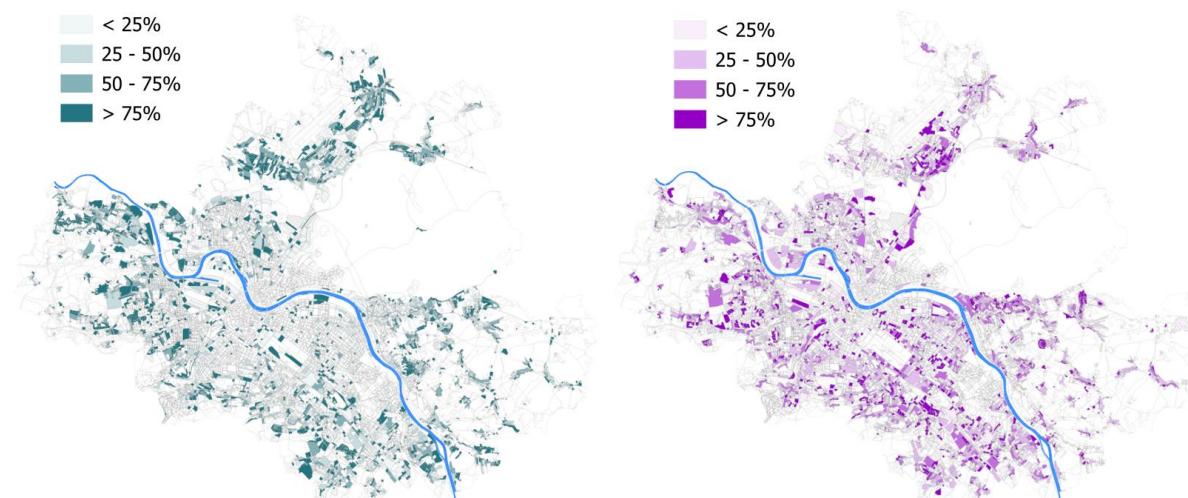


Abbildung 45: Potenzieller Anteil der bestehenden Energiebezugsfläche je Baublock (Prozent), der durch den Einsatz von Erdsonden-Wärmepumpen im mono- oder bivalenten Betrieb (links) und nur im bivalenten Betrieb (rechts) mit Wärme versorgt werden könnte.

In Trinkwasserschutzgebieten ist die Nutzung ausgeschlossen. Darüber hinaus könnten weitere Gebiete von einer Nutzung auszunehmen sein, sofern dort problematische hydrogeologische Verhältnisse vorliegen. Die Überschneidung mit dem bestehenden FernwärmeverSORGungsgebiet ist gering, dennoch ist eine mögliche Konkurrenz zur Nutzung des Grundwasserpotenzials nicht auszuschließen. Die erforderlichen Investitionen, insbesondere im Hinblick auf Bohrungen, sind hoch. Die Attraktivität der Nutzung steigt jedoch deutlich, wenn das System zusätzlich zur sommerlichen Kühlung eingesetzt

³² Bundesamt für Energie (BFE) Schweiz (2023): Regeneration von Sole-Wasser Wärmepumpen. Zürich

wird. Dabei können saisonale Speichereffekte erzielt werden, die unter Umständen auch zur Regeneration des Systems notwendig sind.

Analog zur Methodik bei Erdkollektorfreiflächen, wurden potenzielle Freiflächen für Erdsondenfelder dann berechnet, wenn der Flächenversiegelungsgrad unter 20 Prozent liegt (siehe Abbildung 46).

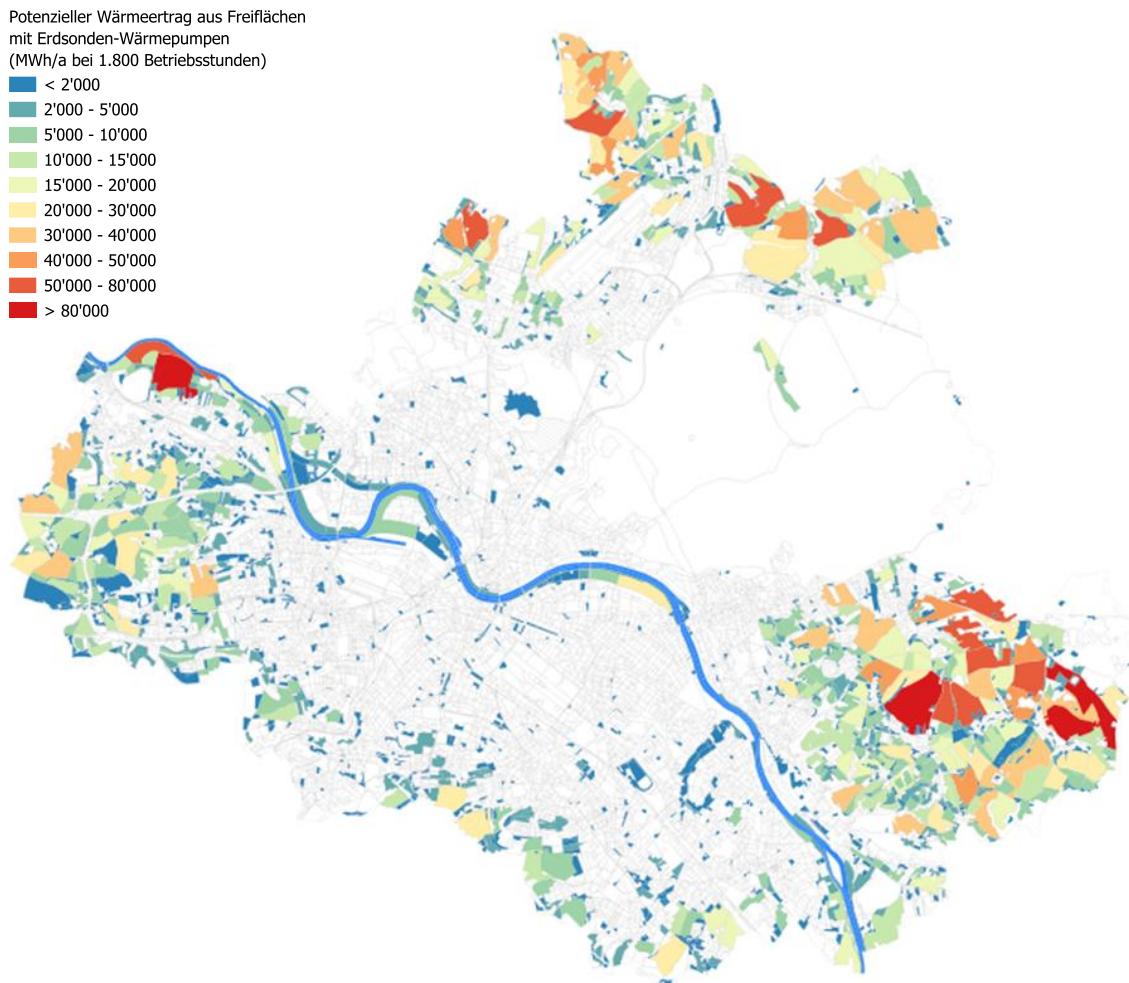


Abbildung 46: Potenzieller Erdsonden-Wärmeertrag (MWh/a bei 1'800 Volllaststunden) aus Freiflächen ab 1000 m²

7.2.4 Grundwasser

Dresden verfügt über umfangreiche Grundwasservorräte. Schon heute sind Gebäude unterschiedlicher Größe und Nutzung mit Wasser-Wasser-Wärmepumpen ausgestattet, die auf Grundwasser als regenerative Energiequelle zugreifen. Die Nutzung von oberflächennahem Grundwasser für den Betrieb einer Wärmepumpenanlage bedarf stets einer wasserrechtlichen Genehmigung nach §§ 2, 3 sowie 7 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)^{33, 34}.

Nicht zuletzt wegen der Fließdynamik und der Zusammensetzung des Grundwassers sind Abschätzungen des Wärmeentzugspotenzials aus Grundwasser nicht trivial. Aufgrund der Komplexität der Erschließung dieser Wärmequelle, wurde im Rahmen des IEK auf eine pauschale Potenzialabschätzung verzichtet. Es wird jedoch für die Betrachtungen im

³³ Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. August 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 189) geändert worden ist

³⁴ www.dresden.de/de/rathaus/dienstleistungen/waermepumpen.php [Zugriff am 30.06.2025]

Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung und insbesondere für Quartierslösungen in Form von Wärmenetzen möglichst ortskonkret und in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde untersucht³⁵.

Vor diesem Hintergrund wurde das Potenzial des Grundwassers als erneuerbare Wärmequelle systematisch analysiert. Ziel war es, für Wärmeversorger und -verbraucher konkrete Anhaltspunkte zu liefern, welche Gebiete sich für eine vertiefende Untersuchung und Nutzung des Grundwassers als Wärmelieferant eignen. Dabei wurde für Dresden ein Potenzial von etwa 230 GWh/a (bei 2.500 Vollaststunden und 3 K Temperaturdifferenz) ermittelt, welches sich, wie in Abbildung 47 dargestellt, unterschiedlich über einzelne Teile des Stadtgebietes verteilt. Die rot markierten Bereiche sind Wasserschutzgebiete (Zonen I bis III b). In diesen Bereichen ist die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle ausgeschlossen.

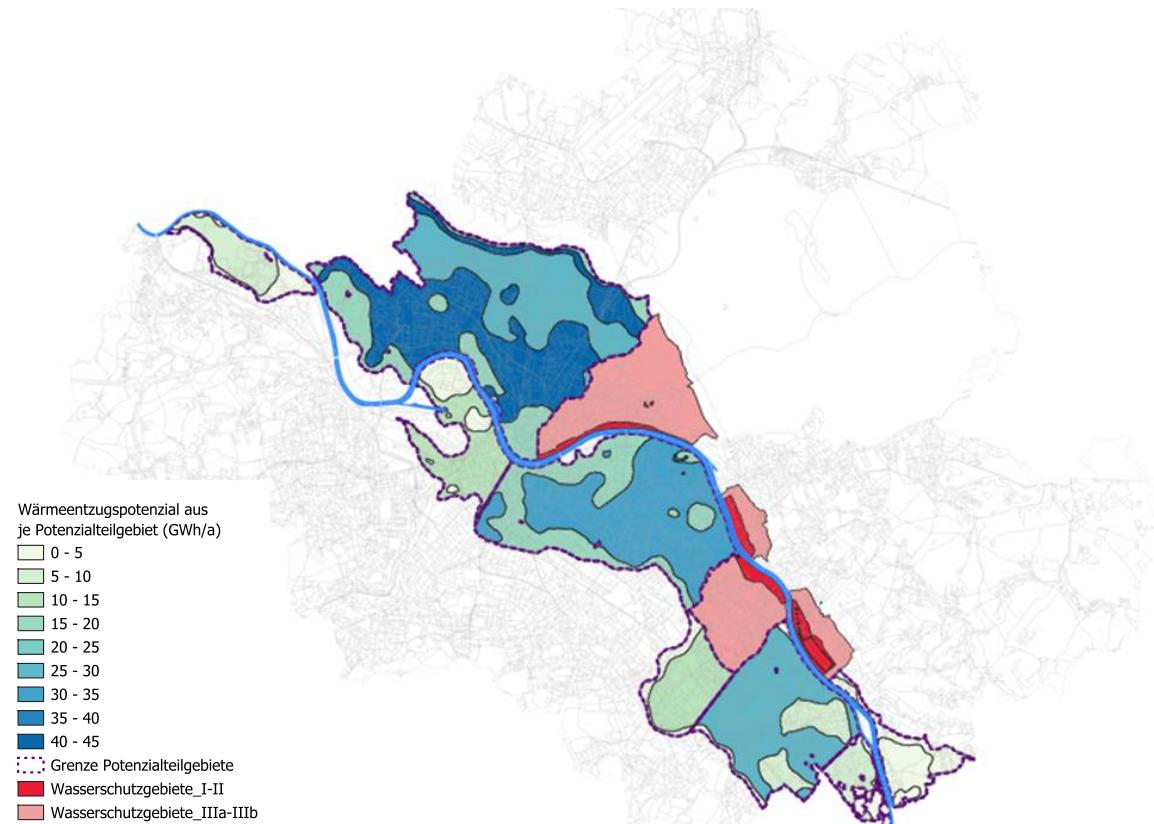


Abbildung 47: Grundwasser-Wärmeentzugs potenzial je Potenzialteilgebiet (GWh/a)

7.2.5 Abwasser

Sowohl Trink- als auch Abwassertemperaturen unterliegen jährlichen Schwankungen, wobei die Temperaturen im Winter oft deutlich wärmer als die Außentemperatur sind. Dieser Temperaturunterschied kann mit Hilfe von Wärmepumpentechnologie zum Heizen genutzt werden. Durch Einbau von Wärmeübertragern kann dem Wasser ein Teil der Wärme entzogen und auf ein Medium übertragen werden. Die Wärmepumpe kann die Wärme aus diesem Medium aufnehmen und sie mithilfe von elektrischem Strom auf ein höheres, direkt nutzbares Wärmeniveau bringen. Auf diese Weise können städtische Trinkbeziehungsweise Abwasserkreisläufe als Wärmequellen genutzt werden³⁶.

Eine Nutzung des Abwassers zur Wärmegegewinnung kann an verschiedenen Stellen im Prozess der Abwassersammlung- und Aufbereitung erfolgen: Am Ort der Entstehung, im Kanalnetz, am Zulauf der Kläranlage und am Ablauf der Kläranlage. Die Erschließung der Potenziale im Kanalnetz ist jedoch mit größerem Aufwand und Kosten verbunden, weshalb diese Wärmequelle in der Regel nur für Gebäudekomplexe mit sehr hohem Wärmebedarf oder Wärmenetze infrage kommt. zeigt die Lage des Dresdner Abwasserkanalnetzes mit relevantem Trockenwetterabfluss.

³⁵ Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, S. 118. Dresden

³⁶ www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/abwasser/ [Zugriff am 30.06.2025]

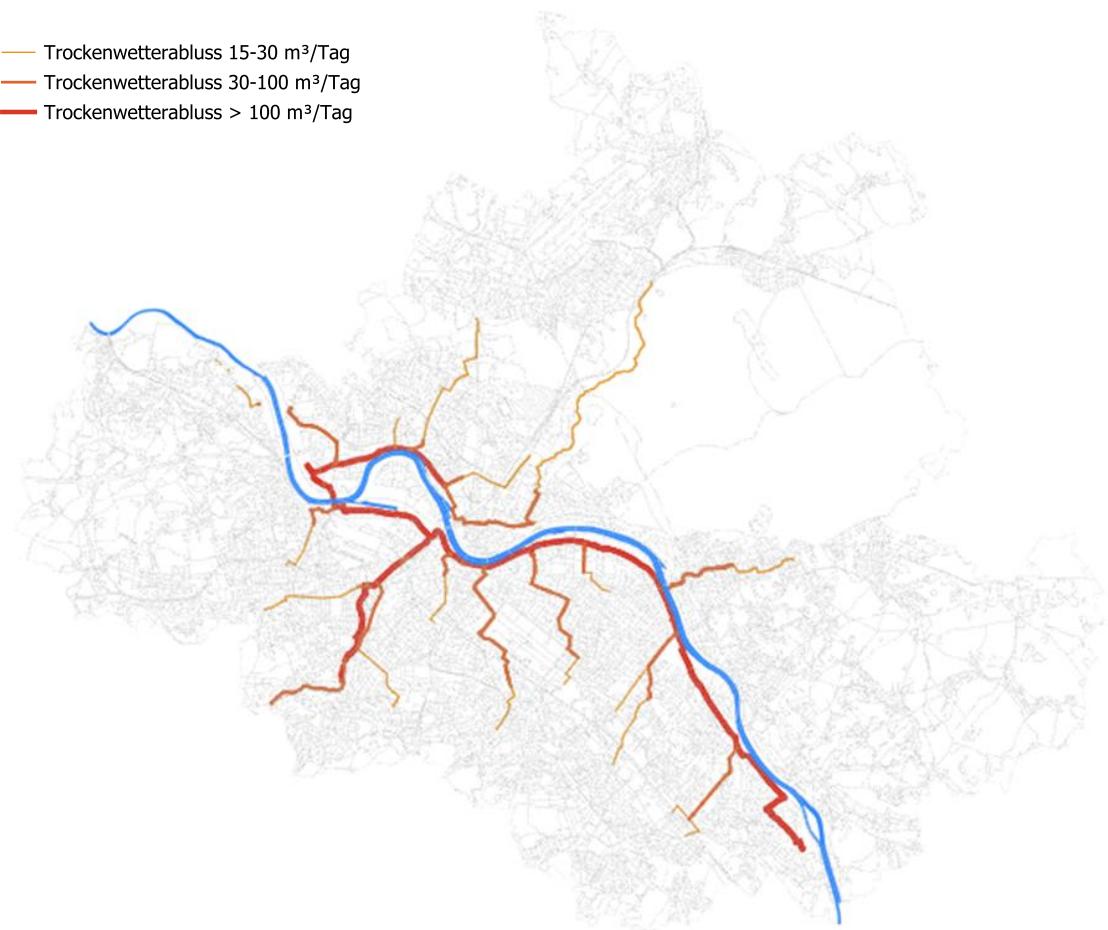


Abbildung 48: Abwasserkanalnetz in Dresden mit mindestens 15 l/s Trockenwetterabfluss

Eine Potenzialabschätzung für die Wärmegewinnung aus Abwasser und Trinkwasser durch Großwärmepumpen wurde durch die SachsenEnergie AG durchgeführt. Dabei wurde die Nutzung von Trinkwasser aufgrund der Entfernung der Wasserwerke zum Fernwärmennetz ausgeschlossen, da diese keine wirtschaftliche Nutzung ermöglicht. Die zentrale Kläranlage der Landeshauptstadt Dresden hingegen liegt im Stadtteil Kaditz in unmittelbarer Nähe des Fernwärmennetzes. Sie wird betrieben von der Stadtentwässerung Dresden (SEDD). Für diese Anlage wurde das Potenzial zur Wärmenutzung weitergehend untersucht. Aufgrund der geringen Verunreinigung, der kontinuierlichen Verfügbarkeit und des höheren Volumenstroms wird die Nutzung des gereinigten Abwassers am Ablauf der Kläranlage gegenüber den anderen Varianten favorisiert. Konkret wurde der Ablauf der Nachklärbecken der Anlage untersucht.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Nutzung der zentralen Kläranlage der Landeshauptstadt Dresden ist die Flächenverfügbarkeit für eine Wärmepumpenhalle sowie für die Verlegung von Transportrohrleitungen. Zum Zeitpunkt der Potenzialanalyse wird die Aufstellungen einer Wärmepumpenhalle auf dem östlich angrenzenden Gelände der DREWAG - Stadtwerke Dresden GmbH (Heizkraftwerk Kaditz) verfolgt. Aufgrund von geplanten Umbaumaßnahmen und erschwerter Leitungsführungen wird von der Nutzung der sechs existierenden Nachklärbecken abgesehen. Stattdessen sollen zwei bis drei von der SEDD neu geplante Nachklärbecken genutzt werden, welche seit 2024 in Planung sind und Ende 2029 fertiggestellt werden sollen. Diese würden durch die geringere Entfernung zum DREWAG-Gelände eine einfachere Leitungsführung ermöglichen.

Die vorliegende Potenzialabschätzung wurde anhand des bestehenden Kläranlagenablaufs geprüft und richtet sich unter anderem nach der hydraulischen Limitierung des Fernwärmennetzes am Standort Kaditz auf eine Leistung von 12 MW. Die Potenzialanalyse der SachsenEnergie AG ergab eine Wärmemenge von 375 GWh für nutzbare Abwasserwärmepotenziale.

7.2.6 Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Die SachsenEnergie AG verfolgt mit ihrem Transformationsplan auf dem Weg zur vollständigen Dekarbonisierung das Ziel, ab dem Jahr 2030 etwa 30 Prozent des Fernwärmeabsatzes aus industrieller Abwärme oder Umweltwärme zu erzeugen. Abwärme von Industrie und Gewerbe kann weitestgehend unabhängig von Umwelt- und Jahreszeiteinflüssen als Wärmequelle für Großwärmepumpen genutzt oder bei Eignung direkt eingebunden werden. In einer Analyse der Abwärmepotenziale in Dresden hebt die SachsenEnergie AG hervor, dass durch die Abwärmenutzung der Strombedarf vermieden werden kann, welcher ansonsten für die Kühlung zusätzlich anfiele. Andererseits besteht eine große Abhängigkeit von Dritten, weshalb auf eine gute Einbindung der lokalen Akteure und Akteurinnen und die Schließung von Langfristverträgen gesetzt werde.

In Dresden sind mehrere energieintensive Unternehmen ansässig, unter anderem die Halbleiterindustrie und größere Produktionsbetriebe. Diese Sparten emittieren den größten Teil der industriellen Abwärme und sind nördlich der Elbe angesiedelt. Laut SachsenEnergie AG lassen sich die Abwärmequellen anhand der Energieverbräuche und Energiekonzepte verhältnismäßig einfach klassifizieren, da sich die entsprechenden Abwärmenutzungskonzepte ähneln. Andererseits sind die Energiekonzepte dieser Betriebe hochgradig optimiert, sodass Abwärme meist auf einem nicht mehr wirtschaftlich nutzbaren Temperaturniveau abgeführt werden. Fehlende Flächen in der Nähe der Abwärmequellen beziehungsweise kostenintensive Transferlösungen für die Niedertemperatur-Abwärme erschweren die wirtschaftliche Nutzung. Auch die Infrastruktur zum Transport der erzeugten Fernwärme aus dem Dresdner Nordraum zu den Abnehmenden im bestehenden Fernwärmennetz erfordert hohe Investitionen und birgt große Kosten- und Realisierungsrisiken. Hinzu kommt die Erwartungshaltung großer Unternehmen, dass ihre Abwärme trotz des sehr hohen Aufwands zur Bereitstellung auf Fernwärmeneveau zu vergüten sei.

Das kontinuierlich anstehende Abwärmepotenzial aus großen energieintensiven Unternehmen in Dresden wird durch die SachsenEnergie AG auf 80 bis 120 MW geschätzt. Zum Stand Dezember 2024 werden Gespräche mit drei Unternehmen aus dem Bereich der Halbleiterindustrie geführt, deren Abwärmepotenzial in Höhe von 50 bis 80 MW wirtschaftlich nutzbar wäre. Zudem existieren viele kleinere Unternehmen, deren Abwärmeemissionen nicht unmittelbar erkennbar sind oder deren Produktionsprozesse sehr speziell sind. Manche Unternehmen produzieren auch hochwertige Güter, deren Wert weit über der Summe der Herstellungs- inklusive der Energiekosten liegt. Auf Dienstleistungen bezogen sind dies beispielsweise Rechenzentren, deren Wirtschaftlichkeit nicht in erster Linie von den Energiepreisen abhängt, obwohl sie einen hohen Energiebedarf haben. Diese Abwärmepotenziale sind schwerer zu identifizieren und erfordern mehr Zeit, um ein passendes Nutzungskonzept zu entwickeln und dessen Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Die einzelnen Abwärmequellen sind deutlich kleiner als bei den großen Unternehmen (geringer als ein MW). Andererseits sind die Energiekonzepte rund um diese Abwärmequellen oft noch optimierungsfähig, sodass im Zuge der Abwärmenutzung Vorteile für alle Beteiligten darstellbar sind. Eine große wirtschaftliche Herausforderung in den kleineren Projekten sind die anteilig sehr hohen Infrastrukturkosten, das heißt die Stromversorgung der Abwärmenutzungsanlagen und Abführung ins Fernwärmennetz. Über das Gesamtpotenzial dieser kleineren Abwärmequellen gibt es keine Schätzungen.

Im Dezember 2024 wurde die Abwärmenutzungsanlage für das Hochleistungsrechenzentrum der TU Dresden mit einer Leistung von bis zu 3,9 MW in Betrieb genommen. Für ein weiteres Rechenzentrum der Öffentlichen Hand mit einem Fernwärmepotenzial von ein bis zwei MW wird die Planung bereits begleitet. Weiterhin befand sich die SachsenEnergie AG zum Stand Dezember 2024 in Gesprächen mit zwei Industriebetrieben und einem kommerziellen Rechenzentrum, deren Fernwärmepotenzial bei insgesamt etwa 1,2 MW liegt.

Die SachsenEnergie AG unterscheidet in ihrer Potenzialanalyse zwischen industrieller Abwärme, Abwärme aus Elektrolyseuren und Abwärme aus dem Dienstleistungsbereich.

Industrielle Abwärme

Die verschiedenen Industrieanlagen in Dresden, besonders im Norden der Stadt, stellen laut SachsenEnergie AG eine vielversprechende Wärmequelle dar. Das Potenzial wurde durch Clusterung in drei Gebiete untersucht. Die Anlagen verwenden Prozesse mit einem mittleren Temperaturniveau von 35 bis 45 °C, sodass dieses zum Beispiel mithilfe von Großwärmepumpen erhöht werden müsste, um sie ins Fernwärmennetz einzuspeisen. Die Auskopplung und Verarbeitung der Abwärme sowie der hydraulische Anschluss an das Fernwärmennetz wurden durch Machbarkeitsstudien und Anlagenkonzepte untersucht. Aufbauend darauf arbeitet die SachsenEnergie AG seit 2024 an der Schließung von Kooperationsvereinbarungen mit Abwärmelieferanten und den Beginn von Planungs- und Bauvorhaben. Die ersten Inbetriebnahmen sind für 2029 vorgesehen.

Abwärme aus Elektrolyseuren

Ein weiterer Prozess, der zur Wärmegewinnung genutzt werden könnte, ist die Elektrolyse. Die Vorrichtung, mit welcher dieser Prozess durchgeführt wird, nennt sich Elektrolyseur. Dieses Verfahren führt mit Hilfe elektrischen Stroms eine Stoffumwandlung herbei und wird zum Beispiel zur Wasserstoffproduktion verwendet. Die dabei freigesetzte Abwärme kann als Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden. Durch den bestehenden Fernwärmemanschluss der großen Heizkraftwerke sowie den verhältnismäßig einfachen Anschluss an das Gas- und Stromnetz sieht die SachsenEnergie AG perspektivisch gute Bedingungen für die Errichtung von Elektrolyseuren. Da der Wasserstoffhochlauf und die Wertschöpfungskette mit Elektrolyseurstandorten mit großen Unsicherheiten behaftet sind, erfolgte in der Potenzialanalyse eine konservative Einschätzung. Die SachsenEnergie AG sieht das Potenzial dieser Wärmequelle für Dresden als sehr hoch an.

Abwärme aus dem Dienstleistungsbereich

Ebenso wie die Industrie bieten auch Dienstleistungsgewerbe Potenziale zur Abwärmenutzung. Als besonders relevant stuft die SachsenEnergie AG Gewerbe mit Rechentechnik wie Rechenzentren ein, da diese ganzjährig Wärme an ihre Umgebung abgeben. Das erste Projekt zur Nutzung dieser Abwärme wurde Ende 2024 in Betrieb genommen, die Abwärme wird mit etwa 45 °C in das Fernwärmennetz eingespeist. Ein weiteres Rechenzentrumprojekt befindet sich zum Zeitpunkt der Potenzialanalyse in der Konzeptphase, wobei der Bau der Wärmepumpenanlage für 2030 geplant ist. Die SachsenEnergie AG schätzt die Wärmemenge für nutzbare Potenziale der Abwärme aus Industrie und Gewerbe auf 825 GWh.

Ein weiterer Hinweis, wo gegebenenfalls signifikante technische Effizienzpotenziale in Bezug auf die Prozessenergie in der Industrie erwartbar sind, bietet die sogenannte Plattform für Abwärme, welche vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterhalten wird. Gemäß dem Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (EnEfG)³⁷ sind Industrieunternehmen mit einem Gesamtendenergieverbrauch von über 2,5 GWh verpflichtet, Informationen zu ihrer anfallenden Abwärme auf dieser Plattform zu veröffentlichen. Aktuell sind hier für die Landeshauptstadt Dresden 58 Einträge mit einer Gesamtwärmemenge von 149 GWh/a gemeldet. Davon entfallen bereits 85 Prozent (127 GWh/a) auf lediglich 17 Firmen/Einrichtungen an verschiedenen Standorten mit teilweise unterschiedlichen Abwärmequellen (siehe Abbildung 49).

Aus der Branche der Halbleiterindustrie und -forschung stammen dabei sieben Akteure, gefolgt von der Energie- und Versorgungswirtschaft mit drei Akteuren. Der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, dem Gesundheitswesen und dem Handel sind je zwei Akteure zuzuordnen und der Pharmaindustrie gehört ein Unternehmen an. Auf die Halbleiterbranche entfallen mit 85 GWh/a auch deutlich über 50 Prozent der Abwärme. Etwa 20 Prozent der gesamten Abwärme (30 GWh/a) fällt im Temperaturbereich ab 110 °C (Halbleiterindustrie und Energie- und Versorgungswirtschaft) an.

³⁷ Energieeffizienzgesetz vom 13. November 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 309)

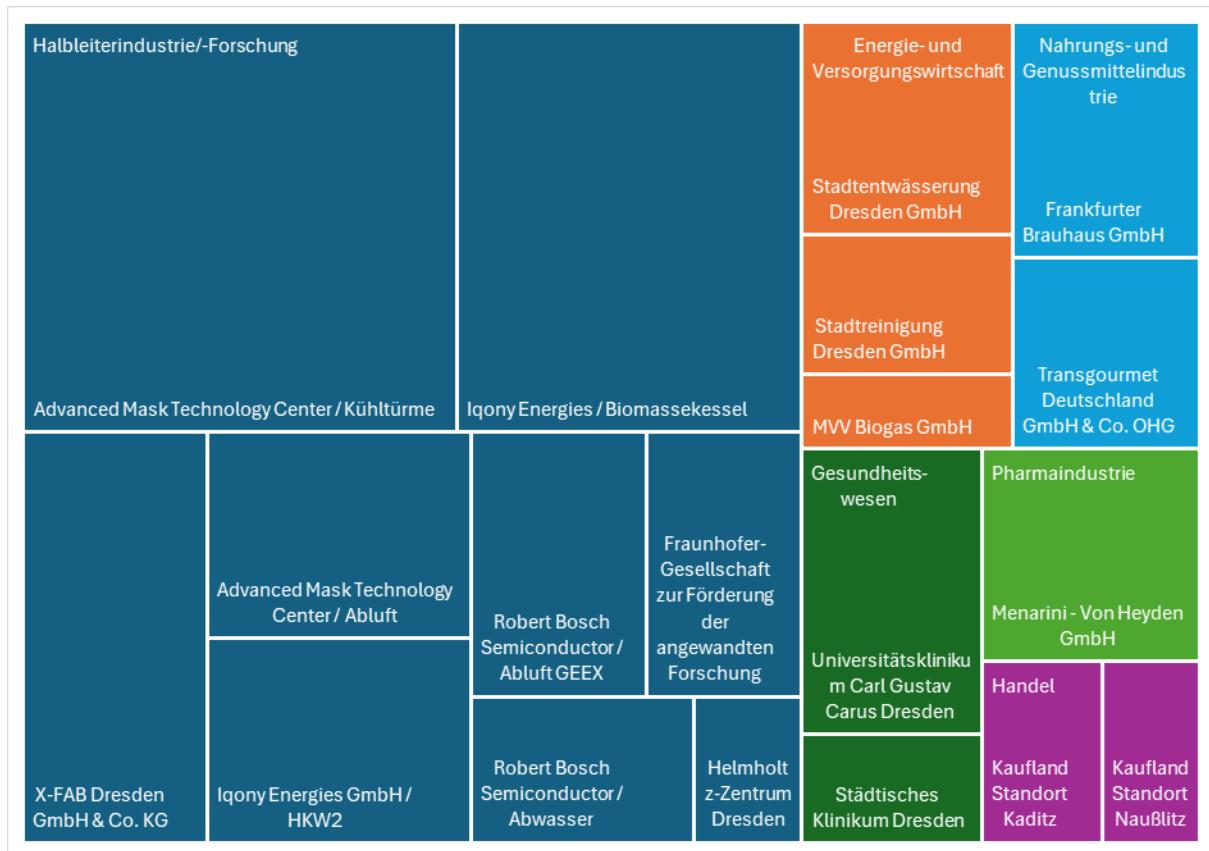


Abbildung 49: Gros der auf der Plattform für Abwärme gemeldeten Abwärmemengen (127 GWh/a) für Dresden

Das Gros der Abwärme fällt jedoch im Temperaturbereich 20 bis 65 °C an und ist mehrheitlich Abwärme aus Kälteanlagen. Der größte Einzelposten mit etwa 23 GWh/a entfällt auf die Halbleiterfirma AMTC. Die Abwärme am Standort Rähnitzer Allee 9 fällt in der Grundlast auf einem Temperaturniveau von 25 bis 60 °C an. Diese eignet sich zum Betrieb einer Großwärmepumpe, welche im Juni 2025 in Betrieb gegangen ist. Die Heizleistung der Wärmepumpe beträgt bis zu 1,7 MW. Eine Leistungszahl (COP) von 5 wird angestrebt. Durch den Betrieb der Wärmepumpe dürfte sich die verbleibende Abwärmemenge an diesem Standort sehr deutlich reduzieren. Zudem entfiel durch den Produktionsstop in der F6-Zigarettenfabrik mit über 8 GWh/a eine bedeutende Abwärmequelle. Für die Produktionsstätte ist aktuell der Umbau zu einer Wohnanlage geplant. Zudem sei an dieser Stelle angemerkt, dass GlobalFoundries Inc. als ein großer Akteur der Dresdner Halbleiterfertigung keine Abwärmemengen ausweist, da die Abwärme aus den Blockheizkraftwerken (BHKW) am Standort nahezu zu 100 Prozent durch Umwandlung in Heiz- und Kühlenergie und den Einsatz des ORC-Verfahren zur Stromerzeugung nutzt wird.

Primär ist stets anzustreben, anfallende Abwärmemengen im Unternehmen direkt zu verwerten. Wo dies nicht möglich ist, bietet sich an, wie oben ausgeführt, die Abwärmemengen, etwa durch die Verwendung von Wärmepumpen, einem Nahbeziehungsweise Fernwärmennetz zuzuführen. Jedoch muss hier stets im Blick behalten werden, dass die Investitionen in industrielle Wärmepumpen mit Anschluss ans Wärmenetz hohe Amortisationszeiten erfordern und dass zum Beispiel durch Verringerung oder Verlagerung von Produktionen Abwärmemengen wegbrechen können. Insofern kann realistischerweise nicht davon ausgegangen werden, dass anfallende Abwärmemengen stets der Nutzung in einem Wärmenetz zugeführt werden können.

7.2.7 Thermische Abfallbehandlung

Anfallende Abfallmengen in Dresden, die stofflich nicht verwertbar sind (etwa 75.000 Tonnen Restabfall und 7.000 Tonnen Sperrmüll im Jahr), müssen laut Deponieverordnung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) durch verschiedene Prozessschritte behandelt werden. Das dient der Hygienisierung, Neutralisation von Schadstoffen und der Reduzierung des Abfallvolumens. Der bei der Behandlung entstehende Dampf kann durch Turbinen als Wärme- und Stromquelle genutzt werden.

In Dresden gibt es bisher keine TAB. Die thermischen Entsorgungskapazitäten in Sachsen sind aktuell gering, sodass zu verwertende Abfallmengen aus Dresden und der Region in verschiedene, teils weit entfernt liegende Anlagen transportiert werden. Das Potenzial dieser Anlagen zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme kann laut SachsenEnergie AG aufgrund lokal fehlender Nachfrage und Wärmeinfrastruktur bisher nur in geringem Maß genutzt werden.

Durch die Errichtung einer TAB in Form eines Ersatzbrennstoff-Heizkraftwerkes (EBS-HKW) in Dresden kann dieses Abwärmepotenzial genutzt und die langen Transportwege vermieden werden. Die SachsenEnergie AG sieht das Potenzial, zukünftig für Abfallmengen aus dem Ballungsraum Dresden mit dem EBS-HKW Entsorgungskapazitäten bereit zu stellen und somit die oben genannten Vorteile auch für insbesondere gewerbliche Abfälle nutzbar zu machen. Dabei bietet sich das EBS-HKW aufgrund des relativ konstanten Abfallaufkommens als Grundlastanlage an. Mittels Entnahmekondensationsturbine wird aus dem Dampf kontinuierlich Strom und Wärme erzeugt. Durch innovative Technologien im Bereich der Turbine sowie bei der Einbindung zusätzlicher Abwärme kann ein Brennstoffnutzungsgrad von bis zu 80 Prozent erreicht werden. Unter Berücksichtigung möglicher zukünftiger gesetzlicher Anforderungen sowie der heutigen regulatorischen Rahmenbedingungen werden darüber hinaus bereits die Voraussetzungen getroffen, eine Anlage zur CO₂-Abscheidung nachzurüsten. Auch unter Betracht des regulatorischen und gesellschaftlichen Ziels der Abfallreduzierung sieht die SachsenEnergie AG das Potenzial eines EBS-HKW als Wärmequelle zukünftig als stabil an, da die thermische Verwertung weiterhin ein essenzieller Bestandteil der Kreislaufwirtschaft sein wird.

Seit 2024 werden Abfallbrennstoffe in den nationalen Emissionshandel nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)³⁸ aufgenommen. Demnach ist eine Untersuchung der eingesetzten Brennstoffe sowie die Entwicklung deren Einsetzung relevant. Eine Studie des Unternehmens INTECUS ermittelte einen regenerativen Anteil des in Dresden als Brennstoff einsetzbaren Restabfalls in Höhe von 61 Prozent. Eine darauf aufbauende Prognose geht mit dem maßgeblichen Planungsszenario von einer Steigerung dieses regenerativen Anteils um 7 Prozent aus. Diese Prognose ergibt sich unter anderem aus der erwarteten vermehrten Verwendung nachhaltiger Verpackungsmaterialien. In dieser Steigerung sieht die SachsenEnergie AG zusätzliches Potenzial zur Dekarbonisierung der Fernwärme. Hinsichtlich des Ziels der THG-Neutralität werde erwartet, dass im Jahr 2045 32 Prozent des CO₂, welches im entstehenden Rauchgas des EBS-HKW enthalten ist, abgetrennt und gegebenenfalls gespeichert werden könnte.

Vor diesem Hintergrund arbeiten die SachsenEnergie AG und die Stadtreinigung Dresden unter dem Dach der Technischen Werke Dresden an der Planung und dem Bau eines EBS-HKW am Standort Hammerweg, dessen Inbetriebnahme für Ende 2029 angestrebt wird. Dabei wird durch modernste Abluft- und Rauchgasreinigungsverfahren ein schadstoffarmer Betrieb der Anlage sichergestellt, wie es nach Siebzehnter Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (17. BlmSchV)³⁹ gefordert ist.

Das nutzbare Abwärmepotenzial aus dem EBS-HKW beträgt nach aktuellem Planungsstand 311.000 Megawattstunden pro Jahr.

³⁸ Brennstoffemissionshandelsgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2728; 2022 I S. 2098), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 70) geändert worden ist

³⁹ Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044, 3754), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Februar 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 43) geändert worden ist

7.2.8 Wasserstoff und Ergebnisse des Gasnetzgebietstransformationsplans

Wasserstoff kann ein bedeutender chemischer Energieträger in der zukünftigen Energieversorgung werden. Er bietet durch seine vielseitigen Einsatzmöglichkeiten erhebliche technische Potenziale für die Transformation hin zur klimaneutralen Energieversorgung. Wird Wasserstoff dabei klimafreundlich hergestellt, bietet er ein großes Potenzial, die CO₂-Emissionen im Vergleich mit Öl oder Erdgas erheblich zu reduzieren. Als klimafreundlich wird Wasserstoff definiert, der mithilfe Erneuerbarer Energiequellen (grüner Wasserstoff) CO₂-neutral oder zumindest als Übergangslösung aus Methan-Dampfreformierung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) beziehungsweise aus Biomasse oder unter Verwendung von Strom aus Anlagen der Abfallwirtschaft erzeugt wird⁴⁰.

In den kommenden Jahren ist der Aufbau eines deutschlandweiten und in das europäische Energiesystem integrierten Wasserstoff-Kernnetzes geplant, das einen deutlichen Anstieg der Wasserstofferzeugung und -nutzung ermöglichen soll. Der Aufbau dieser Wasserstoffinfrastruktur bildet eine zentrale Grundlage für die Dekarbonisierung insbesondere von Industrie und flexiblen Kraftwerken, sowie schwer zu elektrifizierender Mobilität und Wärmeversorgung. Durch die geplante Einbindung in das europäische Wasserstoffnetz werden grenzüberschreitende Transportrouten realisiert, die zur Erhöhung der Versorgungssicherheit, zur Diversifikation von Bezugsquellen und zur Stärkung eines liquiden europäischen Wasserstoffmarkts beitragen. Deutschland nimmt mit dem Kernnetz eine Schlüsselrolle ein, indem es Verbrauchs- und Erzeugerregionen miteinander verbindet. Nach Angaben der Bundesnetzagentur ist geplant, das Kernnetz sukzessive bis 2032 in Betrieb zu nehmen. Technisch gesehen sind dafür sowohl Neubauprojekte als auch die Umstellung bestehender Erdgasleitungen von zentraler Bedeutung.

Einbindung Dresdens in das Wasserstoff-Kernnetz

Die SachsenNetze GmbH HS.HD GmbH übernimmt beim Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur eine aktive Rolle und wird als Betreiber für einen Teil des zukünftigen Kernnetzes fungieren. Nach der Genehmigung durch die Bundesnetzagentur im Oktober 2024 arbeitet die SachsenNetze GmbH HS.HD GmbH an dem Neubau der Wasserstoff-Kernnetzleitung zwischen Coswig und Dresden. Die Inbetriebnahme ist für 2032 geplant. Durch diese Verbindung erhält das nachgelagerte Hochdrucknetz (HD-Netz) und damit Dresden eine direkte Anbindung an eine leistungsfähige Wasserstoffinfrastruktur.

Die SachsenNetze GmbH HS.HD GmbH verfügt über langjährige Erfahrung im Betrieb und der Planung von Hochdruckgasnetzen, was sie zu einem wichtigen Akteur beim Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur macht. Die Kernnetzleitung wird nach modernsten technischen Standards errichtet, um den Anforderungen eines sicheren und effizienten Wasserstofftransports gerecht zu werden.

Der Neubau der Leitung ist Teil einer umfassenden Strategie, die Versorgungssicherheit in der Region zu gewährleisten und gleichzeitig den Übergang zu klimafreundlichen Energieträgern zu fördern. Die direkte Einbindung Dresdens an das Kernnetz eröffnet vielfältige Nutzungsmöglichkeiten: Von der Nutzung in Heizkraftwerken über industrielle Anwendungen und den Einsatz in der Mobilität bis hin zur Einspeisung in das bestehende öffentliche Gasnetz zur Wärmeversorgung.

Umstellung des Erdgasnetzes

Das bestehende Gasnetz kann ab dem Jahr 2032, mit dem Anschluss an das Wasserstoff-Kernnetz, sukzessive von der Nutzung mit Erdgas auf die ausschließliche Wasserstoffnutzung umgestellt werden. Die Verteilung erfolgt dabei vom umgestellten HD-Netz durch das bestehende Mitteldruck- und Niederdrucknetz weiter an die Endverbraucher.

Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die zukünftige Wasserstoffverfügbarkeit und mithin auch die Preise aktuell noch sehr unsicher sind. In Teilen des heutigen Erdgasnetzgebietes werden absehbar alternative Wärmeversorgungslösungen beispielsweise in Form von Fernwärme oder dezentraler Umweltwärme wirtschaftlicher als die Verwendung von Wasserstoff sein, weshalb nicht alle heutigen Gasnetzteile in Zukunft benötigt und daher umgestellt werden. Im Stadtgebiet von Dresden ist dennoch grundsätzlich die Umstellung in insgesamt neun Umstellzonen geplant. Nach der Umstellung auf Wasserstoff ist eine Versorgung mit Erdgas nicht mehr möglich.

⁴⁰ Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, S. 152. Dresden

Wasserstoffbedarf der Industrie und Kraftwerke

Im Auftrag der ONTRAS Gastransport GmbH und der SachsenNetze GmbH wurde in den Jahren 2023/2024 durch die INFRACON Infrastruktur Service GmbH und Co. KG die Machbarkeitsstudie „Wasserstoffnetz Region Dresden-Meissen“ erstellt. Ziel der Studie war die Entwicklung belastbarer Szenarien für den zukünftigen Infrastrukturausbau, wobei der mögliche Wasserstoffbedarf industrieller Großabnehmer sowie der Heiz- und Kraftwerksstandorte in Dresden und Umgebung detailliert analysiert und für die Netzplanung genutzt wurden. Abgefragt wurden ausgewählten Industriekunden mit hoher gesamtwirtschaftlicher Relevanz aus den Branchen Schwerindustrie und Chipindustrie sowie die Heiz- und Kraftwerksstandorte. Die Studie identifizierte insbesondere im Dresdener Norden, in den Stadtteilen Hellerau, Klotzsche, Rähnitz und Boxdorf, einen hohen industriellen Wasserstoffbedarf. Im Bereich Fernwärme wurden die Erzeugungsanlagen Nossener Brücke, Dresden Nord, Dresden-Klotzsche und Dresden-Reick mit künftigen Wasserstoffbedarf ermittelt.

Im Jahr 2024 erstellte die SachsenEnergie AG, mit Unterstützung der BET Consulting GmbH, im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), einen Transformationsplan für das Fernwärmennetz in Dresden. Ziel des Transformationsplans ist ein klimaneutrales Fernwärmesystem bis spätestens 2045. Dabei steht die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit im Vordergrund.

Zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit des bestehenden Fernwärmesystems werden neue, nachhaltige Wärmequellen erschlossen werden. Neben Abwärmenutzungen aus Rechenzentren oder Fluss- und Abwasserwärmepumpen spielt Wasserstoff eine zentrale Rolle. Bestehende Wärmeerzeugungsanlagen werden nach Ablauf ihrer Lebensdauer durch „H₂-ready“-Anlagen⁴¹ ersetzt oder die Möglichkeit einer bivalenten Feuerung genutzt werden. Geplant ist eine schrittweise Erneuerung der Erzeugungsanlagen Dresden Nord, Dresden-Reick, Dresden-Klotzsche sowie Nossener Brücke bis zum Jahr 2038, unter Berücksichtigung von Wasserstoff als zukünftigen Energieträger.

