

Kommunale Wärmeplanung

Stadt Niederkassel



Stadt
Niederkassel

IMPRESSUM

Bearbeitung durch:



Rhein-Sieg Netz GmbH
Bachstr. 3
53721 Siegburg
<https://rhein-sieg-netz.de>



Rheinische Energie Aktiengesellschaft
Bayenthalgürtel 9
50968 Köln
<https://rhenag.de>



evety GmbH
Bamlerstraße 1b
45141 Essen
<https://www.evety.com>



digikoo GmbH
Opernplatz 1
45128 Essen
<https://digikoo.de/>

Im Auftrag der:



Stadt
Niederkassel

Stadt Niederkassel
Rathausstraße 19
53859 Niederkassel
<https://www.niederkassel.de>

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) der Bundesregierung mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Fördermittel wurden allerdings aufgrund der durch das Land Nordrhein-Westfalen eingeführten Konnexitätszahlungen nach Projektende zurückgerufen.

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

Kurzzusammenfassung

Dieser Abschlussbericht stellt die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Niederkassel vor. Die Stadt erfüllt hiermit ihre gesetzliche Pflicht, bis Mitte 2028 eine Wärmeplanung vorzulegen. Die Planung wurde von April 2024 bis März 2025 in Kooperation mit einem Planungsbüro erstellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz zusammengefasst.

Was ist die kommunale Wärmeplanung? Was ist sie nicht?

Die kommunale Wärmeplanung ist eine Orientierung und Planungsgrundlage. Sie zeigt, wie die Wärmeversorgung der Stadt bis 2045 möglichst klimaneutral gestaltet werden kann. In diesem Bericht wird dargestellt, wie dieses Ziel erreicht werden kann, wo eventuell Wärmenetze entstehen können und welche Schritte dafür notwendig sind. Dahingegen macht die kommunale Wärmeplanung keine Vorgaben für Gebäudeeigentümer/-innen. Solche Vorgaben macht das Gebäudeenergiegesetz (Heizungsgesetz). Es schreibt vor, welche Heizung zukünftig noch installiert werden darf. Hierauf wird in diesem Bericht nicht näher eingegangen.

Wie läuft die kommunale Wärmeplanung ab?

1. Die kommunale Wärmeplanung beginnt mit einer Analyse der aktuellen Situation. Hier wird ermittelt, wie die Wärmeversorgung derzeit aussieht. Genauso wird untersucht, wie viel Heizenergie verbraucht wird und welche Heizungen gegenwärtig betrieben werden.
2. Danach werden die Potenziale aus erneuerbaren Energien untersucht. Hier werden die möglichen Alternativen zu Gas und Öl betrachtet.
3. Anschließend erfolgt die Einteilung der Stadt in Gebiete, die sich für die zentrale oder dezentrale Versorgung eignen. Zur zentralen Versorgung zählen Wärme- oder Wasserstoffnetze. Zur dezentralen Versorgung zählt beispielsweise die Versorgung mit einer Wärmepumpe.
4. Die Erarbeitung einer ganzheitlichen Wärmewendestrategie zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 bildet den Abschluss. Die Wärmewendestrategie besteht aus vielen verschiedenen Maßnahmen.

Die kommunale Wärmeplanung hat einen wichtigen Startschuss gesetzt. Im Prozess wurden dabei bereits verschiedene Akteur/-innen, wie bspw. Schornsteinfeger/-innen oder Netzbetreiber, an einen Tisch geholt. In einem abschließenden Bürgerforum im Mai 2025 wurden die Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentiert.

Im vorliegenden Bericht werden Methodik und Ergebnisse dieser Prozessschritte im Detail vorgestellt.

Was sind die Ergebnisse?

Die Stadt Niederkassel verbraucht für die Wärmeversorgung von Haushalten, Industrie und Gewerbe sowie der kommunalen Liegenschaften jährlich 405 GWh und emittiert dabei 102.000 tCO₂. Wenig überraschend erfolgt aktuell die Beheizung zu 94 % über fossile Energieträger. Bis 2045 soll dieser Anteil auf null gesenkt werden. Etwa die Hälfte der Häuser werden dann voraussichtlich über eine Wärmepumpe beheizt. Die restliche Hälfte teilt sich grob auf Gas-Hybridheizungen (oder andere Hybridsysteme mit Wärmepumpe) sowie Nahwärmenetzanschlüsse auf.