Wasserstoffbedarf der Wohn- und Nichtwohngebäude

Wasserstoff könnte auch in der Gebäudeversorgung eine Rolle spielen. Die dezentrale Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser mittels Wasserstoffs ist bereits heute technisch machbar, zum Beispiel durch den Einsatz von Brennwertkesseln, die für den Betrieb mit Wasserstoff ausgelegt sind. Voraussetzung wäre die schrittweise Umstellung der bestehenden Gasinfrastruktur auf Wasserstoff, sowie die Anpassung der haustechnischen Anlagen an den Betrieb mit Wasserstoff sowie die Verfügbarkeit geeigneter Endgeräte. Weiterhin benötigt es eine ausreichende Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit von Wasserstoff, was aktuell jedoch noch mit hohen Unsicherheiten verbunden ist. Bei einem erfolgreichen Wasserstoff-Markthochlauf, insbesondere bei hoher Importquote und gesicherte Versorgung über das nationale und europäische Wasserstoffnetz, könnte zukünftig eine ausreichende Verfügbarkeit erreicht werden. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass das gesamte Dresdner Erdgasnetz auf Wasserstoff umgestellt wird, da es in Teilen bereits heute günstige Wärmelösungs-Alternativen wie zum Beispiel die Fernwärme oder gute Bedingungen zur Nutzung von Umweltwärme gibt beziehungsweise durch den Aufbau beziehungsweise Ausbau von Wärmenetzen geben wird. Da auch ein Wasserstoff-Gasnetz wirtschaftlich betrieben werden muss, bedarf es grundsätzlich in den umgestellten Teilnetzgebieten einer ausreichenden Auslastung der Kapazitäten. Aus diesem Grund schreibt die EU-Richtlinie 2024/1788⁴² großen Gasnetzbetreibern auch die Erstellung von Stilllegungsplänen für die Netzteile vor, welche voraussichtlich nicht umgestellt werden können. Diese Richtlinie muss noch in nationales Recht überführt werden.

7.2.9 Solarthermie

Solarthermie ist als fast emissionsfreier Energieträger eine gute Option zur Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung über den Sommer. Durch das Pumpen eines Wärmeträgermediums durch einen Kollektor kann die Energie aus dem Sonnenlicht in Form von Wärme aufgenommen und für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt werden. Im Betrieb fallen Emissionen daher ausschließlich für Pumpstrom an, der Energieträger verursacht selbst keine Kosten und steht

⁴¹ Eine „H₂-ready-Heizung“ ist eine Heizung, die heute mit Erdgas läuft, aber so gebaut ist, dass sie in Zukunft auch mit Wasserstoff (H₂) betrieben werden kann, wenn Wasserstoff im Gasnetz verfügbar ist.

⁴² Richtlinie (EU) 2024/1788 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 über gemeinsame Vorschriften für die Binnenmärkte für erneuerbares Gas, Erdgas und Wasserstoff, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2023/1791 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/73/EG

unbegrenzt zur Verfügung. Dem gegenüber steht der hohe Flächenbedarf, welcher besonders im innerstädtischen Bereich in der Nähe von Fernwärmesetzungen nur in Ausnahmefällen zur Verfügung steht. Zudem liegen eine starke, konträr zum Wärmebedarf verlaufende, saisonale Abhängigkeit und vergleichsweise hohe Gestaltungskosten vor.

Das Potenzial der Solarthermienutzung auf Freiflächen wurde als Potenzial (Berechnungen der digikoo GmbH) und wirtschaftlich (Berechnungen der SachsenEnergie AG) untersucht. Im Rahmen der Potenzialabschätzung durch digikoo GmbH wurde das theoretisch maximal erschließbare solarthermische Potenzial mit 1,1 TWh beziffert (auf Basis aller Gebäude mit Potenzial und mehr als 30 m² Energiebezugsfläche, siehe Abbildung 50). Dabei wurde angenommen, dass Kollektoren überall dort einsetzbar sind, wo auch Photovoltaikmodule installiert werden können. Grundlage hierfür ist die Eignung von Gebäudedächern hinsichtlich solaren Einstrahlungspotenzials („geeignet“ bis „sehr gut geeignet“) und einer Mindestbruttofläche von zehn m². Die potentielle Wärmeerzeugung wurde durch ein vereinfachtes Modell bestimmt, bei dem Ausrichtung und Neigung der Kollektoren der jeweiligen Dachgeometrie folgen, wobei die Himmelsrichtung zu spezifischen Wirkungsgraden führt (zwischen 30 Prozent und 50 Prozent). Auf Flachdächern wird eine Südausrichtung angenommen, um den Ertrag zu maximieren. Für Gebäude mit mehreren Dachteilen wird das Gesamtpotenzial als Summe der Einelpotenziale berechnet der Einelpotenziale berechnet.

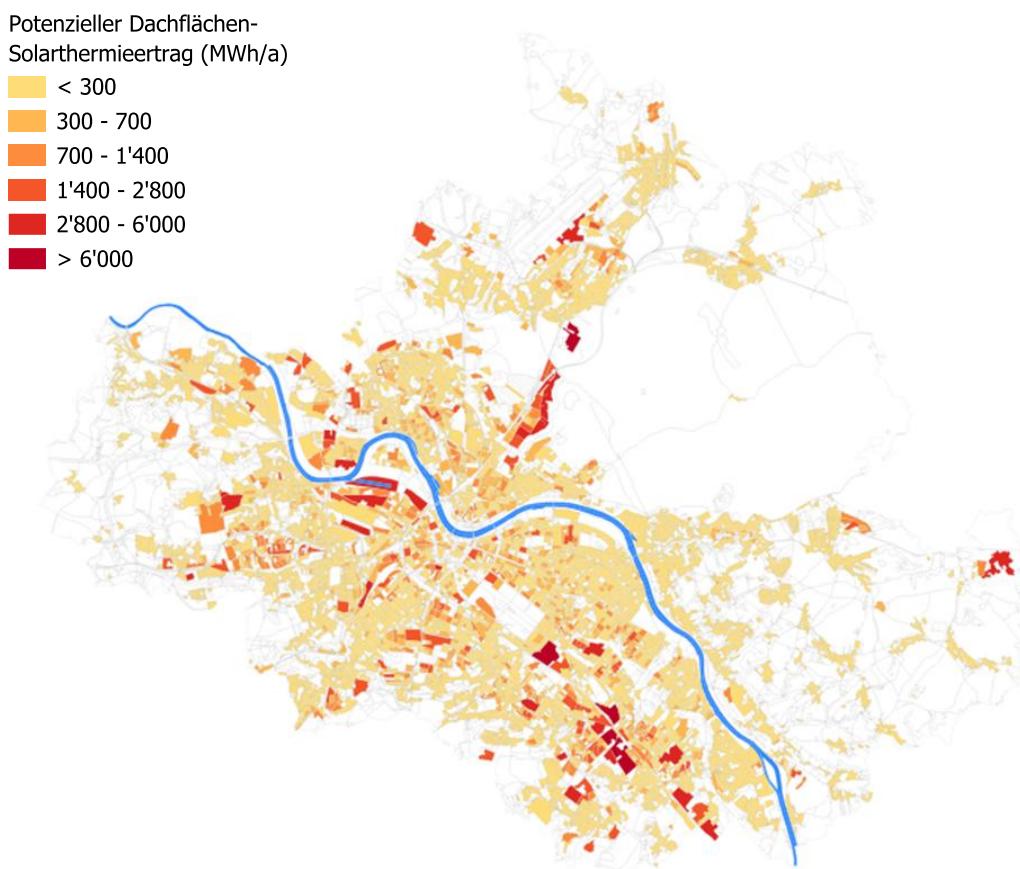


Abbildung 50: Potenzieller Gesamtwärmeertrag aus Solarthermie (MWh/a)

Die SachsenEnergie AG stuft das wirtschaftliche Potenzial von Solarthermie zur Dekarbonisierung der Fernwärme zum Stand der Potenzialanalyse ihres Fernwärmevernetzungsplans als gering ein und verfolgt keine weitere Umsetzung. Dies begründet sich zum einen mit den zu großen Entfernung zwischen Potenzialflächen und Fernwärmesetzungen, zum anderen mit den hohen Kosten sowie der bestehenden Nutzungskonkurrenz für die Flächen. Analysiert wurden sechs Potenzialflächen im Stadtgebiet. Auf einer dieser Flächen, einer 4.800 m² großen Potenzialfläche auf der Räcknitzhöhe, ist 2024 eine Solarthermieranlage als Pilotprojekt erbaut worden. Die Anlage speist in das nahe gelegene Fernwärmesetzung ein. Die Potenzialanalyse der SachsenEnergie AG ergab eine Wärmemenge in Höhe von 94 GWh für nutzbare Solarthermepotenziale.

7.3 Lösungen zur Potenzialnutzung für Einzelgebäude

Eine Übersicht potenzieller Lösungen für Einzelgebäude ist in Tabelle 1 dargestellt. Für die Wärmeversorgung von Einzelgebäuden lassen sich insbesondere Umgebungsluft, Erdwärme und Grundwasser als natürliche Wärmequellen nutzen. Um diese Umweltwärmepotenziale zu erschließen, spielen Wärmepumpensysteme eine zentrale Rolle. Diese Technologie eignet sich sowohl für Ein- als auch für Mehrfamilienhäuser.

Eine Wärmepumpe nutzt elektrische Energie, um niedrigtemperierte Umweltwärme auf ein für Heizung und Warmwasserbereitung ausreichendes Temperaturniveau anzuheben. In umgekehrter Betriebsweise kann sie im Sommer auch zur Kühlung von Gebäuden beitragen. Wird der für den Betrieb benötigte Strom aus erneuerbaren Energien bezogen, etwa durch die Kombination mit einer Photovoltaikanlage, kann die Wärmepumpe einen wesentlichen Beitrag zu einem klimaneutralen Heizsystem leisten.

Unabhängig von Wärmequelle und Bauform basiert das Funktionsprinzip der Wärmepumpen auf einem geschlossenen Kältemittelkreislauf. Das darin zirkulierende Arbeitsmedium (Kältemittel) besitzt die Eigenschaft, bereits bei niedrigen Temperaturen zu verdampfen. Die Umweltwärme wird über einen Wärmeübertrager (Verdampfer) an das flüssige Kältemittel übertragen, bis dieses verdampft. Ein elektrisch betriebener Verdichter erhöht den Druck und damit die Temperatur des dampfförmigen Mediums. In einem zweiten Wärmeübertrager (Verflüssiger) gibt das heiße Gas die Wärme an das Heizsystem des Gebäudes ab. Anschließend kühlte das Kältemittel im Expansionsventil ab, verflüssigt sich wieder und der Kreislauf beginnt von vorn. Die Wärmepumpe entzieht der Umwelt Energie auf niedrigem Temperaturniveauenergie und gibt sie auf höherem Niveau an das Gebäude ab. Grundsätzlich gilt: Je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizsystem, desto effektiver arbeitet die Wärmepumpe.

Da Wärmepumpen, insbesondere Außeneinheiten, Schallemissionen verursachen können, ist eine sorgfältige Standortwahl entscheidend. Die zulässigen Schallpegel richten sich nach den jeweils geltenden Schallimmissionsrichtwerten für das Gebiet. Zudem unterscheiden sich Wärmepumpensysteme je nach Modell und örtlichen Gegebenheiten erheblich. Eine fachkundige Beratung ist daher in jedem Fall zu empfehlen, um die beste Option für die örtlichen Gegebenheiten zu wählen⁴³.

Wärmepumpen kommen sowohl in Neubauten als auch bei Bestandsgebäuden zum Einsatz. Neubauten im Wohnbereich wurden in Deutschland bereits zu knapp 70 Prozent mit Wärmepumpen im Jahr 2024 ausgestattet. Dies gilt insbesondere für Einfamilien- und Reihenhäuser sowie Doppelhaushälften. Aber auch in fast jedem zweiten Neubau-Mehrfamilienhaus (46 Prozent) wurden Wärmepumpen installiert. Moderne Geräte können nicht nur heizen, sondern im Sommer auch kühlen und tragen so zur Klimawandelanpassung und zum erhöhten Wohnkomfort bei.

Die Nachrüstung einer Wärmepumpe in Bestandsgebäuden ist grundsätzlich möglich und bietet eine nachhaltige Alternative zu klassischen Heizsystemen. Wärmepumpen können dabei mit konventionellen Heizkörpern („Radiatoren“) betrieben werden. Für einen effizienten Betrieb sollte die Vorlauftemperatur der Heizung idealerweise unter 55 °C liegen. Eine gute Wärmedämmung oder der Einsatz von Niedertemperaturheizungen kann den Wirkungsgrad zusätzlich erhöhen. Die Kosten für die Nachrüstung variieren je nach gewähltem Wärmepumpentyp, Installationsaufwand und erforderlichen Platzbedarf. Die Nachrüstung für Wärmepumpen in Bestandgebäuden setzt dabei keine umfangreiche Sanierung voraus.

Der große Vorteil von Wärmepumpen liegt in ihrer hohen Energieeffizienz: Sie entziehen der Umwelt zu großen Teilen erneuerbare Wärme und benötigen nur eine relativ geringe Menge Strom für den Betrieb. Wird dieser Strom aus erneuerbaren Quellen bezogen, kann das Heizsystem nahezu treibhausgasneutral betrieben werden.

⁴³ siehe Landeshauptstadt Dresden (2024): Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, S. 60 ff.. Dresden
74

Tabelle 1: Beschreibung Einsatzzweck von Einzellösungen zur Potenzialnutzung für Gebäude

Einzellösung	Beschreibung	Einsatzzweck beim Heizen
Luft-Wasser-Wärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> ■ nutzt Außenluft als Wärmequelle und wandelt Umgebungswärme in Heizenergie um ■ überträgt Wärme auf ein Wassersystem (Heizkreislauf) ■ besteht aus Außengerät (Verdampfer, Ventilator) und Inneneinheit (Wärmetauscher, Steuerung) ■ arbeitet mit Strom, hohe Effizienz (COP-Wert typischerweise drei bis vier) ■ funktioniert auch bei niedrigen Außentemperaturen (bis etwa -20 °C, je nach Modell) ■ geringer Platzbedarf, keine Erdarbeiten notwendig ■ Bereitstellung von Raumwärme über Heizkörper oder Flächenheizungen, daher ideal für Neubauten und sanierte Altbauten mit Fußbodenheizung oder großen Heizflächen ■ umweltfreundlich, da Nutzung erneuerbarer Energie aus der Luft ■ kombinierbar mit Photovoltaik-Anlage für noch mehr Energieeffizienz ■ einfache Erschließung, niedrige Investitionskosten ■ Varianten: Monoblock (außen/innen), Split-Systeme mit Außen-/Inneneinheit ■ bivalente Systeme mit Zusatzheizer möglich (zum Beispiel Heizstab) ■ ideal bei Modernisierung und begrenztem Platzangebot 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Warmwasserbereitung: Erzeugung von Trinkwarmwasser für Haushalt ■ Alternative zu Gas- oder Ölheizung: Besonders interessant bei Sanierungen oder im Neubau als zentrale Heizlösung ■ Reduzierung von CO₂-Emissionen: Beitrag zur Erfüllung gesetzlicher Vorgaben (GEG) und KfW-Förderfähigkeit

Einzellösung	Beschreibung	Einsatzzweck beim Heizen
Sole-Wasser-Wärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> ■ nutzt Erdwärme (Geothermie) als Wärmequelle ■ entzieht dem Erdreich Wärme über Erdsonden oder Erdkollektoren ■ überträgt die Wärme über eine Sole (Frostschutzmittel-Wasser-Gemisch) an die Wärmepumpe ■ sehr konstante Quellentemperatur → hohe Effizienz, auch im Winter ■ höherer COP-Wert als Luft-Wasser-Wärmepumpe (typisch vier bis fünf) ■ besteht aus Solekreis (Außeneinheit) und Heizkreis (Inneneinheit) ■ Platzbedarf im Erdreich: Bohrungen (Tiefensohlen) oder Flächenbedarf (Flachkollektoren) ■ höhere Investitionskosten durch Erschließung der Wärmequelle ■ lange Lebensdauer, geringe Wartung ■ ideal für Neubauten oder umfassende Sanierungen ■ Varianten der Erschließung: horizontale Kollektoren, vertikale Sonden, Photovoltaik-Thermie-Kollektoren, Solarabsorber, Energiezaun ■ keine Schallemissionen, hohe Betriebssicherheit ■ Einsatz auch bei begrenzten urbanen Verhältnissen durch vertikale Absorberlösungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raumheizung: WärmeverSORGUNG über Flächenheizung (besonders effizient) oder Niedertemperatur-Heizkörper ■ Warmwasserbereitung: Versorgung mit Brauchwarmwasser ■ ganzjährige Nutzung: Dank konstanter Erdtemperatur sehr effizient auch bei tiefen Außentemperaturen ■ Alternative zu fossilen Heizsystemen: Besonders bei hohem Wärmebedarf oder in Kombination mit KfW-Förderprogrammen attraktiv ■ Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern: Besonders dort, wo Erdarbeiten möglich sind
Elektro-Direktheizung	<ul style="list-style-type: none"> ■ wandelt elektrischen Strom direkt in Wärme um ■ Heizkörper, Konvektoren oder Infrarotheizungen ■ kein Wärmetauscher oder komplexe Technik nötig ■ schnelle und einfache Installation ■ keine Vorlaufzeit für Wärmeentwicklung ■ hoher Stromverbrauch, geringe Energieeffizienz im Vergleich zu Wärmepumpen ■ keine Nutzung von Umweltwärmee ■ Kostenintensiv im Dauerbetrieb bei hohem Wärmebedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zusatz- oder Übergangsheizung (zum Beispiel Ferienhaus, selten genutzte Räume) ■ Notheizung bei Ausfall anderer Heizsysteme ■ Heizung in sehr gut gedämmten Gebäuden mit niedrigem Wärmebedarf ■ Flexible Beheizung einzelner Räume ohne großen Aufwand ■ Nutzung bei günstigen Stromtarifen oder Photovoltaik-Überschuss möglich

Einzellösung	Beschreibung	Einsatzzweck beim Heizen
Elektroboiler / Durchlauferhitzer	<ul style="list-style-type: none"> ■ elektrische Geräte zur Warmwasserbereitung ■ Elektroboiler speichert warmes Wasser im Tank ■ Durchlauferhitzer erhitzt Wasser bei Bedarf ohne Speicher ■ Kompakte Bauweise, einfache Installation ■ Direktbetrieb mit Strom, keine Wärmepumpe nötig ■ schnelle Warmwasserbereitstellung ■ energieintensiv bei hohem Warmwasserbedarf ■ geeignet für einzelne Zapfstellen oder kleinere Haushalte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Warmwasserbereitung in Haushalten, Wohnungen oder Gebäuden ohne zentrale Warmwasseranlage ■ Ergänzung zu Heizsystemen, die kein Warmwasser erzeugen ■ punktuelle Warmwasserversorgung (zum Beispiel Bad, Küche) ■ flexible und schnelle Warmwasserbereitstellung ohne großen Installationsaufwand ■ besonders geeignet bei geringem bis mittlerem Warmwasserverbrauch
Elektroheizstäbe in Pufferspeichern	<ul style="list-style-type: none"> ■ elektrischer Heizstab, im Wärmespeicher (Pufferspeicher) installiert ■ wandelt Strom direkt in Wärme um ■ ergänzt oder ersetzt andere Wärmequellen bei Bedarf ■ einfache Nachrüstung möglich ■ ideal zur Nutzung von überschüssigem Strom (zum Beispiel aus Photovoltaik) ■ geringe Investitionskosten ■ kein Wärmetauscher oder komplexe Technik erforderlich ■ Wärme wird im Speicher zwischengespeichert und bei Bedarf abgegeben 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterstützung der Heizung, insbesondere bei Stromüberschuss oder günstigem Stromtarif ■ Backup-Heizung bei Ausfall der Hauptwärmeerzeuger (zum Beispiel Wärmepumpe, Solarthermie) ■ Aufladung von Pufferspeichern zur späteren Wärmeabgabe ■ flexibles Heizen in Verbindung mit erneuerbaren Energien ■ besonders geeignet für Heizsysteme mit Wärmespeicher oder Pufferspeicher

Einzellösung	Beschreibung	Einsatzzweck beim Heizen
Hybridheizsysteme mit Power-to-heat (PtH)-Modul	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kombination aus konventionellem Heizsystem (zum Beispiel Gas, Öl) und elektrischem Heizelement (zum Beispiel Heizstab oder Wärmequelle) ■ integriertes PtH-Modul nutzt Strom zur Wärmeerzeugung ■ automatische Steuerung je nach Energiequelle, Effizienz oder Strompreis ■ optimale Nutzung von Eigenstrom (zum Beispiel Photovoltaikanlage) oder günstigem Netzstrom ■ höhere Versorgungssicherheit durch mehrere Wärmeerzeuger ■ Entlastung der fossilen Hauptheizung durch elektrische Unterstützung ■ geringerer CO₂-Ausstoß bei Nutzung erneuerbaren Stroms ■ flexibel erweiterbar und anpassbar an energetische Anforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ effiziente Heizlösung bei Sanierungen mit bestehendem konventionellem Heizsystem ■ Reduktion von fossilem Brennstoffverbrauch durch zusätzliche Stromnutzung ■ Nutzung von Photovoltaik-Überschuss oder dynamischen Stromtarifen ■ Übergangstechnologie zur vollständigen Dekarbonisierung der Heizung ■ ideal für Gebäude mit begrenzter Eignung für rein elektrische Heizsysteme
Power-to-Heat-Großanlagen (Elektrodenkessel, Heizwiderstände)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Großtechnische Anlagen zur Umwandlung von elektrischem Strom in Wärme ■ Einsatz von Elektrokesseln oder großen Heizwiderständen ■ Leistung im Megawattbereich ■ Direktstrombetrieb (zum Beispiel bei Windstrom-Überschuss) ■ Einspeisung der erzeugten Wärme in Nah- oder Fernwärmennetze ■ hohe Regelbarkeit und schnelle Reaktionszeit ■ Beitrag zur Netzstabilisierung und Sektorenkopplung ■ Nutzung von Überschussstrom vermeidet Abregelung erneuerbarer Energien ■ keine Brennstoffe oder Emissionen im Betrieb ■ geringe Betriebskosten, hohe CO₂-Einsparung bei grünem Strom 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Versorgung von Quartieren, Wohnsiedlungen oder Industrie mit Fernwärme ■ Lastmanagement im Stromnetz (Spitzenlastaufnahme bei Stromüberschuss) ■ saisonale Wärmebereitstellung bei günstigen Strompreisen ■ Ersatz oder Ergänzung von fossilen Großkesseln ■ Dekarbonisierung der kommunalen oder industriellen Wärmeversorgung

Einzellösung	Beschreibung	Einsatzzweck beim Heizen
Smart Grid-fähige Heizsysteme	<ul style="list-style-type: none"> ■ intelligente, stromgeführte Heizsysteme mit Netz- und PV-Anbindung ■ Kommunikation mit dem Stromnetz (Smart Meter, Steuerbox) ■ automatische Anpassung des Heizbetriebs an Stromangebot und Preis ■ Nutzung dynamischer Stromtarife oder PV-Überschussstrom ■ Kombination mit Wärmepumpen, Heizstäben oder Pufferspeichern ■ Optimierung von Eigenverbrauch und Netzstabilität ■ Integration in Energiemanagementsysteme (EMS) ■ Beitrag zur Sektorenkopplung (Strom und Wärme) ■ ermöglicht netzdienliches, CO₂-armes Heizen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ effiziente Nutzung von Eigenstrom (zum Beispiel aus Photovoltaik) ■ Kostensenkung durch Lastverschiebung bei günstigen Strompreisen ■ flexible, automatisierte Wärmebereitstellung in Gebäuden ■ Beitrag zur Energiewende durch dezentrale Netzstabilisierung ■ besonders sinnvoll in Ein- und Mehrfamilienhäusern mit Photovoltaikanlage, Wärmepumpe oder Heizstab

7.3.1 Gebäudeseitige Voraussetzungen zur Nutzung von Umweltwärme

Die Nutzung lokal verfügbarer und kostenloser Umweltwärme durch Wärmepumpen ist der wichtigste Baustein für die zukünftige dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden. Für den Wärmepumpeneinsatz müssen standortabhängige Gegebenheiten berücksichtigt werden, zum Beispiel bei Luft-Wasser-Wärmepumpen der Platzbedarf der Außeneinheit sowie deren Mindestabstände zu benachbarten Bauten (Schallschutz), der Platzbedarf für Erdkollektoren oder die geologische Eignung des Untergrundes bei Erdwärmesonden. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird vor allem durch die Art der genutzten Wärmequelle, die energetische Qualität der Gebäudehülle sowie die Gestaltung des gebäudeinternen Heizungssystems (Wärmeverteilung und -übergabe) maßgeblich beeinflusst.

Besonders ideale Bedingungen bieten gut gedämmte Gebäude mit großflächigen Heizsystemen (Fußboden oder Wandheizung), welche durch sehr geringe Vorlauftemperaturen und Heizlasten das Effizienzpotenzial von Wärmepumpen voll ausschöpfen können. Diese Voraussetzungen sind vorrangig bei Neubauten gegeben. Unter technisch und baulich optimalen Bedingungen können Wärmepumpen im Praxiseinsatz im Mittel folgende Jahresarbeitszahlen (JAZ)⁴⁴ erreichen:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe: 3,0 bis 3,8
- Erdkollektor-Wärmepumpe: 3,8 bis 4,2
- Erdsonden-Wärmepumpe: 4,0 bis 4,5
- Grundwasser-Wärmepumpe: 4,5 bis 5,0

Feldstudien des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE)⁴⁵ und des Wärmepumpen-Testzentrums WPZ⁴⁶ der Fachhochschule Ostschweiz belegen, dass Wärmepumpen auch für Bestandsgebäude sehr geeignet sind. In den Studien werden Langzeitmessungen von real eingesetzten Wärmepumpen in älteren unsanierten oder nur teilsanierten Bestandsgebäuden ausgewertet. Die erhobenen Daten zeigen, dass Wärmepumpen mit dem heutigen Stand der Technik auch unter diesen Bedingungen und selbst bei im Vergleich zum Neubau höheren Systemtemperaturen bereits sehr effizient mit folgenden durchschnittlichen Jahresarbeitszahlen betrieben werden können:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe: 2,7 bis 3,2
- Erdkollektor-Wärmepumpe: 3,5 bis 4,0
- Erdsonden-Wärmepumpe: 3,8 bis 4,2
- Grundwasser-Wärmepumpe: 4,0 bis 4,5

Um das Effizienzpotenzial von Wärmepumpen voll auszuschöpfen, ist auch für Bestandsgebäude, soweit technisch und finanziell möglich, eine umfassende Sanierung der Gebäudehülle zu empfehlen. Für den Einsatz einer Wärmepumpe ist dies jedoch nicht zwingend erforderlich. Ebenso wenig ist der Einbau einer Fußbodenheizung notwendig, denn auch klassische Heizkörper sind, insbesondere bei entsprechender Überdimensionierung und das ist in Bestandsgebäuden oftmals der Fall, sehr gut für den Wärmepumpenbetrieb geeignet. Zur Vorbereitung werden mindestens folgende Maßnahmen empfohlen, durch die die Effizienz einer Wärmepumpe in einem Bestandsgebäude mit sehr begrenztem Aufwand steigerbar ist:

- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
- bei Bedarf Vergrößerung einzelner Heizkörperflächen
- Absenkung der Vorlauftemperaturen (möglichst höchstens 55 °C)
- Dämmung ungedämmter Heizleitungen
- Installation von Pufferspeichern zur Taktoptimierung

⁴⁴ Die Jahresarbeitszahl (JAZ) gibt an, wie effizient eine Wärmepumpe oder Heizanlage über ein Jahr arbeitet. Sie ist das Verhältnis von abgegebener Heizenergie zu aufgenommener elektrischer Energie. Je höher die Zahl, desto effizienter die Anlage.

⁴⁵ www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/feldmessung-waermepumpen-im-bestand.html [Zugriff am 25.06.2025]

⁴⁶ www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/waermepumpen-feldanalyse.html [Zugriff am 25.06.2025]

7.3.2 Luft-Wasser-Wärmepumpen und Varianten der Quellenerschließung/Systemkonfiguration

Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Außenluft als Wärmequelle (für die Potenziale in Dresden siehe Kapitel 7.2.1). Auch bei sehr niedrigen beziehungsweise negativen Außentemperaturen kann der Wärmepumpenprozess weiterhin effizient arbeiten, wenngleich mit reduziertem Wirkungsgrad. Aufgrund ihrer vergleichsweise einfachen Erschließung, geringen Investitionskosten und flexibler Einsetzbarkeit gelten Wärmepumpen insbesondere im Neubau sowie in der Modernisierung von Bestandsgebäuden als weit verbreitete Lösung. In Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten und der finanziellen Rahmenbedingungen sind verschiedene Systemkonfigurationen möglich⁴⁷.

Die Quellenerschließung bei Luft-Wasser-Wärmepumpen erfolgt in der Regel durch Außenluft, die über ein oder mehrere Außengeräte angesaugt wird. Dabei sind Aspekte wie ausreichender Luftvolumenstrom, freier Zugang zur Umgebungsluft und die Vermeidung von Luftrezirkulation entscheidend für einen effizienten Anlagenbetrieb. Je nach örtlicher Gegebenheit kann zwischen Monoblock- und Split-Systemen gewählt werden.

Monoblock Luft-Wasser-Wärmepumpen im Außenbereich

Bei dieser Variante wird die Wärmepumpe als geschlossenes System (Monoblock) im Außenbereich des Gebäudes aufgestellt. Dabei sind bestimmte Mindestabstände zu benachbarten Gebäuden gemäß den bau- und immissionsschutzrechtlichen Vorgaben einzuhalten. Die erzeugte Wärme wird über eine unterirdisch verlegte Heizleitung in das Gebäude geführt. Der benötigte Platzbedarf im Gebäudeinneren und die baulichen Änderungen sind demnach gering, weswegen sie oft im Zuge einer Modernisierung von Bestandsgebäuden eingesetzt wird. Besondere Beachtung sollte jedoch den Schallimmissionsrichtwerten gelten, da die Geräte während des Betriebs hörbare Geräusche emittieren können.

Monoblock Luft-Wasser-Wärmepumpen im Innenbereich

Alternativ kann die Monoblock Luft-Wasser-Wärmepumpe im Gebäudeinneren installiert werden, sofern der benötigte Platz vorhanden ist. Die Umgebungsluft wird dann über Luftkanäle von außen zugeführt und nach dem Wärmeentzug wieder abgeführt. Diese Variante erfordert einen höheren baulichen Aufwand, ist jedoch vor allem im Neubau und bei begrenzten Grundstücksverhältnissen eine geeignete Lösung.

Split Luft-Wasser-Wärmepumpen

Zusätzlich zu Monoblock-Systemen gibt es Split-Geräte. Bei Split-Systemen ist die Wärmepumpe in eine Außen- und eine Inneneinheit unterteilt. In der Regel erfolgt die Wärmeaufnahme über den Verdampfer in der Außeneinheit, während die eigentliche Wärmeübertragung an das Heizsystem im Inneren des Gebäudes erfolgt. Split-Systeme bieten größere Flexibilität bei der Aufstellung und ermöglichen eine bessere Anpassung an die baulichen Gegebenheiten. Allerdings ist der Installationsaufwand aufgrund der notwendigen kältetechnischen Verrohrung höher als bei Monoblock-Geräten⁴⁸.

Systemkonfigurationen können darüber hinaus durch bivalente Konzepte ergänzt werden, bei denen eine zusätzliche Wärmequelle, zum Beispiel ein konventioneller Heizkessel oder ein elektrischer Heizstab, bei besonders niedrigen Außentemperaturen zugeschaltet wird. Solche Systeme kombinieren Versorgungssicherheit mit einer größtmöglichen Ausnutzung regenerativer Energiequellen. Zusätzliche Varianten der Systemkonfiguration ergeben sich durch die Kombination mit weiteren Technologien wie Photovoltaik zur Eigenstromversorgung oder Pufferspeichern zur Optimierung des Lastmanagements. Solche integrativen Lösungen tragen zur Erhöhung der Gesamteffizienz sowie zur Reduktion der Betriebskosten und CO₂-Emissionen bei.

⁴⁷ www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/geg-wpg/kurzinfo-waermepumpe.html
[Zugriff am 25.06.2025]

⁴⁸ www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/luft/ [Zugriff am 25.06.2025]

7.3.3 Sole-Wasser-Wärmepumpen und Varianten der Quellenerschließung/Systemkonfiguration

Sole-Wasser-Wärmepumpen tragen ihren Namen aufgrund der Art, wie die jeweilige Umweltwärme auf die Wärmepumpe übertragen wird. Im Gegensatz zur Nutzung der Außenluft benötigen alternative Umweltwärmeketten ein Trägermedium, das die thermische Energie zur Wärmepumpe transportiert, vergleichbar mit dem Kältemittelkreislauf im Inneren des Geräts. Hierfür wird ein mit Frostschutzmittel versetztes Wassergemisch verwendet, die sogenannte Sole. Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe ist demnach nicht auf eine spezifische Umweltwärmekette beschränkt. Häufig werden sie zur Nutzung geothermischer Energie eingesetzt. Dabei wird die Sole in einem geschlossenen Kreislauf durch das Erdreich geleitet, nimmt dort die gespeicherte Wärme auf und transportiert diese zur Wärmepumpe. Selbst bei sehr niedrigen Temperaturen kann so zuverlässig Energie gewonnen werden. Im Unterschied zur Luft-Wasser-Wärmepumpe entstehen dabei keine Lärmemissionen⁴⁹.

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdwärmekollektoren

Für Einzelgebäude kann die Erschließung oberflächennaher geothermischer Energie durch horizontale Erdwärmekollektoren erfolgen (für die Potenziale in Dresden siehe Kapitel 7.2.2). Die Sole wird in einem geschlossenen Kreislauf durch das Kollektorfeld geleitet und die so aufgenommene Energie mithilfe einer Sole-Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung genutzt. Da die Wärmequelle im Gegensatz zur Umgebungsluft keinen starken saisonalen Schwankungen unterliegt, kann sie ganzjährig sehr effektiv und kostengünstig genutzt werden. Der Nachteil liegt in einem erhöhten Flächenbedarf sowie den Installationskosten, insbesondere bei begrenzten Grundstücksverhältnissen⁵⁰.

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden

Alternativ zur horizontalen Verlegung können vertikale Erdwärmesonden (für die Potenziale in Dresden siehe Kapitel 7.2.3) eingesetzt werden. Diese benötigen deutlich weniger Grundstücksfläche, die Bohrung bedarf in der Regel allerdings einer Genehmigung, insbesondere, wenn sie Grundwassernähe erreichen. Die Erschließungstiefe kann zehn bis über hundert Meter betragen. Durch die Erschließung fallen die Installationskosten meist höher aus als bei Erdwärmekollektoren. Dennoch bieten Erdwärmesonden eine äußerst konstante Wärmequelle und damit eine ganzjährige stabile Effizienz der Wärmepumpe.

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Photovoltaik-Thermie (PV-T)

Photovoltaisch-thermische Hybridkollektoren (PV-T) lassen sich ebenfalls mit Sole-Wasser-Wärmepumpen kombinieren. In diesem Fall erfolgt die Umweltwärmeeaufnahme parallel zur Stromerzeugung. Die auf dem Dach installierten PV-T-Module fungieren als Wärmeabsorber, deren Abwärme über Sole an die Wärmepumpe übertragen wird. Durch die doppelte Nutzung der Dachfläche, für Strom und Wärme, ergibt sich ein hoher Flächenertrag. Die Systemlösung verursacht jedoch höhere Investitionskosten. Da sich die Wärmepumpe in der Regel im Gebäudeinneren befindet, entstehen auch hier keine Schallemissionen⁵¹.

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Absorberschläuchen

Die in den PV-T-Modulen verbauten Absorberschläuche können auch separat auf Dachflächen oder, bei geeigneter Sonneneinstrahlung, in Zaunsysteme integriert werden. In dieser Ausführung spricht man von sogenannten Solarabsorbern. Sie ermöglichen eine platzsparende und ästhetisch integrierte Erschließung von Umweltwärme, insbesondere bei urbanen Grundstücksverhältnissen.

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Energiezaun als Luftabsorber

Eine weitere Möglichkeit zur Erschließung von Umweltwärme ist der sogenannte Energiezaun. Dabei handelt es sich um vertikal installierte Module, die von Sole durchströmt werden und thermische Energie aus der Umgebungsluft aufnehmen.

⁴⁹ www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/geg-wpg/kurzinfo-waermepumpe.html [Zugriff am 25.06.2025]

⁵⁰ www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme/ [Zugriff am 25.06.2025]

⁵¹ www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/geg-wpg/kurzinfo-waermepumpe.html [Zugriff am 25.06.2025]

Diese Variante kombiniert eine platzsparende Installation mit einer kontinuierlich nutzbaren Wärmequelle, sofern geeignete klimatische Bedingungen gegeben sind⁵².

Sole-Wasser-Wärmepumpen bieten eine hohe Betriebssicherheit, geringe Schallemissionen und konstante Effizienzwerte. Die Wahl der passenden Quellenerschließung hängt maßgeblich von den lokalen Gegebenheiten, dem verfügbaren Platz, der Bodenbeschaffenheit sowie genehmigungsrechtlichen Aspekten ab. Insbesondere bei Neubauten und langfristig angelegten Sanierungen stellen sie eine zukunftssichere und nachhaltige Heiztechnologie dar.

⁵² Landeshauptstadt Stuttgart (2023): Bericht zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung der Landeshauptstadt Stuttgart – Anlage 6. Stuttgart

8 Voruntersuchung zu Wärmenetzen

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung ist die systematische Prüfung der Eignung von Quartieren für ein Wärmenetz ein zentraler Schritt zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare und treibhausgasarme Energieträger. Dabei geht es nicht nur um technische Machbarkeit, sondern auch um wirtschaftliche und räumliche Rahmenbedingungen. Wärmenetze gelten als zentrale Infrastruktur, um langfristig eine klimaneutrale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energiequellen zu erreichen. Sie bieten den Vorteil, verschiedene zentrale effizient betriebene Wärmeerzeugungsanlagen mit einer Vielzahl von Verbrauchern zu koppeln und damit lokal verfügbare regenerative Energiequellen wie beispielsweise Geothermie, Grundwasser oder Abwärme zu erschließen.

8.1 Übersicht Wärmenetzarten

Wärmenetze ermöglichen die gemeinschaftliche Erschließung und Nutzung lokaler Potenziale aus Umweltwärme und unvermeidbarer Abwärme. Darüber hinaus ermöglichen sie auch die Speicherung und bedarfsgerechte Bereitstellung von Wärme aus weiteren Energieträgern wie Biomasse, Wasserstoff oder überschüssigem Strom. Damit stellen Wärmenetze einen zentralen Baustein für eine zukunftsfähige, sichere und bezahlbare Wärmeversorgung dar. Die Weiterentwicklung des Dresdner Fernwärmesystems sowie der Aus- und Neubau von Wärmenetzen tragen maßgeblich dazu bei, die Potenziale der Sektorenkopplung (Strom und Wärme) auszuschöpfen und die Wärmewende zukunftsfähig zu gestalten.

Wärmenetze bieten im Vergleich zu gebäudespezifischen Einzellösungen das Potenzial von Kostenvorteilen bei der Wärmeerzeugung, da durch Skaleneffekte die Investitionen sowie die Betriebs- und Wartungskosten pro erzeugter kWh in der Regel geringer ausfallen. Dem gegenüber stehen jedoch notwendige zusätzliche Investitionen und Betriebskosten für die netzgebundene Wärmeverteilung. Ein nicht zu unterschätzender weiterer Vorteil liegt in der gebündelten Umsetzung: Mit einem Wärmenetz können im Zuge einer Maßnahme ganze Quartiere dekarbonisiert werden. Darüber hinaus begünstigen sie die wirtschaftliche Nutzung von lokalen erneuerbaren Energiequellen, beispielsweise durch die Potenzialnutzung auf Freiflächen mit Erdsondenfeldern, die in gebäudespezifischen Einzellösungen mit Beschränkung auf das eigene Flurstück kaum erschlossen werden können. Durch diese Vorteile kommt Wärmenetzen ein wesentlicher Beitrag im Rahmen der Wärmewende zu.

Die Entwicklung von Wärmenetzen lässt sich in fünf Generationen unterteilen⁵³: In der ersten, etwa zwischen 1880 und 1930 entwickelten Generation, dominierten nicht isolierte Dampfnetze mit sehr hohen Temperaturniveaus und hohen Wärmeverlusten. Zur Wärmeerzeugung wurden Kohle und Abfall mit niedrigen Wirkungsgraden⁵⁴ zentral verbrannt. Die zweite Generation (etwa 1930 bis 1980) zeichnete sich durch die Nutzung von Heißwasser mit Temperaturen von über 100 °C aus. Als Energieträger wurden Kohle, Abfall und Öl eingesetzt. Die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) brachte deutliche Effizienzsteigerungen mit sich: Durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme sind sehr hohe Nutzungsgrade möglich. Solange fossile Brennstoffe zum Einsatz kommen, können CO₂-Emissionen jedoch nur bedingt reduziert werden. Die dritte Generation der Wärmenetze zeichnet sich durch den Anschluss mehrerer Energiequellen und vorisolierter Rohrleitungen aus. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung flexibler, dezentraler Systeme. Eingesetzt werden weiterhin Kohle, Öl und Abfall, darüber hinaus auch Erdgas, Abwärme sowie Biomasse. Diese Wärmenetzart ist die heute verbreitetste.

⁵³ Marco Wirtz (2023): Kalte Nahwärme in Deutschland. White Paper

⁵⁴ Verhältnis aus nutzbarer zu eingesetzter Energie

Die Wärmenetze der vierten Generation gehen noch weiter: Sie senken das Temperaturniveau im Netz auf 40 bis 70 °C, was Wärmeverluste reduziert, die Integration erneuerbarer Energien erleichtert und eine höhere Gesamteffizienz ermöglicht. Je niedriger die Systemtemperatur, desto einfacher lassen sich beispielsweise Abwärmequellen oder solare Erträge aus Freiflächenanlagen nutzen. Wärmenetze der fünften Generation arbeiten in der Regel mit einem Temperaturniveau zwischen -5 und 20 °C, in bestimmten Fällen auch bis zu 35 °C. Durch die niedrigen Temperaturen werden Wärmeverluste im Netz vermieden, es sind sogar Wärmegewinne möglich. Ein weiterer Vorteil dieser sogenannten kalten Netze besteht darin, dass sie eine breite Palette verschiedener Wärmequellen einbinden können – insbesondere Umweltwärme aus dem Erdreich, der Luft oder aus Gewässern wie Flüssen und Seen. Die Temperatur wird in den angeschlossenen Gebäuden von dezentralen Wasser-Wasser-Wärmepumpen auf das für das jeweilige Heizsystem erforderliche Niveau angehoben. Die Netze können im Sommer auch zur Raumkühlung genutzt werden. Ob dies im konkreten Fall möglich ist, hängt von den Temperaturen im Netz sowie den erforderlichen Vorlauftemperaturen der Gebäudekühlsysteme ab. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus geringeren Netzverlegekosten. Ein Nachteil ist der höhere Platzbedarf in den Heizräumen der Gebäude gegenüber einem Hausanschluss an ein warmes Netz.

8.2 Kriterien für potentielle Wärmenetzlösungen

Die Entscheidung, ob ein Wärmenetz technisch und wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar ist, stützt sich auf mehrere Kriterien. Ein erster wichtiger Indikator ist die Wärmebedarfsdichte. Hohe Wärmedichten ermöglichen eine kompakte und damit wirtschaftlich tragfähige Netzinfrastruktur. Als grober Orientierungswert gelten Dichten ab 1.000 MWh/ha*a als sehr gut geeignet für ein Wärmenetz. Unter Umständen können aber auch schon Wärmebedarfsdichten ab 500 MWh/ha*a für ein Wärmenetz geeignet sein.

Die Wärmeliniendichte dient zur Analyse potenzieller Trassenverläufe für ein Wärmenetz. Sie beschreibt die potenziell nachgefragte Wärmemenge pro Meter Netzlänge (kWh/m*a) und ist damit ein direktes Maß für die Wirtschaftlichkeit des Netzbetriebs. Auch hier gilt, dass höhere Wärmeliniendichten mit geringeren Netzverlusten und besseren Wirtschaftlichkeitskennzahlen einhergehen. In der Praxis haben sich 1.800 kWh/m*a als grober Schwellenwert für einen wirtschaftlichen Netzbetrieb als sinnvoll erwiesen. Es gibt aber auch Wärmenetze, die mit niedrigeren Liniendichten betrieben werden.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist der erwartbare Anschlussgrad, also der Anteil der Gebäude im potenziellen Netzgebiet, die Wärme aus dem Netz beziehen. Für eine wirtschaftliche Umsetzung sollte dieser deutlich über 50 Prozent liegen. In Quartieren mit heterogener Eigentümerstruktur, geringem Sanierungsdruck oder mit attraktiven Optionen für eine individuelle Wärmeversorgung kann die Erreichung eines ausreichenden Anschlussgrades herausfordernd sein. Sehr hohe Anschlussgrade können dazu führen, dass auch geringe Wärmebedarfs- beziehungsweise Wärmeliniendichten einen wirtschaftlichen Netzbetrieb erlauben.

Neben der Wärmebedarfsdichte und dem Anschlussgrad ist für zukünftige die Verfügbarkeit geeigneter regenerativer Energiequellen zu analysieren. Neben den Möglichkeiten zum Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind lokal vorhandene regenerative Potenziale wie oberflächennahe Geothermie oder Flächen für Solarthermie, Grundwasserwärme sowie Abwärmequellen und Abwasserwärme gezielt zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit zu bewerten.

Die Lage und Eignung einer Energiezentrale müssen ebenfalls frühzeitig geprüft werden. Die Energiezentrale sollte in räumlicher Nähe zum Versorgungsgebiet liegen und ausreichend Platz sowie eine geeignete Anbindung für Wärmeerzeuger und Infrastruktur bieten. Für die weitere Planung sind zusätzlich genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Abschließend beeinflussen topographische Gegebenheiten, bestehende Leitungsinfrastruktur, Trassenhindernisse (z. B. Bahnlinien, Gewässer, Altlasten) sowie soziale und politische Rahmenbedingungen die Eignungsbewertung.