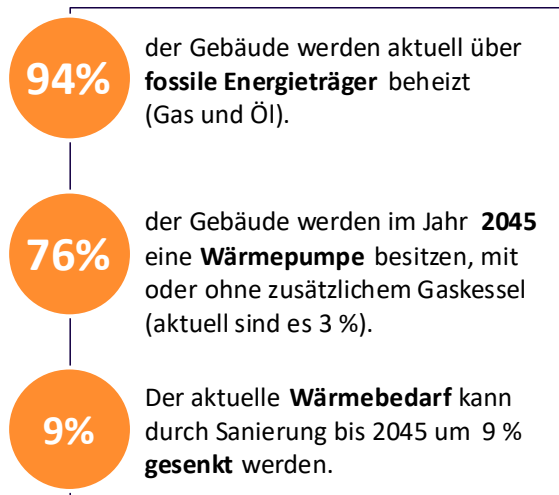


Abbildung 1: Auszug aus den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung

Die Potenziale für Biomasse sind auf regionale Abfall- und Reststoffe beschränkt und können daher nur einen kleinen Teil des Wärmebedarfs decken. Das Problem an diesen Potenzialen ist, dass diese mehrheitlich im Sommer zur Verfügung stehen, die Wärme jedoch im Winter benötigt wird. Für die sichere Versorgung in den kalten Jahreszeiten werden also weiterhin überregionale Energieträger benötigt. Eine vollständige Energieautarkie kann nur durch sehr große Speichertechnologien erreicht werden, die gegenwärtig noch nicht wirtschaftlich sind.

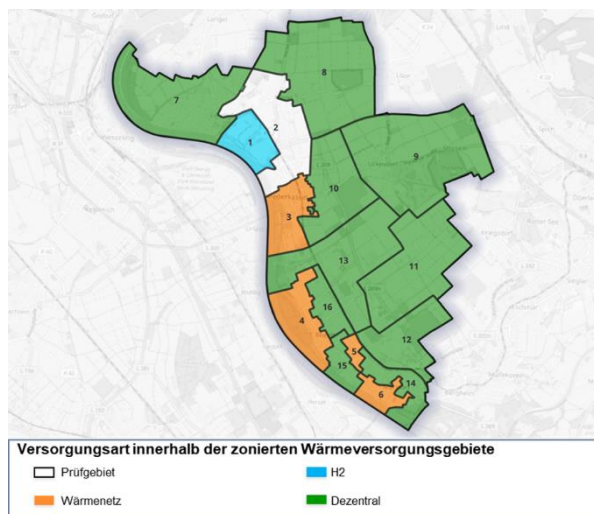


Abbildung 2: Einteilung der Stadt Niederkassel in potenzielle Wärmeversorgungsgebiete

Die Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 ist in folgender Abbildung dargestellt. Sie basiert auf fundierten Berechnungen und wurde nicht abgeschätzt. Hiermit soll ein möglichst realistischer Pfad zur klimaneutralen Wärmeversorgung aufgezeigt werden.

Der Wärmebedarf kann durch energetische Sanierungsmaßnahmen bei etwa den heutigen Sanierungsraten bis 2045 abhängig vom weiteren Bestand des Chemieparks um 9 % gesenkt werden. Die Wärmebedarfssenkung durch Sanierung stellt ein wichtiges Potenzial dar. Jede Kilowattstunde, die nicht benötigt wird, muss nicht aufwendig klimaneutral erzeugt werden und senkt somit die Versorgungspreise für die Allgemeinheit (vgl. Abbildung 1).

Rein rechnerisch könnte die insgesamt benötigte Wärme klimaneutral erzeugt werden. Zu den Potenzialen zählen bspw. Frei- oder Dachflächen-Solarthermie, die Nutzung von oberflächennaher Geothermie und Wärme aus dem Rhein. Die Potenziale für Biomasse sind auf regionale Abfall- und Reststoffe beschränkt und können daher nur einen kleinen Teil des Wärmebedarfs decken.

Das Problem an diesen Potenzialen ist, dass diese mehrheitlich im Sommer zur Verfügung stehen, die Wärme jedoch im Winter benötigt wird. Für die sichere Versorgung in den kalten Jahreszeiten werden also weiterhin überregionale Energieträger benötigt. Eine vollständige Energieautarkie kann nur durch sehr große Speichertechnologien erreicht werden, die gegenwärtig noch nicht wirtschaftlich sind.

Auf Basis der aktuellen Situation und der vorhandenen Potenziale wurde das Stadtgebiet in mögliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt (vgl. Abbildung 2). Der Großteil des Stadtgebiets wird dabei zukünftig vor allem dezentral (in der Karte grün hinterlegt) versorgt. Im Zentrum sowie in Rheidt und Mondorf besteht ein höherer Wärmebedarf, sodass dort Eignungsgebiete für ein Wärmenetze (in der Karte orange hinterlegt) zu finden sind.