8.3 Bestands- und Ausbaugebiete für das Fernwärmennetz

In Vorbereitung der Wärmeplanung und im Rahmen des Fernwärmevernetzungsplans wurden durch die SachsenEnergie AG bereits Gebiete zur Erweiterung des bestehenden Fernwärmennetzes identifiziert. Geplant ist, dass einige der neuen Netzteile bereits ab 2026 in Betrieb gehen. Abbildung 51 zeigt den aktuellen Planungsstand der Fernwärmeeausbaugebiete. Die Ausbauplanung beinhaltet unter anderem umfassende Erweiterungen des Bestandsnetzes in Cotta, Löbtau-Süd, Trachau, Pieschen-Nord und Tolkewitz sowie Lückenschlüsse in der äußeren Neustadt/Antonstadt und in Strehlen. Im Zuge der Wärmeplanung werden zusätzliche Arrondierungspotenziale zur Erweiterung des bestehenden Fernwärmennetzes und der aktuellen Ausbauplanung hinsichtlich der Eignung für eine netzgebundene Wärmeversorgung analysiert. Für weiterführende Informationen zur Transformation der Fernwärmeverversorgung im Dresdner Stadtgebiet wird auf Kapitel 9 verwiesen.

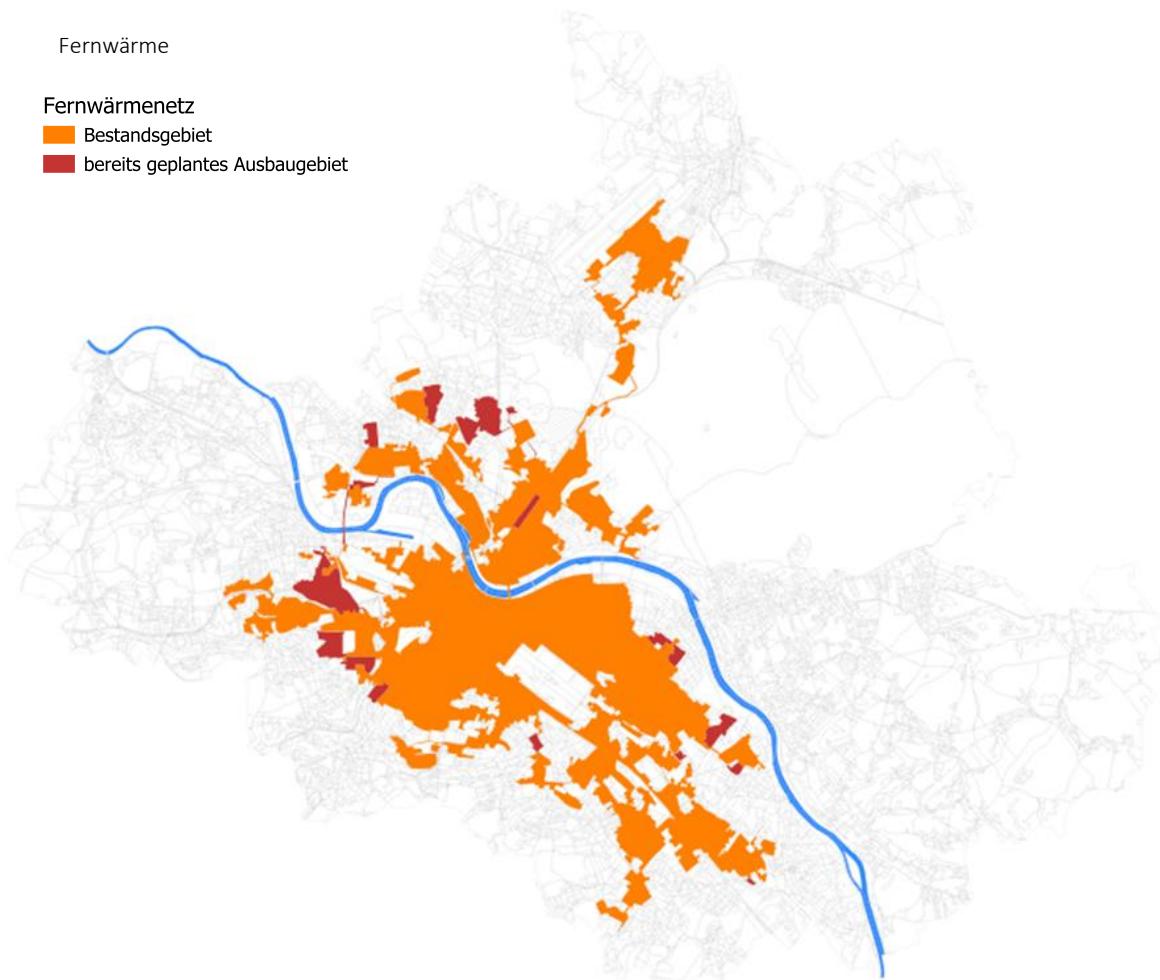


Abbildung 51: Bestehende und geplante Wärmenetzgebiete der Fernwärmeverversorgung.

8.4 Potenziale für Wärmenetzgebiete außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen geplanter Erweiterung

Ausgehend vom aktuellen Planungsstand zur Erweiterung des Dresdner Fernwärmennetzes, werden im Rahmen der Eignungsprüfung weitere Potenziale für den Einsatz von Wärmenetzen im Stadtgebiet von Dresden untersucht. Dies können zum einen zusätzliche Erweiterungen des bereits geplanten Fernwärmennetzausbau sein. Zum anderen sind geeignete Quartiere zu identifizieren, in denen ein eigenständiges Nahwärmennetz betrieben werden könnte.

Die Größe des Stadtgebietes erfordert hierfür ein systematisches Analyseverfahren, welches sich in drei aufeinander aufbauende Schritte gliedert und sich auf verschiedene Softwaretools der Räumlichen Energieanalysetoolbox (REAT) von TEP Energy und ESA² stützt. Diese wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Zusammenarbeit mit der Landeshauptstadt Dresden weiterentwickelt und auf eine neue Plattform übertragen. Die Vorgehensweise wird im Folgenden kurz skizziert.

Schritt 1: Baublockbezogene Wärmebedarfsdichte

Im ersten Schritt wird auf Ebene der einzelnen Baublöcke die Wärmebedarfsdichte bestimmt. Betrachtet werden Bedarfsdichten ab 500 MWh/ha*a sowie der Anteil der Gebäude im jeweiligen Baublock, für die eine Wärmenetzlösung besonders attraktiv sein könnte. Diese Gebäude werden im Folgenden als „relevante Gebäude“ bezeichnet. Dazu zählen kommunale Gebäude sowie Gebäude, mit gegebenenfalls eingeschränkten Möglichkeiten zur dezentralen Wärmeversorgung mittels einer Wärmepumpe. Gründe hierfür können sein, dass aufgrund lärm- oder denkmalschutzrechtlicher Aspekte der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe nur bedingt möglich ist oder entsprechende Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie nicht ausreichend zur Verfügung stehen. Je höher die Wärmebedarfsdichte und je größer der Anteil relevanter Gebäude im Gebiet, desto wahrscheinlicher ist es für ein Wärmenetz geeignet. Auf dieser Grundlage wird zunächst eine grobe Einteilung der einzelnen Baublöcke vorgenommen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 52. Zu erkennen ist, dass nur wenige Blöcke aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte (mehr als 1.000 MWh/ha*a) oder einem erhöhten Anteil relevanter Gebäude und gleichzeitig mindestens 750 MWh/ha*a mit hoher Wahrscheinlichkeit für ein Wärmenetz in Frage kommen. Ebenso zeichnen einzelne nah beieinanderliegende Baublockgruppen ab, die mit mindestens 500 MWh/ha*a und einem erhöhten Anteil relevanter Gebäude zumindest wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet sein könnten. Insgesamt zeigt sich jedoch ein mehr oder weniger zersplittertes Bild über das gesamte Stadtgebiet.

Die Analyse der baublockbezogenen Wärmebedarfsdichten liefert zwar erste Anhaltspunkte für die Eignung von Wärmenetzen, ist für eine abschließende Beurteilung allein jedoch nicht hinreichend. Zum einen wird durch die Mittelwertbildung über den Baublock die Lage der Gebäude im Block ignoriert. Insbesondere für große Baublöcke mit sehr ungleichmäßig verteilter Bebauung ergibt sich damit ein verzerrtes Bild der Wärmedichte. Zum anderen bleiben Potenziale über die Grenzen der einzelnen Baublöcke hinweg unentdeckt. Um Letztere zu erfassen, wird im zweiten Schritt eine Wärmeclusteranalyse für den Dresdner Gebäudebestand durchgeführt.

Im ersten Schritt wird auf Ebene der einzelnen Baublöcke die Wärmebedarfsdichte bestimmt. Betrachtet werden Bedarfsdichten ab 500 MWh/ha*a sowie der Anteil der Gebäude im jeweiligen Baublock, für die eine Wärmenetzlösung besonders attraktiv sein könnte. Diese Gebäude werden im Folgenden als „relevante Gebäude“ bezeichnet. Dazu zählen kommunale Gebäude sowie Gebäude, mit gegebenenfalls eingeschränkten Möglichkeiten zur dezentralen Wärmeversorgung mittels einer Wärmepumpe. Gründe hierfür können sein, dass aufgrund lärm- oder denkmalschutzrechtlicher Aspekte der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe nur bedingt möglich ist oder entsprechende Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie nicht ausreichend zur Verfügung stehen. Je höher die Wärmebedarfsdichte und je größer der Anteil relevanter Gebäude im Gebiet, desto wahrscheinlicher ist es für ein Wärmenetz geeignet. Auf dieser Grundlage wird zunächst eine grobe Einteilung der einzelnen Baublöcke vorgenommen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 52. Zu erkennen ist, dass nur wenige Blöcke aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte (mehr als 1.000 MWh/ha*a) oder einem erhöhten Anteil relevanter Gebäude und gleichzeitig mindestens 750 MWh/ha*a mit hoher Wahrscheinlichkeit für ein Wärmenetz in Frage kommen. Ebenso zeichnen einzelne nah beieinanderliegende Baublockgruppen ab, die mit mindestens 500 MWh/ha*a und einem erhöhten Anteil relevanter Gebäude zumindest wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet sein könnten. Insgesamt zeigt sich jedoch ein mehr oder weniger zersplittertes Bild über das gesamte Stadtgebiet.

Die Analyse der baublockbezogenen Wärmebedarfsdichten liefert zwar erste Anhaltspunkte für die Eignung von Wärmenetzen, ist für eine abschließende Beurteilung allein jedoch nicht hinreichend. Zum einen wird durch die Mittelwertbildung über den Baublock die Lage der Gebäude im Block ignoriert. Insbesondere für große Baublöcke mit sehr ungleichmäßig verteilter Bebauung ergibt sich damit ein verzerrtes Bild der Wärmedichte. Zum anderen bleiben Potenziale über die Grenzen der einzelnen Baublöcke hinweg unentdeckt. Um Letztere zu erfassen, wird im zweiten Schritt eine Wärmeclusteranalyse für den Dresdner Gebäudebestand durchgeführt.

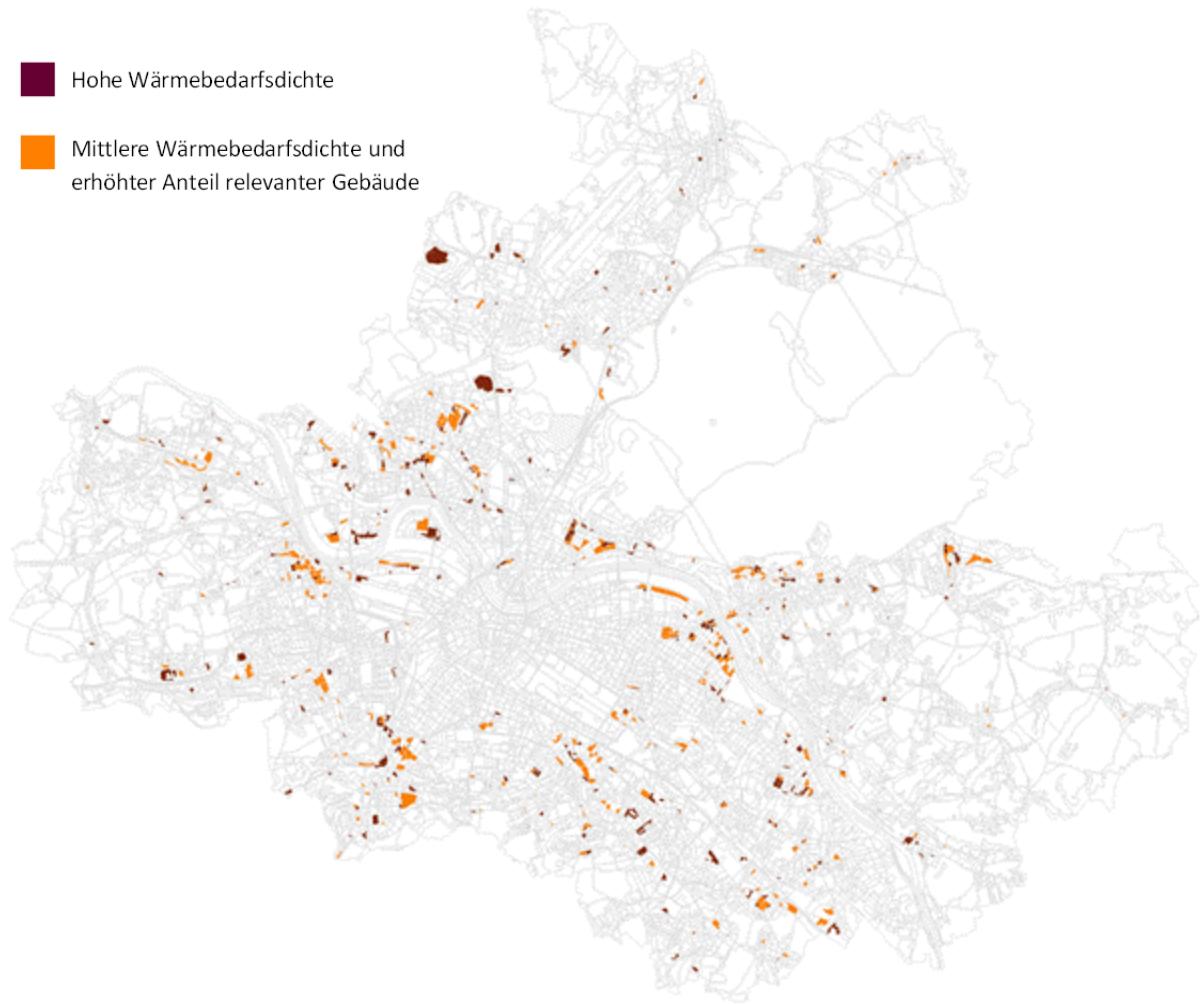


Abbildung 52: Ergebnisse zur Betrachtung der Wärmebedarfsdichte und potenziell relevanter Gebäude auf der Ebene einzelner Baublöcke

Schritt 2: Wärmeclusteranalyse

Die Wärmeclusteranalyse erfolgt softwaregestützt für rund 47.000 Gebäude des Dresdner Gebäudebestands außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen geplanter Erweiterung. Vereinfacht erklärt, wird für jedes dieser Gebäude der wirtschaftliche Radius zur Anbindung an ein potenzielles Wärmenetz untersucht. Dieser ergibt sich unter anderem aus dem Wärmebedarf des Gebäudes sowie moderaten Netzkosten für dessen Anbindung. Liegen innerhalb des wirtschaftlichen Radius des betrachteten Gebäudes eine Mindestanzahl weiterer Gebäude mit ausreichend hoher Wärmenachfrage, werden diese Gebäude zu einem Wärmecluster zusammengefasst. Mit dieser Analyse können somit über Baublockgrenzen hinweg und in Abhängigkeit der konkreten Lage der Gebäude potenziell relevante Cluster für Wärmenetze identifiziert werden. Das Ergebnis dieser Clusteranalyse zeigt Abbildung 53.

Neben der Analyse auf Baublockebene geben die Ergebnisse der Wärmeclusteranalyse einen weiteren Anhaltspunkt zur Lage und zusätzlich zur möglichen Ausdehnung von Wärmenetzgebieten. Für die Beurteilung eines Wärmenetzpotenzials sind sie allerdings noch recht grob. Insbesondere die konkrete Netztopologie entlang vorhandener Verkehrswege sowie der Standort und die technische Konfiguration der Energiezentrale bleiben unberücksichtigt. Die Ergebnisse der Clusteranalyse dienen deshalb vorrangig zur Einschränkung und Differenzierung von konkreten Bereichen im Stadtgebiet, welche für die Wärmenetzpotenziale im dritten Schritt detaillierter betrachtet werden sollen.

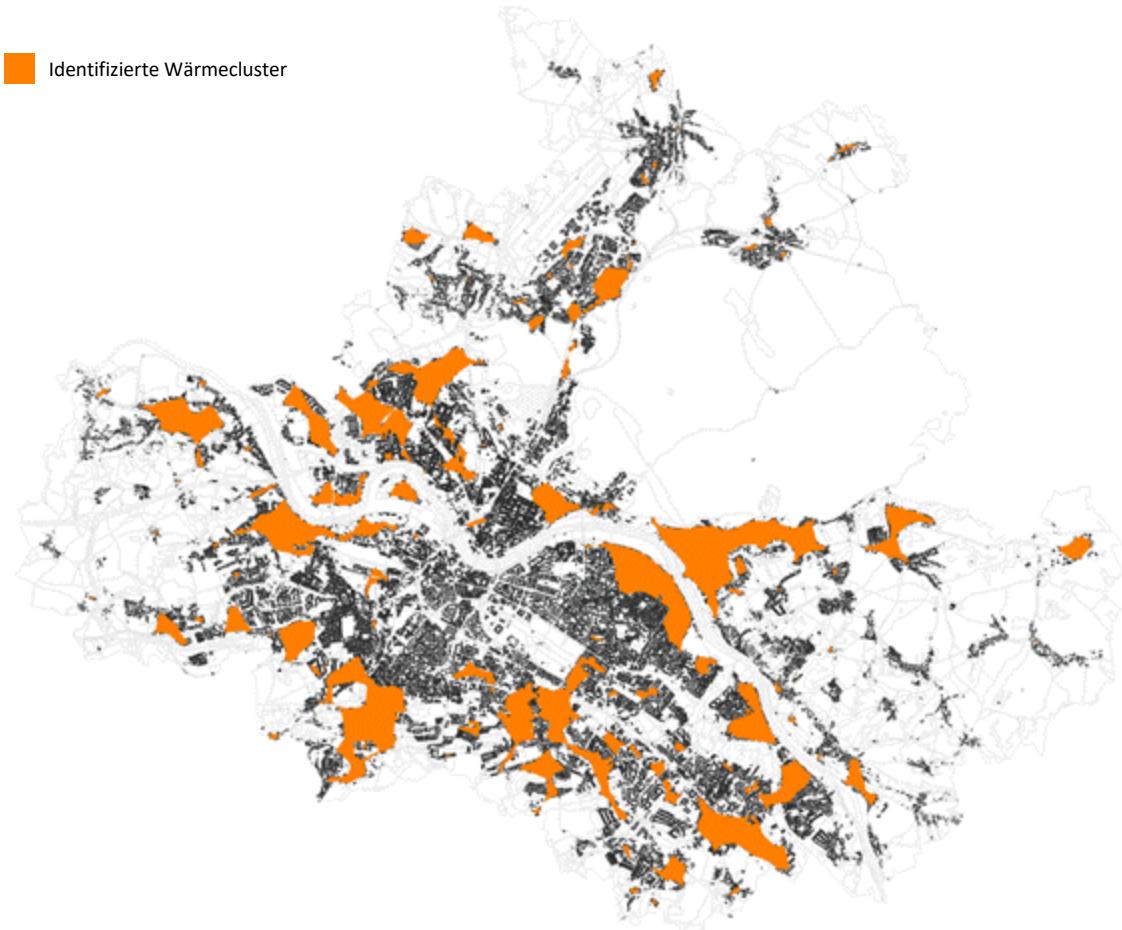


Abbildung 53: Ergebnisse der Wärmeclusteranalyse

Schritt 3: Potenziale für Wärmenetzgebiete außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen geplanter Erweiterung

Für den dritten Schritt der Eignungsprüfung werden die Erkenntnisse aus dem ersten Schritt und zweiten Schritt kombiniert. Für die weitere Betrachtung werden diejenigen Cluster aus Schritt 2 ausgewählt, welche zum einen Baublöcke mit hoher Wärmedichte (siehe Schritt 1) enthalten sowie mehr als 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten umfassen⁵⁵. Daraus ergeben sich 28 Wärmecluster, die im Folgenden detaillierter betrachtet werden.

Für jedes dieser 28 Wärmecluster wird in der Nähe der Baublöcke mit der höchsten Wärmedichte ein geeigneter Standort für eine Energiezentrale identifiziert. Hierfür wurden Grundstücke mit genügend Freiraum und möglichst im kommunalen Eigentum in Betracht gezogen. Diese Standorte bilden den Ausgangspunkt für die Analyse der Wärmenetztopologie, welche ebenfalls mithilfe einer Software erfolgt. Diese Software identifiziert entlang der Verkehrswege zunächst potenzielle Ankerkunden im Gebiet, das heißt Gebäude mit hoher Energienachfrage und dem aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaftesten Verhältnis aus Netzkosten und potenzieller Wärmeabnahmemenge. Entlang der so bestimmten Trassenverläufe werden anschließend weitere Gebäude mit niedrigerem Energiebedarf an das Netz angebunden. Das Verfahren ist schrittweise aufgebaut. Das bedeutet, das potenzielle Wärmenetz wird durch die Software Schritt für Schritt entlang der Verkehrswege erweitert. Damit können immer mehr Gebäude durch das Wärmenetz erschlossen werden. Mit zunehmender Netzlänge steigen jedoch die Wärmeverteilkosten, welche sich letztendlich im Wärmepreis widerspiegeln.

⁵⁵ Die Einschränkung zur Mindestanzahl an Gebäuden beziehungsweise Wohneinheiten ergibt sich aus den Bedingungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), welche bei der Wärmepreiskalkulation berücksichtigt werden sollen.

Anhand der ermittelten Wärmeverteilkosten wird die Wärmenetzeignung der Gebiete wie folgt kategorisiert:

- Bereiche mit niedrigen Wärmeverteilkosten weisen ein hohes Potenzial für ein Wärmenetz auf.
- Bereiche mit moderaten Wärmeverteilkosten weisen ein mittleres Potenzial für ein Wärmenetz auf.

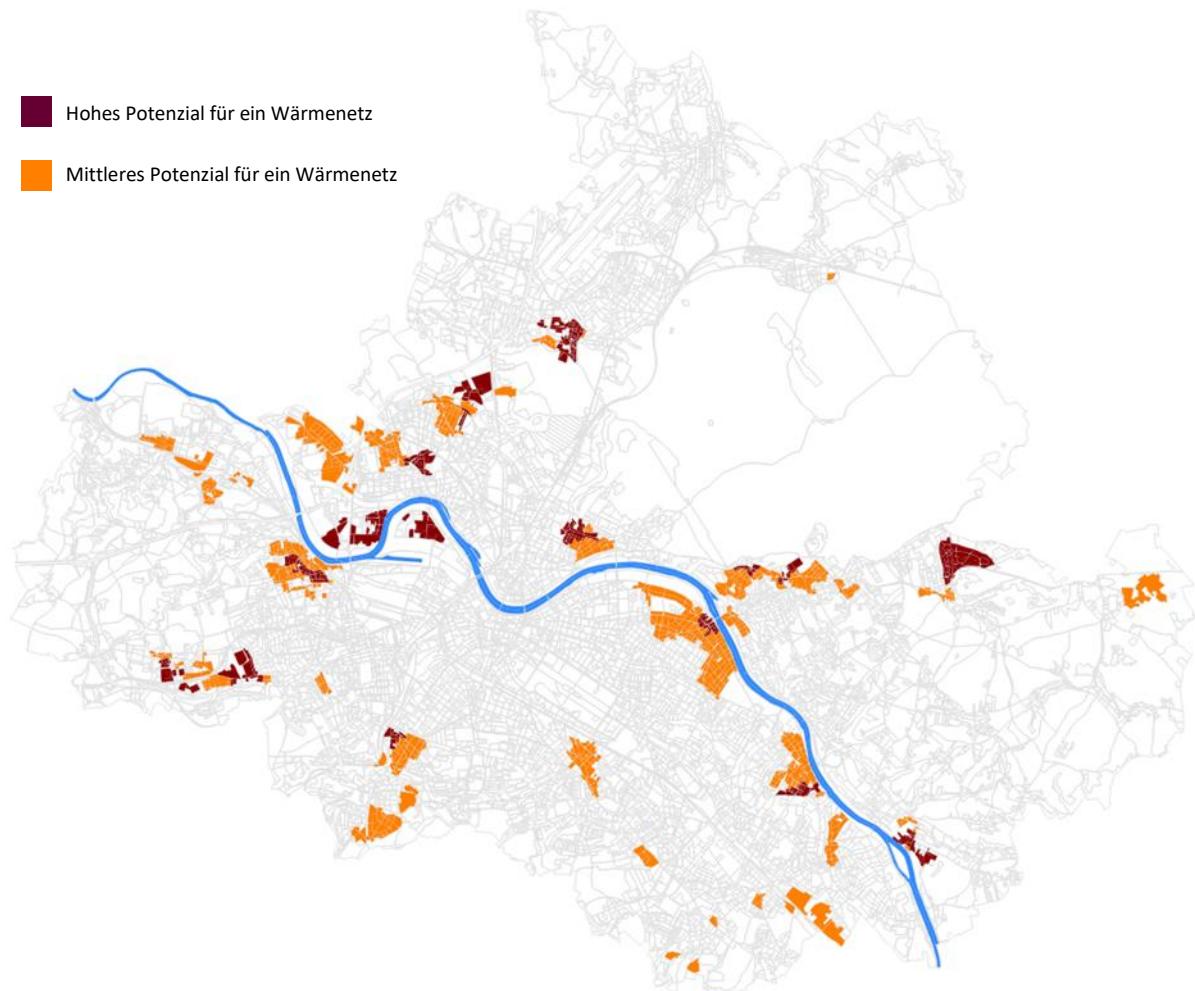


Abbildung 54: Potenziale für Wärmenetze außerhalb des bestehenden und geplanten Fernwärmennetzes

Die Ergebnisse sind in Abbildung 54 dargestellt. Neben den in Detail betrachteten 28 Wärmeclustern aus Schritt 3 wurden in der Abbildung auch kleinere Cluster berücksichtigt, welche gemäß der Analyseergebnisse aus Schritt 1 und 2 sowie mit zusätzlichem Blick auf die Wärmedichtelinien (Abbildung 28) wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet sind. Für diese Gebiete wird mit konservativem Blick zunächst von einem mittleren Potenzial für ein Wärmenetz ausgegangen. Aufgrund der geringen Größe und teilweise vorhandenen Kompaktheit könnten diese Gebiete aber auch ein hohes Potenzial für ein Wärmenetz aufweisen.

Die Bestimmung erwartbarer Anschlussgrade ist bei dieser Analyse der Wärmenetzeignungsgebiete noch weitgehend unberücksichtigt⁵⁶ geblieben und wird im Rahmen der Szenarioanalyse eingehender betrachtet (siehe Kapitel 10.2). Hierfür werden die individuellen Wärmekosten jedes Gebietes benötigt, welche sich aus den Wärmeverteilungskosten (bestimmt in Schritt 3 inklusive der Netzverluste) und den Wärmeerzeugungskosten zusammensetzen. Die Wärmeerzeugungskosten beinhalten unter anderem die Kosten für die Grundstückspacht sowie die Errichtung und technische Ausstattung sowie den Betrieb der Energiezentrale inklusive der Energiekosten. Für die technische Konfiguration werden zwei Varianten in Abhängigkeit der Nutzbarkeit von Grundwasserpotenzialen vor Ort betrachtet:

- Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe, Spitzenlastkessel, Wärmespeicher
- Variante 2: Luft-Wasser-Wärmepumpe, Grundwasser-Wärmepumpe, Spitzenlastkessel, Wärmespeicher

Die daraus resultierenden Wärmeerzeugungskosten für jedes Eignungsgebiet wurden mithilfe eines Planungstools für Wärmenetze bestimmt und fließen in die Szenarioanalyse ein.

⁵⁶ Für die Abschätzung der Wärmeverteilungskosten im Schritt 3 werden Anschlussgrade pauschal angenommen (Ankerkunden: 100 Prozent, andere: 70 Prozent).

9 Fernwärmevertransformationenplan

Im Folgenden wird die Dekarbonisierungsstrategie der SachsenEnergie AG für das Zentrale Fernwärmennetz in Dresden vorgestellt. Diese wurde im Rahmen des Dekarbonisierungskonzeptes sowie eines im Rahmen des BEW-Förderprogrammes⁵⁷ geförderten Wärmetransformationsplanes erarbeitet. Als Vorlage V2464/23 war das „Konzept der SachsenEnergie AG zur schrittweisen Dekarbonisierung mit Fokus auf das Dresdner Fernwärmesystem“ ein Gegenstand der Sitzung des Dresdner Stadtrates vom 14. Dezember 2023. Der Stadtrat nahm die Vorlage zur Kenntnis und beauftragte den Oberbürgermeister unter anderem mit der Einarbeitung in die kommunale Wärmeplanung. Die Dekarbonisierung, Erweiterung und Verdichtung des Fernwärmennetzes bilden das Maßnahmenpaket 1 des Wärmeplans (Anlage 1).

9.1 Bedeutung der Fernwärme im zukünftigen Energiesystem

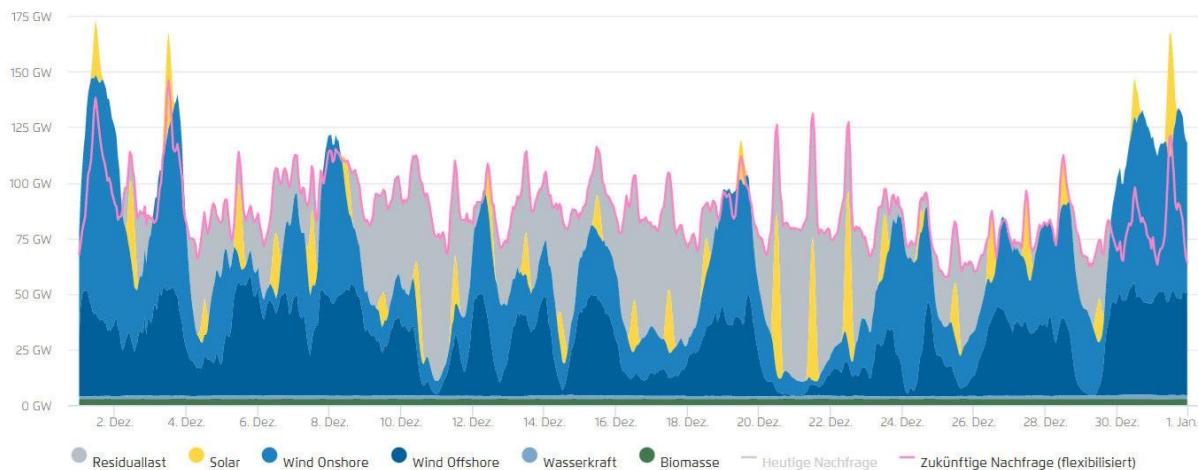


Abbildung 55: Volatilität einer rein regenerativen Stromversorgung (Quelle: SachsenEnergie AG)

Durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung nimmt die Volatilität im Stromsystem massiv zu. Wie Abbildung 55 zeigt, wird es zukünftig bei einer rein regenerativen Energieversorgung sehr hohe Lastgradienten und große Erzeugungsüberschüsse auf der einen sowie Zeiträume mit längeren Lücken in der Energiebedarfsdeckung aus Erneuerbaren Energien, den so genannten Dunkelflauten, auf der anderen Seite geben⁵⁸. Diese Lücken zeigen, dass vorzugsweise hocheffiziente wasserstoffbasierte KWK-Anlagen, integriert in Fernwärmesysteme, auf Dauer zur Sicherung der Versorgungsstabilität unverzichtbar sein werden. Die Dekarbonisierung der Fernwärme benötigt einen Mix verschiedener Energieträger. Eine ausschließliche Nutzung elektrischen Stromes aus Erneuerbaren Energien hinsichtlich der technischen und ökonomischen Umsetzung, sowie der Versorgungssicherheit wird daher als nicht umsetzbar gesehen.

Infolge der Volatilität der Stromversorgung wird aktuell davon ausgegangen, dass es Zeiten mit sehr niedrigen und Zeiten mit sehr hohen Strompreisen auf der Großhandelsebene geben wird. Ein Fernwärmesystem, in das verschiedene Erzeugungstechnologien und Großwärmespeicher integriert sind, kann in jeder Marktsituation effizient Wärme (und Strom) erzeugen und Flexibilität für die Stabilisierung des volatilen Stromsystems bereitstellen (siehe Abbildung 56)⁵⁹. Fernwärmesysteme mit integrierten wasserstoffbasierten KWK-Erzeugern, Power-to-Heat-Anlagen und

⁵⁷ BEW: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze. Fördert Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie die Dekarbonisierung von bestehenden Netzen.

⁵⁸ „Agorameter“, Netzseite des Thinktank AGORA-Energiewende, Prognose Monat Dezember 2040, ausgehend von Dezember 2021: generiert mit dem Tool Agorameter <https://www.agora-energiewende.de/daten-tools/agorameter/> [Zugriff am 22.06.2022]“

⁵⁹ Preiszeitreihe Prognose 2040, BET 04/2021

Großwärmespeichern sind damit unverzichtbarer Bestandteil einer erfolgreichen Energiewende sowohl im Wärme- als auch im Stromsektor.

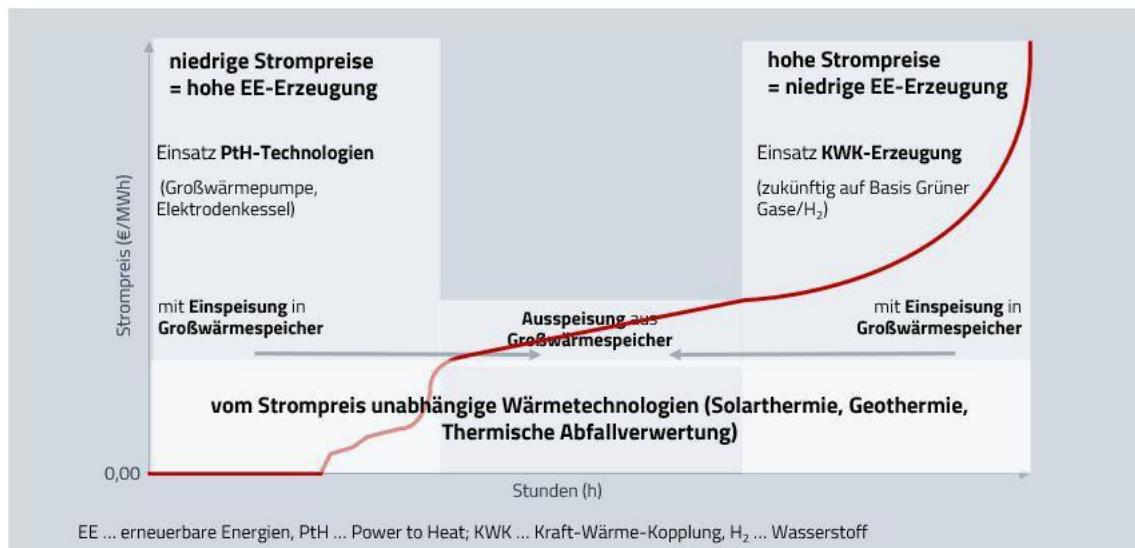


Abbildung 56: Strompreiszeitreihe (Quelle: SachsenEnergie AG)

9.2 Wesentliche Potenziale zur Dekarbonisierung der Dresdner Fernwärme

Die Umstellung und Erweiterung des Fernwärmesystems erfordert erhebliche finanzielle, aber auch personelle Ressourcen, welche jedoch begrenzt sind. Daher müssen die einzelnen Potenziale schrittweise für eine Umsetzung geprüft und qualifiziert werden. Mithilfe eines permanenten Monitorings in Bezug auf die wirtschaftliche Umsetzbarkeit einzelner Dekarbonisierungspotenziale und die Zielerreichung der vollständigen Dekarbonisierung der Fernwärme in Dresden kann ein optimaler und fortlaufend aktualisierter Dekarbonisierungspfad bestimmt werden. Grundlage für dieses fortlaufende Monitoring sind Szenarien und Preiszeitreihen aus einem Fundamentalmodell zur Abbildung möglicher Entwicklungen, welche an die aktuellen politischen Rahmenbedingungen angepasst werden, sowie eine Wärmebedarfsprognose für die Landeshauptstadt Dresden. Um die Fernwärme zu dekarbonisieren, plant die SachsenEnergie AG derzeit die Umsetzung diverser Potenziale.

Die Potenziale unterliegen alle der Annahme, dass sie wirtschaftlich abbildbar und technisch umsetzbar sind. Diese sind:

- Low Ex - Absenkung der Netzttemperaturen
- Großwärmepumpen
- Thermische Abfallverwertung
- Solarthermie
- Tiefengeothermie
- Elektrodenheizkessel
- Wärmespeicher
- Elektrolyseur
- Umrüstung vorhandener KWK-Anlagen auf Wasserstoff

Low Ex – Absenkung der Netzttemperaturen

Low Ex bedeutet die Absenkung des Temperaturniveaus im Fernwärmennetz. Hierdurch können Wärmeverluste, welche aktuell bei circa 15 Prozent liegen, im Fernwärmennetz reduziert werden. Außerdem ermöglicht ein geringeres Temperaturniveau die bessere Einspeisung von erneuerbarer Wärme ins Netz sowie die kostengünstige Wärmespeicherung in drucklosen Großwärmespeichern (Temperaturniveau unter 100 °C). Zusätzlich wird die thermische Beanspruchung der im Fernwärmennetz verwendeten Kunststoffmantelrohre verringert und damit deren Lebensdauer erhöht. Dieses Potenzial

gehört zu den zentralen Voraussetzungen zur weiteren Dekarbonisierung der Fernwärme. Um das Fernwärmesystem auch im Winter (Nennauslegungsfall) mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betreiben zu können, ist die Neuauslegung der Wärmeübertrager in den rund 8.000 Abnahmestellen im Fernwärmennetz und die Reduktion der Netz-Rücklauftemperatur aus den Kundenanlagen erforderlich. Damit gehört diese Maßnahme zu den langfristigen Zielen mit einem Zeithorizont der vollständigen Umsetzung bis 2035/2040. Bis zur vollständigen Umrüstung aller Kundenanlagen wird das Netz in Zeiträumen mit sehr hohen Lastanforderungen (wenige hundert Stunden im Jahr) aus hydraulischen Gründen weiterhin mit höheren Temperaturparametern betrieben. Im restlichen und damit überwiegenden Teil des Jahres ist aber eine Low-Ex-Fahrweise bereits heute möglich.

Errichtung von Großwärmepumpen

Wärmepumpen können, unter Einsatz von elektrischer Energie, Umwelt- oder Abwärme niedrige Temperaturniveaus auf für die Fernwärme nutzbare Temperaturniveaus anheben. Es befinden sich derzeit mehrere Großwärmepumpenprojekte in Planung und Umsetzung. Einzelheiten finden sich in Anlage 1, Maßnahmen 1 bis 4, 6, 7, 9).

Solarthermie

Solarthermie muss sich zur Erreichung der Wirtschaftlichkeit in unmittelbarer Nähe zum Fernwärmennetz befinden (siehe Kapitel 7.2.9). Zudem besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik. Eine 1 MW-Solarthermieanlage in Dresden-Räcknitz wurde im Jahr 2024 fertiggestellt.

Tiefengeothermie

Die Nutzung tiefengeothermischer Wärme im Fernwärmennetz würde dieses für lange Zeit mit emissionsfreier und (betriebs-) kostengünstiger Wärme versorgen können. Die technologischen, geologischen und damit finanziellen Risiken sind jedoch hoch. Derzeit finden Voruntersuchungen statt, in denen für den Untergrund geeignete Verfahren der Erdwärmennutzung und die bergrechtlichen Rahmenbedingungen untersucht werden. Bei Reduktion der Risiken (geologische und Kostenrisiken) auf ein tragfähiges Niveau und der technischen Umsetzbarkeit sollen Mitte der 30er Jahre rund 40 MW Wärmeleistung durch Tiefengeothermie erschlossen werden. Einzelheiten finden sich in Anlage 1, Maßnahme 1.5.

Elektrodenheizkessel

In Elektrodenheizkesseln wird Wasser durch den direkten Einsatz von elektrischer Energie erwärmt. Am Kraftwerk Nossener Brücke ist bereits ein Elektrodenheizkessel in Betrieb. Zusätzlich sollen perspektivisch zwei weitere Anlagen mit je 40 MW am Standort Reick gebaut werden, um Stromspitzen abzufangen und eine Wärmeversorgung mit Grüner Wärme sicherzustellen. Mitte der 30er Jahre wird der Bau weiterer Elektrodenheizkessel am Standort Nossener Brücke erfolgen, sodass die Summe der Elektrodenheizkessel etwa 10 Prozent der Wärmeversorgung dekarbonisiert.

Wärmespeicher

Am Innovationskraftwerk Reick sind bereits zwei Speicherstraßen vorhanden. Da in Zukunft die Volatilität in der Erzeugung weiter zunehmen wird, sollen weitere Wärmespeicher am Standort Nossener Brücke folgen. Weitere Informationen sind Anlage 1, Maßnahme 1.11, zu entnehmen.

Elektrolyseur

Beim Betrieb eines Elektrolyseurs fällt Abwärme an. Derzeit prüft die SachsenEnergie AG, ob eine Beteiligung am Betrieb von Elektrolyseuren sinnvoll ist. Dafür wird der Bau eines Elektrolyseurs geplant, dessen Abwärmepotenzial von 3,75 MWh_{th} sich für die FernwärmeverSORGUNG nutzen ließe. Ein Erweiterungspotenzial für Dresden und Umgebung wird auf bis zu 210 GWh_{th} geschätzt, welches je nach Lage des Elektrolyseurs ebenfalls in das zentrale Fernwärmennetz eingespeist werden kann.

Umrüstung vorhandener KWK-Anlagen auf Wasserstoff

Eine vollständige Dekarbonisierung des Erzeugerparks der Dresdner Fernwärme ist im Ergebnis der erfolgten Untersuchungen nur über den Einsatz von Wasserstoff in den weiterhin notwendigen KWK-Anlagen möglich (Einzelheiten in Anlage 1, Maßnahme 1.10). Dazu sind zum einen der Anschluss der Kraftwerksstandorte Nossener Brücke und Dresden-Reick an den

European Hydrogen Backbone (EHB⁶⁰) und die ausreichende Verfügbarkeit von Wasserstoff zu wirtschaftlich tragfähigen Preisen notwendig. Zum anderen ist die Wasserstofftauglichkeit der Anlagen herzustellen, wozu ein Umbau des Gasmotoren-Heizkraftwerkes in Reick und des Gasturbinen-Heizkraftwerkes der Nossener Brücke erfolgen muss.

9.3 Erzeugungsbilanz und Emissionspfad

Bei Umsetzung aller vorgestellten Dekarbonisierungspotenziale für die Fernwärme zu einem bestimmten Zeitpunkt ergibt sich eine zeitliche Veränderung des Erzeugerparks der Fernwärme. Dem liegt eine Einsatzoptimierungsrechnung zugrunde, welche in einem mathematischen Optimierungsmodell anhand der minimalen Gesamterzeugungskosten die optimale Fahrweise jeder einzelnen Erzeugereinheit berechnet. In das Modell einfließende Parameter sind neben technischen Anlagenparametern die stündlichen Preiszeitreihen eines energiewirtschaftlichen Szenarios, die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs und die Temperaturverläufe von Umwelt- und Abwärmequellen.

Der zukünftige Erzeugerpark des zentralen Fernwärmennetzes wird sich aus verschiedenen Technologien zusammensetzen. Diese werden je nach aktuellem Strom-, CO₂- und Gas-/Wasserstoff-Preis eingesetzt und wirken so optimal zusammen. Bei niedrigen Strompreisen lassen sich die Power-to-Heat-Anlagen wie Elektrodenheizkessel, Großwärmepumpen und Elektrolyseure wirtschaftlich betreiben und speisen Wärme in das zentrale Fernwärmennetz ein. Bei hohen Strompreisen sollen zukünftig vor allem die vorhandenen, langfristig mit Wasserstoff betriebenen KWK-Anlagen zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden. Die Wärmebereitstellung aus thermischer Abfallverwertung, Abwärme aus industriellen Prozessen, Tiefengeothermie und Solarthermie kann aufgrund niedriger variabler Wärmegestehungskosten unabhängig vom Strompreis erfolgen. Durch die Integration von Großwärmespeichern ins System können die Erzeugung und der Verbrauch von Wärme zeitlich entkoppelt und somit die Flexibilität und Wirtschaftlichkeit des Fernwärmennetzes erhöht werden.

Aus der Erzeugereinsatzoptimierung hat die SachsenEnergie AG auch einen Pfad der CO₂-Emissionen berechnet. Diese Berechnung zeigt, dass eine weitgehende Dekarbonisierung bis 2035/2036 erreicht werden kann.

9.4 Ausbau und Nachverdichtung

In den dichter besiedelten Quartieren der Stadt, wo Potenziale für Erneuerbare Energien eingeschränkt sind, stellt die Nutzung einer dekarbonisierten Fernwärme eine wichtige klimaneutrale Heizungsalternative zu bestehenden Erdgas- oder Heizöllösungen dar. Dies trifft für Gebäude in bereits bestehenden Fernwärmegebieten zu, welche jedoch noch einen Erdgasanschluss nutzen und für dicht besiedelte Gebiete, welche noch nicht zum FernwärmeverSORGungsgebiet gehören, aber grundsätzlich eine Anschlussperspektive haben könnten. Im Rahmen des Wärmetransformationsplans untersuchte die SachsenEnergie AG, welche Nachverdichtungs- und Ausbaupotenziale für das Dresdner Fernwärmennetz realisierbar sind. Die Ergebnisse wurden in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt und weiterentwickelt. Die Fernwärmennetzverdichtung und -erweiterung ist in Maßnahme 1.12 (Anlage 1) beschrieben.

9.5 Ausblick

Das Potenzial zur vollständigen Dekarbonisierung der Fernwärme ist in Dresden gegeben und eine Umstellung der Fernwärme auf die Nutzung CO₂-freier Wärmequellen ist möglich. Schon heute ist das Fernwärmesystem ein wichtiger Bestandteil der Wärmeinfrastruktur in Dresden. Durch seinen signifikanten Anteil am Dresdner Wärmemarkt und die Möglichkeit der Bereitstellung von zukünftig vollständig dekarbonisierter Wärme wird das Fernwärmesystem auch langfristig eine wichtige Bedeutung für das Gelingen der Dekarbonisierung der Dresdner Wärmeversorgung haben.

⁶⁰ Der European Hydrogen Backbone (EHB) ist eine von europäischen Fernleitungsnetzbetreibern entwickelte Initiative, die den Aufbau eines grenzüberschreitenden Wasserstofftransportnetzes in Europa vorsieht. Ziel ist es, bestehende Erdgasleitungen schrittweise auf Wasserstoff umzustellen und so eine kosteneffiziente, integrierte Infrastruktur für den europäischen Wasserstoffmarkt zu schaffen.

10 Entwicklung des Zielszenarios und Wärmeversorgungsgebiete

10.1 Vorgehensweise zur Bestimmung des Zielszenarios

10.1.1 Was ist das Zielszenario im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung?

Das Zielszenario ist das zentrale strategische Element der kommunalen Wärmeplanung. Es beschreibt, wie die Wärmeversorgung Dresdens im Zieljahr 2045 idealerweise ausgestaltet sein soll, um die gesetzlichen Klimaschutzziele zu erreichen. Dabei handelt es sich nicht um eine Prognose der tatsächlichen Entwicklung, sondern um ein planerisches Zielbild, das eine langfristig klimaneutrale, versorgungssichere und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgungsstruktur für Dresden abbildet.

Mit dem Zielszenario soll ein konsistentes und nachvollziehbares Leitbild für die Transformation der Wärmeversorgung in Dresden entwickelt werden. Es zeigt auf, welche Energieträger in welchen Quartieren künftig genutzt, welche Technologien eingesetzt und welche Infrastrukturen aufgebaut oder umgestaltet werden sollen. Grundlage dafür sind die Ergebnisse der Eignungsprüfung, Bestandsanalyse und Potenzialuntersuchung. Durch die ganzheitliche Betrachtung der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene sollen zudem Synergiepotenziale zwischen verschiedenen Quartieren, Sektoren und Versorgungslösungen erkannt und gehoben werden – etwa durch die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur, die Erschließung lokaler erneuerbarer Energiequellen sowie die Koordination von Transformations- und gegebenenfalls von Sanierungsstrategien in einzelnen Quartieren.

Wichtig ist: Das Zielszenario ersetzt nicht die notwendige Detailplanung für einzelne Maßnahmen oder Projekte, ist nicht rechtlich bindend und greift auch keinen erforderlichen Genehmigungsprozessen vor. Es gibt auch keine Garantie, dass alle im Szenario beschriebenen Entwicklungen tatsächlich eintreten. Vielmehr dient es als Orientierungsrahmen, um auf dieser Basis realistische und aufeinander abgestimmte Maßnahmen zu initiieren und zu entwickeln, die schrittweise zur Zielerreichung beitragen können.

10.1.2 Prozessschritte zur Bestimmung des Zielszenarios

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick zu den einzelnen Prozessschritten zur Bestimmung des Zielszenarios für Dresden gegeben (Abbildung 57). Ausgangspunkt bilden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalysen aus den vorangegangenen Kapiteln. Diese bilden die Eingangsdaten beziehungsweise Startdaten für die Modellierung der Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes für vier zielkonforme Grundszenarien.

Anhand der Ergebnisse der Grundszenarien wurde in einem iterativen Prozess die Wirkung verschiedener Maßnahmen (beispielsweise die Umsetzung von Nahwärmennetzen) und die Entwicklung zukünftiger Rahmenbedingungen (beispielsweise die Entwicklung von Energiepreisen) auf die Entwicklung des Heizanlagenbestandes und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen beurteilt. Ebenso dienten die Ergebnisse zur Beurteilung der Eignung einzelner Gebiete für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten „Wärmenetz“, „Wasserstoffnetz“ und „Dezentrale Wärmeversorgung“. Die gewonnenen Erkenntnisse aus diesem Prozess flossen in die Festlegung der Wärmeversorgungsgebiete für Dresden ein, welche die Grundlage für die finale Berechnung des Zielszenarios darstellten. Die Ergebnisse des Zielszenarios werden im Kapitel 10.5 dargestellt. Im Rahmen der Bewertung des Zielszenarios im Kapitel 10.6 werden die Ergebnisse den Zielstellungen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes zur Treibhausgasreduktion der Landeshauptstadt Dresden

gegenübergestellt. In den folgenden Kapiteln wird detailliert auf die einzelnen Prozessschritte und die Ergebnisse eingegangen.

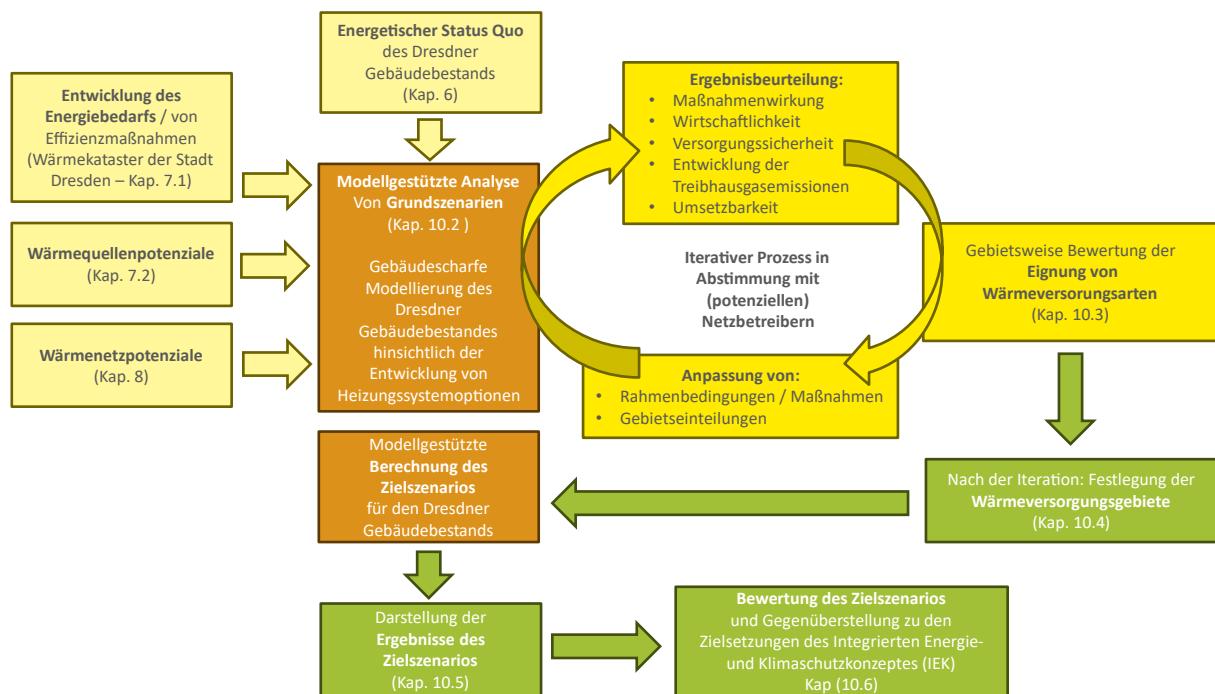


Abbildung 57: Überblick zu den Prozessschritten zur Erstellung des Zielszenarios für Dresden

10.1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der zukünftigen Wärmeversorgung in Dresden ist ein wesentlicher Aspekt zur Bestimmung des Zielszenarios. Sie dient dazu, verschiedene Versorgungsoptionen hinsichtlich ihrer langfristigen Kostenfolgen zu bewerten. Ziel ist es, einen Transformationspfad für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Stadtgebiet aufzuzeigen, der sowohl für die Kommune als auch für die betroffenen Akteure, Mieterinnen und Mieter, Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer, Gewerbetreibende und Industrieunternehmen sowie Versorgungsunternehmen und Netzbetreiber, wirtschaftlich und sozial tragfähig ist.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung schafft Transparenz über die Kostendynamik unterschiedlicher Technologie- und Infrastrukturoptionen zur Wärmeversorgung und unterstützt bei der Festlegung der Versorgungsgebiete und der Priorisierung von Maßnahmen. Ihre Aufgabe besteht dabei nicht in einer detaillierten Investitions- oder Finanzplanung für einzelne Akteure, sondern in einer vergleichenden Gegenüberstellung der Kosten von Versorgungsvarianten. Aus Sicht der Energienutzenden werden hierfür die Vollkosten der Wärmeversorgung über den Lebenszyklus einer Heizanlage hinweg analysiert. Diese bestehen aus Investitions-, Betriebs- und Energiekosten. Sie stellen ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zur Wahl einer bestimmten Heizungstechnologie dar und beeinflussen damit auch direkt erreichbare Anschlussgrade in Gebieten, in denen eine netzgebundene Versorgung mit Wärme oder Wasserstoff potenziell vorgesehen ist.

Aus Sicht der Versorgungsunternehmen und Netzbetreiber werden die Kosten der Transformation beziehungsweise des Neu- oder Ausbaus der Wärmeerzeugung und der Netze für Strom und Wärme sowie der Umstellung von Erdgasnetzen auf Wasserstoff oder deren Stilllegung im Stadtgebiet betrachtet. Letztendlich spiegeln sich diese Kosten in den Energiekosten der Energienutzenden wider, auf die sie umgelegt werden. Auch die von individuellen Versorger- oder Verbraucherinteressen unabhängige volkswirtschaftliche Perspektive ist dabei im Auge zu behalten. Dazu zählen insbesondere der erreichte Beitrag

zum Klimaschutz, bestehende Förderkulissen beziehungsweise konkrete Subventionen für die Transformation der Wärmeversorgung aus öffentlichen Mitteln aber auch Aspekte überregionaler Versorgungssicherheit.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die zukünftige Dresdner Wärmeversorgung wird für etwa 69.000 Gebäude im gesamten Stadtgebiet durchgeführt. Hierfür wird eine Software genutzt, welche die Entwicklung der eingesetzten Heizungstechnologien beziehungsweise Energieträger für jedes dieser Gebäude simuliert. Das Verfahren stützt sich auf Module des Gebäudeparkmodells (GPM) von TEP Energy und ESA² und wird im Folgenden kurz erläutert.

Den Ausgangspunkt bildet der Heizanlagenbestand und das jeweilige Alter der Heizungsanlage in den Gebäuden im Jahr 2021. Auf Grundlage dieser Daten werden für jedes Jahr bis 2045 die Gebäude bestimmt, in denen in Abhängigkeit des fortschreitenden Heizanlagenalters ein Austausch der Heizungsanlage ansteht. Für jedes dieser Gebäude wird zu diesem Zeitpunkt die Heizanlagenoption identifiziert, die aus technischer Sicht möglich ist und die niedrigsten Wärmeverkosten für das jeweilige Gebäude aufweist. Es handelt sich damit um eine rein techno-ökonomische Betrachtung, welche bei dem Entscheidungsverhalten von Gebäudeeigentümern und -eigentümerinnen in der Regel einen hohen Stellenwert einnimmt. Für reale Entscheidungen spielen allerdings noch weitere nichtökonomische Aspekte eine Rolle (beispielsweise persönliche Erwartungen und Überzeugungen oder bereits gesammelte Erfahrungen mit einer Technologie im Bekanntenkreis). Diese Aspekte bleiben bei der hier durchgeführten Analyse außen vor.

Für die Simulation werden 19 verschiedene monovalente und bivalente (hybride) Heizsystemtypen betrachtet. Diese sind in Anlage 3 aufgelistet. Die technischen Möglichkeiten zum Einsatz einer bestimmten Heiztechnologie in einem Gebäude werden zum einen durch die bestimmten Potenziale für den Einsatz lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger für jedes Gebäude limitiert (siehe Kapitel 7.2). Zum andern sind die Versorgungsoptionen Fern- beziehungsweise Nahwärme oder Wasserstoff für ein Gebäude nur dann möglich, wenn es in einem Gebiet mit entsprechender Netzinfrastuktur liegt. Hierfür werden unterschiedliche Szenarien betrachtet, welche im folgenden Kapitel näher erläutert werden.

Hinsichtlich der Entwicklung des Nutzenergiebedarfs im Gebäudebestand wird davon ausgegangen, dass die in der Potenzialanalyse konservativ ermittelten Effizienzsteigerungen durch die fortschreitende Sanierungstätigkeit im Gebäudebestand erreicht werden (siehe Kapitel 7.1.1). Steht für ein Gebäude ein Heizungswechsel in einem Jahr an und wird innerhalb der folgenden fünf Jahre auch eine Sanierung der Gebäudehülle erwartet, wird davon ausgegangen, dass der Austausch der Heizungsanlage bis zum Sanierungsjahr verzögert wird. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass aufgrund beschränkter Kapazitäten im Handwerk nicht beliebig viele Heizanlagen in einem Jahr im Gebäudebestand ausgetauscht werden können. Hierfür wird im Mittel eine Beschränkung von 3.800 Anlagen⁶¹ pro Jahr im Stadtgebiet angenommen, welche zusätzlich dazu führen kann, dass sich der Austausch einer Heizungsanlage über den durchschnittlichen Heizanlagenwechselzyklus hinaus verzögern kann.

10.1.4 Bestimmung von vier Grundszenarien zur Ableitung des Zielszenarios

Erwartungen für zukünftige Entwicklungen sind mit mehr oder weniger großen Unsicherheiten verbunden. Wesentliche Einflussfaktoren für die kommunale Wärmeplanung wie beispielsweise die Entwicklung von Energiepreisen oder von politischen Rahmenbedingungen sind langfristig teilweise nur schwer abschätzbar. Die Analyse mehrerer Szenarien erlaubt, verschiedene plausible Entwicklungspfade gegenüberzustellen und deren Auswirkungen auf die Dresdner Wärmeversorgung systematisch zu bewerten. Zentrale Annahmen werden dabei gezielt variiert. Auf diese Weise lässt sich abschätzen, welche Versorgungslösungen robust gegenüber veränderten Rahmenbedingungen sind und wo gegebenenfalls Risiken oder Zielkonflikte bestehen. Die Analyse schafft somit Transparenz über mögliche Zukünfte für die Dresdner Wärmeversorgung, gibt wesentliche Erkenntnisse für die Ableitung des Zielszenarios und unterstützt bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen zu dessen Umsetzung.

Vor diesem Hintergrund werden vier zielkonforme Grundszenarien für Dresden analysiert und miteinander verglichen. Basierend auf deren Ergebnissen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen wird anschließend das Zielszenario für Dresden herausgearbeitet.

⁶¹ Die Installation von Wärmeanschlussstationen zur Anbindung an ein Wärmenetz ist davon ausgenommen, da diese Anbindung in der Regel von Wärmenetzbetreiber umgesetzt wird.

Für alle Grundszenarien wird davon ausgegangen, dass die erkannten Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand durch Sanierungen der Gebäudehülle gehoben werden (siehe Kapitel 7.1.1). Aufgrund der sehr umfangreichen Sanierungstätigkeit in den 1990er und Anfang der 2000er Jahre und mit Blick auf typische Sanierungszyklen von Teilen der Gebäudehülle werden diese Potenziale bis 2045 eher konservativ abgeschätzt. Die daraus resultierende Sanierungsrate beträgt im Mittel lediglich 0,2 Prozent pro Jahr und wird für alle Grundszenarien konstant gehalten.

Das bestehende Fernwärmennetz und dessen geplante Erweiterungen (siehe Kapitel 8.3) ist ebenfalls ein unveränderter Bestandteil in allen vier Grundszenarien. Außerhalb des Fernwärmegebietes wird die Verfügbarkeit von netzgebundenen Versorgungsoptionen für einzelne Quartiere zwischen den Szenarien variiert. Die jeweiligen Rahmenbedingungen für die Szenarien werden im Folgenden kurz charakterisiert. Abbildung 58 gibt hierzu einen Überblick.

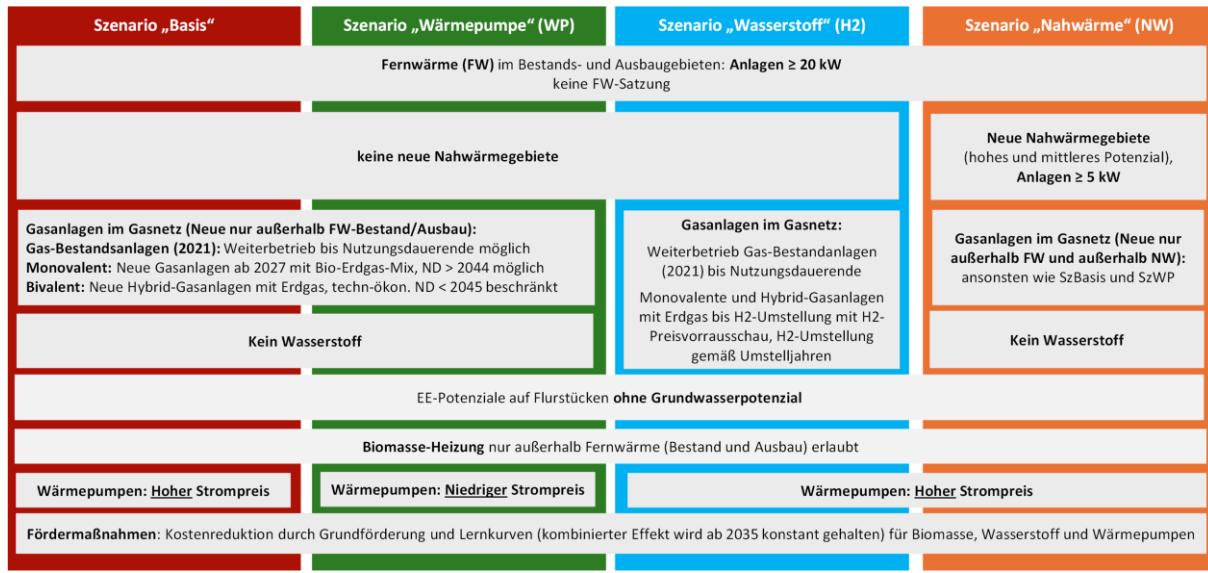


Abbildung 58: Übersicht zu wesentlichen Rahmenbedingungen und Annahmen für die Grundszenarien

Szenario „Basis“

Das Basisszenario bildet die Grundlage der Szenarioanalysen. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass über den heutigen Planungsstand hinaus keine zusätzlichen netzgebundenen Optionen für die Transformation der Dresdner Wärmeversorgung bereitstehen werden. Konkret wird in diesem Szenario unterstellt, dass mit Ausnahme des bereits geplanten Fernwärmennetzausbaus keine neuen Wärmenetze im Stadtgebiet gebaut werden und für die Wärmeversorgung zukünftig auch keine netzgebundene Bereitstellung von Wasserstoff möglich ist. Das bestehende Erdgasnetz wird Ende 2044 außer Betrieb genommen. Bis dahin ist die Nutzung von Erdgas in Bestandsanlagen möglich. Auch neue Gaskessel können unter Berücksichtigung der Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes bis zu diesem Zeitpunkt installiert werden.

Außerhalb des Fernwärmennetzes und bereits heute bestehender Nahwärmennetze liegt der Fokus des Basisszenarios somit ausschließlich auf dem Einsatz von dezentralen Heizungsoptionen zur Wärmeversorgung. Mit diesen Rahmenbedingungen bildet es die Grundlage der Szenarioanalysen und dient als Referenz beziehungsweise zum Vergleich, um die Wirkung von netzseitigen Maßnahmen zur Wärmeversorgung in anderen Szenarien beurteilen zu können.

Szenario „Wärmepumpe“

Das Wärmepumpenszenario unterstellt ebenfalls eine vorrangig dezentrale Wärmeversorgung im Stadtgebiet. Auch hier gibt es keine neuen Wärme- oder Wasserstoffnetze. Im Unterschied zum Basisszenario wird davon ausgegangen, dass es zukünftig weiterhin Vergünstigungen beim Strompreis für Wärmepumpen geben wird, wie sie derzeit in Form spezieller Wärmepumpenstromtarife vorzufinden beziehungsweise durch die in §14a des Energiewirtschaftsgesetzes verankerte

Netzentgeltreduktion für steuerbare Anlagen möglich sind. Es wird also ein niedrigerer Strompreis für Wärmepumpen als im Basisszenario angenommen. Alle anderen Rahmenbedingungen und Annahmen sind identisch zum Basisszenario.

Im Wärmepumpszenario wird damit die Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Strompreises adressiert. Dieser hat einen großen Einfluss auf die Wärmevollkosten von Wärmepumpen. Mit einem niedrigen Strompreis ist zu erwarten, dass bei der Simulation der Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes der Anteil der Wärmepumpentechnologien höher ist als im Basisszenario. Damit soll untersucht werden, inwieweit sich günstige Rahmenbedingungen für die Wärmepumpen auf die zu erwartenden Stromlasten und den Ausbaubedarf im Dresdner Stromnetz auswirken.

Szenario „Wasserstoff“

Obwohl Wasserstoff aus heutiger Sicht als Option zur Wärmebereitstellung in Gebäuden mit hohen Unsicherheiten verbunden ist (zu den Gründen siehe Kapitel 7.2.8), wird für Dresden ein Szenario zur flächendeckenden Versorgung mit Wasserstoff betrachtet. Hierfür wird unterstellt, dass das gesamte bestehende Erdgasnetz außerhalb der FernwärmeverSORGUNG beginnend ab dem Jahr 2035 gebietsweise bis zum Jahr 2043 auf Wasserstoff umgestellt wird. Die Vorgaben des GEG zum Einsatz von Biogasanteilen für neu installierte Erdgasanlagen werden durch die ebenfalls im Gesetz verankerten Übergangsregelungen bei einer gesicherten Wasserstoffversorgung außer Kraft gesetzt. Das bedeutet, bis zum jeweiligen Umstellzeitpunkt ist es möglich, weiter ausschließlich mit Erdgas zu Heizen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass im jeweiligen Gebiet nach der Umstellung auf Wasserstoff keine netzgebundene Versorgung mit Erdgas mehr gegeben ist. Die zu diesem Zeitpunkt installierten Erdgasanlagen müssen unabhängig vom Anlagenalter auf Wasserstoff umgestellt oder durch eine alternative dezentrale Versorgungslösung (beispielsweise monovalent betriebene Wärmepumpen) ersetzt werden. Diese können aber auch schon vor dem Umstellungszeitpunkt im Gasnetzgebiet eingesetzt werden. Ein vergünstigter Stromtarif für Wärmepumpen ist in diesem Szenario jedoch nicht vorgesehen. Auch neue Wärmenetze werden in diesem Szenario nicht betrachtet.

Mit diesem Szenario lassen sich unter anderem auch potenziell herausfordernde dezentrale Versorgungssituationen im Stadtgebiet untersuchen. Die Wärmevollkosten beim Einsatz von Wasserstoff liegen trotz der angenommenen niedrigen Wasserstoffpreise in der Regel über den Kosten für eine dezentrale WärmeverSORGUNG. Höhere Anschlussgrade an das Wasserstoffnetz in einzelnen Bereichen, auch in Form hybrider Versorgungssysteme, können deshalb darauf hindeuten, dass die verfügbaren Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen in Anlagen mit monovalenter Betriebsweise gegebenenfalls beschränkt oder mit hohen Wärmevollkosten verbunden sind. Die Betrachtung einer flächendeckenden Umstellung auf Wasserstoff erlaubt es gleichzeitig, eine potenzielle Wasserstoffversorgung solcher Bereiche aus der Verteilnetsicht zu beurteilen, da ein Netzbetrieb nicht für einzelne verstreute Baublöcke beziehungsweise Teilabschnitte möglich ist. Für zusammenhängende Bereiche mit potenziell herausfordernder dezentraler Versorgungssituationen, insbesondere entlang vorgesehener Leitungstrassen zur Wasserstoffversorgung der Erzeugungsstandorte für die Fernwärme oder die Industrie, könnte auch eine Wasserstoffversorgung von Gebäuden als zusätzliche Option geprüft werden. Da der zukünftige Wasserstoffpreis einer hohen Unsicherheit unterliegt, werden für das Wasserstoffszenario Sensitivitäten mit einem hohen Wasserstoffpreis analysiert (siehe Kapitel 10.2.2).

Szenario „Nahwärme“

Im Nahwärmeszenario wird unterstellt, dass in den Gebieten, für die im Rahmen der Eignungsprüfung hohe und mittlere Potenziale für ein Wärmenetz erkannt wurden (siehe Kapitel 8.4), zukünftig ein Wärmenetz mit Energiezentrale installiert wird. Grundsätzlich besteht aber auch in diesen Gebieten die Möglichkeit zur dezentralen WärmeverSORGUNG beispielsweise mittels gebäudeintegrierter Wärmepumpen – wiederum ohne vergünstigte Stromtarife. Äquivalent zum Basisszenario wird angenommen, dass das bestehende Erdgasnetz bis Ende 2044 in Betrieb bleibt. Die Nutzung von Erdgas in Bestandsanlagen ist somit bis zum Ende ihrer Nutzungsdauer möglich. Werden neue Gaskessel installiert, müssen diese die aktuellen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erfüllen.

Mit dem Nahwärmeszenario sollen insbesondere die wirtschaftliche Attraktivität und damit langfristige Tragfähigkeit von zusätzlichen Wärmenetzlösungen außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen geplanter Erweiterung im Stadtgebiet untersucht werden. Gleichzeitig werden ihre Auswirkungen auf die Senkung der Wärmestromlasten analysiert, welche durch den alternativen Einsatz gebäudeintegrierter Wärmepumpen in diesen Gebieten entstehen würden.

10.1.5 Vorstellung wesentlicher Szenarioparameter

In diesem Kapitel wird auf wesentliche Parameter und Aspekte zur Simulation der Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes bis zum Jahr 2045 eingegangen. Die konkreten Parameterwerte für die vier Grundszenarien sind im Anhang dieses Dokumentes zusammengefasst.

Energiepreise

Als wesentliche Einflussgröße sind an erster Stelle die Annahmen zur Entwicklung der Energiepreise zu nennen. Sie beeinflussen am stärksten die Wärmevollkosten der einzelnen Wärmeversorgungsoptionen. Auf zwei Besonderheiten bei der Modellierung soll an dieser Stelle kurz eingegangen werden. Diese betreffen für die Installation neuer Erdgaskessel im Stadtgebiet zum einen die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff im Wasserstoffszenario und zum anderen die Berücksichtigung der GEG-Vorgaben zum Einsatz von Biogasanteilen in den anderen drei Grundszenarien ohne Wasserstoff.

Grundsätzlich ist für die modellierte Wahl der Heiztechnologie der jeweilige Energiepreis im Jahr des anstehenden Heizanlagetauschs maßgebend. Im Wasserstoffszenario wird davon etwas abweichen. Zur adäquaten Berücksichtigung des erwartbaren Preissprungs bei der Netzumstellung von Erdgas auf Wasserstoff wird für neu installierte Erdgaskessel vor der Wasserstoffumstellung ein gewichteter Preis für Erdgas und Wasserstoff betrachtet. Das bedeutet, je kürzer die Zeitspanne zwischen Einbau des neuen Erdgaskessels und der Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff, desto stärker kommt der Wasserstoffpreis zum Tragen und umgekehrt. Es wird davon ausgegangen, dass neu installierte Erdgaskessel im Wasserstoffszenario mit geringfügigen Umrüstkosten auf Wasserstoff umgestellt werden können. Für ältere Bestandsanlagen gilt dies nicht.

Für die Neuinstallation von Erdgaskesseln in den anderen Szenarien (ohne Umstellung auf Wasserstoff) sind die Vorgaben des GEG zum Einsatz eines Biogasanteils zu berücksichtigen. Für neue monovalent betriebene Erdgaskessel wird deshalb ein Gasversorgungstarif mit 65 Prozent Biogasanteil vorgegeben. Entsprechende Tarife werden von verschiedenen Versorgern bereits angeboten. Diese Regelung gilt gemäß GEG bis Ende 2044. Danach wäre nur noch der Einsatz von reinem Biogas gestattet. Da eine netzgebundene Versorgung mit Biogas beziehungsweise grünem Methan in Dresden nicht vorgesehen ist, wird in diesen Szenarien der Gasnetzbetrieb spätestens Ende 2044 eingestellt. Die zu diesem Zeitpunkt noch installierten Gasanlagen müssen dann durch eine dezentrale Alternative ersetzt werden. Dies kann auch ein Wechsel zu einer CO₂-neutralen Flüssiggasversorgung sein. Um dies adäquat zu berücksichtigen, wird der Preispfad für Bio-Erdgas-Mix bis 2044 zunehmend an einen reinen Biogasprix herangeführt. Für bivalent betriebene Gasanlagen in Kombination mit einer Wärmepumpe kann bis 2044 Erdgas genutzt werden, sofern der Wärmepumpenanteil an der Wärmeversorgung 65 Prozent beträgt. Eine Umstellung dieser Anlagen auf Biogas wird nur in Ausnahmefällen eine wirtschaftlich sinnvolle Option für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer darstellen und wird bei Simulation nicht berücksichtigt. Es wird deshalb unterstellt, dass entsprechende Anlagen spätestens Ende 2044 außer Betrieb gehen.

Kosten der Heizanlageninstallation

Als weitere wichtige Einflussgröße auf die Wärmevollkosten sind die Investitionen zur Installation der einzelnen Heizungstechnologie zu nennen. Hierbei ist zu unterscheiden, ob es sich um den verschleißbedingten Ersatz eines Wärmeerzeugers in einem bestehenden gebäudeinternen Wärmeversorgungssystem handelt, oder ob ein kompletter System- beziehungsweise Energieträgerwechsel vollzogen wird. Im erstenen Fall sind nur die Kosten des Wärmeerzeugers relevant. Im letzteren Fall kommen zusätzliche Peripherieinvestitionen zum Tragen. Diese Unterscheidung wird bei der Simulation berücksichtigt. Wurde also bislang ein Erdgaskessel in einem Gebäude eingesetzt, fallen für den Ersatz des alten Kessels nur die Kosten des neuen Kessels inklusive dessen Installation an. Erfolgt dagegen ein Umstieg auf eine Erdkollektor-Wärmepumpe, werden bei deren Erstinstallation die Kosten der Wärmepumpe sowie die Kosten für den Kollektor und weiterer gegebenenfalls notwendiger Anlagenteile und Arbeiten (beispielsweise ein Austausch von Heizkörpern) bei der Investition berücksichtigt. Ist zu einem späteren Zeitpunkt die Wärmepumpe zu ersetzen, falls dann wiederum nur die Kosten für die neue Wärmepumpe inklusive deren Installation an.

Die Investitionen zur Installation von Heizungsanlagen werden für den Nutzungszeitraum als Annuität (jährliche Kosten) berechnet und in Abhängigkeit des jährlichen Energiebedarfs für jedes Gebäude in den Wärmevollkosten berücksichtigt. Für kleine Gebäude beziehungsweise Gebäude mit geringem Energiebedarf fallen sie bei den Wärmevollkosten tendenziell

stärker ins Gewicht als für große Gebäude beziehungsweise Gebäude mit einem hohen Energiebedarf. Sie sind jedoch bei weiten nicht so maßgebend wie die Energiekosten.

Förderung und Lernkurveneffekte

Für die wirtschaftliche Attraktivität von einzelnen Heizungssystemen für Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen sind öffentliche Fördermittel ein weiterer wichtiger Einflussfaktor. Um die Transformation der Wärmeversorgung zu unterstützen, wurden auf Bundesebene Förderprogramme für den Einsatz treibhausgansneutraler Heiztechnologien und zum Ausbau von Wärmenetzen aufgesetzt. Auch die zukünftige Bereitstellung von entsprechenden Fördermitteln unterliegt einer gewissen Unsicherheit. Um den Einfluss von Subventionen für einzelne Technologien bei der Simulation der zukünftigen Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes nicht zu überschätzen, werden deshalb aus der aktuellen Förderkulisse nur die Basissubventionen von etwa 30 Prozent der Investitionssumme für Wärmepumpen, Wärmenetzanschlüsse, Biomassekessel, Wasserstoffkessel und solarthermische Anlagen berücksichtigt. Diese Subventionen sind in allen Grundszenarien gleich.

Lernkurveneffekte (auch Erfahrungskurveneffekte) beschreiben den Zusammenhang zwischen der kumulierten Produktionsmenge und den spezifischen Produktionskosten: Mit zunehmender installierter Kapazität sinken die Kosten typischerweise. Für bereits langjährig etablierte Heiztechnologien, wie beispielsweise Erdgaskessel, sind entsprechende Effekte kaum noch zu erwarten. Dagegen sind für Wärmepumpen bei einem deutlich breiteren Einsatz im Gebäudebestand noch relevante Kostensenkungspotenziale gegeben und werden deshalb bei der Simulation in allen Szenarien gleich berücksichtigt. Jedoch wird auch hier eine eher konservative Sichtweise eingenommen: Es wird angenommen, dass die Kombination aus Subventionen und Lernkurveneffekten die Anschaffungskosten einer Wärmepumpe für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer bis zum Jahr 2035 um maximal 40 Prozent gegenüber den heutigen Kosten reduziert. Für den Zeitraum 2035 bis 2045 wird dieser Wert als konstant angenommen.

10.2 Ergebnisse der Szenarienrechnungen

10.2.1 Übersicht und Vergleich der Szenarienergebnisse

Abbildung 59 zeigt die Ergebnisse der vier Grundszenarien zur Entwicklung der Energieträgeranteile, welche den Nutzenergiebedarf im Dresdner Gebäudebestand bis zum Jahr 2045 decken.

In den beiden dezentralen **Szenarien „Basis“ und „Wärmepumpe“** ohne zukünftiges Wasserstoffnetz und ohne zusätzliche Wärmenetze (nur Fernwärmebestand und bereits geplanter Fernwärmeausbau) unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Einsatzanteil von Wärmepumpen. Dieser fällt im Szenario „Wärmepumpe“ bis 2030 um etwa 2 Prozent und bis 2045 um etwa 8 Prozent höher aus als im Szenario „Basis“. Der Grund dafür ist im unterstellten vergünstigten Strompreis für die Wärmepumpen zu sehen, wobei vor allem mehr Luft-Wasser-Wärmepumpen im Szenario „Wärmepumpe“ zum Einsatz kommen. Der Deckungsanteil von Sole-Wärmepumpen liegt dagegen in beiden Szenarien mit ein bis drei Prozent zwischen 2021 und 2045 in einer ähnlichen Größenordnung.

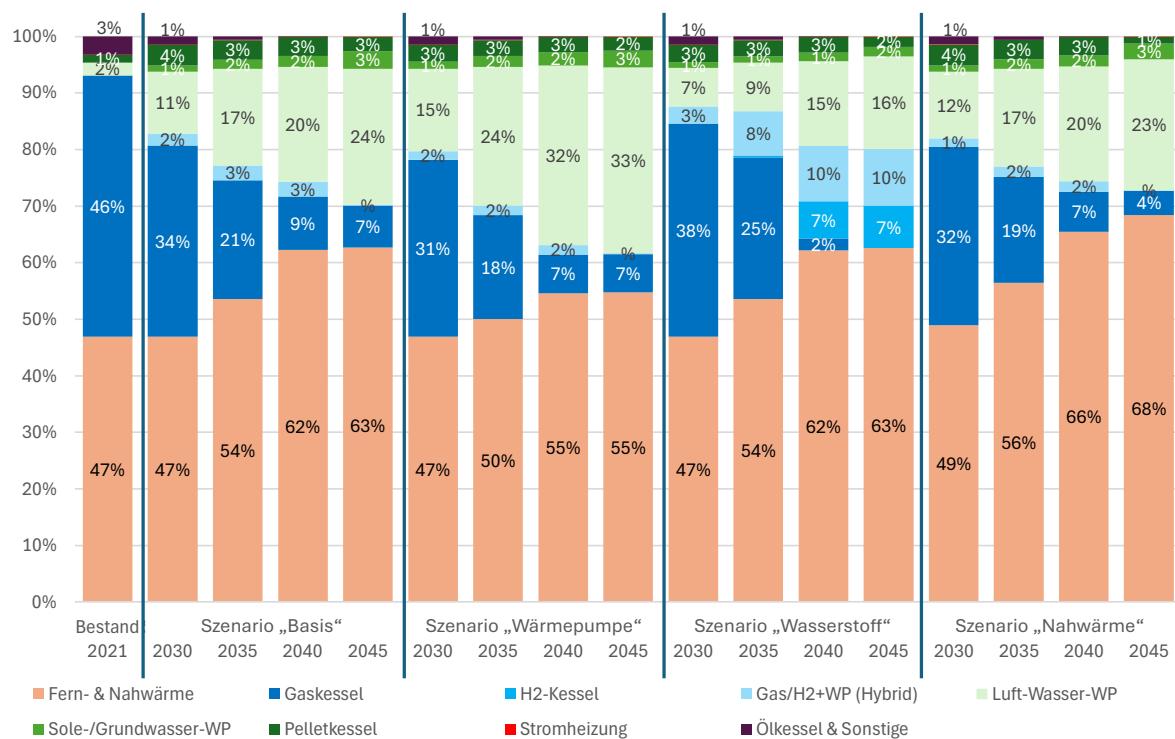


Abbildung 59: Entwicklung der Energieträgeranteile zur Deckung des Gebäudenutzenergiebedarfs in Dresden in den Grundszenarien

Der verstärkte Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Wärmepumpenszenario wirkt sich bis 2030 vorrangig auf den Rückgang von Erdgasanlagen aus. Ab 2027 eingebaute Gasanlagen müssen dabei die Vorgabe des 65 Prozent-Erneuerbaren-Anteil des GEG erfüllen. In den Folgejahren bis 2045 werden jedoch zunehmend potenziell neue Wärmenetzanschlüsse vor allem in den Fernwärmeausbaugebieten durch neue Wärmepumpen substituiert, welche durch die geringeren Strompreise niedrigere Wärmevollkosten gegenüber einer FernwärmeverSORGUNG bedingen. 2045 ist fast der gesamte Unterschied von etwa 8 Prozent zwischen den beiden dezentralen Szenarien bei der netzgebundenen WärmeverSORGUNG auf den stärkeren Einsatz Wärmepumpen zurückzuführen. Dennoch steigt in beiden Szenarien der Deckungsanteil der netzgebundenen WärmeverSORGUNG im bestehenden und ausgebauten Fernwärmegebiet (von 47 Prozent auf 63 Prozent im Basisszenario und auf 55 Prozent im Wärmepumpenszenario) und substituiert zusammen mit neuen Wärmepumpen die aktuell noch eingesetzten Gasanlagen in diesen Bereichen. Der Deckungsanteil der 2045 verbliebenen Gasanlagen im gesamten Stadtgebiet liegt in den beiden dezentralen Szenarien bei etwa 7 Prozent. Hierbei handelt es sich annahmegemäß um nicht leitungsgebundene Heizanlagen, welche mit biogenen Brennstoffen (beispielsweise Bioflüssiggas) über das Zieljahr 2045 hinaus betrieben werden können.

Im **Wasserstoffszenario** ohne neue Wärmenetze (nur Fernwärmebestand und bereits geplanter Fernwärmeausbau) verlangsamt und verringert sich erwartungsgemäß der Rückgang der Gasanlagen gegenüber den beiden dezentralen Szenarien. Der Deckungsanteil der Fernwärme entwickelt sich äquivalent zum Basisszenario und substituiert Gasanlagen in diesen Wärmenetzbereichen. Der höhere Deckungsanteil mit Erdgas bis 2035 erklärt sich vorrangig durch den Wegfall der Anforderung zum Einsatz 65 Prozent-Erneuerbaren-Anteil gemäß den Übergangsregelungen des GEG. Neu eingebaute Gaskessel können auch nach 2027 mit 100 Prozent Erdgas betrieben werden, sofern sie auf Wasserstoff umgestellt werden können. Der erwartete Erdgaspreis liegt dabei unterhalb des erwarteten Preises für den Bio-Erdgasmix in den dezentralen Szenarien. Für neu eingebaute Erdgasanlagen wird jedoch eine Vorausschau auf die zu erwartenden Wasserstoffpreise nach der Netzumstellung auf Wasserstoff berücksichtigt. Mit zunehmender Nähe des Zeitpunktes des Heizanlagentauschs zum Zeitpunkt der Netzumstellung (je nach Teilnetzbereich zwischen 2035 und 2043), kommt der Wasserstoffpreis bei der Berechnung der Wärmevollkosten stärker zum Tragen.

Diese Erwartungen führen zu einer Verschiebung zwischen den Nutzenergie-Deckungsanteilen durch Gasanlagen und Luft-Wasser-Wärmepumpen im Stadtgebiet außerhalb der FernwärmeverSORGUNG. Bis 2030 bleiben die Deckungsanteile durch Wärmepumpen im Wasserstoffszenario um etwa 4 Prozent gegenüber dem Basisszenario und um etwa 8 Prozent gegenüber dem Wärmepumpszenario zurück. Nach 2030 gewinnen die zu erwartenden Wasserstoffpreise mit der ab 2035 beginnenden Wasserstoff-Netzumstellung bei der ökonomischen Bewertung der Heizanlagenoptionen zunehmend an Bedeutung. Während der Anteil monovalent betriebener Gasanlagen weiter rückläufig ist, nimmt die Anzahl von Hybridsystemen (Luft-Wasser-Wärmepumpe und Erdgas beziehungsweise später Wasserstoff) deutlich zu und erreicht bis 2045 einen Deckungsanteil von 10 Prozent am gesamten Nutzenergiebedarf. Die Nutzenergiebedarf-Deckungsanteile durch monovalent betriebene Wärmepumpen fallen im Wasserstoffszenario dementsprechend geringer aus (-10 Prozent gegenüber dem Basisszenario und -18 Prozent gegenüber dem Wärmepumpszenario). Monovalent betriebene Wasserstoffkessel erreichen dagegen nur 7 Prozent Deckungsanteil bis 2045 und damit die gleiche Größenordnung wie die annahmegemäß ab 2045 ausschließlich biogen betriebenen Gasanlagen in den dezentralen Szenarien. Zusammen mit dem bivalent betriebenen Hybridsystemen (35 Prozent unterstellter Spitzenlastkesseleinsatz) werden insgesamt etwa 10,5 Prozent des Nutzenergiebedarfs im Jahr 2045 durch Wasserstoff gedeckt. Der Deckungsanteil von monovalent und bivalent betriebenen Wärmepumpen erreicht 2045 etwa 24,5 Prozent und liegt damit geringfügig unterhalb des Wärmepumpenanteils im Basisszenario.

Im **Nahwärmeszenario** wird unterstellt, dass zukünftig keine flächendeckende Wasserstoffversorgung für Gebäude verfügbar ist. Dafür werden gegenüber den dezentralen Szenarien neue Wärmenetze im Stadtgebiet gebaut (zusätzlich zum geplanten Ausbau der Fernwärme). Die Ergebnisse zeigen, dass – bezogen auf das gesamte Stadtgebiet – die zusätzlichen Wärmenetze den Deckungsanteil der leitungsgebundenen WärmeverSORGUNG am Nutzenergiebedarf bis 2045 gegenüber dem Basisszenario um etwa 5 Prozent erhöhen. Diese zusätzlichen Wärmenetzanschlüsse substituieren vorrangig Deckungsanteile der ab 2045 biogen betriebenen Gasanlagen (rund -3 Prozent gegenüber dem Basisszenario) sowie Deckungsanteile von Wärmepumpen (etwa -1,5 Prozent gegenüber dem Basisszenario). Diese Effekte erscheinen auf den ersten Blick recht gering. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass sie sich auf die räumlichen beschränkten zusätzlichen Wärmenetze konzentrieren und in diesen Gebieten entsprechend deutlich größere Auswirkungen auf die zukünftige Heizanlagenstruktur haben.

Abbildung 60 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenzen, die sich aus den Ergebnissen zur Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes in den vier Grundzzenarien ergeben. Die verwendeten Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger sind in Anlage 5 dargestellt. Zu erkennen ist, dass aufgrund des höheren Anteils von Gasanlagen im Wasserstoffszenario die Reduktion der Treibhausgasemissionen bis Mitte der 2030er Jahre gegenüber den anderen Szenarien verlangsamt. Mit der Umstellung einzelner Teile des Gasverteilnetzes auf (grünen) Wasserstoff (angenommen im Zeitraum 2035 bis 2043) kommen deutliche Emissionsreduktionen gebietsweise zum Tragen. Für das gesamte Stadtgebiet fallen die Emissionen ab 2040 sogar zeitweise unter die Emissionen in den anderen Szenarien. Deren Emissionsentwicklung verläuft bis 2045 recht einheitlich mit leichten höheren Reduktionen im Wärmepumpen- und Nahwärmeszenario. Bis 2045 erreichen jedoch alle Szenarien eine ähnliche Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber dem heutigen Ausgangszustand (rund -91 Prozent +/- 1,4 Prozent).