Der Chemiepark könnte zukünftig mit Wasserstoff versorgt werden (in der Karte blau hinterlegt). Im dort angrenzenden Prüfgebiet (in der Karte weiß hinterlegt) kann noch keine eindeutige bzw. endgültige Aussage getroffen werden. Beide Gebiete wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bereits näher untersucht, im Anschluss sind weitere Untersuchungen durchzuführen.

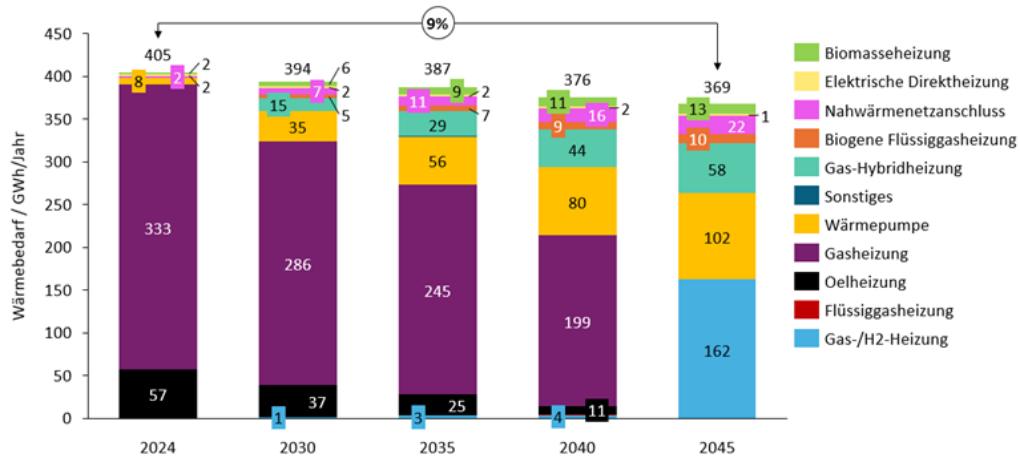


Abbildung 3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Heiztechnologie

Wie geht es jetzt weiter?

Die tatsächliche Umsetzung von Wärmenetzen in den „oranen“ Gebieten könnte im Anschluss durch Machbarkeitsstudien beantwortet werden. In den „grünen“ oder „grauen“ Gebiete wird ein Wärmenetz wahrscheinlich nicht wirtschaftlich sein. Kleinere Gebäudenetze können jedoch immer sinnvoll sein und wurden nicht untersucht. Diese bleiben in erster Linie Neubaugebieten vorbehalten.

Es wurde ein langer Maßnahmenkatalog erarbeitet, der die Stadt dabei unterstützen soll, die klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Dazu zählt bspw. die Information über Fördermittel und Beratungsangebote zu Sanierung und Modernisierung von Gebäuden. Die Gebäudeeigentümer/-innen sollen auf dem Weg bestmöglich begleitet werden.

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	II
Inhaltsverzeichnis	V
1 Konsortium	1
2 Vorbemerkungen und Ziele	3
2.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Verbindlichkeit	3
2.2 Vorstellung der Stadt Niederkassel	5
3 Ablauf und Organisation	6
3.1 Ablauf der kommunalen Wärmeplanung	6
3.2 Projektstruktur und Zeitplanung	7
4 Eignungsprüfung	9
4.1 Beschreibung der Methodik	9
4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung	10
5 Bestandsanalyse	11
5.1 Beschreibung der Methodik	11
5.1.1 Datenerhebung	11
5.1.2 Datenverarbeitung bzw. Datenaggregation / Anonymisierung	12
5.1.3 Analyse und Aufbereitung der Daten	13
5.2 Ergebnisse der Bestandsanalyse	14
5.2.1 Wärmeverbrauch und THG-Emissionen	14
5.2.2 Heizungstechnologien und Alter der Heizung	15
5.2.3 Eigentümerstruktur und Siedlungstypologie	15
5.2.4 Spezifischer Wärmeverbrauch	16
5.2.5 Energieeffizienzklassen	17
5.2.6 Baualtersklassen und Sanierungszustand der Gebäude	18
5.2.7 Flächenausprägung	20
5.2.8 Wärmedichte	21
5.2.9 Wärmeliniendichte	22
5.2.10 Großverbraucher von Wärme oder Gas	22
5.2.11 Gasversorgung	23
5.2.12 Bestehende Gebäudenetze der Stadt Niederkassel	24
5.3 Kernerkenntnisse aus der Bestandsanalyse	24
6 Potenzialanalyse	25
6.1 Beschreibung der Methodik	25

6.2	Ergebnisse der Potenzialanalyse.....	26
6.2.1	Solarthermie – Dachflächen	26
6.2.2	Solarthermie – Freiflächen	27
6.2.3	Photovoltaik – Freiflächen	28
6.2.4	Geothermie.....	30
6.2.5	Sanierungspotenzial.....	32
6.3	Kernerkenntnisse aus der Potenzialanalyse	33
7	Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	35
7.1	Beschreibung der Methodik	35
7.1.1	Modellierung der Gebäudeentscheidungen.....	35
7.1.2	Basis-Szenarien	36
7.1.3	Indikatoren für baublockspezifische Wärmeversorgungsseignung	36
7.2	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	37
7.3	Zielszenario	39
8	Wärmewendestrategie.....	46
8.1	Umsetzungsstrategie	46
8.1.1	Beschreibung der Methodik	47
8.1.2	Detailanalysen der Fokusgebiete.....	47
8.1.3	Detailanalysen zur Sanierungseffizienz	60
8.1.4	Maßnahmen im Strategiefeld erneuerbare Energien	62
8.1.5	Maßnahmen im Strategiefeld Infrastruktur	64
8.1.6	Maßnahmen im Strategiefeld Heizungsanlagen.....	66
8.1.7	Maßnahmen im Strategiefeld Sanierung und Modernisierung.....	66
8.1.8	Maßnahmen im Strategiefeld Verbraucherverhalten	67
8.2	Verstetigungsstrategie	67
8.2.1	Beschreibung der Methodik	68
8.2.2	Maßnahmen aus der Verstetigungsstrategie	69
8.2.3	Zuständigkeit innerhalb der Verwaltung	71
8.3	Controlling-Konzept	72
8.3.1	Beschreibung der Methodik	72
8.3.2	Definition der Indikatoren und Strategiefelder	73
8.3.3	Datenquellen und Erfassungssysteme.....	73
8.3.4	Organisationsstruktur und Zuständigkeiten	74
8.3.5	Aufbau eines Datenmanagement-Systems und kontinuierliches Monitoring	74
8.3.6	Reporting und Ausblick.....	75

8.4 Zusammenfassung und zeitliche Einordnung der Maßnahmen	76
8.4.1 Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen	76
8.4.2 Mittelfristig umsetzbare Maßnahmen.....	77
8.4.3 Langfristig und fortlaufend umsetzbare Maßnahmen	77
9 Kommunikation und Beteiligung	79
9.1 Kommunikation an die Öffentlichkeit	79
9.2 Akteursbeteiligung.....	79
10 Zusammenfassung und Ausblick	80
11 Abkürzungsverzeichnis	84
12 Abbildungsverzeichnis	85
13 Tabellenverzeichnis	87
14 Literaturverzeichnis	88
15 Anhang	90
15.1 Pressemitteilung	90
15.2 Überblick weiterer Energieträger aus der Potenzialanalyse.....	91
15.2.1 Photovoltaik – Dachflächen	91
15.2.2 Umweltwärme	92
15.2.3 Biomasse	93
15.2.4 Abwärme.....	95
15.2.5 Windkraft	96
15.2.6 Speicherlösungen.....	96
15.2.7 Grüne Gase	97
15.3 Ergänzende Grafiken zur Zonierung und dem Zielszenario	99
15.3.1 Baublockeignung für dezentrale Versorgung	99
15.3.2 Baublockeignung für Wärmenetze	100
15.3.3 Baublockeignung für Wasserstoffversorgung.....	101
15.3.4 Nummerierung der Teilgebiete	102
15.4 Steckbriefe der Detailanalysen	103
15.4.1 Prüfgebiet und H2-Versorgungsgebiet „Chemiepark/Ranzel“	103
15.4.2 Wärmenetzgebiet „Rheidt“	104
15.4.3 Dezentrales Gebiet „Lülsdorf“	105
15.5 Zuständigkeiten der Akteur/-innen im Wärmewendeteam	106
15.6 Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts	107

1 Konsortium

Das Konsortium zur Bearbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Stadt Niederkassel besteht aus den folgenden fünf aufgeführten Unternehmen. Die Rhein-Sieg Netz als Hauptauftragnehmer für die kommunale Wärmeplanung hat diese mit zwei Partnerunternehmen, der rhenag Rheinische Energie AG und der evety GmbH, durchgeführt. Darüber hinaus wird die Software digipad der Firma digikoo genutzt, die ein wesentlicher Bestandteil der Wärmeplanung war und daher hier mit aufgeführt wird.