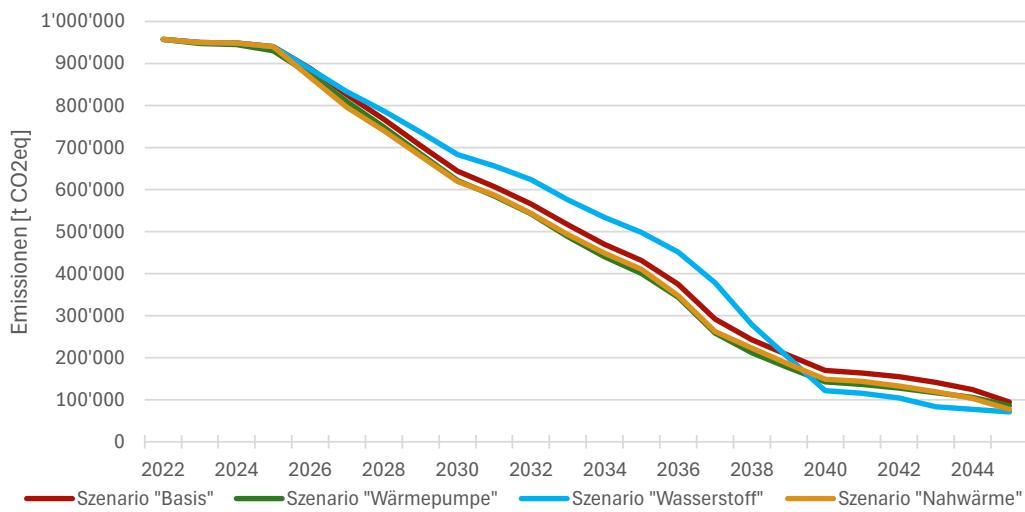


Abbildung 60: Entwicklung der Treibhausgasemissionen zur Wärmeversorgung des Dresdner Gebäudebestandes in den vier Grundszenarien (t CO₂äq)

Die in Abbildung 60 dargestellten Entwicklungspfade führen zu folgenden kumulierten Treibhausgasemissionen im Zeitraum von 2021 bis 2045:

- 13,1 Millionen t CO₂äq im Szenario „Basis“
- 12,6 Millionen t CO₂äq im Szenario „Wärmepumpe“
- 13,4 Millionen t CO₂äq im Szenario „Wasserstoff“
- 12,6 Millionen t CO₂äq im Szenario „Nahwärme“

Das Wasserstoffszenario weist die höchsten kumulierten Treibhausgasemissionen auf. Ein wesentlicher Grund ist darin zu sehen, dass in diesem Szenario Heizkessel deutlich länger ausschließlich mit Erdgas betrieben werden können. Insgesamt werden dadurch auch mehr gasbasierte Heizkessel eingesetzt als in den anderen Szenarien. Die niedrigsten kumulierten Treibhausgasemissionen werden im Nahwärme- und im Wärmepumpenszenario erreicht. Während im Wärmepumpenszenario mit den niedrig angenommenen Strompreisen Erdgasanlagen tendenziell früher im Betrachtungszeitraum durch Wärmepumpen ersetzt werden, substituieren die Nahwärmelösungen bis 2045 insgesamt mehr gasbasierte Heizkessel.

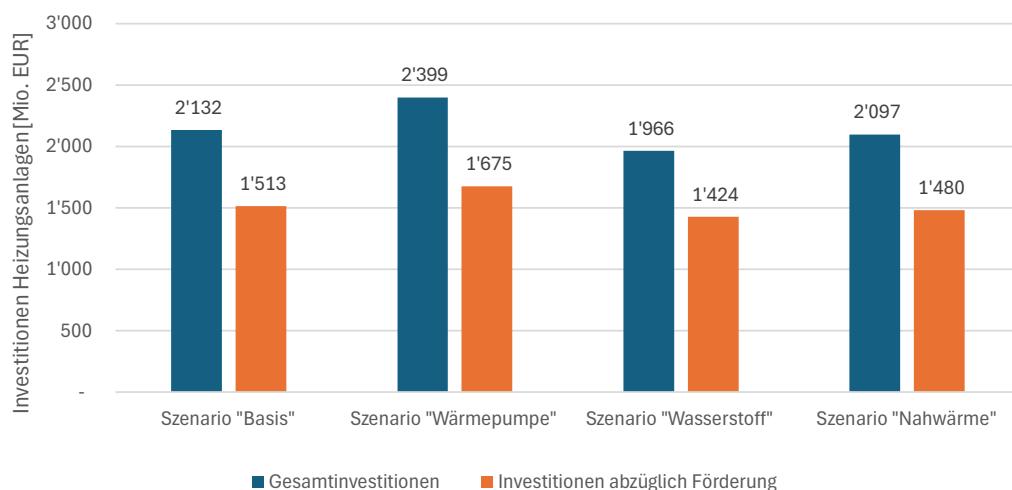


Abbildung 61: Gegenüberstellung der bis zum Jahr 2045 kumulierten Investitionsvolumina für die gebäudeinterne Wärmeversorgungstechnik in den vier Grundszenarien

In Abbildung 61 werden die kumulierten Investitionen, jeweils mit und ohne staatliche Subventionen, der vier Grundszenarien in die Gebäudeinterne Wärmeversorgungstechnik vergleichend gegenübergestellt. Diese Investitionen betreffen ausschließlich die Wärmeversorgungstechnik im Gebäude und gegebenenfalls erforderliche Netzanschlüsse, die durch Gebäudeeigentümer beziehungsweise -eigentümerinnen bis 2045 im Stadtgebiet zu tragen sind. Investitionen, welche in Netze (beispielsweise neue Wärmenetze, die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff oder der Ausbau der Stromnetze) und zentrale Wärmeerzeugungsanlagen erforderlich sind, bleiben hier unberücksichtigt.

Die höchsten Investitionen sind mit rund 2,4 Milliarden Euro ohne Förderungen für das Wärmepumpszenario festzustellen. Zum einen bedingen Wärmepumpen bei der Erstinstallation gegenüber dem Austausch eines Heizkessels als derzeit vorherrschende Wärmeversorgungsvariante höhere Investitionen (insbesondere bei der Heizanlagenperipherie wie beispielsweise Erdkollektoren beziehungsweise -sonden oder dem gegebenenfalls erforderlichen Austausch einzelner Heizkörper). Zum anderen wird im Wärmepumpszenario auch der höchste Wärmepumpenanteil in allen Grundszenarien erreicht. Gleichzeitig sind in diesem Szenario auch die Fördermittel am höchsten, da diese prozentual auf die Investitionssummen gewährt werden.

Die niedrigsten kumulierten Investitionen mit knapp 2 Milliarden Euro ohne Förderungen für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sind im Wasserstoffszenario festzustellen. Dies liegt vor allem daran, dass der Austausch eines Heizkessels als derzeit vorherrschende Wärmeversorgungsvariante in der Regel auch mit geringeren Investitionen verbunden ist. Gegebenenfalls sind bei der Umstellung von Heizwerttechnik auf Brennwerttechnik zusätzliche Investitionen zur Sanierung des Schornsteins erforderlich. Hinzu kommen geringfügige Investitionen für die Umstellung eines H₂-ready-Gaskessels auf Wasserstoffbetrieb.

Die Investitionsvolumina für das Basisszenario und das Nahwärmeszenario liegen mit rund 2,1 Milliarden Euro ohne Förderung auf einem ähnlichen Niveau und ordnen sich zwischen dem Wasserstoffszenario und dem Wärmepumpszenario ein. Die in den Szenarien unterstellten Förderungen orientieren sich an den aktuellen Grundförderungen von etwa 30 bis 35 Prozent der Investitionssumme für Wärmepumpen, Wärmenetzanschlüsse, Biomassekessel, Wasserstoffkessel und solarthermische Anlagen. Vor allem für Wärmepumpen sind aktuell noch deutlich höhere Förderungen möglich. Durch die Grundförderung verringert sich das Investitionsvolumen, dass durch die Gebäudeeigentümer und -eigentümerinnen zu tragen ist, um 540 Millionen Euro im Wasserstoffszenario, um 620 Millionen Euro im Basis- und im Nahwärmeszenario sowie um 720 Millionen Euro im Wärmepumpszenario.

Abbildung 62 zeigt die durchschnittlichen Wärmevollkosten im Jahr 2045 als gemittelter Wert über alle im Jahr 2045 gebäudeintern installierten Heizanlagen im Dresdner Stadtgebiet im jeweiligen Grundszenario. Es handelt sich um Netto-Kosten in Realpreisen von 2023 (d. h. die Inflation bis 2045 bleibt unberücksichtigt). Die Wärmevollkosten setzen sich aus den Kosten für die Anschaffung inklusive der Installation der Anlage (als Annuität⁶² der Investition abzüglich Förderungen), den jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie den jährlichen Energiekosten zusammen. Zur Einordnung der ermittelten Werte: Die mittleren Netto-Wärmevollkosten im Dresdner Stadtgebiet für 2021 in Realpreisen von 2023 betrugen rund 13,8 Euro pro m².

⁶² Hierdurch wird die Investition zur Anschaffung der Anlage auf gleich große Jahresbeträge für die Dauer ihrer Nutzung (Annahme: 20 Jahre) unter Berücksichtigung eines Zinssatzes von 5 Prozent verteilt.



Abbildung 62: Gegenüberstellung der über das Stadtgebiet gemittelten Wärmevollkosten im Jahr 2045 in den vier Grundszenarien

Bei den Wärmevollkosten zeigt sich im Szenarienvergleich, im Gegensatz zu den Investitionen, ein umgekehrtes Bild: Die mit Abstand niedrigsten mittleren Wärmevollkosten werden im Wärmepumpenszenario erreicht, die höchsten im Wasserstoffszenario. Der Grund ist darin zu sehen, dass die auf ein Jahr heruntergebrochenen Anschaffungskosten zusammen mit den Wartungs- und Instandhaltungskosten nur einen kleinen Teil der Wärmevollkosten ausmachen. Den größten Einfluss auf die Wärmevollkosten haben die jährlichen Energiekosten. Diese sind im Wärmepumpenszenario aufgrund der unterstellten vergünstigten Strompreise und der effizienten Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen mit knapp 13 Euro pro m² und Jahr am niedrigsten. Im Basis- und Nahwärmeszenario mit hohen Strompreisen für Wärmepumpen liegen die mittleren Wärmevollkosten bei 14,1 bis 14,2 Euro pro m² und Jahr. Die mittleren Wärmevollkosten im Wasserstoffszenario liegen mit 14,3 Euro pro m² und Jahr nochmals leicht darüber.

	Szenario „Basis“	Szenario „Wärmepumpe“	Szenario „Wasserstoff“	Szenario „Nahwärme“
CO ₂ -Emissionen	-89.6%	-90.5%	-92.2%	-91.5%
Sanierungsrate ¹⁾	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Heizungswechselrate ²⁾	5.3%	5.3%	6.4%	5.3%
Invest. Heizung	2.13 Mrd. €	2.40 Mrd. €	1.97 Mrd. €	2.10 Mrd. €
Subv. Heizung	0.62 Mrd. €	0.72 Mrd. €	0.54 Mrd. €	0.62 Mrd. €
Invest. Sanierung	0,69 Mrd. €	0,69 Mrd. €	0,69 Mrd. €	0,69 Mrd. €
Subv. Sanierung	0,17 Mrd. €	0,17 Mrd. €	0,17 Mrd. €	0,17 Mrd. €
Wärmevollkosten	14.2 € / (m ² *a)	13.0 € / (m ² *a)	14.3 € / (m ² *a)	14.0 € / (m ² *a)
Höchstlast Wärmestrom ³⁾	222 MW	294 MW	171 MW	211 MW
Anzahl Netz-Auslastung ⁴⁾	631	782	578	612
Invest. Stromnetz ⁵⁾	334 Mio. EUR	364 Mio. EUR	313 Mio. EUR	330 Mio. EUR
Invest. Wärmenetze	1'750 Mio. EUR	1'750 Mio. EUR	1'750 Mio. EUR	1'880 Mio. EUR + X
Invest. Gasnetz	?	?	18,5 Mio. EUR + ?	?

1) Prozentsatz der jährlich sanierten Gebäude im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Gebäude zwischen 2022 und 2034

2) Prozentsatz der jährlichen Heizungswechsel, inkl. Fernwärme, ohne Umstellung H2-Netz

3) Gleichzeitigkeitsfaktor 0,7

4) Transformatoren mit Auslastung heutiger freier Netzkapazität > 80% durch Wärmestrom

5) grobe Indikation: Ausbaukosten nur für Nieder- & Mittelspannungsebene NE7 + NE6, inkl. L1S (300EUR/kW)

Abbildung 63: Zusammenfassende Gegenüberstellung relevanter Indikatoren basierend auf den Ergebnissen der vier Grundszenarien für das Dresdner Stadtgebiet

Abbildung 63 zeigt eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Szenarioergebnisse sowie weiterer relevanter Indikatoren, welche auf Grundlage der Szenariorechnungen für das Dresdner Stadtgebiet ermittelt wurden. Aus der in allen Grundszenarien einheitlich betrachtete Sanierungsrate von 0,2 Prozent pro Jahr resultiert eine kumulierte Gesamtinvestition von etwa 690 Millionen Euro bis 2045. Davon können etwa 170 Millionen Euro über Fördermittel abgedeckt werden. Die Heizungswechselrate beträgt in den Szenarien im Mittel 5,3 Prozent pro Jahr. Im Wasserstoffszenario ist die erforderliche Heizanlagenenumstellung von Erdgas auf Wasserstoff, welche in einem Umstellgebiet für alle dort angeschlossenen Heizanlagen durch den Austausch relevanter Anlagenkomponenten vollständig innerhalb einer Sommersaison erfolgen müsste, ebenfalls als Wechsel erfasst. Aus diesem Grund fällt hier der Wert mit durchschnittlich 6,4 Prozent höher aus.

Ein weiteres Augenmerk wird auf die notwendigen Investitionen in die Netzinfrastruktur gelegt. Zunächst werden die Stromnetze betrachtet. Der zukünftig verstärkte Einsatz von Wärmepumpen führt zu einer deutlichen Erhöhung der Stromnetzlasten. Zusammen mit weiteren Stromanwendungen (insbesondere der Elektromobilität) kann sich je nach Lage im Stadtgebiet ein Ausbaubedarf der heute vorhandenen Netzinfrastruktur ergeben.

Die zusätzliche Höchstlast durch Strom für Wärmeanwendungen im Jahr 2045 wird aus der installierten elektrischen Anlagenleistung der Wärmepumpen und Stromdirektheizungen berechnet. Hierfür werden bewusst sehr schlechte Leistungszahlen für die verschiedenen Wärmepumparten unterstellt, wie sie kurzfristig während einer starken Kälteperiode auftreten können. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass maximal 70 Prozent aller strombasierten Heizanlagen mit Anschluss an die Nieder- oder Mittelspannungsebene im gesamten Stadtgebiet gleichzeitig laufen. Vor diesem Hintergrund bewegen sich die durch Wärmeanwendungen zusätzlich bedingten Stromhochstlasten zwischen 171 MW im Wasserstoffszenario und 294 MW im Wärmepumpenszenario, während im Basisszenario ein Wert von etwa 222 MW erreicht wird.

Für die im Nahwärmeszenario verfügbaren potenziellen Nahwärmenetze wird davon ausgegangen, dass sie durch die Einsatzmöglichkeiten des Spitzenlastkessels und der Wärmespeicher auf den Betrieb ihrer Wärmepumpen in Hochlastzeiten nicht angewiesen sind. Bei der Berechnung der zusätzlichen Höchstlast durch Wärmestrom bleiben diese Wärmepumpen deshalb außen vor. Die zusätzliche Höchstlast fällt im Nahwärmeszenario mit 211 MW auf Gesamtstadtebene zwar nur 11 MW geringer aus als im Basisszenario, diese Reduktion konzentriert sich jedoch auf die potenziellen Nahwärmegebiete und kann in diesen Bereichen je nach erreichtem Anschlussgrad zu einer Verringerung der zusätzlichen Höchstlasten von über 90 Prozent führen.

Weiterhin werden die räumlich verteilten zusätzlichen Höchstlasten durch Wärmestrom auf der Niederspannungsebene den derzeitigen Transformatorenauslastungen im Dresdner Stadtgebiet gegenübergestellt. Gezählt werden die Trafostationen, deren derzeitige Höchstlast gemäß Schleppzeigerwert zuzüglich der erwarteten Wärmestromlast 80 Prozent der derzeitigen Trafo-Nennleistung überschreiten. Berücksichtigt wurde die elektrische Anschlussleistung von Wärmepumpen und Stromdirektheizungen in den Grundszenarien im Jahr 2045 für Anlagen kleiner 200 kW mit einem angenommenen Gleichzeitigkeitsfaktor von 90 Prozent für das Verteilnetz. Für größere Wärmepumpen wird davon ausgegangen, dass sie auf der Mittelspannungsebene angeschlossen werden. Erwartungsgemäß zeigt sich auch hier im Wärmepumpenszenario mit 782 die höchste und im Wasserstoffszenario mit 578 die niedrigste Anzahl leistungsseitig potenziell auszubauender Trafostationen. Die Werte für das Basisszenario (631) und das Nahwärmeszenario (612) reihen sich wiederum dazwischen ein und zeigen ebenfalls, dass Nahwärmenetze lokal einen wesentlichen Beitrag zur Dämpfung des Stromlastzuwachses leisten können.

Der Investitionsbedarf zum Ausbau der Stromnetze wird aufgrund der verfügbaren Datenlage nicht spezifisch für den Leistungszuwachs durch strombasierte Wärmeerzeugung, sondern zusammen mit dem erwarteten Netzausbaubedarf für die Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität betrachtet. Letzterer ist für alle Szenarien gleich, sodass die Differenzen zwischen den Szenarien ein Indikator für die Auswirkungen der getroffenen Annahmen in den Grundszenarien darstellen. Für die Investitionen in die Stromnetzinfrastruktur auf der Niederspannungsebene wird ein spezifischer Wert von 300 Euro/kW für zusätzliche Lasten aus Wärme- und Mobilitätsanwendungen abgeschätzt. Damit weicht das erwartete Investitionsvolumen in die Stromnetzinfrastruktur zwischen den Grundszenarien um maximal 51 Millionen Euro voneinander ab.

Für den bereits geplanten Ausbau des Fernwärmenetzes werden Investitionen in Höhe von etwa 1,75 Milliarden Euro durch den Fernwärmebetreiber veranschlagt. Für die Gebiete mit hohem Nahwärmepotenzial wurde im Rahmen der

Eignungsprüfung (siehe Schritt 3 im Kapitel 8.4) insgesamt ein Investitionsvolumen von etwa 130 Millionen Euro für die Erstellung der Energiezentralen und den Neubau der Netze abgeschätzt. Die Gebiete mit mittlerem Wärmenetzpotenzial sind darin nicht berücksichtigt.

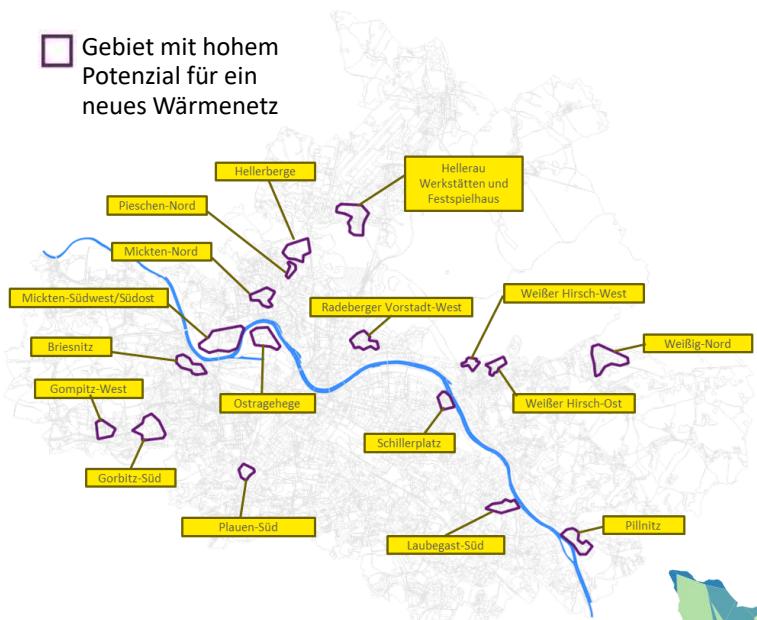
Die notwendigen Investitionen für eine Wasserstoffumstellung des gesamten Gasnetzes außerhalb der bestehenden und bereits geplanten FernwärmeverSORGUNG im Dresdner Stadtgebiet wird durch den Netzbetreiber mit 18,5 Millionen Euro für veranschlagt. Eine Abschätzung der Investitionen zur Stilllegung oder zum Rückbau von Gasnetzinfrastrukturen für die Grundszenarien ohne Wasserstoff liegen zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung noch nicht vor.

10.2.2 Gebietsspezifische Erkenntnisse aus den Szenarioanalysen

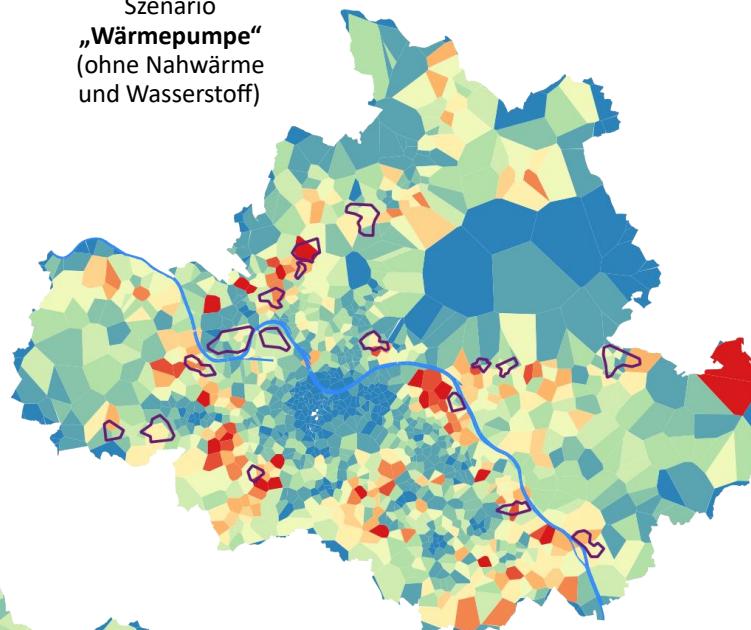
Aus den Ergebnissen der vier Grundszenarien können auch wesentliche Erkenntnisse für einzelne Bereiche im Stadtgebiet abgeleitet werden, welche für die Erstellung des Zielszenarios zur zukünftigen klimaneutralen WärmeverSORGUNG für Dresden von Bedeutung sind. Dazu zählen insbesondere Erkenntnisse zur Beurteilung einzelner WärmeverSORGungsarten im Stadtgebiet für die darauf aufbauenden Festlegungen voraussichtlicher WärmeverSORGungsgebiete. Im Fokus stehen dabei zunächst die netzgebundenen Versorgungsoptionen, deren Verfügbarkeit zwischen den Grundszenarien variiert wurde.

Die erwartete Zunahme von Wärmepumpensystem zur Transformation der außerhalb des Fernwärmennetzes bislang vorrangig erdgasbasierten WärmeverSORGUNG in Dresden hat einen großen Einfluss auf die bestehende Stromnetzinfrastruktur. Obwohl das Wärmeplangesetz eine detaillierte Betrachtung der Stromnetze nicht explizit adressiert, werden auf Grundlage Szenarienergebnisse die Auswirkungen auf die Verteilnetze analysiert. Daraus lassen sich zum einen Rückschlüsse auf den räumlich verteilten Ausbaubedarf der Infrastruktur ziehen, der durch den zusätzlichen Wärmestrombedarf bedingt wird. Zum anderen können die lokalen Auswirkungen verschiedener WärmeverSORGungsarten auf den Anstieg der Wärmestromlasten für einzelne Gebiete vergleichend gegenübergestellt werden. Hierfür werden die Ergebnisse des Szenarios „Wärmepumpe“ mit dem größten Zuwachs an strombasierter WärmeverSORGUNG sowie die Ergebnisse des Wasserstoffszenarios und des Nahwärmeszenarios mit den entsprechenden netzgebundenen Versorgungsoptionen betrachtet (siehe Abbildung 64). Zur besseren Orientierung sind in der Abbildung die identifizierten Gebiete mit hohem Potenzial für ein neues Wärmenetz markiert (siehe Kapitel 8.4). Der Anschluss eines Gebäudes an diese potenziellen Netze war jedoch nur im Nahwärmeszenario möglich.

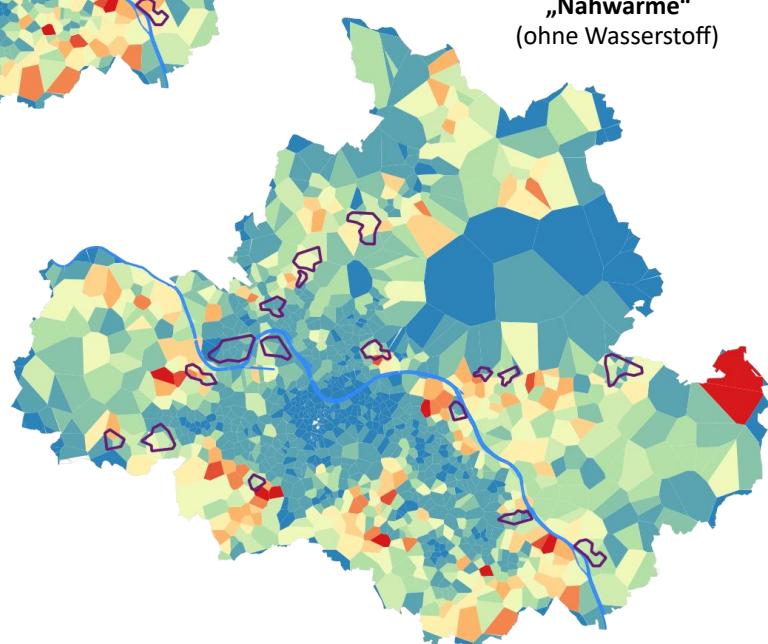
 Gebiet mit hohem Potenzial für ein neues Wärmenetz



Szenario
„Wärmepumpe“
(ohne Nahwärme und Wasserstoff)



Szenario
„Nahwärme“
(ohne Wasserstoff)



Zusätzliche Anschlussleistung

	0 kW
	< 100 kW
	100 - 200 kW
	200 - 300 kW
	300 - 400 kW
	400 - 500 kW
	500 - 600 kW
	600 - 700 kW
	700 - 800 kW
	800 - 900 kW
	900 - 1000 kW
	> 1000 kW

Szenario
„Wasserstoff“
(ohne Nahwärme)

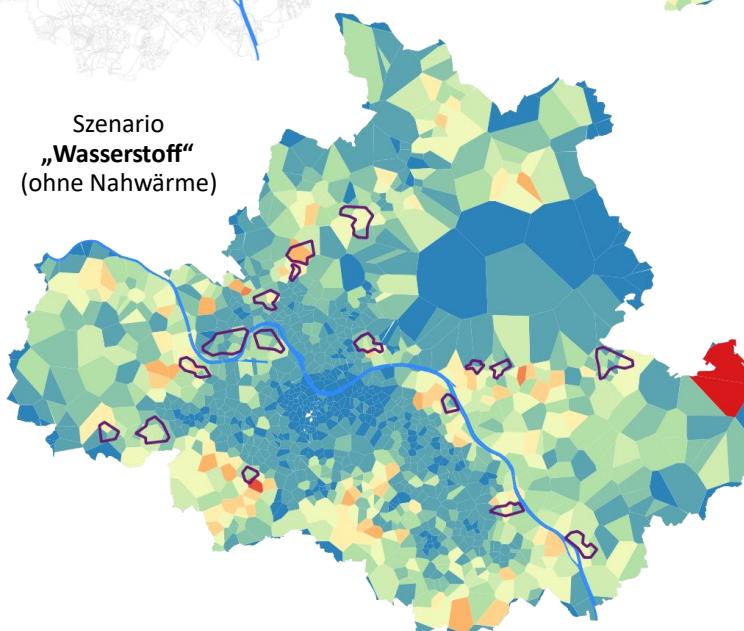


Abbildung 64: Zusätzliche Stromlasten für Wärme (Anschlussleistung Wärmepumpen und Stromdirektheizung) im Jahr 2045 gegenüber 2021 auf Verteilnetzebene in den Szenarien

Die Ergebnisse des Wärmepumpenszenarios mit den niedrigen Strompreisen zeigen außerhalb des bestehenden Fernwärmennetzes und dessen bereits geplanter Erweiterung deutliche Anstiege der Anschlussleistungen für Wärmestromanwendungen. Diese können in Abhängigkeit der noch verfügbaren Freikapazitäten einen höheren Ausbaubedarf des Stromnetzes bedingen. Die Ergebnisse des Nahwärmeszenarios verdeutlichen jedoch, dass durch neue Wärmenetze in den Bereichen mit hohem Wärmenetzpotenzial Entlastungen des Stromnetzes erreicht werden können. Diese fallen in Abhängigkeit des erreichten Anschlussgrades auch stärker aus als bei einer netzgebundenen Versorgung mit Wasserstoff mit niedrigen Wasserstoffpreisen (beispielsweise in Trachenberge, in Mickten-Nord, Mickten-Süd und Laubegast). Unter der unsicheren Annahme, dass diese niedrigen Wasserstoffpreise zukünftig auch erreicht werden können, zeigen die Ergebnisse des Wasserstoffszenarios vor allem in den Bereichen mit sehr hohen zusätzlichen Anschlussleistungen einen dämpfenden Effekt. Mit höheren Wasserstoffpreisen ist jedoch ebenfalls von einem deutlichen Zuwachs der Anschlussleistungen für Wärmestrom auszugehen.

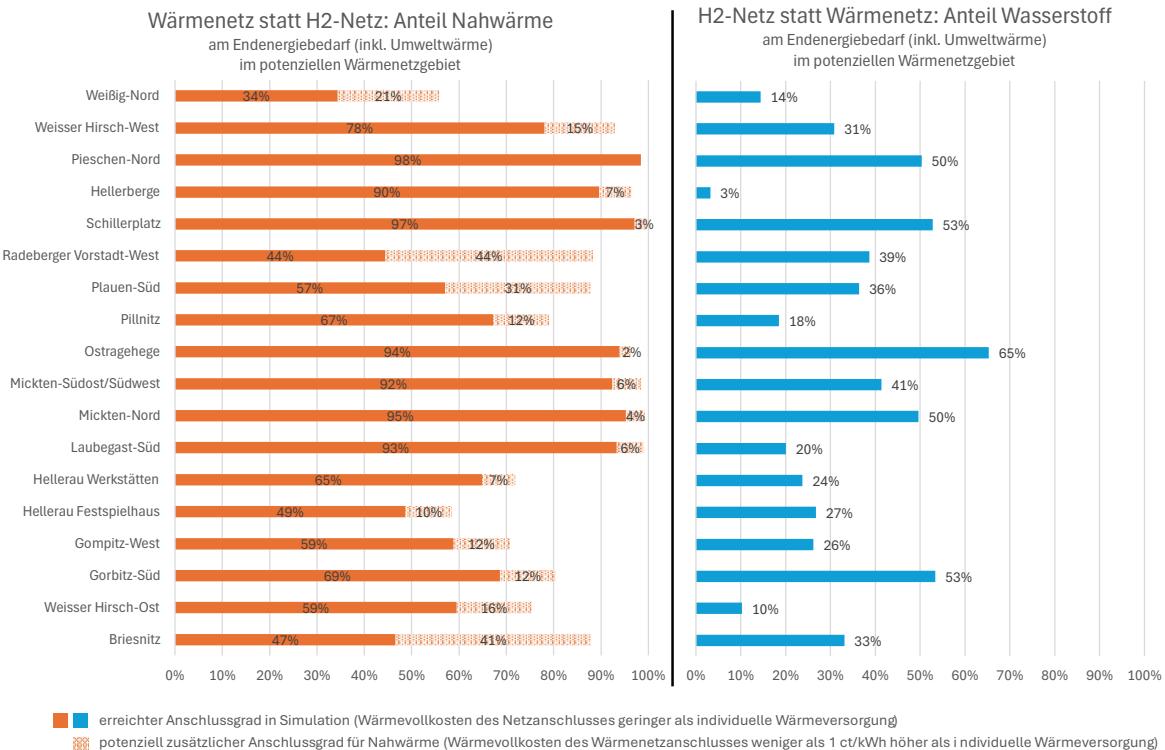


Abbildung 65: Anschlussgrade an ein potenzielles Wärme- oder Wasserstoffnetz im Jahr 2045 in den Gebieten mit hohem Potenzial für ein Wärmenetz in den Grundszenarien für Nahwärme und Wasserstoff

Eine erfolgreiche Umsetzung neuer Wärmenetze ist entscheidend vom erreichbaren Anschlussgrad im Gebiet abhängig. Für die Gebiete mit hohem Wärmenetzpotenzial wurden deshalb die simulierten Anschlussgrade im Nahwärmeszenario ausgewertet. Ebenso wurden die erreichten Anschlussgrade an ein potenzielles Wasserstoffnetz in diesen Gebieten untersucht. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 65.

In der modellgestützten Simulation wird für jedes Gebäude zum Zeitpunkt des anstehenden Heizungswechsels jeweils die Heizungsoption gewählt, die für das Gebäude möglich ist und die niedrigsten gebäudespezifischen Wärmevollkosten hat. Zu erkennen ist, dass in den meisten der Gebiete mit hohem Wärmenetzpotenzial der Anschluss an das Wärmenetz auch die vorteilhafteste Option darstellt. Allerdings liegen die Wärmevollkosten des Wärmenetzanschlusses sehr nah an den Wärmevollkosten einer dezentralen Versorgung mittels Wärmepumpen. Teilweise ist die Differenz kleiner als 1 ct/kWh. Das ist vor allem in Gebieten wie beispielsweise Weißig der Fall, welche ein ausreichendes Potenzial für Sole-Wärmepumpen aufweisen. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, möglichst frühzeitig auf potenzielle Wärmenetzkunden zuzugehen, und diese für einen Netzausbau zu gewinnen. In der Abbildung sind deshalb ergänzend die potenziell möglichen Anschlussgrade dargestellt, deren Wärmevollkosten für den Netzausbau maximal 1 ct/kWh über den Wärmevollkosten einer dezentralen Versorgung liegen.

Die simulierten Anschlussgrade im Wasserstoffszenario ohne Wärmenetz aber alternativem Wasserstoffnetz in den entsprechenden Bereichen, fallen dagegen insgesamt deutlich geringer aus und erreichen nur vereinzelt mehr als 40 Prozent des gesamten Endenergiebedarfs im jeweiligen Gebiet. Der wesentliche Grund ist darin zu sehen, dass – trotz der unterstellten niedrigen Wasserstoffpreise – die Wärmeverkosten in der Regel drei bis vier ct/kWh höher ausfallen als für die dezentrale Versorgung. Dennoch werden auch hier in einigen Gebieten Anschlussgrade über 50 Prozent erreicht. Dies verweist auf eingeschränkte Potenziale zur dezentralen Versorgung mittels einer Wärmepumpe und einer gleichzeitig kostenintensiveren alternativen Versorgung mittels biogener Brennstoffe.

Weitere gebietsspezifische Erkenntnisse aus den Szenarienergebnissen werden im Rahmen der räumlichen Eignungsbeurteilung zu den verschiedenen Wärmeverversorgungsarten im Kapitel 10.3 adressiert.

10.2.3 Zusammenfassung wesentlicher Erkenntnisse aus den Szenarioanalysen

In den vier Grundszenarien wurde jeweils die Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes bis zum Jahr 2045 unter verschiedenen Rahmenbedingungen simuliert. Zwischen den Szenarien wurde die Verfügbarkeit leitungsgebundener Versorgungsoptionen variiert. Im Wasserstoffszenario wird angenommen, dass das gesamte Gasnetz außerhalb des Fernwärmenetzes (Bestand und geplanter Ausbau) gebietsweise zwischen 2035 und 2043 auf Wasserstoff umgestellt wird. Im Nahwärmeszenario wird dagegen die Verfügbarkeit neuer Wärmenetze mit hohem und mittleren Umsetzungspotenzial außerhalb der bestehenden und geplanten Fernwärmeverversorgung unterstellt. Diese Optionen werden mit einer rein dezentralen Versorgung (Basis- und Wärmepumpenszenario) in diesen Gebieten verglichen.

Zusammen mit der Verfügbarkeit einer netzgebundenen Versorgung beeinflussen die zu erwartenden Energiepreise maßgeblich die zukünftige Entwicklung des Dresdner Heizanlagenbestandes. Aus den Szenarioergebnissen lässt sich zusammenfassend dazu folgendes Fazit ziehen:

In allen Szenarien zeigt sich eine Reduktion der Dresdner Treibhausgasemissionen für Raumwärme und Warmwasser von rund 90 Prozent bis zum Jahr 2045 gegenüber dem Jahr 2021. Die kumulierten Treibhausgasemissionen in diesem Zeitraum bewegen sich zwischen 12,6 und 13,4 Millionen Tonnen CO₂eq. Niedrige Strompreise für Wärmepumpen oder zusätzliche Wärmenetze außerhalb des Fernwärmegebietes reduzieren die kumulierten Treibhausgasemissionen. Am höchsten fallen sie aus, wenn das Gasnetz außerhalb des Fernwärmegebietes flächendeckend auf Wasserstoff umgestellt wird und Heizkessel gemäß den aktuellen GEG-Übergangsregelungen je nach Umstellungszeitpunkt deutlich länger mit Erdgas betrieben werden können.

2021 wurden in Dresden rund 14.000 Netzanschlüsse mit Fernwärme versorgt. Durch den geplanten Fernwärmearausbau und die langfristige Stilllegung des Gasnetzes im Fernwärmegebiet könnten etwa 8.000 neue Fernwärmearanschlüsse realisiert werden. Damit würde die Anzahl der Netzanschlüsse bis zum Jahr 2045 auf etwa 22.000 ansteigen und die Fernwärmeverversorgung würde rund 63 Prozent des Dresdner Wärmenutzenergiebedarfs (ohne Prozesswärme) im Zieljahr decken.

Ohne zusätzliche netzgebundene Versorgungsoptionen außerhalb des Fernwärmegebietes sind im Zieljahr bei hohen Strompreisen rund 37.500 Wärmepumpen (überwiegend monovalent betriebene Luft-Wasser-Wärmepumpen) mit einem Deckungsanteil von 27 Prozent am gesamten Wärmenutzenergiebedarf (ohne Prozesswärme) zu erwarten.

Durch eine flächendeckende Umstellung des Erdgasnetzes außerhalb der Fernwärmeverversorgung auf Wasserstoff könnte bei niedrigen Wasserstoffpreisen und hohen Strompreisen im Zieljahr 2045 ein Wasserstoffdeckungsanteil von etwa 10,5 Prozent am Wärmenutzenergiebedarf (ohne Prozesswärme) erreicht werden. Die Anzahl installierter Wärmepumpen bleibt mit etwa 37.300 Anlagen zwar auf demselben Niveau wie ohne Wasserstoffnetz, allerdings werden davon etwa 6.400 Anlagen bivalent betriebenen und durch einen Wasserstoffkessel zur Spitzenlastdeckung ergänzt. Zusätzlich wären etwa 9.000 monovalent betriebene Wasserstoffkessel im Einsatz.

Zu berücksichtigen ist, dass zu den angenommenen Wasserstoff-Umstellungszeitpunkten im jeweiligen Netzbereich noch Bestandsheizkessel mit im Betrieb sind, die vermutlich mehrheitlich nicht auf einen Wasserstoffbetrieb umgerüstet werden

können. Dies betrifft bis zu 5.000 Bestandsanlagen, welche vor dem Ende Ihrer Nutzungsdauer im Falle einer Netzumstellung voraussichtlich zu ersetzen wären.

Neue Wärmenetze stellen in den Gebieten mit hohem Wärmenetzpotenzial meistens auch die vorteilhafteste Option zur Wärmeversorgung dar. Allerdings bewegen sich die Wärmeverkosten einer dezentralen Versorgung in einigen Gebieten auf einem sehr ähnlichen Niveau. Dies ist vor allem für größere Gebäude der Fall, wenn ausreichend Einsatzpotenziale für Sole-Wärmepumpen vorhanden sind. Für eine erfolgreiche Umsetzung dieser Wärmenetze ist deshalb die frühzeitige Bindung vor allem von Ankerkunden ein entscheidender Faktor.

Entwickeln sich die Strompreise auf einem niedrigeren Niveau, könnten 2045 rund 43.500 Wärmepumpen im Stadtgebiet installiert sein. Damit wird ein Deckungsanteil von 35 Prozent am gesamten Dresdner Wärmenutzenergiebedarf (ohne Prozesswärme) erreicht. In den Fernwärmegebieten fällt dadurch die Anzahl neuer Netzanschlüsse um etwa 4.500 (etwa 8 Prozent des Dresdner Wärmenutzenergiebedarfs) geringer aus. Auch in den potenziellen Wärmenetzgebieten außerhalb der Fernwärme würde bei niedrigeren Strompreisen und ausreichendem Einsatzpotenzial von Wärmepumpen eine dezentrale Versorgung gegenüber der netzgebundenen Versorgung zusätzlich an Attraktivität gewinnen.

Im Falle der flächendeckenden Wasserstoffversorgung zeigen Sensitivitätsanalysen, dass sich bei niedrigeren Strompreisen der Anteil hybrider Heizanlagen verringert und der Anteil monovalent betriebener Wärmepumpen erhöht. Sind gleichzeitig auch höhere Wasserstoffpreise zu erwarten, reduziert sich der Einsatz von Wasserstoff nochmals deutlich und stellt nur noch für wenige sehr anspruchsvolle Versorgungssituationen ohne ausreichende Einsatzpotenziale für Wärmepumpen eine Option dar.

Je nach erwartetem Strompreisniveau sind im Dresdener Gebäudebestand zwischen 37.500 und 43.500 Wärmepumpen im Zieljahr 2045 zu erwarten. Damit ist eine deutliche Erhöhung der maximalen Stromlast in Dresden verbunden (zwischen 222 MW und 294 MW). Netzgebundene Versorgungsoptionen können in Abhängigkeit des erreichbaren Anschlussgrades die zusätzlichen Stromlasten zumindest lokal deutlich dämpfen.

10.3 Eignungsprüfung und Eignungswahrscheinlichkeiten der Wärmeversorgungsarten

Aus den Voranalysen zu den Wärmenetzen sowie den Erkenntnissen aus den Szenarioanalysen werden im Folgenden Eignungswahrscheinlichkeiten der drei Wärmeversorgungsarten „Wärmenetz“, „Wasserstoffnetz“ und „dezentrale Wärmeversorgung“ für das Dresdner Stadtgebiet im Zieljahr 2045 abgeleitet. Die Eignungswahrscheinlichkeiten werden gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetztes anhand einer qualitativen Rangfolge mit den vier Stufen von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ für jede Wärmeversorgungsart separat ausgewiesen. Die Einordnung in die einzelnen Stufen wird anhand der Ausprägung relevanter Kriterien für die jeweilige Wärmeversorgungsart vorgenommen.

10.3.1 Wärmeversorgungsart „Wärmenetze“

Grundlegende Aspekte und Kriterien zur Eignungsbeurteilung eines Gebietes für ein Wärmenetz wurden im Kapitel 8 erörtert. Abbildung 66 zeigt die Eignungswahrscheinlichkeiten der Wärmeversorgungsart „Wärmenetze“ für das Dresdner Stadtgebiet, welche aus den Voranalysen zu den Wärmenetzen sowie den Erkenntnissen aus den Szenarioanalysen resultieren.

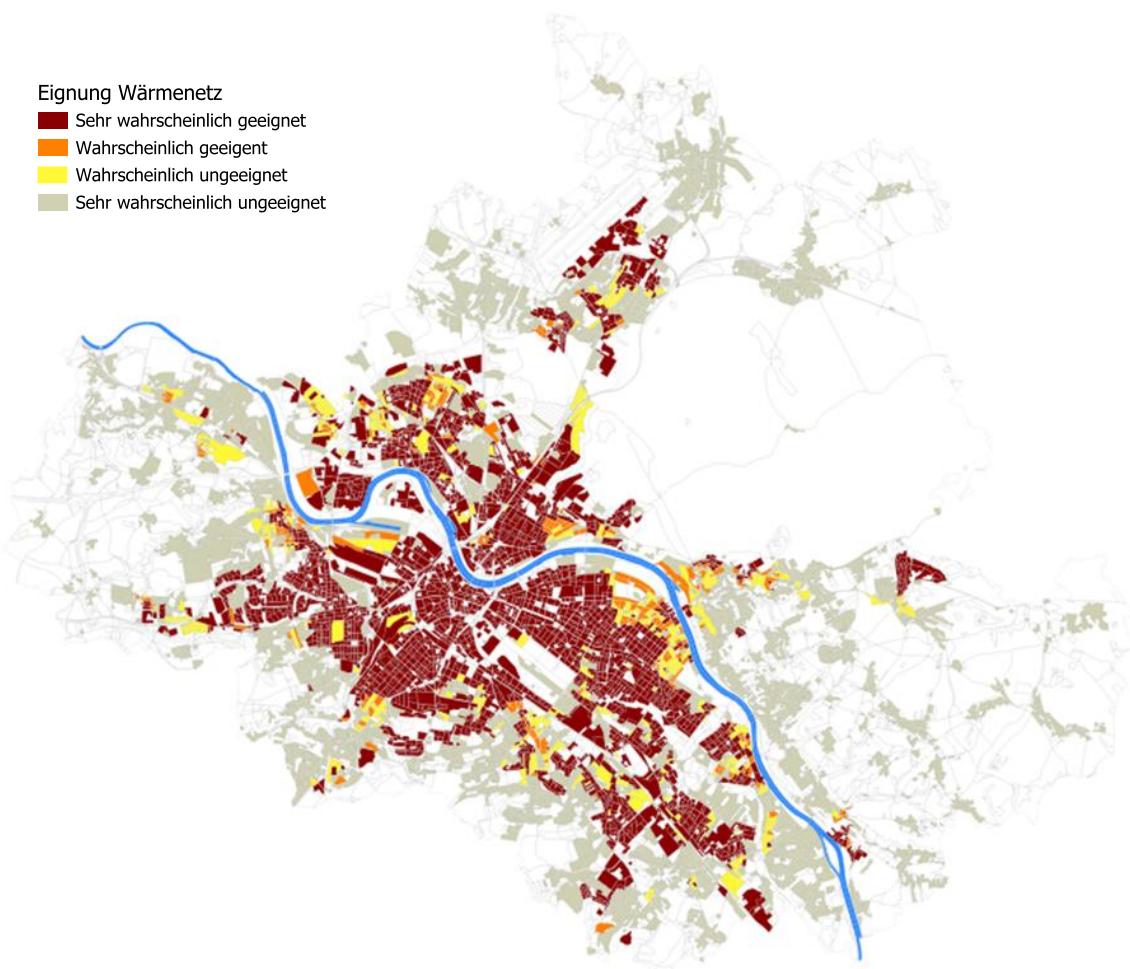


Abbildung 66: Baublockbezogene Eignungswahrscheinlichkeit der Wärmeversorgung mit Wärmenetzen im Dresdner Stadtgebiet

Sehr wahrscheinlich geeignet für ein Wärmenetz sind alle Gebiete, in denen bereits ein Wärmenetz erfolgreich betrieben wird. Die betrifft das gesamte Fernwärmenetzgebiet in Dresden sowie die bestehenden Nahwärmesysteme. Ebenso fallen die bereits geplanten Erweiterungen des Fernwärmesystems in diese Kategorie. Durch die Voranalysen des Netzbetreibers wurde für diese Bereiche ein technisch und ökonomisch tragfähiges Potenzial zur Umsetzung eines Wärmenetzes identifiziert, welches hinsichtlich der simulierten Anschlussgrade im Rahmen der Szenarioanalysen bestätigt werden konnte. Weiterhin sind alle Gebiete, für die ein hohes Wärmenetzpotenzial bereits im Rahmen der Eignungsprüfung identifiziert wurde (siehe Kapitel 8.4), als sehr wahrscheinlich geeignet einzustufen. Für die meisten dieser Gebiete ergab die Simulation einen hohen bis sehr hohen Anschlussgrad. Für die potentiellen Wärmenetze in Weißig, in der Radeberger Vorstadt und in Briesnitz mit simulierten Anschlussgraden unter 50 Prozent ist festzustellen, dass hier die Wärmeverkosten einer Wärmenetzversorgung vs. einer dezentralen Versorgung sich nur sehr geringfügig – insbesondere für größere Ankerkunden – unterscheiden und deshalb auch für diese Bereiche von einer sehr hohen Eignungswahrscheinlichkeit auszugehen ist.

Für die Stadtgebiete, für die ein mittleres Potenzial für ein neues Wärmenetz identifiziert wurde (siehe Kapitel 8.4) könnte auf Grundlage der Voranalyse zumindest von einer wahrscheinlichen Eignung für ein Wärmenetz ausgegangen werden. Als ein wesentliches Kriterium wird jedoch auch hier der erreichte Anschlussgrad in den Szenarioanalysen sowie zusätzlich der Anteil öffentlicher und denkmalgeschützter Gebäude betrachtet. Für öffentliche Gebäude wird grundsätzlich der Anschluss an ein Wärmenetz präferiert. Für denkmalgeschützte Gebäude könnte eine Anbindung an ein Wärmenetz aus Gründen der einfacheren Umsetzung attraktiver sein als eine dezentrale Versorgungsoption.

Die Simulationen zeigen, dass in einzelnen Blöcken Anschlussgrade von über 60 Prozent des Endenergiebedarfs erreicht werden können. Für diese Blöcke ist eine sehr wahrscheinliche Wärmenetzeignung gegeben. Eine zumindest wahrscheinliche Eignung wird in Erwägung gezogen, wenn der Anteil der öffentlichen und denkmalgeschützten Energiebezugsfläche im Baublock über 50 Prozent liegt. Für Anschlussgrade unter 60 Prozent des Endenergiebedarfs und bei geringeren Anteilen

denkmalgeschützter Gebäude ist dagegen davon auszugehen, dass ein Wärmenetz wahrscheinlich eher ungeeignet ist. Insgesamt ergibt sich damit für die Gebiete mit mittlerem Wärmenetzpotenzial ein recht durchwachsenes Bild hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz.

Für alle anderen Quartiere im Dresdner Stadtgebiet sind auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes und der durchgeführten Untersuchungen größere neue Wärmenetze sehr wahrscheinlich ungeeignet. Die erreichten Wärmedichten sind zu gering für einen wirtschaftlichen Netzbetrieb und es bestehen ausreichende Potenziale für eine dezentrale Versorgung. Damit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch in diesen Bereichen weitere Wärmenetzpotenziale für kleinere Gebäudecluster (sogenannte Mikrowärmenetze) existieren können. Dies ist durch detaillierte Prüfungen für den Einzelfall zu beurteilen.

10.3.2 Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetze“

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist neben klassischen leitungsgebundenen Versorgungslösungen auch die perspektivische Nutzung von Wasserstoff zu betrachten. Wie bei den Wärmenetzen stützt sich auch die Entscheidung, ob ein Wasserstoffnetz technisch und wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar ist, auf mehrere Kriterien.

Im Gegensatz zu Wärmenetzen, bei denen die Wärmebedarfsdichte ein zentraler Parameter für die Netzplanung ist, kommt beim Wasserstoffeinsatz vor allem dem Prozesswärmeverbrauch mit hohen Temperaturen eine entscheidende Bedeutung zu. Quartiere mit hohem industriellem oder gewerblichem Anteil, in denen Temperaturen über 200 °C benötigt werden (beispielsweise Metallverarbeitung, Keramik, Chemie), können bevorzugte Zielgebiete für den Wasserstoffeinsatz sein, da hier strombasierte Lösungen technisch oder wirtschaftlich an ihre Grenzen stoßen können.

Neben dem energetischen Einsatz spielt auch der stoffliche Einsatz von Wasserstoff als Rohstoff oder Prozessmittel in der Industrie eine wesentliche Rolle (beispielsweise Halbleiterindustrie, chemischen Industrie). In urbanen Quartieren mit entsprechenden Industriezweigen kann somit ein zusätzlicher, nicht-substituierbarer Bedarf bestehen, der die Wirtschaftlichkeit eines Wasserstoffnetzes begünstigt.

Gleichzeitig ist der Wasserstoffeinsatz mit infrastrukturellen, technischen und wirtschaftlichen Anforderungen verbunden, die eine sorgfältige Bewertung voraussetzen. Ein wesentlicher Aspekt für eine potenzielle netzgebundene Bereitstellung von Wasserstoff ist das Vorhandensein eines gut ausgebauten, strukturell intakten Erdgasverteilnetzes, welches grundsätzlich für eine schrittweise Umstellung auf H₂ geeignet ist (Stichwort: „H₂-Readiness“). Dies ist im Dresdner Stadtgebiet der Fall. Die Umstellung auf ein Wasserstoffnetz erfordert jedoch nicht nur die technische Anpassung der Verteilinfrastruktur, sondern auch die Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastrukturen (überregionale Transportleitungen) und geeignete Wasserstoffquellen (beispielsweise Elektrolyseure, Importquellen) sowie die Etablierung eines Energiemarktes für Wasserstoff, der bislang nur als reiner Rohstoff gehandelt wird.

Wasserstoff ist derzeit und auch auf absehbare Zeit ein knappes und kostenintensives Gut. Daher sollte der Einsatz wirtschaftlich besonders begründet sein. Aus wirtschaftlicher Sicht sind größere zusammenhängende Bedarfscluster – wie etwa Industrie- oder Gewerbegebiete – wesentlich geeigneter als kleinteilige, rein wohnwirtschaftlich geprägte Strukturen. Deshalb sollte die Eignungsprüfung urbaner Quartiere für ein Wasserstoffnetz gezielt auf industriell oder gewerblich geprägte Gebiete fokussieren, in denen hohe Temperaturanforderungen oder stoffliche Einsatzgebiete bestehen. Rein wohnwirtschaftlich geprägte Quartiere ohne industrielle Nutzung oder ohne vorhandene Gasinfrastruktur gelten dagegen als weniger geeignet. Die Wasserstoffstrategie ist somit kein flächendeckendes, sondern ein selektives Transformationsinstrument, das gezielt in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden sollte.

Eine netzgebundene Versorgung mit Wasserstoff ist für die Standorte der Fernwärmeezeugung sowie für die Dresdner Industriestandorte, insbesondere solche mit hohen Prozesstemperaturen oder stofflichem Wasserstoffbedarf, geplant⁶³. Wie

⁶³ Informationen zum stofflichen und prozesswärmeverbrauchten Wasserstoffbedarf sind der planungsverantwortlichen Stelle zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung aufgrund fehlender landesrechtlicher Regelungen noch nicht im benötigten Detailgrad zugänglich. Deshalb können diese Bedarfe im Stadtgebiet vorerst nur grob verortet werden.

bei der Fernwärmeverversorgung könnte Wasserstoff auch für die Wärmeerzeugung in Nahwärmenetzen als Option zur Spitzenlastdeckung zum Einsatz kommen. Inwieweit Wasserstoff darüber hinaus entlang der für Wasserstoff vorgesehenen Hochdruckleitungen im Stadtgebiet auch als Option für eine gebäudeinterne Wärmeversorgung netzgebunden bereitgestellt werden könnte, ist nicht zuletzt an den zu erwartenden Anschlussgrad im betroffenen Verteilnetzabschnitt abhängig.

Im zukünftigen Fernwärmegebiet (Bestand und Ausbau) ist keine flächendeckende netzgebundene Versorgung mit Wasserstoff vorgesehen, wohl aber die Versorgung von Abnehmern mit Prozessenergie- oder stofflichen Bedarf. Zu erwähnen ist hier beispielhaft das Krematorium in Tolkewitz, welches sich in einem Fernwärmegebiet befindet, aber auf die Nutzung des Gasnetzes angewiesen bleiben wird. Des Weiteren ist im Stadtgebiet bislang auch kein Neubau von Verteilnetzen für Wasserstoff geplant. Eine potentielle netzgebundene Wasserstoffversorgung ist somit nur durch Umstellung bestehender Gasnetzinfrastrukturen auf Wasserstoff vorgesehen. Da die Trassenverläufe des Gasverteilnetzes bekannt sind, sind die Indikatoren Wärmebedarfsdichte und Wärmeliniendichte von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend für eine Umstellungsentscheidung und den Weiterbetrieb des bestehenden Verteilnetzes über das Jahr 2045 hinaus sind die zu erwartenden Abnahmemengen an Wasserstoff. Dies wurde im Rahmen der Szenarioanalyse eingehender betrachtet (siehe Kapitel 10.2).

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass das Realisierungsrisiko für eine Wasserstoffversorgung aktuell deutlich höher zu bewerten ist als die Versorgung über ein Wärmenetz, dessen Wärmeerzeugung sich auf bereits verfügbare Energieträger stützen kann. Neben der Bereitstellung notwendiger vorgelagerte Transportinfrastrukturen besteht für eine Wasserstoffversorgung aktuell noch eine nicht zu unterschätzende Unsicherheit, zu welchem Zeitpunkt welche Mengen an Wasserstoff zur Verfügung stehen könnten. Damit verbunden ist auch die Unsicherheit der zu erwarteten Wasserstoffpreise. Geht man davon aus, dass Wasserstoff auch zukünftig ein knappes Gut sein wird, wäre dessen Einsatz für die Industrie und in Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung zur Stromerzeugung und zur gleichzeitigen Wärmeerzeugung für Wärmenetze klar zu präferieren. Letztes wäre vor allem aus Gründen einer effizienten Wasserstoffnutzung gegenüber einer gebäudeinternen Verbrennung zu bevorzugen, da der erzeugte Strom für die deutlich effizientere Wärmeversorgung durch Wärmepumpen in Gebäuden eingesetzt werden kann. Im Fokus für eine potentielle Wasserstoffnutzung außerhalb gewerblicher oder industrieller Anwendungen stehen deshalb Quartiere, deren Gebäude und Bebauungsstruktur gegebenenfalls nur eingeschränkte Potenziale zur dezentralen Wärmeversorgung mittels einer Wärmepumpe aufweisen, und für die auch eine Wärmenetzlösung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen mit Unsicherheiten verbunden oder absehbar ausgeschlossen ist.

Die Ergebnisse der Eignungsbeurteilung für Wasserstoffnetze im Dresdner Stadtgebiet sind in Abbildung 67 dargestellt. Gebiete, die nicht durch das bestehende Erdgasnetz erschlossen sind, sind grundsätzlich als ungeeignet zu beurteilen, da ein Neubau von Wasserstoffnetzen aktuell nicht vorgesehen ist. Des Weiteren ist im bestehenden und zukünftigen Fernwärmegebiet (Bestand und Ausbau) keine flächendeckende netzgebundene Versorgung mit Wasserstoff geplant. Eine mögliche netzgebundene Wasserstoffversorgung beschränkt sich somit auf einzelne Teile des bestehenden Erdgasnetzes, welche auf Wasserstoff umgestellt werden könnten.

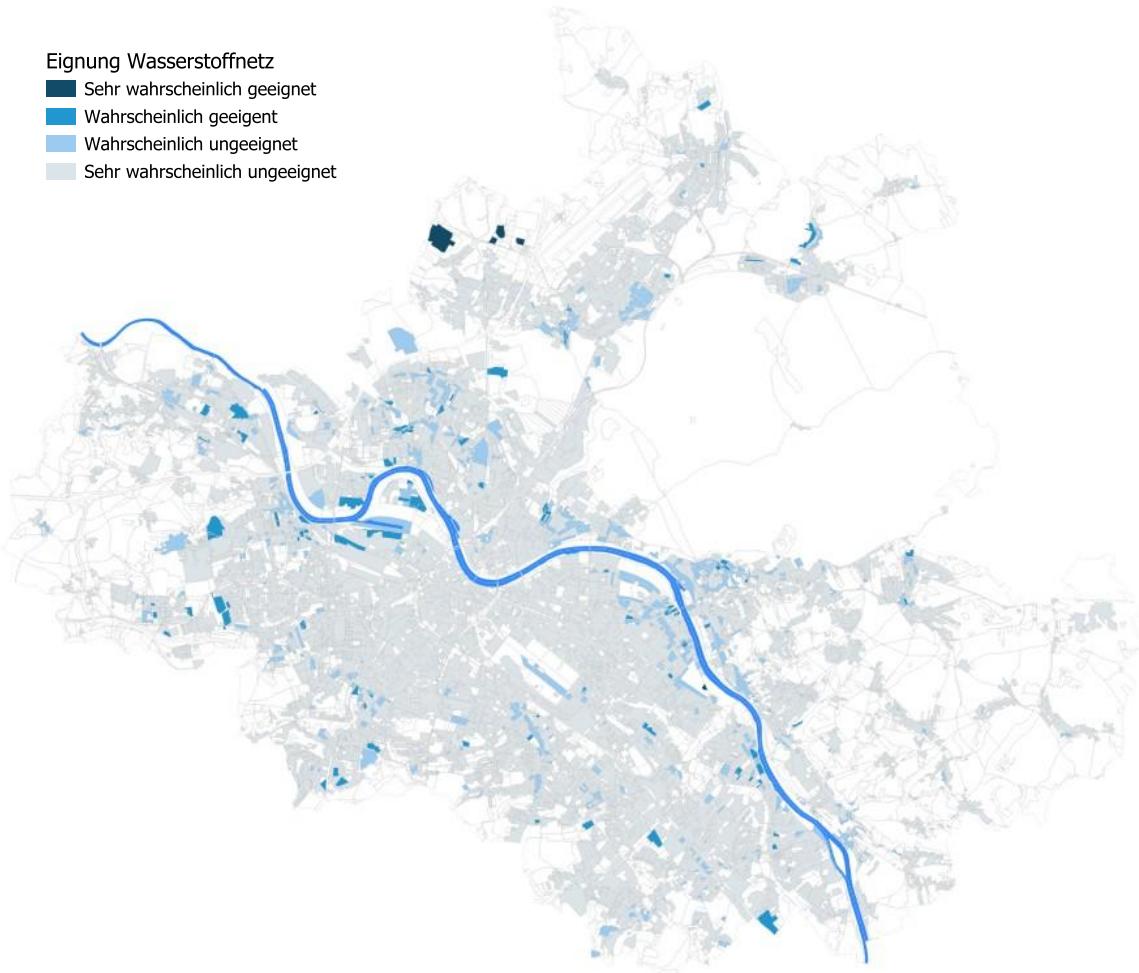


Abbildung 67: Baublockbezogene Eignungswahrscheinlichkeit der Wärmeversorgung mit Wasserstoffnetzen im Dresdner Stadtgebiet

Sehr wahrscheinlich geeignet für ein Wasserstoffnetz sind vor allem Standorte mit Hochtemperatur-Prozesswärmeverbrauch (über 200 °C) oder stofflichem Wasserstoffbedarf. Entsprechende Quartiere sind vor allem die Industrie- und Gewerbestandorte im Dresdner Norden entlang der Wilschdorfer Straße. Eine sehr wahrscheinliche Eignung kann nur auf Grund der genannten Risiken in Gebieten mit hohen Temperaturen in der Prozesswärme oder stofflichen Bedarf vorgenommen werden. Eine wahrscheinliche Eignung besteht aber auch für weitere Gebiete mit gewerblicher Nutzung im Stadtgebiet.

Quartiere ohne industrielle oder ausgeprägte gewerbliche Nutzung gelten dagegen als weniger geeignet. Die Gründe sind im Kapitel 7.2.8 dargelegt. Dennoch zeigen die Szenarioanalysen, dass Wasserstoff – zumindest bei einem niedrigen Wasserstoffpreisniveau – auch in Wohngebäuden als Energieträger zum Einsatz kommen könnte. Von einer wahrscheinlichen Eignung wird ausgegangen, wenn in den dichter besiedelten Bereichen des Stadtgebietes bei der Simulation ein Anschlussgrad von über 60 Prozent (adäquat Wärmenetze) im Baublock erreicht wird. Zusätzlich wird der Anteil denkmalgeschützter Gebäude betrachtet, für die eine Anbindung an ein Wasserstoffnetz, ebenfalls aus Gründen der einfacheren Umsetzung, eventuell attraktiver sein könnte als eine dezentrale Versorgungsoption. Für diese Beurteilung werden Baublöcke mit einer denkmalgeschützten Energiebezugsfläche von über 50 Prozent berücksichtigt. Da die Wärmevollkosten bei niedrigem Wasserstoffpreisniveau deutlich über den Wärmevollkosten einer Wärmepumpe liegen können und gleichzeitig mit größeren Unsicherheiten verbunden sind, wird jedoch davon ausgegangen, dass die Umsetzbarkeit eines Wasserstoffnetzes eher unwahrscheinlich ist.

10.3.3 Wärmeversorgungsart „Dezentral“

Quartiere mit geringer Wärmebedarfsdichte, ohne bestehende Netzinfrastruktur und ohne industriellen Hochtemperatur- oder stofflichen Wasserstoffbedarf gelten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als bevorzugt dezentral zu versorgende Gebiete⁶⁴. Dabei ist sicherzustellen, dass die Wärmeerzeugung auf regenerativen Energiequellen basiert und langfristig mit den Zielen der Klimaneutralität vereinbar sind. Dazu zählen vor allem Wärmepumpen oder Wärmeerzeugungsanlagen mit biogenen beziehungsweise sonstigen CO₂-neutralen Brennstoffen gegebenenfalls in Kombination mit Solarthermie oder Photovoltaik. Entsprechende Heizanlagen zur individuellen Wärmeversorgung können grundsätzlich auch in Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebieten eingesetzt werden, in Gebieten für die dezentrale Wärmeversorgung stellen sie jedoch die einzige Option dar. Deshalb sollten bei der Eignungsprüfung dezentraler Lösungen immer auch mögliche Hemmnisse der Umsetzung berücksichtigt und gegebenenfalls durch gezielte Maßnahmen zur Abmilderung der Hemmnisse flankiert werden.

Ein wesentliches Kriterium für die Einstufung eines Quartiers als potenziell dezentral zu versorgendes Gebiet ist eine geringe Wärmebedarfsdichte. Liegt die Wärmebedarfsdichte dauerhaft unter 300 bis 500 MWh/ha*a, ist der wirtschaftliche Betrieb eines Wärmenetzes in der Regel nicht darstellbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn größere Trassenlängen erforderlich wären oder der erwartbare Anschlussgrad niedrig ausfällt.

Fehlende Großabnehmer für Wasserstoff im Gebiet gestalten in der Regel auch den Weiterbetrieb vorhandener Gasnetze über das Jahr 2045 hinaus durch Umstellung auf Wasserstoff als wenig wirtschaftlich. Diese Situation trifft häufig auf Einfamilienhausgebiete und Streusiedlungen mit im Verhältnis zur Bebauungsdichte größeren Grundstücksflächen zu. Gleichzeitig bieten sich durch die lockerere Bebauungsstruktur in der Regel ausreichende Potenziale zum Einsatz von Wärmepumpen. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch in solchen Gebieten vereinzelt herausfordernde Versorgungssituationen durch den Wegfall der Gasversorgung bis spätestens 2045 entstehen können.

Im Zuge der Potenzialanalyse wurden für jedes Gebäude im Stadtgebiet die Potenziale für eine rein dezentrale Versorgung mit lokal verfügbaren Erneuerbaren Energien ermittelt. Um Quartiere mit gegebenenfalls herausfordernden Versorgungssituation ohne Wärme- oder Wasserstoffnetz zu identifizieren, werden im bei der Szenarioanalyse auch zwei rein dezentrale Szenarien für die Versorgung außerhalb des bestehenden und geplanten Fernwärmennetzes betrachtet (siehe Kapitel 10.2). Diese werden mit einem Szenario für die Wärmenetze und dem Szenario für Wasserstoffnetze verglichen. Die Erkenntnisse daraus fließen in die Festlegung der Wärmeversorgungsgebiete ein.

Die Eignungsbeurteilung für die dezentrale Wärmeversorgung ist in Abbildung 68 dargestellt. Für die dezentrale Versorgung eignen sich vorrangig Gebiete mit geringer Wärmebedarfsdichte, ohne bestehende Netzinfrastruktur und ohne industriellen Hochtemperatur- oder stofflichen Wasserstoffbedarf. Dies ist für die kleinteiligen Siedlungsstrukturen und die eher ländlich geprägten Randlagen in Dresden der Fall. Aufgrund der tendenziell größeren Grundstücksflächen und durch die lockerere Bebauungsstruktur bestehen hier in der Regel ausreichende Einsatzpotenziale für Wärmepumpensysteme. Alternativ können aber auch biogene Brennstoffe genutzt werden. Diese Gebiete weisen damit eine wahrscheinliche bis sehr wahrscheinliche Eignung für die dezentrale Wärmeversorgung auf.

⁶⁴ Vereinfachte Wärmeplanung gemäß §14 WPG

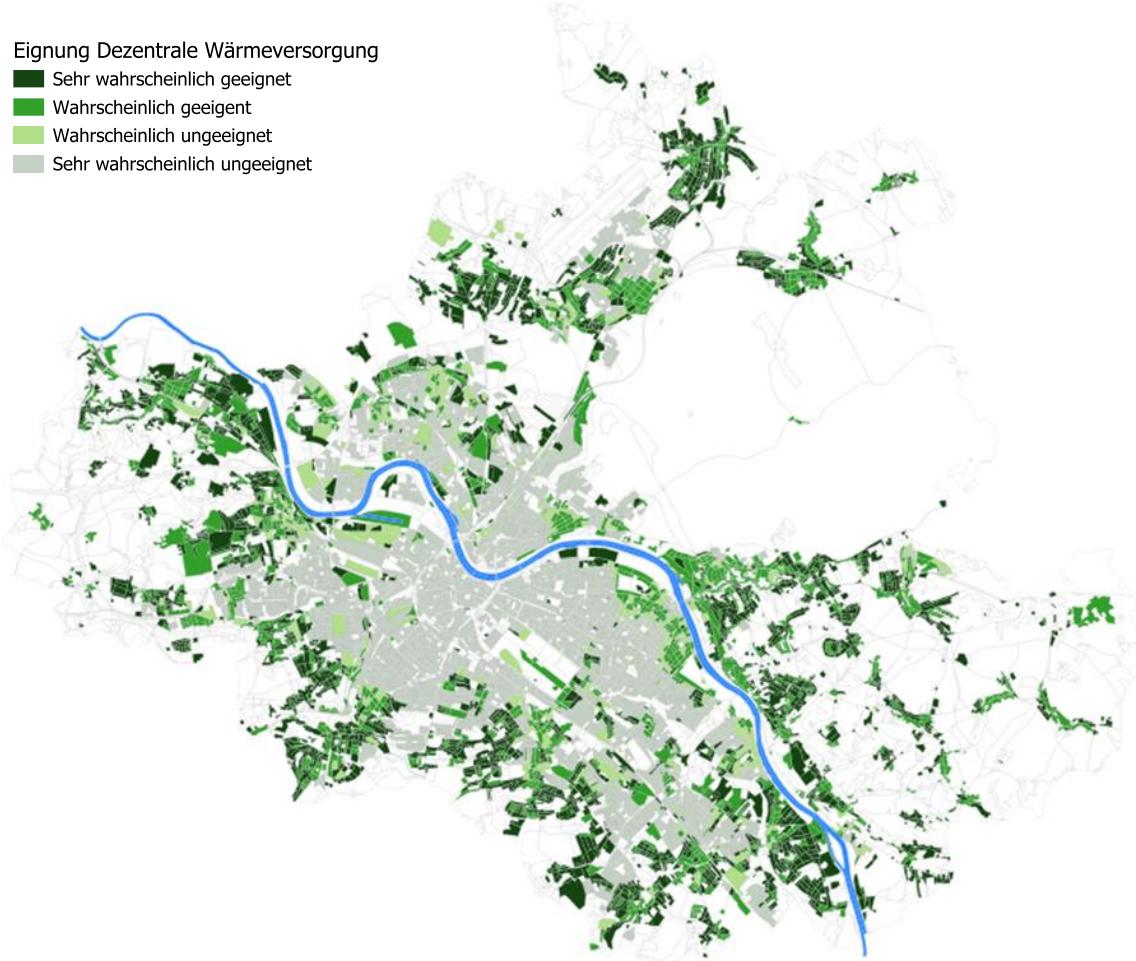


Abbildung 68: Baublockbezogene Eignungswahrscheinlichkeit der dezentralen Wärmeversorgung im Dresdner Stadtgebiet

Selbst in etwas dichter besiedelten Bereichen des Stadtgebietes wie beispielsweise in Blasewitz, Loschwitz und Bühlau sowie in Teilen der Radeberger Vorstadt sind in der Regel ausreichende Potenziale mit zumindest wahrscheinlicher Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung gegeben. Allerdings sind mit steigender Bebauungsdichte auch zunehmend Baublöcke vorhanden, in denen aufgrund eingeschränkter Einsatzpotenziale für Wärmepumpen die dezentrale Versorgung sich herausfordernder gestalten würde und deshalb eher unwahrscheinlich erscheint. Der Innenstadtbereich und vor allem Bereiche mit geschlossener Blockrandbebauung wie in der Dresdner Neustadt sind dagegen grundsätzlich wenig bis sehr ungeeignet für eine dezentrale Wärmeversorgung zu beurteilen. Entsprechende Bereiche liegen vorrangig im Fernwärmegebiet. Es handelt sich eng bebauten Gebieten mit größeren Mehrfamilienhäusern, wenig Freiräumen und teilweise hohem Versiegelungsgrad der Flächen. Dies schränkt die Einsatzpotenziale für Solewärmepumpen sehr stark ein. Zwar sind Potenziale für Luft-Wasser-Wärmepumpen vorhanden, allerdings sind diese aus Gründen des Lärmschutzes ebenfalls beschränkt. Gleichzeitig kann ein übermäßiger Einsatz von biogenen Brennstoffen in diesen dicht besiedelten Bereichen die Luftreinhaltung beeinträchtigen.

Die Eignungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Wärmeversorgungsarten bilden den Ausgangspunkt für die Einteilung des Stadtgebietes ins voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Ziel ist es, für jedes Teilgebiet die am besten geeignete Versorgungsform zu identifizieren. Auf dieser Grundlage wird das Zielszenario für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Dresden bestimmt.

Abbildung 69 zeigt die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für Dresden. Die Abgrenzung der Gebiete basiert auf den gewonnenen Informationen und Erkenntnissen aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den durchgeföhrten Szenarioanalysen und berücksichtigt technische, wirtschaftliche, infrastrukturelle und städtebauliche Kriterien. Gleichwohl

handelt es sich nicht um eine statische Festlegung: Gemäß § 10 des Wärmeplanungsgesetzes sind regelmäßige Überprüfungen und Fortschreibungen der Wärmeplanung vorgesehen, um auf neue Erkenntnisse und veränderte Rahmenbedingungen, etwa durch den technologischen Fortschritt, geänderte gesetzliche Vorgaben oder eine veränderte Wärmenachfrage, reagieren zu können.

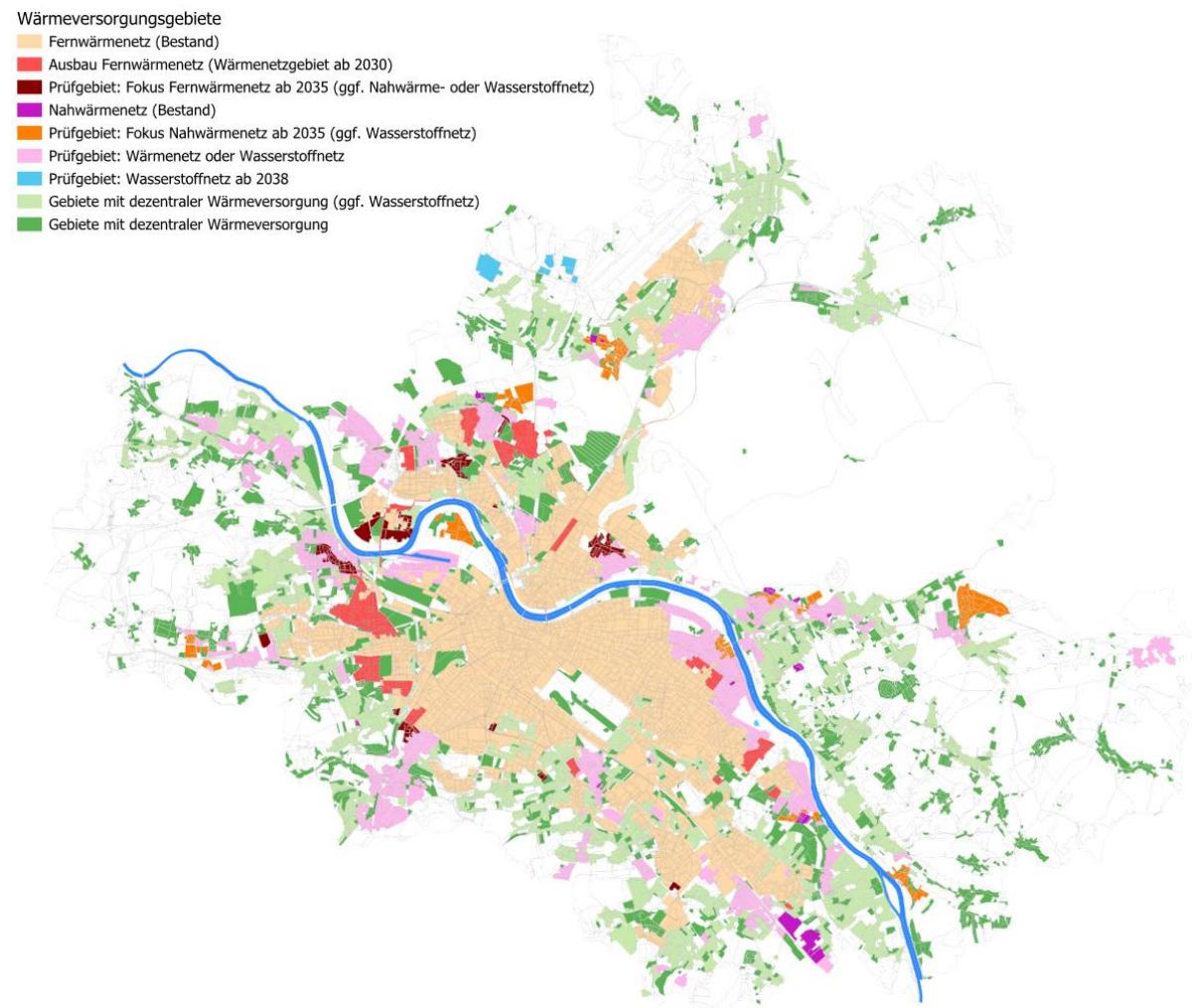


Abbildung 69: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Dresden⁶⁵

10.4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Dresden

Die Gliederung des Stadtgebietes in Wärmeversorgungsgebiete bildet die strategische Grundlage für die langfristig wirtschaftliche und klimaneutrale Wärmeversorgung für Dresden. Sie gibt Auskunft darüber, welche Gebiete zukünftig vorrangig durch leitungsgebundene Wärmenetze, durch dezentrale (individuelle) Wärmeversorgungsoptionen auf Basis erneuerbarer Energien oder perspektivisch durch ein Wasserstoffnetz versorgt werden sollen. Damit soll Transparenz über die Entwicklung Wärmeversorgung geschaffen werden, um ein koordiniertes Vorgehen bei der Wärmewende für Dresden zu ermöglichen und die Planungssicherheit für Investitionsentscheidungen zu erhöhen.

Die Ausweisung der Wärmeversorgungsgebiete stellt keine kurzfristige Prognose dar, sondern bildet das Leitbild und den Rahmen für eine schrittweise Transformation der Dresdner Wärmeversorgung, an dem sich die kommunale Infrastrukturrentwicklung sowie private Maßnahmen bis zum Jahr 2045 orientieren sollen. Sie dient damit lokalen Energieversorgern und Projektentwicklern sowie den Bürgerinnen und Bürgern und den gewerblichen und industriellen Wärmeverbrauchern gleichermaßen als Informationsgrundlage und Ausgangspunkt für verbindliche Planungen.

⁶⁵ Die Darstellung ist ab Anfang Oktober 2026 auch über den „Energieatlas“ einsehbar (erreichbar über www.dresden.de/energielotse)

Wärmenetzgebiete sind Gebiete, in denen eine leitungsgebundene Versorgung mit Wärme bereits gegeben beziehungsweise zukünftig vorgesehen ist. Dazu zählt das **bestehende Fernwärmennetz** in Dresden. In den Gebieten, welche als „**Ausbau Fernwärmennetz**“ markiert sind, soll bis spätestens zum Jahr 2030 einen Anschluss an die Fernwärmeverversorgung möglich sein. Als „**Prüfgebiet Fernwärmennetz**“ sind Gebiete in Randlage zum bestehenden oder für den Ausbau bereit vorgesehenen Fernwärmennetzen ausgewiesen, für die aufgrund der durchgeföhrten Analysen ausreichende Potenziale für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes aufweisen. Für diese Gebiete wird durch die SachsenEnergie AG zeitnah geprüft, ob sie durch die Fernwärme erschlossen werden können. Sollten technische Restriktionen des Fernwärmennetzes dem entgegenstehen, sind diese Gebiete alternativ für ein Nahwärmennetz vorgesehen.

Für die „**Prüfgebiete Nahwärmennetze**“ ist aufgrund ihrer Lage eine Anbindung an die Fernwärmeverversorgung nicht möglich. Dennoch bieten sie aus technischer und wirtschaftlicher Sicht ausreichend tragfähige Erschließungsperspektiven für ein Wärmenetz. Der Aufbau neuer Wärmenetze erfordert mehrere aufeinander abgestimmte Schritte: das Finden eines potenziellen Betreibers, eine detaillierte Machbarkeitsstudie, die Sicherung von Flächen für die Energiezentrale und erneuerbare Wärmequellen, die Planung und Finanzierung der Infrastruktur sowie die Kommunikation mit den Eigentümerinnen und Eigentümern als potenzielle Wärmenetzkunden. Da diese notwendigen Schritte noch gewisse Unsicherheiten beinhalten, werden sie aktuell noch nicht als gesichertes Nahwärmennetzgebiet ausgewiesen. Dies erfolgt im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans, sobald belastbare Informationen zu potenziellen Netzbetreibern und einem Fahrplan zur Umsetzung vorliegen, um Planungssicherheit für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in diesen Bereichen zu schaffen. Die „**Prüfgebiete Nahwärmennetze**“ umfassen vereinzelt bereits **bestehende Nahwärmennetze**, wie beispielsweise beispielsweise am Festspielhaus in Hellerau oder liegen in der direkter Nachbarschaft, wie beispielsweise auf dem Weißen Hirsch. Hier wird im Einzelfall geprüft, inwieweit bestehende Infrastrukturen oder Flächen gemeinsam genutzt beziehungsweise erweitert werden können.

Als **Wasserstoffnetzgebiete** sind die Industrie- und Gewerbegebiete stofflichen und als künftige Versorgungsoption für Hochtemperaturprozesse mit im Dresdner Norden entlang der Wilschdorfer Landstraße vorgesehen. Im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans werden bislang gegebenenfalls noch unbekannte stoffliche sowie energetische Wasserstoffbedarfe für Hochtemperaturprozesse hinsichtlich einer leitungsgebundenen Versorgung geprüft. Diese sind unter anderem in den ausgewiesenen Prüfgebieten zu erwarten.

Für die **Prüfgebiete** ist zum jetzigen Zeitpunkt noch keine eindeutige Zuordnung der zukünftigen Wärmeversorgungsart möglich. Zum einen betrifft dies Gebiete mit mittlerem Wärmenetzpotenzial und für die aufgrund ihrer Bebauungsstruktur eine dezentrale Wärmeversorgung aus technischer oder ökonomischer Sicht etwas anspruchsvoller ausgeprägt sein könnte. Für diese Bereiche sind vertiefende Untersuchungen zur wirtschaftlichen Umsetzbarkeit eines Wärmenetzausbau vorgesehen. Zum anderen werden stoffliche sowie energetische Wasserstoffbedarfe im Gewerbe eingehender untersucht. Vorbehaltlich der derzeit noch bestehenden Unsicherheiten zur Wasserstoffversorgung von Gebäuden, käme für einige dieser Gebiete auch die Umstellung des bestehenden Gasnetzes auf Wasserstoff in Betracht. Dies betrifft insbesondere die Prüfgebiete um den Schillerplatz und Körnerplatz sowie die Prüfgebiete in Coschütz und Klotzsche, welche in der Nähe vorgesehener Haupttrassen zur Wasserstoffversorgung der Fernwärmestandorte beziehungsweise in der Nähe von Gewerbegebieten mit potenziellem Wasserstoffbedarf liegen. Für den Fall, dass eine netzgebundene Versorgung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht gegeben ist, werden gegebenenfalls bestehende Hemmnisse zur dezentralen Wärmeversorgung nochmals vertiefend untersucht. Auf diesen Prüfgebieten liegt somit ein besonderes Augenmerk bei der Fortschreibung des Dresdner Wärmeplans. Ziel ist es, möglichst frühzeitig Klarheit über die zukünftige Wärmeversorgungsart in diesen Gebieten zu schaffen.

10.5 Darstellung des Zielszenarios für die klimaneutrale Wärmeversorgung Dresdens

Das in diesem Kapitel vorgestellte Zielszenario beschreibt auf der Gesamtstadtebene, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung für Dresden bis zum Jahr 2045 erreicht werden kann. Es gründet sich auf einer Synthese der gewonnenen Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der vergleichenden Betrachtung der Entwicklungspfade in den vier Grundszenarien, die sich hinsichtlich technischer Optionen, infrastruktureller Voraussetzungen und wirtschaftlicher

Tragfähigkeit unterscheiden. Wesentliche Bewertungsmaßstäbe sind dabei die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit für die Endverbraucherinnen und -verbraucher anhand der zukünftigen Wärmeverkosten, derzeit noch bestehende Umsetzungsrisiken und Aspekte der Versorgungssicherheit sowie die zu erwartenden Treibhausgasemissionen.

Die Berechnung des Zielszenarios erfolgt wiederum softwaregestützt, indem die Entwicklung des Heizanlagenbestandes bis zum Jahr 2045 für etwa 69.000 Gebäude im Stadtgebiet modelliert wird. Hierbei werden wie im Gebäudeparkmodell von TEP Energy und ESA² die Entscheidungen der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer simuliert, indem die Kosten und Nutzen der zur Verfügung stehenden Heizungsoptionen miteinander verglichen werden⁶⁶. Welche konkreten Wärmeverkungsoptionen für ein Gebäude zu Verfügung stehen, ist abhängig von ermittelten Potenzialen zur Nutzung Erneuerbarer Energiequellen am Gebäude (siehe Kapitel 7.2) sowie von dessen Lage innerhalb der im Kapitel 10.4 dargestellten Wärmeverkungsgebiete für Dresden.

Die Anbindung an ein Wärmenetz ist zum einen im bestehenden Fernwärmennetz und dessen geplanter Erweiterung (siehe Kapitel 8.3) möglich. Zum anderen wird für die Simulation davon ausgegangen, dass ab 2035 eine Wärmenetzanbindung für die Gebäude in den Prüfgebieten für Fern- und Nahwärme möglich ist. Für Heizanlagen, die vor 2035 in diesen Gebieten ausgetauscht werden müssen, greifen die Übergangsregelungen des GEG zum Weiterbetrieb von Erdgaskesseln – gegebenenfalls durch eine temporäre Ersatzanlage. In den Wärmenetzgebieten besteht kein Anschlusszwang an das Wärmenetz. Der Einsatz individueller Wärmeverkung ist somit jederzeit möglich, sofern die Potenziale erneuerbarer Energiequellen auf dem Flurstück, auf dem das Gebäude steht, dafür ausreichend sind und sofern keine technischen oder gesetzlichen Restriktionen bestehen.

Für alle anderen Prüfgebiete im Stadtgebiet ist die Wärmeverkungsart noch offen. Sie werden für die Berechnung des Zielszenarios deshalb wie dezentrale Versorgungsgebiete ohne netzgebundene Versorgung mit Wärme oder Wasserstoff behandelt. In diesen Gebieten ist ebenso wie in den als dezentral ausgewiesenen Gebieten zunächst nur eine individuelle Wärmeverkung über Wärmepumpen oder Wärmeerzeuger mit biogenen Brennstoffen vorgesehen. Ergibt sich im Rahmen der weiteren Prüfung, dass eine netzgebundene Versorgung mit Wärme oder Wasserstoff in diesen Gebieten möglich sein wird, werden diese Optionen bei der Neuberechnung des Zielszenarios im Zuge der Fortschreibung der Wärmeplanung für die entsprechende Gebiete auch berücksichtigt.

Hinsichtlich des bestehenden Erdgasnetzes wird für das Zielszenario davon ausgegangen, dass diese Ende 2044 außer Betrieb geht. Bis dahin ist die Nutzung von Erdgas in Bestandsanlagen möglich. Zwar könnten neu installierte Gaskessel unter Berücksichtigung der Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes zum 65 Prozent-Anteil Erneuerbarer Energien bis 2044 noch an das Erdgasnetz angeschlossen werden. Spätestens Ende 2044 müssten diese Anlagen dann aber auf reines Bio-Flüssiggas mit entsprechenden Investitionen für einen Gasspeicher am Gebäude umgestellt oder durch eine alternative Heiztechnologie ersetzt werden. Bei einer üblichen technischen Nutzungsdauer von mindestens 20 Jahren wird diese Option ab 2026 somit zunehmend unattraktiver. Hinzu kommt, dass bereits heute erreichte Preisniveaus von etwa 16 bis 18 ct/kWh für entsprechende Bio-Erdgas-Mix-Tarife anfallen. Als biogene Versorgungsoption wird deshalb ausschließlich Biomasse (Holzpellets, Hackschnitzel und so weiter) für das Zielszenario betrachtet.

Die Eingangsparameter für die Simulation entsprechen den getroffenen Annahmen für die vier Grundszenarien (siehe hierzu Kapitel 10.1.5). Für den Betrieb von Wärmepumpen wird mit einem konservativen Blickwinkel vom hohen Strompreis ohne Vergünstigungen ausgegangen.

Abbildung 70 zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs (Heizenergiebedarf für Heizung und Warmwasser) differenziert nach Energieträgern für die Wärmeverkung des Dresdner Gebäudebestandes bis zum Jahr 2045 im Zielszenario. Ausgehend von einem jährlichen Endenergieverbrauch von rund 4.700 GWh im Jahr 2021 dominiert zu Beginn Erdgas als Hauptenergieträger, gefolgt von Fernwärme, die überwiegend durch gasbasierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Heizwerke der SachsenEnergie AG bereitgestellt wird.

⁶⁶ https://www.tep-energy.ch/de/projekte/detail/p0906_p1002.php [Zugriff am 26.09.2025]

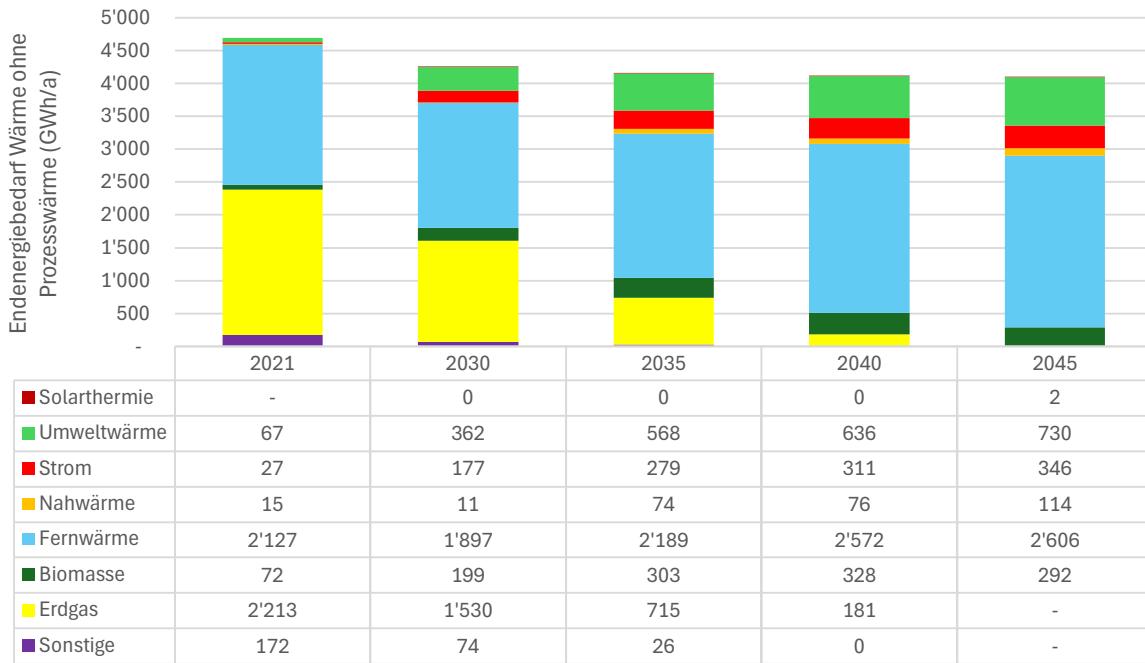


Abbildung 70: Zielszenario - Entwicklung des Endenergiebedarfs (GWh) nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045 (ohne Prozesswärme)

Die Kategorie „Strom“ umfasst sämtliche Stromdirektheizungen und dezentrale Wärmepumpensysteme. Die durch letztere Anlagen genutzte Umweltwärme ist separat ausgewiesen (mit „Umweltwärme“ bezeichnet). Ausgehend vom derzeitigen Anlagenbestand von rund 4.000 Anlagen wächst die Anzahl auf etwa 42.000 Anlagen.