Die **Rhein-Sieg Netz GmbH (RSN)** ist in mehreren Kommunen im rechtsrheinischen Rhein-Sieg-Kreis für den Betrieb, die Instandhaltung und den Bau von Gas-, Wasser- und Stromnetzen verantwortlich. Sie wurde 2015 als Netztochter der rhenag Rheinische Energie AG ausgegründet und bündelt seitdem die Jahrzehnte währenden Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich Netzbetrieb, -planung und -steuerung. Diese Erfahrungen möchte die RSN nun in die Zukunft überführen. Ihr Ziel ist es, als Bindeglied in der Region zwischen Bürger/-innen und Energieversorgung aktiv die Dekarbonisierung voranzutreiben, indem sie ihre Netze schon heute auf zukünftige Szenarien vorbereitet. In dem Zuge beschäftigt sie sich intensiv im Rahmen von Projekten mit Industriekundenbedarfen für Wasserstoff, der Prüfung der Netze auf H2readiness, dem Ausbaubedarf der Stromnetze aufgrund von Wärmepumpen und E-Mobilität und der Potenzialanalyse erneuerbarer Wärmequellen.



Die **rhenag Rheinische Energie AG (rhenag)** ist ein überregionales Energieversorgungsunternehmen, das aufgrund der eigenen Versorgertätigkeit über versorgungsspezifisches Fach- und Management-Know-how verfügt und diese Kompetenzen als Dienstleister Energieversorgungsunternehmen bundesweit zur Verfügung stellt (jedes 5. Stadtwerk in Deutschland wird von rhenag betreut). Hierzu hält die rhenag ein umfangreiches Team von eigenen Fachkräften zu allen Versorgungsthemen vor, von IT über Zertifizierungen, Abrechnungen oder Netzthemen. Der besondere Nutzen für den Auftraggeber liegt in der Bündelung von Projektmanagement und Know-how der Versorgungstechnik, die auf Basis eigener Erfahrungen anderen zur Verfügung gestellt werden können. Die Beratung erfolgt durch ein rhenag-Projektteam, dessen Mitarbeitende auf langjährige praktische Erfahrung im Beratungsgeschäft, in der Projektleitung und in der Technik zurückgreifen können.

Die Mitarbeiterzahl der rhenag sowie der RSN beläuft sich insgesamt auf rund 550 (Stand 2023). Rund 200 davon entfallen auf die RSN.



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



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

2 Vorbemerkungen und Ziele

Die kommunale Wärmeplanung ist ein technologieoffener, langfristiger und strategisch ausgerichteter Prozess mit dem Ziel, die Wärmeversorgung der Kommunen bis zum Jahr 2045 weitgehend klimaneutral zu gestalten. Der kommunale Wärmeplan ist ein informelles Planungsinstrument und alle fünf Jahre fortzuschreiben. Dabei werden die örtlichen Gegebenheiten und Herausforderungen einzelner Gebiete laufend neu bewertet und aktuelle Entwicklungen berücksichtigt. Da die Stadt Niederkassel über keine eigene Energieversorgung durch ein eigenes Unternehmen verfügt, sind ihre konzeptionellen Möglichkeiten im Rahmen der Wärmeplanung stark beschränkt.

Dennoch besteht die Chance, die verschiedenen Akteur/-innen, wie beispielsweise die Verwaltung, kommunale Betriebe und Unternehmen vor Ort zusammenzubringen und gemeinsam an konkreten Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu arbeiten. Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung ist neben der Entwicklung von Zielszenarien für eine klimaneutrale Wärmeversorgung die flächenhafte Darstellung einzelner Eignungsgebiete für eine zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung. Die abgeleiteten Maßnahmen bilden die Grundlage für nachfolgende Initiativen, indem sie durch klare Abgrenzung und eine zeitliche Einordnung gekennzeichnet sind. Dadurch wird eine kontinuierliche Umsetzung der Wärmewende auf regionaler Ebene sichergestellt.

Die Stadt Niederkassel hat sich als eine der ersten Kommunen in Nordrhein-Westfalen dazu entschieden, mit dem Beginn der kommunalen Wärmeplanung noch vor Inkrafttreten der Landesgesetzgebung zu beginnen. Hierdurch war es möglich eine Förderung zu 100 % sicherzustellen. Die Stadt wurde zunächst durch Fördermittel des Bundes und der NKI unterstützt. Die vorliegende kommunale Wärmeplanung orientiert sich an den Vorgaben der Kommunalrichtlinie und des Wärmeplanungsgesetzes (WPG).

2.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Verbindlichkeit

Das WPG, welches am 1. Januar 2024 bundesweit in Kraft getreten ist, verpflichtet die Länder zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung. [1] Das Gesetz sieht vor, dass Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern bis Mitte 2026 und mit weniger als 100.000 Einwohnern bis Mitte 2028 zur Erarbeitung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtend sind. Die Fortschreibung des Wärmeplans soll binnen fünf Jahren geschehen. Die Überführung dieses Bundesgesetzes muss in jedem Bundesland durch ein eigenes Landesgesetz erfolgen. Bis dato haben sechs Bundesländer - Baden-Württemberg, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen - die Umsetzung des WPG bereits vollständig abgeschlossen. In den übrigen Bundesländern steht eine vollumfängliche Implementierung noch aus. In Nordrhein-Westfalen ist das Landeswärmeplanungsgesetz am 19. Dezember 2024 in Kraft getreten.