Bezogen auf den gesamten Endenergiebedarf (Brennstoffe, Strom und Umweltwärme) steigt der der Anteil des Strombedarfs der Wärmepumpen von derzeit etwa 0,6 Prozent auf 8,4 Prozent bis 2045. Strom für elektrische Direktheizungen ist nur von untergeordneter Bedeutung und erreicht bis 2045 lediglich einen Anteil von 0,1 Prozent. Die damit lokal erschlossene Umweltwärme erreicht einen Deckungsanteil von knapp 18 Prozent des Endenergiebedarfs. Nicht erfasst in diesen Kategorien sind hingegen Wärmepumpen und Elektrodenheizkessel, die Bestandteil der netzgebundenen Wärmeversorgung (Fern- und Nahwärme) sind.

Sonstige Energieträger, hauptsächlich Heizöl, decken derzeit einen Anteil von etwa 3,7 Prozent des Endenergiebedarfs. Biomasse hat mit 1,5 Prozent bislang nur eine geringe Bedeutung im Wärmeversorgungsmix, steigt jedoch bis 2045 auf 7,2 Prozent Deckungsanteil an.

Bis zum Jahr 2045 ist ein kontinuierlicher Rückgang des gesamten Endenergieverbrauchs zu erwarten. Dieser ist zum einen auf die unterstellte Sanierungstätigkeit zurückzuführen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die konservativ bestimmten Effizienzpotenziale für den Dresdner Gebäudebestand vollständig ausgeschöpft werden. Zum anderen resultiert der Rückgang aus dem zukünftig zunehmenden Einsatz von Wärmepumpen, welche gegenüber Gaskesseln eine deutlich effizientere Wärmeversorgung erlauben. Als Zwischenschritte werden folgende Minderungen jeweils gegenüber dem Endenergiebedarf im Jahr 2021 erwartet:

- bis 2030 rund 9,4 Prozent (etwa 443 GWh)
- bis 2035 rund 11,5 Prozent (etwa 540 GWh)
- bis 2040 rund 12,5 Prozent (etwa 586 GWh)
- bis 2045 rund 12,8 Prozent (etwa 600 GWh)

Durch die vorgesehenen Erweiterungen und Verdichtungen des bestehenden Fernwärmennetzes wächst der Anteil der Fernwärme von 46,5 Prozent in 2021 auf 62,9 Prozent in 2045 an. Zusätzlich tragen ab dem Jahr 2035 auch neu errichtete Wärmennetze in den Prüfgebieten für Fern- und Nahwärme zur Deckung des Endenergiebedarfs bei. Ihr Anteil wird bis 2045 auf etwa 3 Prozent geschätzt. Insgesamt sind damit folgende Anteile am Dresdner Endenergiebedarf durch die netzgebundene Wärmeversorgung voraussichtlich zu erreichen:

- bis 2030 rund 45,3 Prozent
- bis 2035 rund 52,7 Prozent
- bis 2040 rund 62,6 bis 2045 rund 63,7 Prozent, davon entfallen auf die Prüfgebiete „Fernwärme“ etwa 1,5 Prozent.

Bestehende Nahwärmennetze haben 2021 lediglich einen Anteil von etwa 0,3 Prozent am Gesamtenergiebedarf. Durch neue Nahwärmennetze in den ausgewiesenen Gebieten mit Fokus „Nahwärmennetz“ können bis 2045 etwa 3 Prozent des Dresdner Endenergiebedarfs gedeckt werden.

Durch die Wärmennetze und durch den Einsatz von Wärmepumpen sinkt der Anteil fossiler Energieträger, insbesondere von Erdgas, in Dresden spürbar. Der Anteil der netzgebundenen Erdgasversorgung zur Deckung des Wärmebedarfs entwickelt sich im Zielszenario wie folgt:

- bis 2030 rund 36,0 Prozent
- bis 2035 rund 17,2 Prozent
- bis 2040 rund 4,4 Prozent (etwa 210 GWh)
- bis 2045 0 Prozent

Die Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme in den einzelnen Wärmeversorgungsgebieten (ohne Prozesswärme) ist in Abbildung 71 dargestellt.



Abbildung 71: Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme in den einzelnen Wärmeversorgungsgebieten (ohne Prozesswärme)

Die sektorale Endenergiebedarfsentwicklung wird im Folgenden für diese Sektoren dargestellt:

- Haushalte
- Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
- Kommunale Gebäude
- Industrie

Sektor Haushalte (Wohngebäude)

Abbildung 72 stellt die Entwicklung des Endenergiebedarfs im Haushaltssktor dar. Er ist der größte Sektor mit einem Endenergiebedarf für Heiz- und Warmwasserenergiebedarf von rund 3.070 GWh im Referenzjahr 2021. Der dominierende Energieträger ist anfangs Erdgas, dessen Anteil jedoch im Zeitverlauf deutlich abnimmt. Gleichzeitig steigt der Anteil von Fernwärme und Wärmepumpen, die zunehmend zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogen werden. Durch energetische Sanierungen sowie durch den Wechsel zu effizienteren Heiztechnologien sinkt der Gesamtenergiebedarf kontinuierlich.

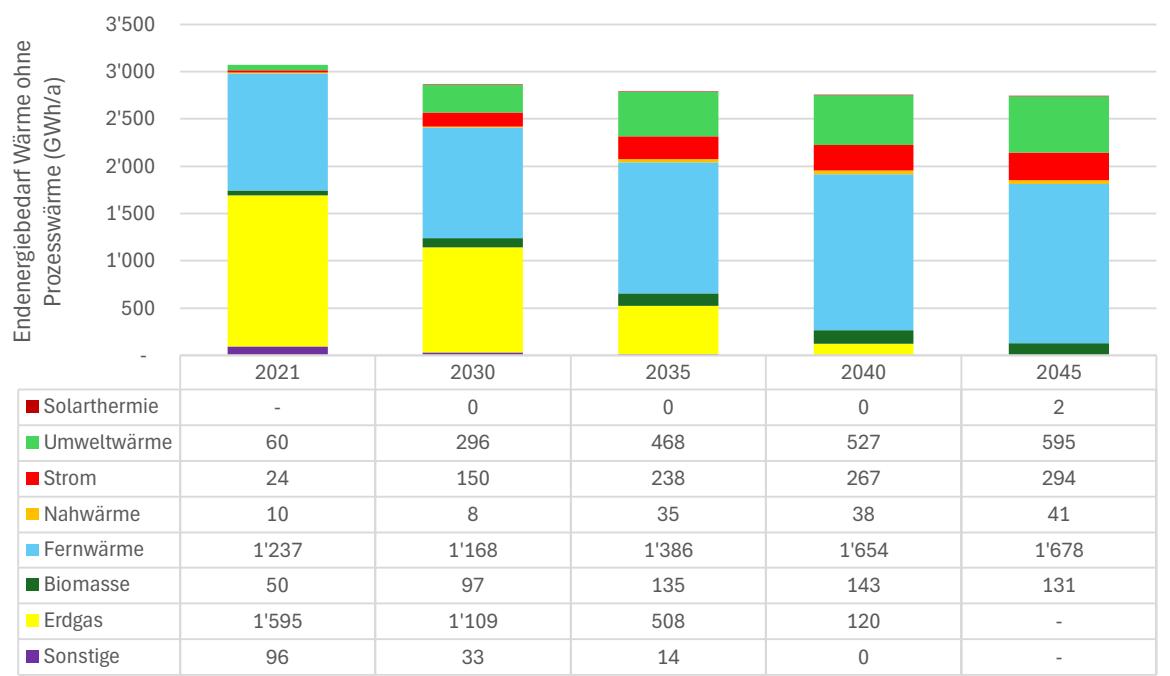


Abbildung 72: Zielszenario - Entwicklung des Endenergiebedarfs (GWh) des Haushaltssektors nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045

Strombasierte Wärmeversorgung durch Wärmepumpen gewinnt ab 2030 spürbar an Bedeutung. Der Einsatz von Heizöl geht stark zurück und verschwindet vollständig bis 2045. Die Nutzung von Biomasse bleibt im Haushaltsbereich auf geringem Niveau, trägt aber punktuell zur Versorgung bei.

Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD)

Der Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD) zeigt eine dem ähnliche Haushaltssktor Entwicklung (Abbildung 73). Im Referenzjahr 2021 umfasst die Endenergie für Raumwärme und Brauchwasser (ohne Prozesswärme) rund 1.460 GWh. Auch hier dominiert zunächst Erdgas, dessen Bedeutung jedoch stark abnimmt. Fernwärme übernimmt ab etwa 2030 eine zentrale Rolle, unterstützt durch Wärmepumpentechnologie. Effizienzgewinne durch Sanierungen und technologische Umstellungen tragen auch hier zur Senkung des Endenergieverbrauchs bei.

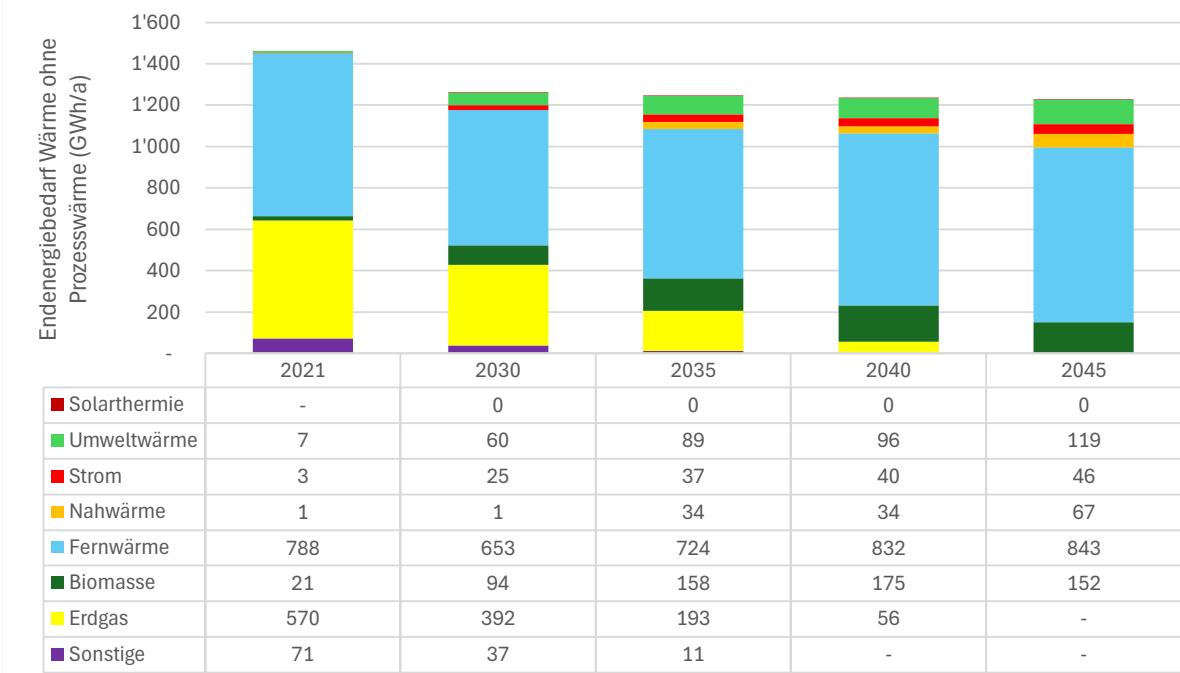


Abbildung 73: Zielszenario - Entwicklung des Endenergiebedarfs (GWh) des GHD-Sektors nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045 (ohne Prozesswärme)

Kommunale Liegenschaften

Der Endenergiebedarf in kommunalen Liegenschaften ist wegen der geringen Anzahl der Gebäude vergleichsweise gering, mit etwa 128 GWh (Abbildung 74). Der Anteil der Fernwärme ist schon im Referenzjahr sehr hoch (72 Prozent) und steigt hier auf 78 Prozent bis 2045 und macht damit den Großteil der Versorgung aus. Der Rückgang fossiler Energieträger, insbesondere Erdgas und Heizöl, erfolgt hier stärker und früher als in anderen Sektoren. Wärmepumpen werden ebenfalls vermehrt eingesetzt, jedoch in etwas geringerem Maße als im Haushaltssektor.

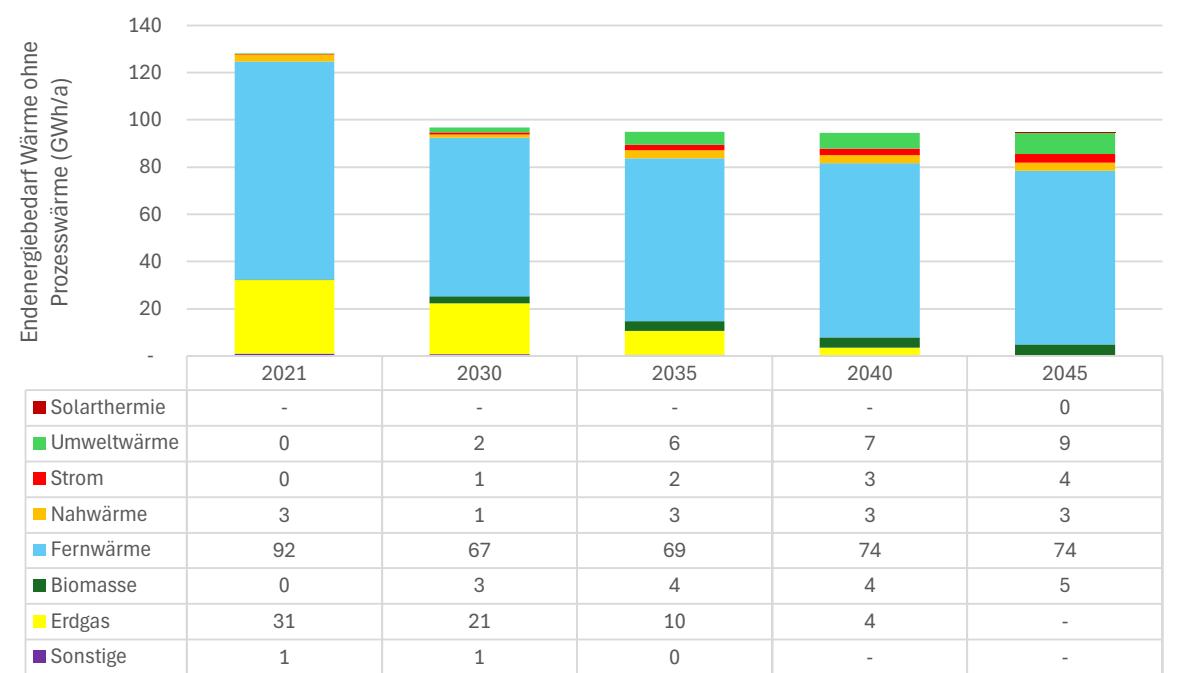


Abbildung 74: Zielszenario - Entwicklung des Endenergiebedarfs (GWh) der kommunalen Gebäude nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045 (ohne Prozesswärme)

Gebäude des Industriesektors

Der untersuchte und dargestellte Endenergiebedarf der Gebäude im Industriesektor umfasst den Bedarf für Raumwärme und Warmwassergewinnung ohne Prozesswärme. Energetisch ist die Industrie mit einem Endenergiebedarf von rund 32 GWh ohne Prozesswärme in 2021 der kleinste Sektor. Die Entwicklung zeigt auch hier ein deutliches Absinken des Anteils fossiler Energien, insbesondere Erdgas (siehe Abbildung 74). Der Fern- und Nahwärmeanteil wächst auch hier, allerdings nicht in gleichem Maße wie in anderen Sektoren. Wärmepumpen und Biomasse spielen eine zunehmende Rolle, abhängig von der individuellen Umsetzbarkeit vor Ort.

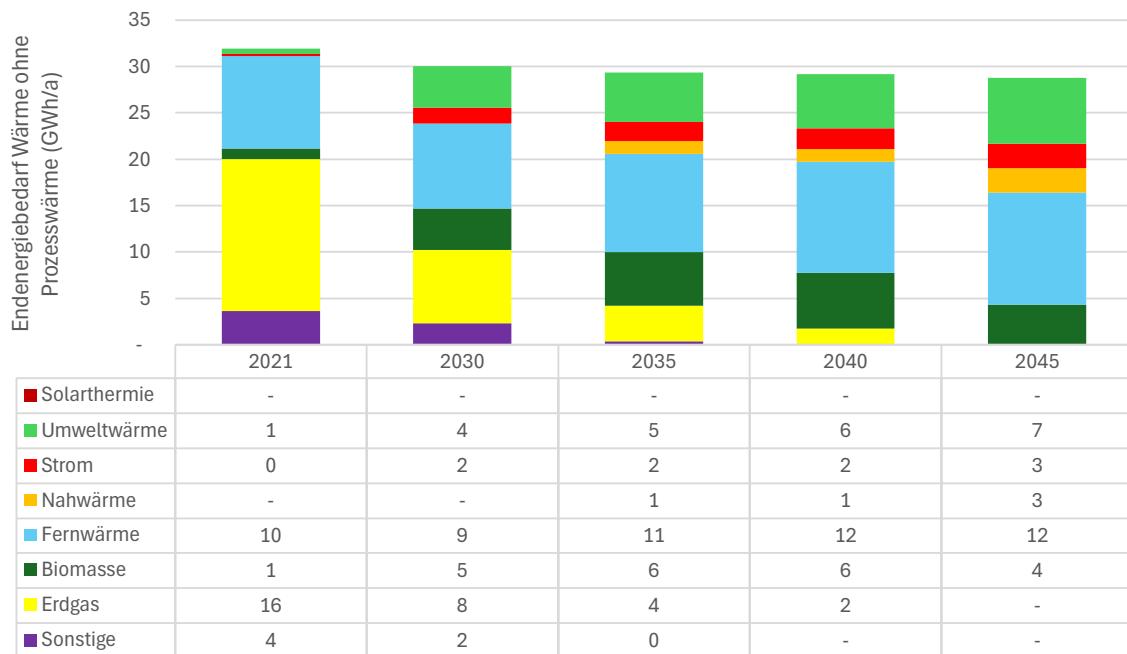


Abbildung 75: Zielszenario - Entwicklung des Endenergiebedarfs (GWh) der Industriegebäude nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045 (Wärmebedarf, ohne prozessbedingten Energiebedarf)

Treibhausgasemissionen

Abbildung 76 zeigt die prognostizierte Entwicklung der THG-Emissionen der Wärmeversorgung, welche sich aus der erwarteten Entwicklung des Heizanlagenbestandes und der unterstellten Umsetzung der aktuellen Sanierungspotenziale im Gebäudebestand ergibt. Zu Beginn dominieren Emissionen aus Erdgas den Gesamtwert. Mit dem zunehmenden Ausstieg aus fossilen Energieträgern und der fortschreitenden Elektrifizierung der Wärmeversorgung sinken die Emissionen stetig. Bis 2045 wird gegenüber 2021 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen für die Gebäudewärmeversorgung um 94 Prozent erreicht. Ab 2045 werden nahezu keine CO₂-Emissionen mehr verzeichnet, was auf den vollständigen Ausstieg aus fossilen Brennstoffen zurückzuführen ist. Die verwendeten Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger sind in Anlage 5 aufgelistet.

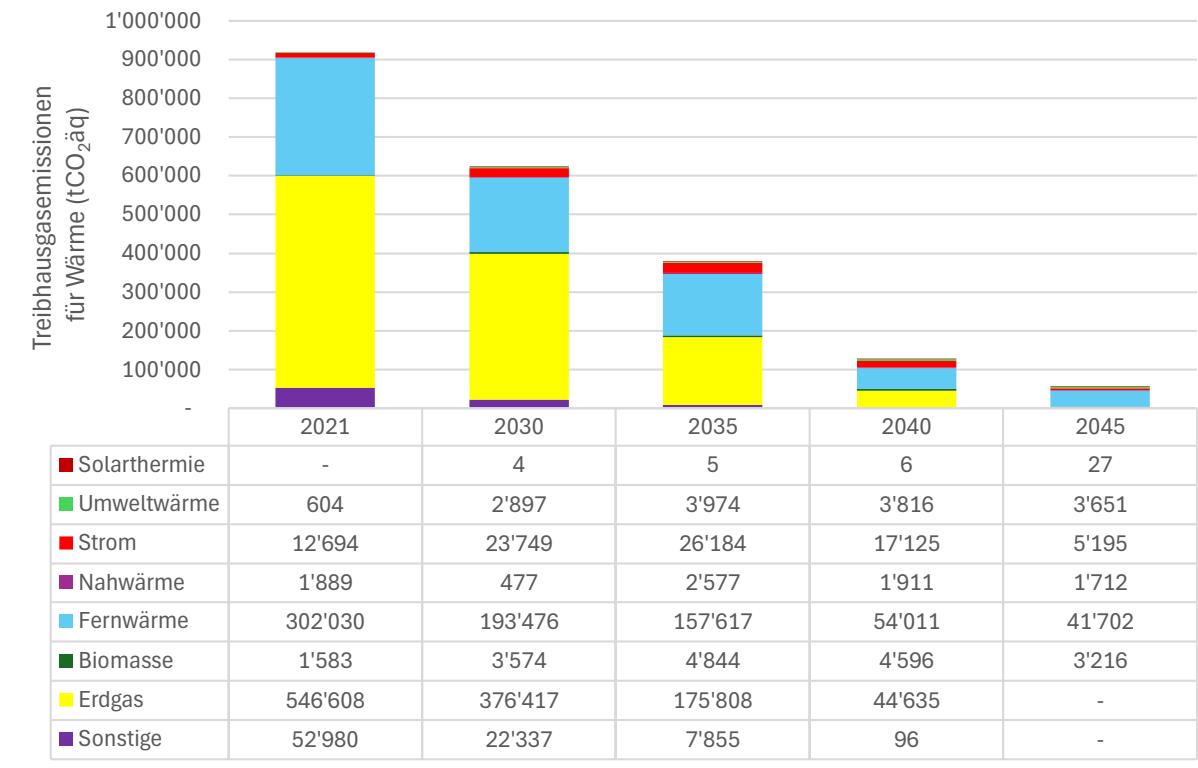


Abbildung 76: Zielszenario - Entwicklung der Treibhausgasemissionen (tCO₂äq) nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Dresden bis zum Jahr 2045 (ohne Prozesswärme)

Abbildung 77 zeigt die quantitative Entwicklung verschiedener Heizanlagentypen im gesamten Stadtgebiet im Referenzjahr 2021 und den Modelljahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Die dargestellten Anlagentypen umfassen die netzgebundenen Systeme Wärmenetzanschluss (Fern- oder Nahwärme), Erdgas und Wasserstoff als auch unterschiedliche Wärmepumpensysteme und Biomasseheizkessel.

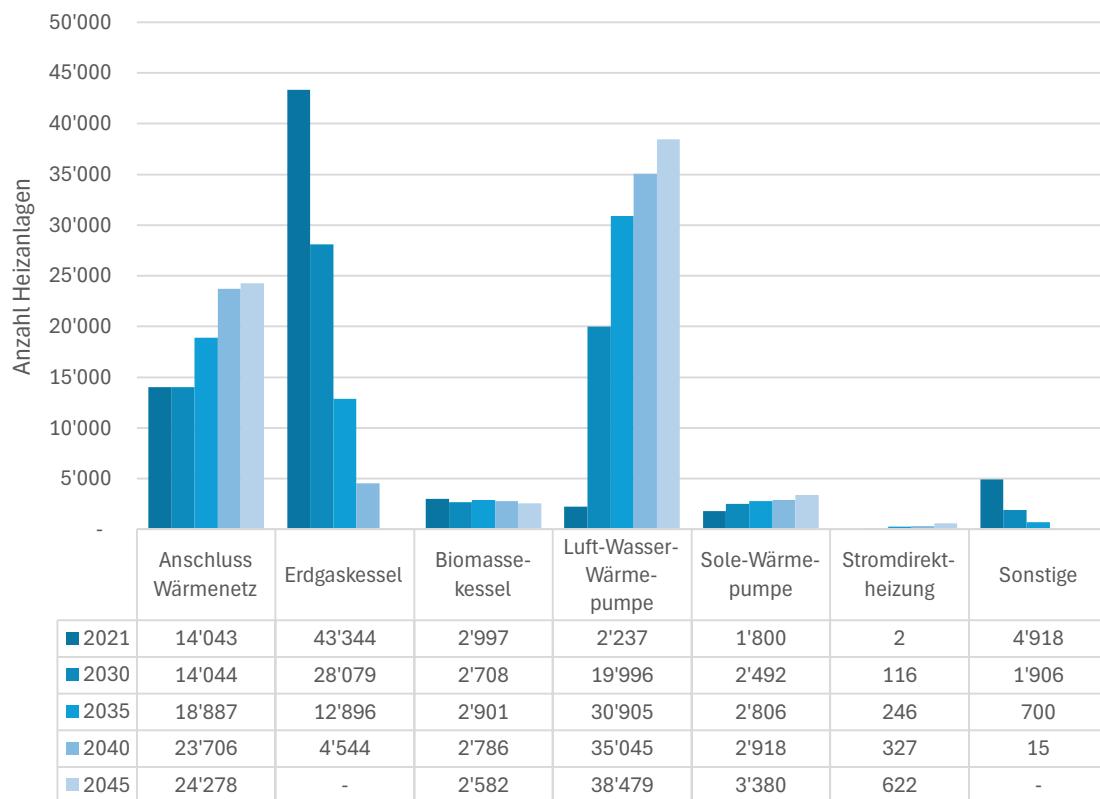


Abbildung 77: Entwicklung des Heizungssystemportfolios im Zielszenario in allen Sektoren

Die Anzahl von Gebäude mit einer Versorgung durch Fern- oder Nahwärme steigt von rund 14.000 (20 Prozent) in 2021 auf rund 24.300 (35 Prozent) in 2045. Die Gaskessel des Bestandes werden ausgehend von rund 43.300 (62 Prozent) über die Jahre durch alternative Heizsysteme ersetzt. Die Wärmepumpen wurden detailliert in verschiedenen Varianten untersucht:

- Luft/Wasser-Wärmepumpen (LWWP)
- Erdsonden-Wärmepumpen (ESWP)
- Erdkollektor-Wärmepumpen (EKWP)

Alle diese Wärmepumpenanlagen wurden zusätzlich als Hybridanlage in Kombination mit einem Erdgas betriebenem Kessel betrachtet. Es zeigt sich, dass diese Hybridanlage wegen der höheren Investitionskosten nur in wenigen Fällen umgesetzt werden. Diese Anlagen sind in der Abbildung mit bei den monovalenten Wärmepumpen erfasst.

Von den monovalenten Anlagen dominiert die Luft-Wasser-Wärmepumpe, welche von rund 2.200 Bestandswärmepumpen im Jahr 2021 auf rund 38.500 Anlagen bis 2045 anwächst. Dies entspricht einer Steigerung des Anteils von 3 Prozent in 2021 auf 56 Prozent in 2045.

Biomassekessel verlieren bis 2045 Anteile hinsichtlich der Anlagenanzahl, obwohl deren Deckungsanteil am Endenergiebedarf stetig wächst. Dies begründet sich dadurch, dass vor allem Gebäude mit hoher Wärmenachfrage zunehmend von Gas in Biomasse wechseln, während für kleinere Verbraucher, welche derzeit mit Biomasse heizen, ein Wechsel zu einem Wärmepumpensystem zukünftig aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv sein könnte.

Ölheizungen und sonstige Bestandsanlagen werden vollständig bis 2045 durch eine Alternative ersetzt. Reine Elektroheizungen sind nur in Ausnahmen zulässig und bleiben Nischenlösungen. Solarthermieanlagen tragen gemäß der Simulation nur vereinzelt ergänzend zur Wärmeversorgung bei.

10.6 Bewertung Zielszenario

10.6.1 Überblick

Das Zielszenario wird wie die vier Grundszenarien anhand zentraler Indikatoren bewertet. In Tabelle 2 sind hierzu die wesentlichen Kenngrößen für das Dresdner Stadtgebiets dargestellt. Diese sind im Vergleich zu den Ergebnissen der vier Grundszenarien zu sehen, welche die Spannweite möglicher Entwicklungen aufzeigen (siehe Abbildung 63 in Kap. 10.2). Die nachfolgenden Erläuterungen weisen auf Gemeinsamkeiten mit den Grundszenarien hin und heben die wesentlichen Unterschiede hervor.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Frage, inwieweit mit dem Zielszenario der im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK) verankerte Treibhausgas-Reduktion bis 2045 erreicht werden kann. Aufgrund der erreichten Reduktion von -94 Prozent, kann diese Frage affirmativ beantwortet werden: die Zielerreichung ist gewährleistet. Im Vergleich zu den vier Grundszenarien zeigt das Zielszenario zudem eine deutlich verbesserte Klimawirkung: Mit einer Reduktion der CO₂-Emissionen um rund 94 Prozent übertrifft es die Grundszenarien, die im Bereich von -89,6 Prozent (Basis) bis -92,2 Prozent (Wasserstoff) liegen. Damit nähert sich das Zielszenario stärker dem im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEK) festgelegten Reduktionspfad an und bietet eine höhere Robustheit im Hinblick auf die Zielerreichung im Jahr 2045. Der Verlauf des Reduktionspfades im Zeitraum bis 2045 liegt im Zielszenario etwas oberhalb des IEK-Reduktionspfades. Dies ist im Wesentlichen auf konservativere Annahmen zur Reduktion des Nutzenergiebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen zurückzuführen. Dieser Aspekt wird im Kapitel 11 hinsichtlich Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und im Rahmen der Controllingprozesses aufgegriffen. Des Weiteren wurde die Datengrundlage zur Bestandssituation 2021 gegenüber dem IEK basierend auf neuen Erkenntnissen aktualisiert, welche für die Wärmeplanung berücksichtigt wurden.

Die energetische Gebäudesanierung ist mit einer Sanierungsrate von 0,2 Prozent und damit auch die damit verbundenen Investitionen und die Subventionen liegen annahmengemäß auf dem Niveau der Grundszenarien. Diese vergleichsweise tiefe Sanierungsrate ist als erreichbar zu bezeichnen.

Die Heizungswechselrate liegt mit 5,5 Prozent nur leicht über den Vergleichsszenarien (etwa 5,3–6,4 Prozent). Dies zeigt, dass die zusätzlichen CO₂-Einsparungen im Wesentlichen nicht über höhere Sanierungs- oder Austauschquoten erreicht werden, sondern über die Veränderung der Struktur der Wärmeerzeugung, konkret durch das Umsteigen von fossilen Heizsystem auf erneuerbare, leitungsgebunden oder dezentral.

In Bezug auf die Investitionen in Heizungssysteme liegt das Zielszenario mit rund 2,26 Milliarden Euro leicht über den meisten Grundszenarien, aber unter dem Wärmepumpen-Szenario (-7 Prozent). Die Unterschiede bewegen sich in einem Bereich von +/- 10 Prozent. Auch die vorgesehenen Subventionen sind vergleichbar, wobei mit 0,67 Milliarden Euro ein etwas geringerer Fördermittelbedarf entsteht als etwa im Wärmepumpenszenario (0,72 Milliarden Euro). Der Anteil der öffentlichen Unterstützung ist mit einer Förderquote von rund 30 Prozent in einer Balance zwischen Auslösewirkung und Kosten (zum Vergleich: im Strombereich ist die Förderquote oft deutlich höher).

Die Wärmevollkosten im Zielszenario liegen mit 14,1 Euro/m²a ungefähr gleich hoch wie die meisten Szenarien. Nur das Wärmepumpenszenario liegt bei diesem Kriterium darunter (-8 Prozent). Die Wärmevollkosten sind zwischen den verschiedenen Szenarien also auf ähnlichem Niveau und betragen umgerechnet auf eine Wohnung von 90 m² EBF (etwa 70 bis 75 m² Wohnfläche) gut 100 Euro pro Monat. Dies ist vergleichbar mit den heutigen Wärmevollkosten.

Hinsichtlich der Netzinfrastrukturen positioniert sich das Zielszenario differenziert: Der Stromnetzausbaubedarf liegt mit 0,33 Milliarden Euro wie das Wasserstoff-Szenario am unteren Ende der Spannweite und ist damit günstiger als das Wärmepumpenszenario, das mit 0,36 Milliarden Euro die höchsten Werte aufweist. Die Spannweite zwischen den Szenarien beträgt rund 8 Prozent.

Der Wärmenetzausbau liegt mit 1,88 Milliarden Euro geringfügig über den Grundszenarien (etwa 1,75 Milliarden Euro). Hier zeigt sich, dass die stärkere Rolle der leitungsgebundenen Wärmeversorgung eine tragende Säule der Dekarbonisierung im Zielszenario ist. Der Ausbau des Gasnetzes verliert an Bedeutung; die genaue Bewertung ist derzeit noch „in Prüfung“.

Die Höchstlast im Wärmestrom bewegt sich mit 220 MW im Mittelfeld der Grundszenarien (171 bis 294 MW). Damit wird eine deutlichere Belastung der Stromnetze vermieden, wie sie im Wärmepumpenszenario sichtbar ist, gleichzeitig aber eine höhere Flexibilität im Einsatz elektrischer Lösungen als im Wasserstoffszenario ermöglicht.

In der Gesamtschau verbindet das Zielszenario die hohe Klimawirksamkeit mit einer ausgewogenen Investitionsstruktur und einer moderat verteilten Netzauslastung. Es schafft damit einen belastbaren Kompromiss zwischen ökologischer Zielerreichung, Investitionen, Subventionen, Wärmevollkosten und Umsetzbarkeit. Besonders hervorzuheben ist, dass die im Vergleich zu den Grundszenarien nur geringfügig höheren Kosten durch eine signifikant höhere Emissionsreduktion gerechtfertigt werden. Insgesamt wird ein ausgewogener Pfad aufgezeigt, der sowohl die Klimawirkung als auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt.

Tabelle 2: Bewertung des Zielszenario anhand der Indikatoren, mit welchen auch die vier Grundszenarien bewertet wurden (siehe Abbildung 63)

Bewertungskriterium	Ergebnis Zielszenario
CO₂-Emissionen	-94,0 Prozent
Sanierungsrate¹⁾	0,2 Prozent
Heizungswechselrate²⁾	5,5 Prozent pro Jahr
Investitionen Heizung	2,26 Milliarden Euro
Subventionen Heizung	0,67 Milliarden Euro
Investitionen Sanierung	0,69 Milliarden Euro
Subventionen Sanierung	0,17 Milliarden Euro
Wärmevollkosten	14,1 Euro/m ²
Höchstlast Wärmestrom³⁾	220 MW
Anzahl Netz-Auslastung⁴⁾	Rund 600
Investitionen Stromnetz⁵⁾	0,33 Milliarden Euro
Investitionen Wärmenetze	1,88 Milliarden Euro
Investitionen Gasnetz	In Prüfung

- 1) Prozentsatz der jährlich sanierten Gebäude im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Gebäude zwischen 2022 und 2034.
 2) Prozentsatz der jährlichen Heizungswechsel, inkl. Fernwärme, ohne Umstellung H2-5 Netz
 3) GZ-Faktor 0,7
 4) Transformatoren mit Auslastung heutiger freier Netzkapazität > 80% durch Wärmestrom
 grobe Indikation: Ausbaukosten nur für Nieder- & Mittelspannungsebene NE7 + NE6, inkl. LIS (300EUR/kW)

Insgesamt ermöglicht die Bewertung des Zielszenarios eine transparente Einordnung der Ergebnisse im Verhältnis zu den langfristigen Klimazielen der Landeshauptstadt Dresden und schafft eine belastbare Grundlage für die weitere politische und strategische Entscheidungsfindung.

10.6.2 Investitionskosten

Darüber hinaus werden auch im Zielszenario die erforderlichen Investitionsbedarfe ausgewiesen. Neben der Gesamthöhe werden die jeweiligen Investitionszwecke beschrieben, etwa der Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung, die Dekarbonisierung der Fernwärme, die energetische Gebäudesanierung oder der Aufbau von Speicher- und Netzinfrastruktur. Zudem erfolgt eine Differenzierung nach Investitionsträgern: Kommunale Unternehmen, private Gebäudeeigentümer, Wohnungswirtschaft oder Industrie. Auf diese Weise wird deutlich, welche Akteure zur Umsetzung des Zielszenarios in welchem Umfang beitragen müssen.

Für die Umsetzung des Zielszenarios bis zum Jahr 2045 werden die kumulierten notwendigen Investitionen den folgenden Bereichen abgeschätzt:

- Wärmenetzausbau inklusive Energiezentrale zur Wärmeerzeugung
- Stromnetzausbau auf der Niederspannungsebene (NE7) und zur Transformation von der Mittelspannungsebene (NE6)
- gebäudeseitige Wärmeerzeugungsanlagen inklusive Peripherie beziehungsweise Wärmeübergabestationen inklusive Netzanschluss

Für den Wärmenetzausbau im Zielszenario sind Investitionen in Höhe von etwa 1,88 Milliarden Euro zu veranschlagen. Davon entfallen etwa 1,75 Milliarden Euro auf den Ausbau der FernwärmeverSORGUNG. Für die neuen Nahwärmenetze werden Investitionen in Höhe von etwa 130 Millionen Euro erwartet.

Als zusätzliche Höchstlast durch Strom für Wärmeanwendungen im Jahr 2045 ist für das Zielszenario ein Leistungszuwachs von etwa 214 MW zu erwarten. Dieser Wert wurde entsprechend der Vorgehensweise im Kapitel 10.2.1 ermittelt. Zusammen mit dem Ausbaubedarf für Ladeinfrastruktur ergibt sich ein Investitionsvolumen von etwa 331 Millionen Euro in die Stromnetzinfrastruktur.

Die Investitionen in die gebäudeseitige Wärm 技术 betragen für das Zielszenario etwa 2,1 Milliarden Euro. Davon können nach derzeitigen Förderprogrammen des Bundes mindestens 610 Millionen Euro über Fördermittel gedeckt werden. Die Investitionen in die energetische Sanierung von Gebäudehüllen wurde bereits im Rahmen der Vorstudie zur Wärmeplanung mit 690 Millionen Euro abgeschätzt. Bei unveränderter Förderpolitik können davon etwa 170 Millionen Euro über Fördermittel des Bundes gedeckt werden.

11 Umsetzungsstrategie und –maßnahmen

11.1 Strategischer Ansatz und Umsetzungsmaßnahmen

In diesem Kapitel der strategische Ansatz der kommunalen Wärmeplanung dargelegt. In der Folge werden die Maßnahmenpakete aus den vorstehend beschriebenen Analysen abgeleitet und die Maßnahmen (Anlage 1) inklusive Zeitplan in einer Übersicht dargestellt.

11.1.1 Strategischer Ansatz

Auf der strategischen Ebene einer kommunalen Wärmeplanung lassen sich die wichtigsten Ansatzpunkte in wenigen Kernpunkten zusammenfassen. Daraus wiederum lassen sich die konkreten Maßnahmen ableiten und bündeln. Die großen Leitplanken, an denen sich Maßnahmen und Projekte orientieren müssen, sind Zielorientierung, räumliche Strukturierung und Koordination, Transformation und Weiterentwicklung der Energieinfrastruktur, Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung der Potenziale erneuerbarer Energiequellen und unvermeidbarer Abwärme, Governance und Prozessgestaltung, Beachtung der Wirtschaftlichkeit und Finanzierung sowie Monitoring, Controlling und regelmäßige Fortschreibung:

Langfristige Zielorientierung

- Ausrichtung an Klimaschutzz Zielen (Dekarbonisierung, Klimaneutralität) inklusive zeitlicher Verortung mit Zwischenzielen (zum Beispiel 2030 oder 2035) sowie Endziel, hier 2045
- Sicherstellung von Versorgungssicherheit und Beachtung der Resilienz gegenüber unerwarteten Ereignissen und Krisen auf der technischen, wirtschaftlichen und (energie-)planerischen Ebene

Priorisierung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme

- Strategische Einordnung, welche erneuerbaren Potenziale im Stadtgebiet wie genutzt werden sollen (inklusive Priorisierung leitungsgebundener oder Einzellösungen)
- Integration industrieller und gewerblicher Abwärmequellen

Räumliche Strukturierung und Koordination

- Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion von Abwärme in Gebäude und Unternehmen unter Beachtung von Aspekten der Gebäude- und Quartierstypologie sowie von Produktionsprozessen
- Koordination bei der Nutzung der verschiedenen Wärmequellen (Erneuerbare, unvermeidbare Abwärme) unter Beachtung der Siedlungsstruktur (dichte Quartiere vs. ländlich geprägte Randbereiche)

Infrastrukturelle Leitentscheidungen

- Dekarbonisierung der bestehenden FernwärmeverSORGUNG durch Investitionen in Erzeugungskapazitäten und Speicher sowie durch die Beschaffung von erneuerbarer Energie
- Abwägung zentraler vs. dezentraler Versorgung und darauf basierend Festlegung von Ausbauschwerpunkten für Wärmenetze und dezentraler Einzelversorgung
- Festlegen des Transformationspfads im Bereich Gasnetz, um den Gasverbrauch zu reduzieren und sukzessive erneuerbare Gase einzusetzen

Systemische und sektorübergreifende Integration

- Koordination bei der Erweiterung der thermischen Netze und der Ertüchtigung des Stromnetzes
- Einbettung in regionale und übergeordnete Energiestrategien und -entwicklungen

Governance und Prozessgestaltung

- Festlegung klarer Zuständigkeiten zwischen Kommune, Netzbetreibern, Wohnungswirtschaft, Industrie
- Implementierung der Zielsetzung in Unternehmensstrategie von SachsenEnergie AG und SachsenNetze GmbH
- Transparente Kommunikation und Beteiligung relevanter Akteure

Wirtschaftlichkeit und Finanzierung

- Strategische Einschätzung der Kosten- und Investitionspfade sowie Zuordnung geeigneter Finanzierungsinstrumente
- Entwicklung von Finanzierungs- und Förderstrategien sowohl für die lokalen Energieunternehmen als auch für die privaten Unternehmen sowie für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer und Mietende

Monitoring und Flexibilität

- Einrichtung eines Systems für Fortschrittskontrolle und Anpassungen
- Sicherstellen einer robusten, aber gegenüber technischen und politischen Veränderungen anpassungsfähigen Planung
- Regelmäßige Überprüfung und Vornehmen von Anpassungen im Bedarfsfall

11.1.2 Umsetzungsmaßnahmen

Um eine solide und resiliente Basis für die Umsetzung des strategischen Ansatzes und für die konkreten Umsetzungsmaßnahmen zu erhalten, sind die Ziele des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes in Politik und Verwaltung in Dresden zu verankern. Dies soll durch entsprechende politische Beschlussfassungen sowie in den Unternehmen mit städtischer Beteiligung (SachsenEnergie AG/SachsenNetze GmbH) erfolgen.

Der Maßnahmenkatalog (Anlage 1) wurde auf Grundlage der oben genannten Zielsetzungen und strategischen Ansatzpunkte sowie der Bestands- und Potenzialanalyse erarbeitet. Die geplanten Maßnahmen sollen den Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme in der leitungsgebundenen wie auch in der dezentralen Wärmeversorgung Dresdens deutlich steigern.

Der Maßnahmenkatalog umfasst direkte Maßnahmen von Stadtverwaltung, Energieversorger, Strom- und Gasnetzbetreiber sowie kooperierender Akteure und adressiert das Zielpublikum und die Maßnahmen, die durch Dritte umzusetzen sind (namentlich Investitionen und Entscheide von Privaten und Unternehmen). Die Maßnahmen dienen auch der Gewährleistung von Kosteneffizienz, Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit. Als Basis für die Ausformulierung werden sechs Maßnahmenpakete definiert, siehe Übersicht in Tabelle 3, die auch die Abhängigkeiten untereinander aufzeigt. Ein Teil der Maßnahmen sind als Querschnittsaufgaben anzusehen. Dies umfasst Aspekte der Koordination, der Beratung, der Sicherstellung von Finanzierung, Versorgungssicherheit und Resilienz. Der ausformulierte Maßnahmenkatalog des vorliegenden Berichts. In Abbildung 78 sind die Einzelmaßnahmen als Zeitplan dargestellt.

Es sei an der Stelle darauf hingewiesen, dass der Maßnahmenkatalogs teilweise anders strukturiert ist als die oben genannten strategischen Ansatzpunkte. Erstere sind eher themen- und zielorientiert während sich letzteres an der Art der Maßnahmen und vor allem am Zielpublikum orientiert. Gewisse Themen werden dadurch in der Übersichtstabelle zum Maßnahmenkatalog weniger sichtbar. Um deren Wichtigkeit zu verdeutlichen, wird nachfolgend besonders auf die Themen Energieeffizienz, Abwärme, dezentrale Wärmeversorgung und Finanzierung eingegangen:

- Die Steigerung der Energieeffizienz, insbesondere die energetische Erneuerung der Gebäude ist wichtig, um den Bedarf an erneuerbaren Energien zu reduzieren und Voraussetzungen für die Nutzung von Wärmepumpen zu verbessern. Konkretisiert wird dies durch fokussierte Informationen zur energetischen Sanierung im „Energielotsen“ (siehe Tabelle 3, Maßnahmenpaket 5). Die Identifikation von Gebieten für serielle Sanierung und Umsetzung von Pilotprojekten sind weitere Maßnahmen (Maßnahmenpaket 2).
- Die Abwärme, die derzeit in Unternehmen entsteht, soll durch geeignete Maßnahmen wie Energieeffizienzsteigerung und betriebsinterne „Sektorkopplung“, zum Beispiel auf Basis von Pinch-Analysen oder durch das Umstellen auf effiziente strombasierte Prozesse, möglichst vermieden werden. Unternehmen sollen entsprechend beraten werden (Maßnahmenpaket 4). Die Reduktion von Abwärme soll in erster Priorität ein wichtiger Bestandteil in Dekarbonisierungsplänen von Unternehmen sein und erst in zweiter als „Wärmequelle“ für Wärmenetze in Betracht gezogen werden.
- Die dezentrale Nutzung von lokalen und gebäudegebundenen erneuerbaren Energiequellen insbesondere mittels Wärmepumpen in Gebieten ohne derzeitige oder künftige leitungsgebundene Energieversorgung ist von zentraler Bedeutung, um das Ziel der Dekarbonisierung zu erreichen. Dies soll durch eine gesamtheitliche Information, Beratung und Beteiligung (siehe Maßnahmenpaket 5) sowie durch das Schaffen und Fördern von geeigneten Übergangslösungen erfolgen (in Koordination mit den Maßnahmenpaketen 1, 2 und 3).
- Die Sicherstellung der Finanzierung und das Bereitstellen von Personalressourcen sind eine wichtige Basis für den Erfolg der Umsetzung des Maßnahmenkatalogs. Dazu gehört die Bereitstellung von Budgets für externe Aufträge und von Investitionskrediten sowie die Nutzung von übergeordneten Förderinstrumenten, Schaffen und Fördern von innovativen Finanzierungsansätzen. Die Sicherung von Finanzierung und Ressourcen bildet ein Querschnittsthema (siehe Kapitel 11.2), weshalb kein eigenes Maßnahmenpaket formuliert wird.