Wärmepläne, die bereits vor Inkrafttreten des WPG in Einklang mit dem Landesrecht erstellt wurden oder die aus Fördermitteln des Bundes oder der Länder finanziert wurden, behalten nach § 5 WPG weiterhin ihre Gültigkeit und werden durch das Bundesgesetz anerkannt. Dies gilt sowohl für verpflichtende als auch für freiwillige Wärmepläne. Der kommunale Wärmeplan der Stadt Niederkassel fällt aufgrund seiner Förderung unter diesen Bestandsschutz und ist daher gleichzustellen mit einem Wärmeplan nach gesetzlichen Vorgaben. [2]

Die kommunale Wärmeplanung ist ein rein strategisches Planungsinstrument ohne rechtliche Bindungs- oder Außenwirkung. Sie ist an der Schnittstelle zwischen Kommune und den Netzbetreibern aufgehangen und befindet sich zwischen den bereits existierenden Energie- und Klimaschutzkonzepten der Kommune sowie den Netzentwicklungs- und Umbauplänen der lokalen Netzbetreiber. Abbildung 4 stellt dieses Prozessschema dar.

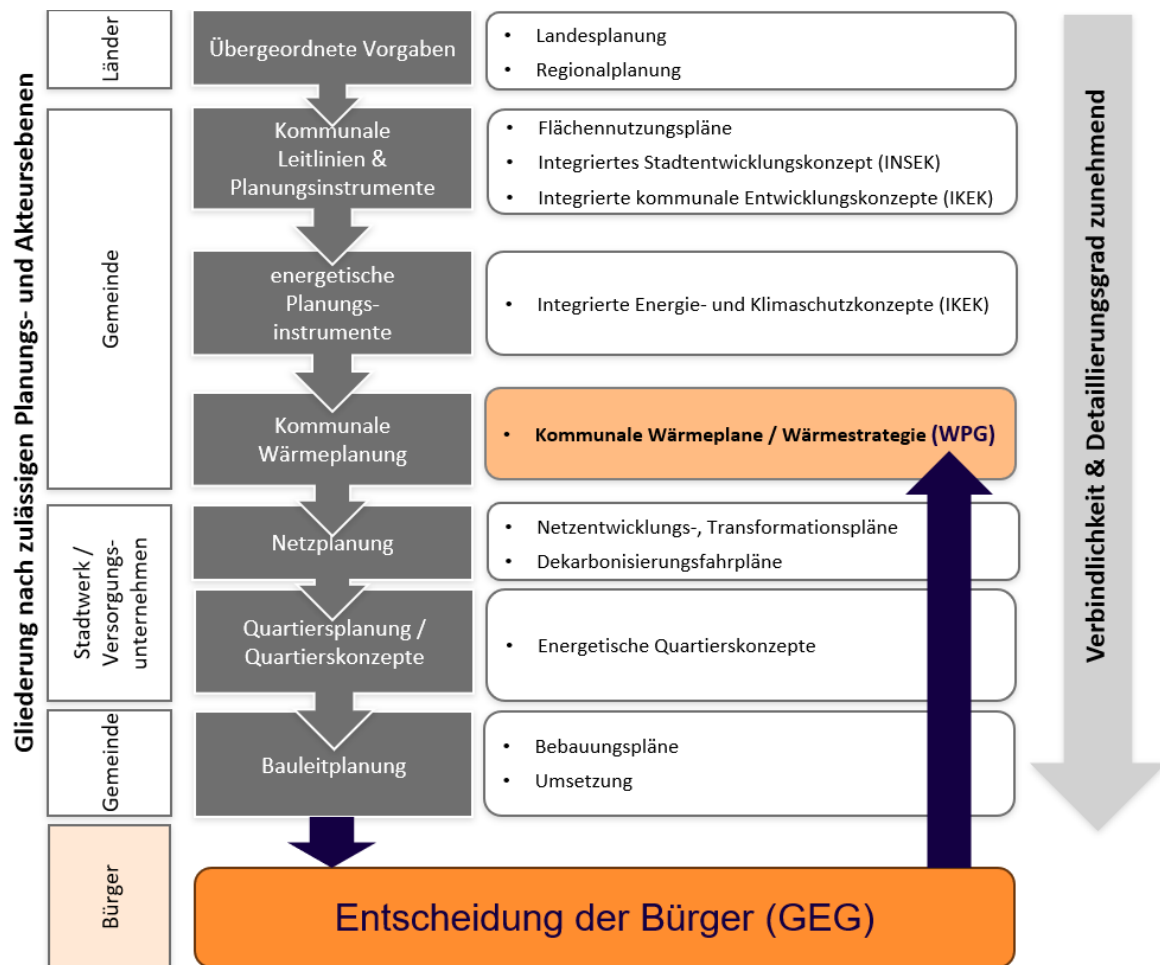


Abbildung 4: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Kommune in Anlehnung an den DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [2]