Tabelle 3: Maßnahmenkatalog: Übersicht Maßnahmenpakete

Maßnahmenpaket (MP)	Wesentliche Inhalte	Ansatz zur Umsetzung
MP 1: Dekarbonisierung, Erweiterung und Verdichtung des Fernwärmennetzes	Dekarbonisierung der erdgasbasierten Fernwärmeverzeugung, Ausbau und Verdichtung des Netzes, Erhöhung der Anschlusszahlen.	Investitionsentscheidungen, infrastrukturelle Umsetzung
MP 2: Auf- und Ausbau weiterer Wärmenetze	Koordinierter Auf- und Ausbau neuer Nah- und Quartiersnetze zur Nutzung (lokaler) erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme gemäß voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete (Kapitel 10.4), Prüfen der dort ausgewiesenen Prüfgebiete und Treffen energieplanerischer Festlegungen	Infrastrukturelle Umsetzung durch Koordination (siehe auch MP 1 und MP 6), Investitionsentscheidungen, Konzessionsverträge und gegebenenfalls Ausschreibungen, energieplanerische Tätigkeit
MP 3: Weiterentwicklung Strom- und Gasnetz	Stromnetzausbau für erneuerbare Energien und Power-to-Heat-Technologien wie Wärmepumpen, Umstellung des Gasnetzes	Planung und infrastrukturelle Umsetzung
MP 4: Unterstützung der Wirtschaft	Information von Unternehmen und Verbänden, Kooperation in der Fachkräfte-sicherung und -qualifizierung, Information und Kooperation bezüglich Vermeidung von Abwärme und Nutzung unvermeidbarer Abwärme	Umsetzungsbegleitung
MP 5: Information, Beratung und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger	Information und Beteiligung: Aufbau des „Energielotsen“, Lösungen für kritische Versorgungsgebiete	Umsetzungsbegleitung

Maßnahmenpaket (MP)	Wesentliche Inhalte	Ansatz zur Umsetzung
MP 6: Städtische Werkzeuge und Fortschreibung	Verankerung der Wärmeplanung in Stadtplanung, Liegenschaftsmanagement, Energienetzkonzessionen, Fortschreibung des Wärmeplans	Städtische Planungs- und Verwaltungstätigkeit, kommunale Investitionsentscheidungen, Umsetzungsbegleitung, energieplanerische Tätigkeit

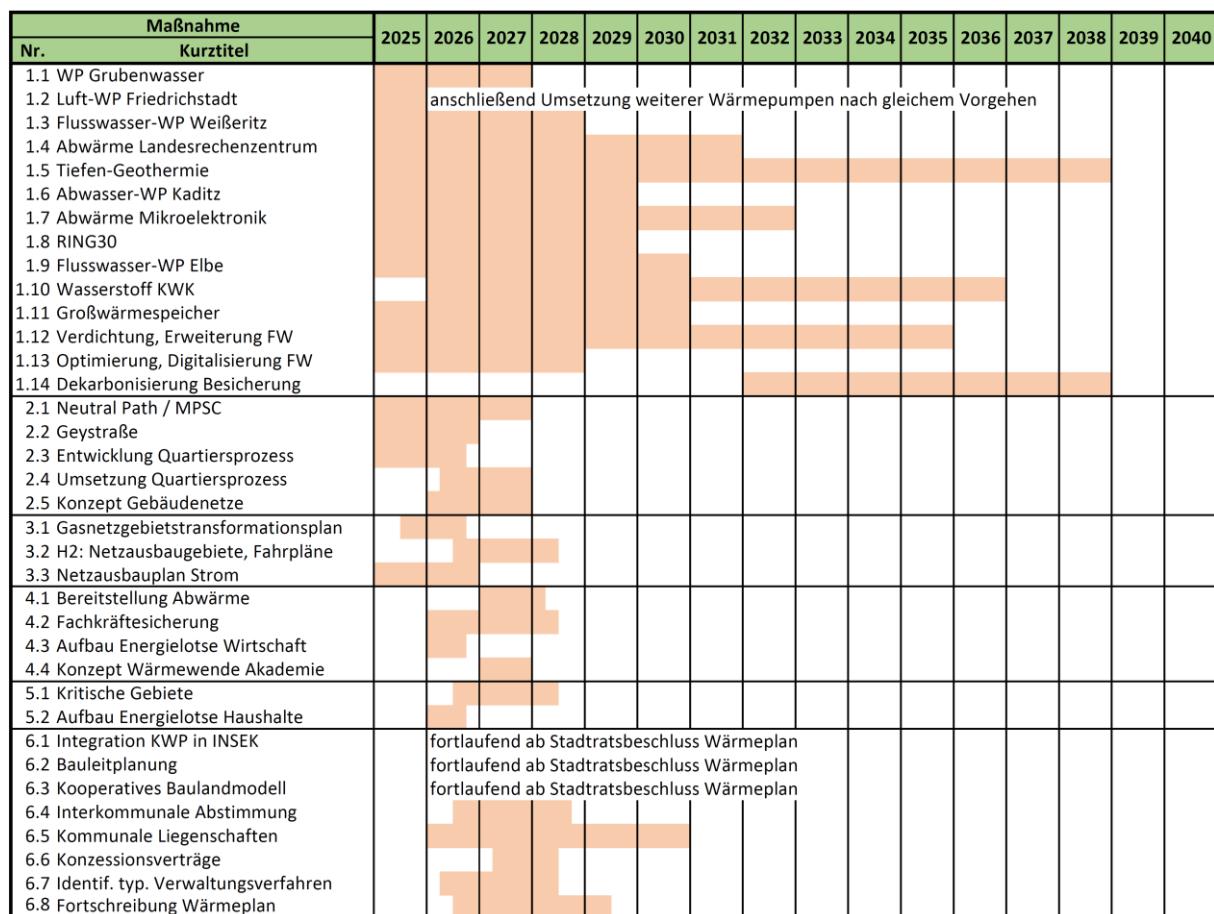


Abbildung 78: Zeitplan der Einzelmaßnahmen

Nachfolgend wird auf einzelne Elemente der strategischen Ansatzpunkte und der Maßnahmenpakete vertieft eingegangen, namentlich auf Aspekte der Finanzierung (Kapitel 11.2), auf die Umsetzungskoordination der Wärmeplanung (Kapitel 11.3) sowie auf den Monitoring- und Controlling-Prozess (Kapitel 11.4).

11.2 Finanzierungsaspekte

Die Sicherstellung der Finanzierung ist eine wichtige Voraussetzung, um die angestrebten Energie- und Klimaziele zu erreichen und um die dazu erforderlichen Maßnahmen umsetzen zu können. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen der Finanzierung von städtischen Ressourcen und der Finanzierung von Investitionen. Beim erstgenannten Punkt geht es um Personalkosten, externe Begleitung, um Aufgaben wie Planung, Genehmigung, Begleitung, Monitoring, Controlling und Weiterentwicklung leisten zu können. Auf den zweitgenannten Punkt wird nachfolgend näher eingegangen.

11.2.1 Eigenkapital

Eigenkapital stellt die Basis der Finanzierung der Wärmewende dar und wird von den verschiedenen Akteursgruppen in unterschiedlicher Intensität eingebracht. Für private Haushalte und kleinere Gewerbebetriebe bedeutet dies in der Regel die Mobilisierung vorhandener Rücklagen, etwa zur Finanzierung eines Heizungstausches oder einzelner Effizienzmaßnahmen, gegebenenfalls und/oder die Aufstockung der Hypothek, dies jeweils unter Inanspruchnahme von Fördermitteln.

Wohnungswirtschaftliche Unternehmen setzen Eigenmittel zur anteiligen Finanzierung großvolumiger Sanierungsprojekte ein, die oft mit Fremdkapital und Fördermitteln kombiniert werden. Energieversorger wie die SachsenEnergie AG nutzen Eigenkapital insbesondere für strategische Investitionen in die Dekarbonisierung, den Netzausbau sowie Speicherinfrastrukturen. Der Einsatz von Eigenkapital gewährleistet Unabhängigkeit und Kreditwürdigkeit, ist jedoch in seinem Umfang durch die Kapitalausstattung der jeweiligen Akteure begrenzt, weshalb auch die Verwendung von Fremdkapital erforderlich ist.

11.2.2 Fremdkapital

Fremdkapital ist für die Umsetzung kapitalintensiver Investitionsvorhaben unverzichtbar. Energieversorger und kommunale Unternehmen greifen hierfür auf klassische Bankfinanzierungen oder Kommunaldarlehen zurück, wobei auch wie innovative Finanzierungsansätze wie Bürgerdarlehen (siehe Abschnitt 11.2.4) eingesetzt werden können, um neben der eigenen Liquidität auch die gesellschaftliche Akzeptanz zu stärken. Die Wohnungswirtschaft nutzt Fremdkapital zur Finanzierung energetischer Modernisierungen im Bestand, häufig ergänzt durch revolvierende Kreditlinien. Für private Eigentümer steht ein breites Spektrum an Fremdfinanzierungsinstrumenten zur Verfügung, unter anderem zinsgünstige Darlehen der KfW oder Hypothekarkredite, gegebenenfalls mit Vorzugskonditionen für „grüne“ Investitionen. Im Bereich der dezentralen Versorgung gewinnen Contracting- oder Mietmodelle an Bedeutung, bei denen ein Energiedienstleister die Finanzierung übernimmt und die Refinanzierung über langfristige Wärmelieferverträge erfolgt. Die Finanzinstitute, welche solches Fremdkapital zur Verfügung stellen, refinanzieren sich entweder klassisch am Finanzmarkt oder durch spezielle „grüne“ Instrumente wie beispielsweise sogenannte „Green Bonds“.

11.2.3 Fördermittel

Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene stellen eine zentrale Säule zur Finanzierung der Wärmewende dar. Sie tragen wesentlich dazu bei, Investitionskosten abzusenken, Risiken zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit von Projekten zu ermöglichen oder zu verbessern. Für private Haushalte, die Wohnungswirtschaft, Unternehmen sowie kommunale Akteure bestehen verschiedene Zugänge zu Zuschüssen, zinsgünstigen Darlehen (siehe auch Kap. 11.2.2), und ergänzenden Beratungsangeboten.

Besondere Bedeutung haben die Programme der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die sowohl Einzelmaßnahmen wie den Heizungstausch als auch die Sanierung zu Effizienzhäusern unterstützen. Für die leitungsgebundene Wärmeversorgung ist die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) von zentraler Relevanz, die Machbarkeitsstudien, Transformationspläne sowie Investitionen in Neubau und Dekarbonisierung bestehender Netze adressiert. Ergänzend stehen Landesprogramme des Freistaates Sachsen zur Verfügung, die über die Sächsische Aufbaubank (SAB) abgewickelt werden und teilweise Bundesmittel mit Landesmitteln kombinieren. Auch europäische Finanzierungsquellen (zum Beispiel EFRE, Innovationsfonds) können genutzt werden, insbesondere für großvolumige Projekte.

In den Maßnahmensteckbriefen (Anlage 1) sind, soweit verfügbar, die einschlägige Finanzierungsansätze ausgewiesen. Prominente Förderprogramme des Bundes und des Freistaates sind, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, in Tabelle 4 dargestellt. Diese Übersicht verdeutlicht die Bandbreite der verfügbaren Instrumente, die, je nach Akteursgruppe und Projektgröße, unterschiedlich relevant sind.

Tabelle 4: Auswahl einschlägiger Förderprogramme zur Finanzierung der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

Förderprogramm	Fördergegenstände	Fördermittelgeber, Antrags- und Bewilligungsstelle	Zuwendungs-empfänger
Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	Modul 1: Transformationspläne/ Machbarkeitsstudien Modul 2: Investitionen Neubau/Transformation Bestandsnetze Modul 3: Einzelmaßnahmen (zum Beispiel Solarthermie, Wärmepumpen, Speicher) Modul 4: Betriebskostenförderung	Bund: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	Unternehmen (§ 14 BGB), Kommunen (soweit wirtschaftlich tätig) kommunale Eigenbetriebe, Unternehmen und Zweckverbände, eingetragene Vereine und Genossenschaften
Förderrichtlinie Energie und Klima (FRL EuK/2023)	Modul II und III: Energieeffizienzmaßnahmen, Entwicklung intelligenter Energiesysteme, Netze und Speichersysteme	Freistaat Sachsen: Sächsische Aufbaubank (SAB)	Kommunen, Öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen, Unternehmen, Verbände/Vereinigungen
Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)	Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden zur Verbesserung des energetischen Niveaus, Fachplanung und Baubegleitung durch Energieeffizienz-Experten	Bund: BAFA/Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	Investoren (beispielsweise Hauseigentümerinnen, Hauseigentümer, Wohnungseigentümer- gemeinschaften, Contractoren, Unternehmen, gemeinnützige
Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohn-/ Nichtwohngebäude (BEG WG/BEG NWG)	klimafreundliche Neubauten, energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden	Bund: BAFA/KfW	Organisationen, Kommunen) von förderfähigen Maßnahmen an Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden
KfW-Zuschuss 458	Kauf und Einbau einer neuen, klimafreundlichen Heizung	Bund: KfW	private Eigentümerinnen und Eigentümer von Wohnimmobilien, Wohnungseigentümer- gemeinschaften
SAB Sachsenkredit „Energie und Speicher“	Photovoltaikanlagen, dezentrale Stromspeicher, Geothermie-Wärmepumpen, Wärme-/Kältespeicher	Freistaat Sachsen: SAB	private Eigentümerinnen und Eigentümer, Wohnungseigentümer- gemeinschaften, Unternehmen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen
SAB Förderergänzungsdarlehen	Darlehen dient zur Komplettierung einer Gesamtfinanzierung, beispielsweise zu BEG bei Sanierung	Freistaat Sachsen: SAB	Alle Eigentümer von Wohnraum oder Bauherren, die Wohneigentum schaffen wollen

11.2.5 Alternative und innovative Finanzierungsansätze

Die größten Einzelinvestitionen fallen im Bereich der Wärmenetze an (siehe Kapitel 10.6). Hier sind gegebenenfalls zusätzliche, innovative Finanzierungsansätze ergänzend anzuwenden, um den Kapitelbedarf der Netzbetreiber zu decken. Beispielhaft seien genannt:

- Genussrechte: Hier zeichnen Privatpersonen/Investoren für eine feste Laufzeit und in der Regel einer festen Verzinsung eine Beteiligung, welche zweckgebunden sein kann. Durch die Verzinsung und Laufzeit profitieren die Anleger auf der einen Seite von einer attraktiven Geldanlage und auf der anderen Seite der emittierende Netzbetreiber durch eine Finanzierung mit Eigenkapitalcharakter, was seine Finanzierungsspielräume erweitert. Ein Beispiel sind die Stadtwerke Heidelberg mit dem „Heidelberg Klima-Invest“, welches den Ausbau von grüner Wärme in Heidelberg mitfinanzieren soll.
- Projektgesellschaft: Hierzu wird für ein klar abgegrenztes Investitionsobjekt, zum Beispiel ein neues Wärmenetz beziehungsweise ein neuer Wärmenetzabschnitt, eine Projektgesellschaft gegründet. An dieser beteiligt sich neben dem Stadtwerk beziehungsweise Netzbetreiber auch ein institutioneller Kapitalgeber in der Regel mit bis zu 50 Prozent. Dieser kann neben des Eigenkapitals auch Know-How in die Gesellschaft mit einbringen. Ein Beispiel bildet das „Konstanzer Modell“ der Stadtwerke Konstanz, welche für ein Wärmenetz eine Projektgesellschaft gegründet und die Iqony Energies GmbH als Investor gefunden haben.
- Bürgerenergiegenossenschaft: Gründung einer Genossenschaft mit dem Ziel ein gemeinsames Wärmenetz aufzubauen und zu betreiben. Die Genossenschaftsmitglieder zeichnen dazu Genossenschaftsanteile (Eigenkapital) und die Gesellschaft kann weiteres Fremdkapital aufnehmen. Die Genossenschaft ist eine demokratische Gesellschaftsform, welche ausschließlich den Interessen ihrer Mitglieder verpflichtet ist⁶⁷.

11.3 Umsetzungskoordination der Wärmeplanung

11.3.1 Organisation in der Stadtverwaltung

Zentrale Schnittstelle der bestehenden Klimaschutzstruktur in der Landeshauptstadt Dresden ist die Steuergruppe Klima, die unter Leitung der Beigeordneten für Umwelt und Klima ressortübergreifende Entscheidungen vorbereitet. Die Steuergruppe Klima erstattet in der Dienstberatung des Oberbürgermeisters Bericht und übergibt, falls notwendig, Entscheidungsvorlagen an diese. Über die Dienstberatung des Oberbürgermeisters gelangen Vorlagen und Beschlusskontrollen in den Stadtrat. Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung wird, wie nachfolgend beschrieben, dauerhaft in die bestehende Struktur der Steuergruppe Klima integriert (siehe Abbildung 79).

Die während der Erstellung der Wärmeplanung initiierte Strategierunde (siehe Abschnitt 4.3.1) bleibt als strategisches Gremium erhalten, in der die Beigeordnete, Amtsleitungen, Energieversorger, Netzbetreiber sowie die Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung grundlegende Fragen zur Umsetzung der Wärmeplanung abstimmen.

⁶⁷ Beispiele unter www.waermewende.de/energiegenossenschaft/ [Zugriff am 26.09.2025]

Auf operativer Ebene wird die während des Erstellungsprozesses regelmäßig tagende Steuergruppe kommunale Wärmeplanung als „Projektgruppe Wärmeplanung“ fortgeführt (siehe ebenfalls Abschnitt 4.3.1). Sie übernimmt die Umsetzungskoordination für die kommunale Wärmeplanung, erstattet der Strategierunde Bericht und bringt relevante Entscheidungsvorlagen auf dieser Ebene ein. Die Berichterstattung an die Steuergruppe Klima erfolgt über die Projektgruppe Wärmeplanung. Dies wird innerhalb der Projektgruppe Wärmeplanung von der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimaanpassung verantwortet.

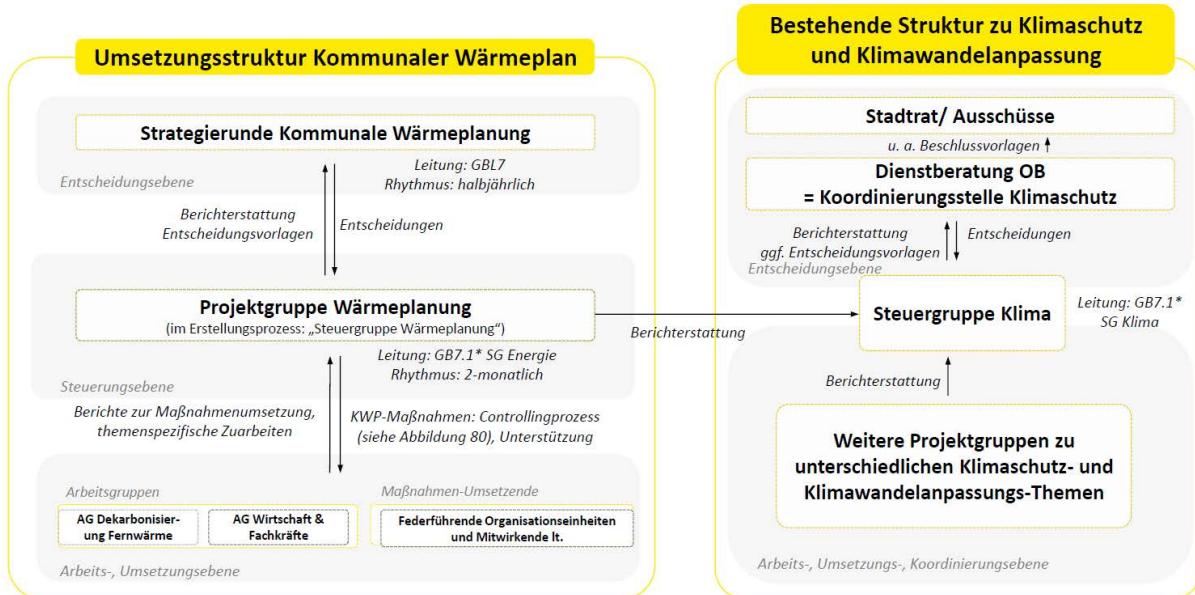


Abbildung 79: Organisationsstruktur für die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans in Dresden

Aus dem Kreis der Arbeitsgruppen (siehe Abschnitt 4.3.2) heraus wird die AG Wirtschaft und Fachkräfte (siehe Anlage 1, Maßnahme 4.2) fortgeführt. Die AG Wohnen und bezahlbare Wärme stellt ein Format dar, dessen anlassbezogene Fortführung während der Umsetzung des Wärmeplans denkbar ist. Nach Bedarf wird die Arbeitsgruppe, initiiert durch die Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung und in Abstimmung mit der Projektgruppe Wärmeplanung, fortgeführt. Auch die AG kommunale Liegenschaften, die sich mit der erneuerbaren WärmeverSORGUNG in städtischen Gebäuden befasst, hat einen starken Umsetzungsbezug. Hier wird eine Integration in die Projektgruppe Energiemanagement oder in die Projektgruppe treibhausgasneutrale Stadtverwaltung, die innerhalb der Stadtverwaltung bereits bestehen, geprüft.

Die Kompetenzgruppe Wärme, die Projektgruppe Verwaltung sowie die weiteren Arbeitsgruppen, die während der Erstellung der Wärmeplanung beteiligt wurden, werden nicht fortgeführt.

11.3.2 Koordination mit Infrastrukturträgern

Für eine erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung im Bereich der leitungsgebundenen Energieversorgung ist der Koordination mit folgenden Stellen und Aufgaben ein hohes Augenmerk zu widmen:

- Erneuerung von Straßen, Plätzen sowie von im öffentlichen Verkehrsraum verlegten Leitungs- und Medienträgern: Werden Tiefbauarbeiten zur Errichtung oder Erneuerung von Leitungen für die WärmeverSORGUNG durchgeführt, sind diese mit allen weiteren geplanten Tiefbaumaßnahmen im öffentlichen Raum (zum Beispiel für Strom-, Wasser-, Abwasser-, Gas- oder Telekommunikationsleitungen) abzustimmen. Umgekehrt sollen solche Maßnahmen als Möglichkeit und Chance gesehen werden, die Investitionen in die Wärmeverteilung voranzutreiben, insbesondere auch als Vorverlegung. Dadurch sollen mehrfache Aufgrabungen vermieden, Beeinträchtigungen für die Bevölkerung so gering wie möglich gehalten und die Akzeptanz der Wärmewende nicht gefährdet werden. In Dresden sind diese Maßnahmen beim Straßen- und Tiefbauamt anzusehen, das koordinierend tätig wird. Unter

- Umständen könnte der Ausbau der thermischen Netze von den übrigen Arbeiten entflektet werden, um eine sinnvolle Netztopologie und genügend hohe Anschlussgrade zu erreichen.
- Standortsicherung: Die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen wie beispielsweise Oberflächengewässer, Erdwärmekollektoren, das Installieren von großen (thermischen) Speichern und die Errichtung von Wärmezentralen erfordert adäquate Platzverhältnisse. In dicht besiedelten urbanen Räumen mit vielfältigen Nutzungs- und Schutzansprüchen kommt der Sicherung von geeigneten Standorten eine hohe Bedeutung zu. Konzeptionell ist hier in Varianten zu denken; beispielsweise kann die Fassung der erneuerbaren Energie und die Wärmeerzeugung getrennt erfolgen (Kaltwassertransport) und die Wärmeerzeugung kann auf verschiedene dezentrale Zentralen verteilt werden (was auch die Versorgungssicherheit erhöht und unter Umständen den Investitionsbedarf mindert). Die Standortsicherung erfolgt in Dresden über die Ausweisung geeigneter Flächen in der Bauleitplanung (siehe auch Anlage 1, Maßnahme 6.2).
 - Ertüchtigung und Erweiterung des Stromnetzes: Die Installation gebäudebezogener Wärmepumpen oder von Wärmepumpen in Nah- und Fernwärmezentralen erfordert die Bereitstellung entsprechender Leistungen seitens des Stromnetzes. Die anstehende Ertüchtigung und der Ausbau des Stromnetzes im Zusammenhang mit dem Ausbau der Elektromobilität und von Photovoltaikanlagen sollte mit der Transformation des Wärmesektors koordiniert werden

11.4 Controllingprozess für die Umsetzung der Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung der Landeshauptstadt Dresden verfolgt das Ziel, die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren. Um dieses Ziel zu erreichen, sind die in Dresden bestehende Fernwärmeverversorgung und die bestehenden Nahwärmenetze zu dekarbonisieren und die derzeit individuell beheizten Gebäude mit Heizsystemen auszurüsten, welche keine fossilen Energieträger nutzen. Die Dekarbonisierung des Wärmesektors soll wirtschaftlich effizient und sozialverträglich erfolgen.

Aufgrund von technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Hemmnissen ist es für einen Teil der Gebäude und Gebiete wirtschaftlich effizienter, leitungsgebundene Energieträger einzusetzen, die bestehende Fernwärmeverversorgung zu verdichten und zu erweitern und in weiteren Gebieten Nahwärmenetze zu erstellen. Um dies umzusetzen, sind räumliche Koordination und das Ergreifen spezifischer Maßnahmen erforderlich. Diese beiden Elemente bilden eine zentrale Grundlage des Instruments der kommunalen Wärmeplanung.

Die Entwicklung der wärme- und kältebedingten Treibhausgasemissionen und die Umsetzung der Maßnahmen sollen in Abstimmung darauf in einem Monitoring- und Controlling-Konzept verfolgt werden. Zu diesem Zweck werden Indikatoren bestimmt. Mit dem Monitoring- und Controlling-Konzept soll auch überwacht werden, ob die der Wärmeplanung zugrunde gelegten Prämissen ihre Gültigkeit behalten oder ob aufgrund von zum Beispiel technischen oder wirtschaftlichen Veränderungen Anpassungen am Wärmeplan vorzunehmen sind, beispielsweise anlässlich der vom Gesetzgeber vorgesehenen regelmäßig durchzuführenden Überprüfung.

Um die verschiedenen Ebenen zu berücksichtigen, ist eine Kombination aus energiebezogenen, emissionsbezogenen, wirtschaftlichen, sozialen und prozessbezogenen Indikatoren zielführend. Dies umfasst insbesondere ein regelmäßiges Monitoring der CO₂-Emissionen, des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke, erreichte Einsparungen durch Sanierungen, den Wärmeerzeugungsmix sowie der Entwicklung der verschiedenen Energienetze. Darüber hinaus sollen soziale und wirtschaftliche Aspekte sowie Kennzahlen zum Umsetzungsfortschritt bei Projekten erfasst werden. Nachfolgend wird ein Vorschlag zu möglichen Indikatoren aufgeführt (Kap. 11.4.1).

Das Controlling soll jährlich durch die Projektgruppe Wärmeplanung unter Verantwortung der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung, Sachgebiet Energie (GB7.12) erfolgen (siehe Abbildung 80): Die Indikatoren werden durch GB7.12 erhoben, die aktuellen Projektstände von den in den Maßnahmensteckbriefen als federführend benannten Akteuren zugearbeitet. Indikatoren und Umsetzungsmaßnahmen werden anschließend daraufhin überprüft, ob sie sich auf dem jeweiligen Zielpfad befinden. Ist dies der Fall, wird der Indikator/Meilenstein im folgenden Überprüfungszyklus erneut geprüft. Ist dies aber nicht der Fall, werden gemeinsam mit den für die entsprechende Maßnahme federführenden Akteuren Interventionsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt, die dazu führen sollen, den Zielpfad zu erreichen. Ist das nicht möglich

oder nicht erfolgreich, muss der Indikator/Meilenstein angepasst werden und findet in modifizierter Form Eingang in das Indikatorenset, das der folgenden Überprüfung dann in veränderter Form zugrunde liegt.

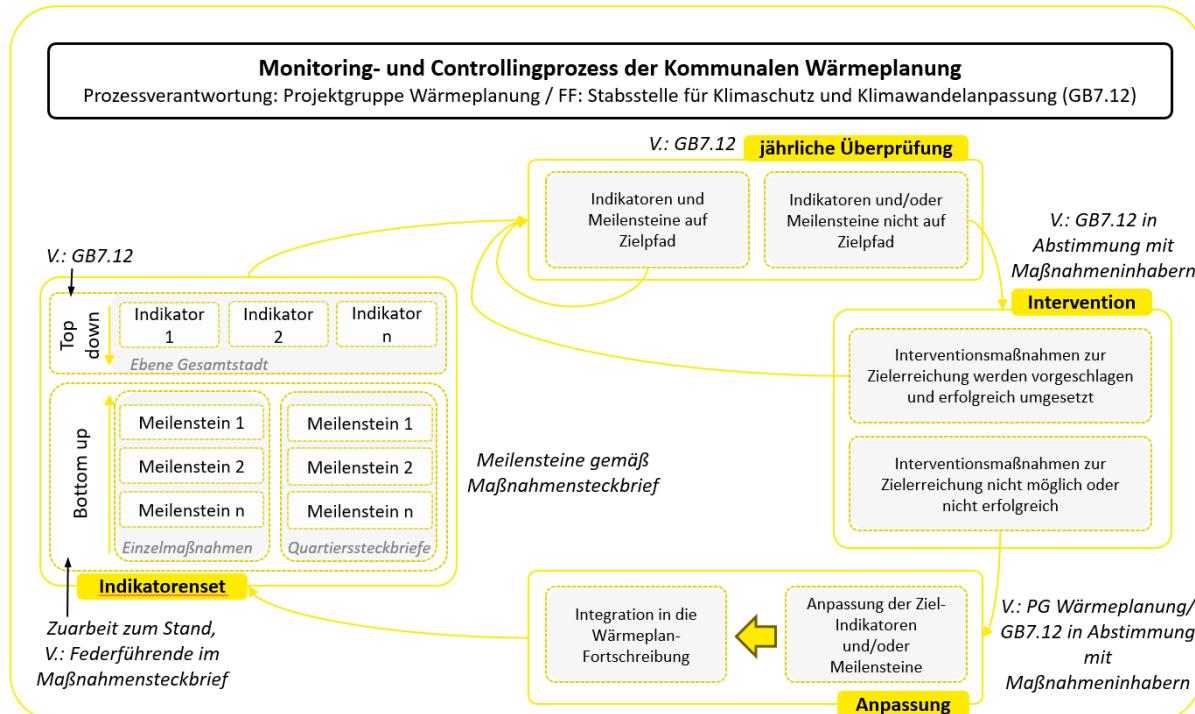


Abbildung 80: Prozessschema für das Monitoring- und Controllingkonzept der kommunalen Wärmeplanung

11.4.1 Indikatoren

Die Indikatoren, welche zur Bewertung der Technologien und Szenarien entwickelt und verwendet wurden (siehe Kapitel 10.2.1 und 10.6), stellen eine erste Grundlage im Sinne einer Ausgangslage dar. Sie können teilweise direkt für das Controlling und Monitoring übernommen werden, sei es für das ganze Stadtgebiet, sei es für einzelne Teilgebiete oder für einzelne Projekte (zum Beispiel Realisierungsrisiken). Für das Controlling und Monitoring sind zusätzliche Indikatoren von Interesse. Diese dienen weniger der Bewertung (von Strategien oder Szenarien), sondern vielmehr der Überwachung (Monitoring) des Fortschritts der Wärmetransformation. Nachfolgend wird eine Übersicht über die zu betrachtenden Top-Down Indikatoren gegeben:

- Emissionen und Klimaziele: CO₂-Emissionen aus der Wärmeversorgung (tCO₂/a, sowohl absolut als auch spezifisch je Einwohner und Energiebezugsfläche (EBF)), Reduktion gegenüber Referenzjahr, gegebenenfalls Wirkung einzelner Maßnahmen in Bezug auf vermiedene Emissionen (Monitoring auf Projektebene)
- Energie- und Wärmenachfrage: Endenergieverbrauch Wärme gesamt, pro Einwohner und EBF, Anteil erneuerbarer Energien und Wärmequellen am Gesamtwärmebedarf
- Infrastruktur und Versorgung: Entwicklung der Nachfragerlast von Erdgas, Fernwärme und Strom (beispielsweise Tageshöchstlast pro Monat), Anschlusszahlen, Netzausbau beziehungsweise -stilllegung (Trassenkilometer, kWh/lfm), Ausnutzungsgrad und Alter beziehungsweise voraussichtliches Sanierungsjahr von Trafostationen und kritischen Leitungsabschnitten, Anzahl und Leistung neuer Wärmeerzeugungsanlagen (unterschieden nach dezentralen und zentralen Lösungen)
- Wirtschaft und Finanzierung: Investitionsvolumen (unterschieden zwischen öffentlich und privat sowie weiteren Kategorien), Energiepreise, Heizanlagenkosten, durchschnittliche Wärmevollkosten je Endverbraucher (ohne und mit Fördermitteln), Fördermittelsituation (Angebot) und Nutzung

- Indikatoren für Sozialverträglichkeit und Akzeptanz: Anzahl der Beratungen für Haushalte und Unternehmen, Zufriedenheit und Akzeptanz (beispielsweise durch Befragungen zu ermitteln), Anteil einkommensschwacher Haushalte mit Zugang zu bezahlbarer, klimaneutraler Wärme
- Prozess- und Umsetzungsindikatoren für Maßnahmen: Abgleich mit Zielsetzung (unverändert, vorgenommene Anpassungen), Umsetzungsstatus je Maßnahme (beispielsweise „geplant“, „in Umsetzung“, „abgeschlossen“, „verschoben“, „abgebrochen“) und zeitlicher Abgleich mit Meilensteinen

Je nach Art der verschiedenen Indikatoren sind diese weiter nach unterschiedlichen Aspekten zu differenzieren, typischerweise nach räumlichen Entitäten (insbesondere die Gebietsteilungen gemäß Karte in Abbildung 69 in Kapitel 10.4), nach Größe (zum Beispiel bzgl. Leistung oder EBF) und nach Kategorie (Gebäude- und/oder Eigentümerkategorie). In Tabelle 5 wird dies konkretisiert.

Tabelle 5: Beschreibung der Top-Down Indikatoren für den Monitoringprozess

Bereich	Indikator	Differenzierung	Rhythmus
Emissionen und Klimaziele	CO ₂ -Emissionen aus der Wärmeversorgung (tCO ₂ /a): <ul style="list-style-type: none"> ■ Absolut ■ spezifisch pro Einwohner/in ■ spezifisch pro EBF ■ Prozentuale Reduktion gegenüber Referenzjahr und Vergleich mit IEK-Zielpfad 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nach Sektoren (Haushalte, GHD, Industrie, Kommunal) ■ Pro Gebäudetyp ■ Stadtgebiet als Ganzes und nach Wärmeversorgungsgebiet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich (Differenzierung nach gewissen Kategorien, gegebenenfalls zweijährlich)
Energie- und Wärmenachfrage	Endenergieverbrauch Wärme: <ul style="list-style-type: none"> ■ gesamt (GWh/a) ■ pro Einwohner/in und pro EBF ■ Anteil erneuerbarer Energien und Wärmequellen am Gesamtwärmebedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pro Energieträger ■ Pro Sektor (Nachfragesektoren, Umwandlungssektor) ■ Pro Gebäudetyp ■ Stadtgebiet als Ganzes und nach Wärmeversorgungsgebiet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich (Differenzierung nach gewissen Kategorien gegebenenfalls zweijährlich)

Bereich	Indikator	Differenzierung	Rhythmus
Infrastruktur und Versorgung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung der Nachfrage last (z.B. Tageshöchstlast pro Monat) ■ Anzahl Anschlüsse, Netzausbau bzw. -stilllegung (Trassenkilometer, kWh/lfm) ■ Ausnutzungsgrad und Alter- bzw. voraussichtliches Sanierungsjahr von Trafostationen und kritischen Leitungsabschnitten ■ Anzahl und Leistung neuer Wärmeerzeugungsanlagen (unterschieden nach dezentralen und zentralen Lösungen) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nach Infrastrukturtyp Gas, Fernwärme und Strom, nach ■ Wärmeversorgungsgebiet; Stromlast nach Trafostation beziehungsweise Trafo-Versorgungsgebiet (NE6) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich ■ Bestandsaufnahme Trafostationen, Leitungsabschnitte, Netzerrechnungen alle zwei Jahre mit NAP-Rhythmus
	Investitionsvolumen Netzinfrastrukturen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fernwärme, Nahwärmennetze, Gasnetz, Stromnetz 	
	Installierte Anzahl und Leistung an dezentralen Wärmeerzeugern	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pro Technologie ■ pro Wärmeversorgungsgebiet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich
Bezahlbarkeit, Akzeptanz und Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energie-, Leistungs- und Fixpreise ■ Heizanlagenkosten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pro Energieträger / Wärmennetze und Verbraucher-kategorie ■ Pro Anlagentyp, Leistungsklasse, Neubau/Sanierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich
	Durchschnittliche Wärmevollkosten für typisierte Endverbraucher	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gebäudetyp / Wohnungstyp ■ Eigennutzende, Vermietende, Mietende ■ Pro Anlagentyp, Leistungsklasse, Neubau/Sanierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jährlich ■ Abgeleitet aus obenstehendem Punkt zu Energiepreisen und Investitionskosten
	Zahl der Energioletzenanfragen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Themenschwerpunkt ■ Haushalts- sowie Unternehmens-typ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ halbjährlich

Bereich	Indikator	Differenzierung	Rhythmus
	Fördermittelsituation und -nutzung	■ Relevante Programme auf EU/Bundes/Landesebene	Jährlich
Aus Bottom-Up Prozess bereitgestellte Indikatoren für Top-Down Monitoring			
Prozess- und Umsetzungs-indikatoren	Prozess- und Umsetzungsindikatoren für Maßnahmen: Umsetzungsstatus der Meilensteine je Maßnahme, Controllings in vierteljährlichem Turnus	Ziel/Scope, Status („geplant“, „in Umsetzung“, „abgeschlossen“, „verschoben“, „abgebrochen“) und Zeitplan	jährlich

Die Daten zum Bilden der Indikatoren sind regelmäßig zu erheben oder aus bestehenden Datenbeständen auszuwerten, soweit möglich und sinnvoll durch einen durchgängigen digitalen Prozess. Nachfolgend wird aufgeführt, welche Daten von welchen Datenhaltern mutmaßlich erhältlich und/oder zu erfassen sind. In gewissen Fällen sind mehrere Quellen möglich. In nachfolgender Tabelle 6 sind Hinweise auf mögliche Datenquellen für die Berechnung der Indikatoren aufgeführt. Das Controllingkonzept ist im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans (Anlage 1, Maßnahme 6.8) weiterzuentwickeln (zu konkretisieren und auszuarbeiten).

Tabelle 6: Mögliche Datenquellen für die Indikatoren

Bereich	Indikator	Mögliche Datenquellen
Emissionen und Klimaziele	CO ₂ -Emissionen aus der WärmeverSORGUNG (tCO ₂ /a)	Energiebilanz basierend auf Top-down Daten (leitungsgebundene Energieträger, zu erheben bei Netzbetreibern), Stichprobenerhebungen und Bottom-up-Modellberechnungen, basierend auf Gebäude- und Unternehmensdaten sowie auf Datenbanken und Bericht zu Umweltkennwerten
Energie- und Wärmenachfrage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Endenergieverbrauch Wärme gesamt, pro Einwohner/in und pro EBF ■ Anteil erneuerbarer Energien und Wärmequellen am Gesamtwärmebedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Siehe Rubriken Emissionen und Klimaziele
Infrastruktur und Versorgung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung der Nachfrage last, Anzahl Anschlüsse, Netzausbau beziehungsweise -stilllegung ■ Daten zu Trafostationen und kritischen Leitungsabschnitten ■ Anzahl und Leistung neuer Wärmeerzeu- 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SachsenEnergie AG, SachsenNetze GmbH, weitere Netzbetreiber ■ SachsenNetze GmbH, Schornsteinfeger

Bereich	Indikator	Mögliche Datenquellen
	gungsanlagen (unterschieden nach dezentralen und zentralen Lösungen)	
Wirtschaft und Finanzierung	Investitionsvolumen Netzinfrastrukturen	<ul style="list-style-type: none"> ■ SachsenEnergie AG, SachsenNetze GmbH, weitere Netzbetreiber aus Fortschreibung der Planungen (Transformationsplan Fernwärme, Netzausbauplan Strom, Gasnetzgebietstransformationsplan)
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energie-, Leistungs- und Fixpreise ■ Heizanlagenkosten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ SachsenEnergie AG und Marktrecherche ■ AG Wirtschaft und Fachkräfte (Installateure/Innenungen), Planungsfirmen und Marktrecherche
	Durchschnittliche Wärmevollkosten für Endverbraucher (ohne und mit Fördermittel)	Berechnungen auf Grundlage der oben genannten Daten
	Anfragen Energioletse	Anfragen Energioletse, gegebenenfalls weitere Statistiken von Anbietern von Kooperationspartnern des Energioletsen wie Verbraucherzentrale oder SachsenEnergie AG auswertbar
	Fördermittelsituation und -nutzung	Fördermittelnutzende Stellen, Fördermittelgeber
Aus Bottom-Up Prozess bereitgestellte Indikatoren für Top-Down Monitoring		
Prozess- und Umsetzungs-indikatoren	Meilensteine der Einzelmaßnahmen (Anlage 1), vierteljährliches Controlling durch die Projektgruppe Wärmeplanung	Zu erheben bei federführender Organisationseinheit (siehe Anlage 1)

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	ausgeschriebene Bedeutung
/a	jährlich
AG	Aktiengesellschaft
AGFW	Arbeitsgemeinschaft Fernwärme/Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
AG	Arbeitsgruppe
AK	Arbeitskreis
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BDA	Bund Deutscher Architektinnen und Architekten
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BFE	Bundesamt für Energie der Schweiz
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BHKW	Blockheizkraftwerke
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
CCS	Carbon Capture and Storage (Kohlendioxid-Abscheidung und -Speicherung)
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CO ₂	Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid
CO ₂ äq	CO ₂ -Äquivalente
COP	Coefficient of performance (Leistungszahl)
DAVG	Dresdner Abfallverwertungsgesellschaft
EA4CC	EnAct4CleanCities
EBF	Energiebezugsfläche
EBS	Ersatzbrennstoff
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhäuser
EGS	Enhanced geothermal system (Petrothermale Geothermie)
EHB	European Hydrogen Backbone (Europäisches Wasserstoffnetz)
EKWP	Erdkollektor-Wärmepumpen
EMS	Energiemanagementsystem/-e
EnEfG	Energieeffizienzgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ESWP	Erdsonden-Wärmepumpen
EU	Europäische Union
EuK	Energie- und Klimaschutzkonzept
FKAD	Fachkräfteallianz Dresden
FNP	Flächennutzungsplan
GB	Geschäftsbereich
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Handels - und Dienstleistungssektor
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GMH	Große Mehrfamilienhäuser
GPM	Gebäudeparkmodell
GTP	Gasnetzgebietstransformationsplan
GuD	Gas- und Dampfturbinenanlage
GW	Gigawatt
HKW	Heizkraftwerk
HWK	Handwerkskammer
IEK	Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

Abkürzung	ausgeschriebene Bedeutung
JAZ	Jahresarbeitszahl
KBM	Kooperatives Baulandmodell
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KPIs	Key Performance Indicators (Kennzahlen)
KSG	Klimaschutzgesetz
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
Ifm	laufende Meter
LRZ	Landesrechenzentrum
LWWP	Wasser-Wärmepumpen
MP	Maßnahmenpaket
MPSC	Modellprojekt Smart Cities
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MW _{th}	MW (thermisch)
NAP	Netzausbauplan Strom
ORC	Organic Rankine Cycle
PtH	Power-to-Heat
PVT	kombinierte Solarthermie und Photovoltaikanlage
Q1/Q2/...	Quartal 1/Quartal 2/...
REAT	Räumliche Energieanalysetoolbox
RH	Reihenhäuser
SAB	Sächsische Aufbaubank
SEDD	Stadtentwässerung Dresden
SIB	Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien - und Baumanagement
SIKK	Sächsische Innung der Kälte- und Klimatechnik
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SQL	Structured Query Language
SRD	Stadtreinigung Dresden
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Stärken, Schwächen, Chancen und Bedrohungen)
t	Tonnen
TAB	Thermische Abfallbehandlung
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands)
THG	Treibhausgas/-e
TU	Technische Universität
TW	Terawatt
TWD	Technische Werke Dresden
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VZÄ	Vollzeitstellenäquivalente
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz
ZFHN	Zentrales Fernheiznetz

Anlagen

Anlage 1 – Maßnahmenkatalog

Anlage 2 – Quartierssteckbriefe

Anlage 3 – Optionen für die Einzelversorgung von Gebäuden

Anlage 4 – Termine Gremien und Arbeitsgruppen im Rahmen der Erarbeitung des Kommunalen Wärmeplans

Anlage 5 – Emissionsfaktoren für Emissionsbilanz

Impressum

Herausgeber:

Landeshauptstadt Dresden

Stabsstelle für Klimaschutz und Klimawandelanpassung

Telefon (03 51) 4 88 22 18

E-Mail waermeplanung@dresden.de

Amt für Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und Protokoll

Telefon (03 51) 4 88 23 90

Telefax (03 51) 4 88 22 38

E-Mail presse@dresden.de

Postfach 12 00 20

01001 Dresden

www.dresden.de

facebook.com/stadt.dresden

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Redaktion: STESAD GmbH

Gestaltung/Herstellung: STESAD GmbH

September 2025

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt Dresden mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden. Weitere Informationen hierzu stehen unter www.dresden.de/kontakt.

Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.