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden von den Netzbetreibern wahrgenommen und ggf. berücksichtigt, eine gesetzliche Pflicht zur Übernahme besteht jedoch nicht. Weiterhin können energetische Quartierskonzepte auf ihr aufbauen und die Bauleitplanung kann entsprechende Gebiete ausweisen. Der Detaillierungsgrad und die Verbindlichkeit nehmen dabei immer weiter zu. Letztlich entscheidet aber der/die Bürger/-in unter den Bedingungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), welche Heizungstechnologie er sich zukünftig einbaut und ob er sein Haus saniert. Die kommunale Wärmeplanung macht hierzu keine Vorgaben.

Die Kommunen sind somit gesetzlich zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung verpflichtet, wohingegen das GEG Anforderungen an die Heizungsanlagen der Gebäudeeigentümer/-innen stellt. Da nicht alle Lösungsoptionen bei jedem Gebäude vorliegen, sind beide Gesetze miteinander verzahnt worden: Die Kommunen schaffen ggf. zentrale Lösungsoptionen (Wärme oder Wasserstoff) und die Gebäudeeigentümer/-innen entscheiden sich nach wie vor selbst für eine Versorgungstechnologie.

Obwohl die kommunale Wärmeplanung nach Fertigstellung durch das nach Maßgabe des Landesrechts zuständige Gremium (z. B. durch den Rat) beschlossen werden soll (vgl. § 23 Abs. 3 WPG), hat die Wärmeplanung selbst keine rechtliche Außenwirkung, sondern aus juristischer Sicht einen reinen Empfehlungscharakter (vgl. § 23 Abs. 4 und § 27 Abs. 2 WPG). Dennoch hat die kommunale Wärmeplanung eine mittelbare Bedeutung für die Verwaltung und Netzbetreiber, da sie bei Planungsprozessen berücksichtigt werden soll (z. B. Bauleitplanung gemäß § 27 Abs. 3 WPG). Ein verfrühtes Inkrafttreten der 65 % erneuerbaren Energien (EE)-Quote nach GEG im Bestand findet somit durch die Verabschiedung

der kommunalen Wärmeplanung im Rat nicht statt. Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung sind somit unverbindlich.

Sollte sich die Kommune nach der kommunalen Wärmeplanung dazu entscheiden, nach Durchführung von weiteren Untersuchungen und Beteiligung aller relevanten Akteur/-innen, ein Wärme- oder Wasserstoffnetzgebiet auszuweisen, gilt die 65%-EE-Regelung ab diesem Zeitpunkt (bzw. 1 Monat später) auch für die Gebäudeeigentümer/-innen von Bestandsgebäuden der betroffenen Grundstücke (vgl. § 26 WPG i.V.m. § 71 Abs. 8 GEG). Nach derzeitigem Stand ist eine solche Gebietsausweisung im Bebauungsplan vor Ablauf der gesetzlichen Frist zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung (Mitte 2028) nicht zu erwarten.

2.2 Vorstellung der Stadt Niederkassel

Mit rund 40.000 Einwohnern (Stand Juni 2024, [3]) und einer Fläche von etwa 30,91 km² liegt Niederkassel im Rhein-Sieg-Kreis in Nordrhein-Westfalen. Die Stadt besteht aus sechs Stadtteilen: Niederkassel, Mondorf, Lülsdorf, Rheidt, Stockem und Uckendorf. Sie befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem Vorgebirge und dem Siebengebirge und bietet eine Kombination aus naturnaher Umgebung und guter Anbindung an Köln und Bonn. Traditionell landwirtschaftlich geprägt, hat sich Niederkassel in den letzten Jahrzehnten zu einem beliebten Wohnstandort entwickelt. Die Nähe zu den großen Städten und die attraktive Landschaft machen die Stadt besonders für Pendler interessant.

Die Stadt Niederkassel verfolgt das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 für ihr gesamtes Stadtgebiet. Die geplante klimaneutrale Wärmeversorgung ist ein wichtiger Bestandteil der städtischen Klimastrategie.



Abbildung 5: Lage der Stadt Niederkassel im Rhein-Sieg-Kreis und in Nordrhein-Westfalen [4]

3 Ablauf und Organisation

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Niederkassel wurde gemäß der Planungsschritte des WPG und der Inhalte der NKI durchgeführt. Im Folgenden wird der Ablauf der kommunalen Wärmeplanung im Überblick beschrieben sowie erläutert, wie das Projekt strukturiert und organisiert wurde.

3.1 Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung für Niederkassel kann in die fünf Arbeitsschritte Eignungsprüfung, Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, die Entwicklung eines Zielszenarios und die Identifikation von Eignungsgebieten bis hin zu konkreten Maßnahmen für die Wärmewendestrategie eingeteilt werden. Neben diesen fünf Kernprozessen sind die Beteiligung lokaler Akteur/-innen und Bürger/-innen, die Kommunikationsstrategie, die Verstetigungsstrategie sowie das Controlling-Konzept weitere wesentliche Bestandteile der kommunalen Wärmeplanung. Abbildung 6 stellt den Ablauf der inhaltlichen Erarbeitung schematisch dar.

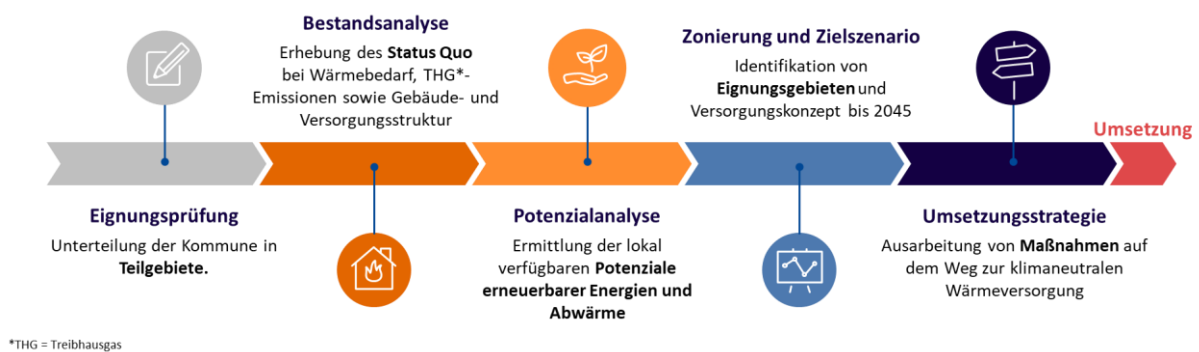


Abbildung 6: Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung

Bei der **Eignungsprüfung** werden Teilgebiete identifiziert, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Hierbei werden Faktoren wie vorhandene Wärmenetze, Potenziale für klimaneutrale Wärme sowie Wasserstoffpotenziale berücksichtigt.

Im Rahmen der **Bestandsanalyse** wird die Energie- und Treibhausgasbilanz für den Sektor Wärme im Status Quo erfasst. Hierzu werden verschiedene Daten zur Gebäude-, Siedlungs- und Energieinfrastruktur erhoben, analysiert und räumlich dargestellt, wie bestehende Gas- und Wärmenetze, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen und Informationen zur generellen Gebäudestruktur (z. B. Alter und Sanierungsstand).

Ziel der **Potenzialanalyse** ist es, die im Planungsgebiet vorhandenen Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung nicht vermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung quantitativ und räumlich differenziert zu ermitteln. Darüber hinaus umfasst die Potenzialanalyse eine Abschätzung der Einsparpotenziale durch die Reduzierung des Wärmeverbrauchs in Gebäuden sowie in industriellen und gewerblichen Prozessen. Es werden mögliche Potenziale zur regenerativen Stromerzeugung analysiert, die in Verbindung mit Wärmepumpen ebenfalls zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung beitragen können. Diese Abschätzung erfolgt unter Berücksichtigung der bekannten Restriktionen räumlicher, technischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Art.

Im Rahmen der **Entwicklung des Zielszenarios** erfolgt eine Ausarbeitung für die langfristige Entwicklung im Planungsgebiet und die zukünftige Deckung des Wärmeverbrauchs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dafür werden alle zuvor ermittelten wichtigen Ergebnisse der Bestands-, Potenzial- und Szenarioanalyse quantitativ und qualitativ berücksichtigt. Das

Ergebnis ist eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür aufzubauenden Versorgungsstruktur bis zum Zieljahr und eine Einteilung des gesamten Gebietes in **voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete**.

Die **Wärmewendestrategie** bildet den Maßnahmenkatalog für die **Umsetzung** des Zielszenarios mit konkreten, teilweise räumlich verorteten Maßnahmen. Sie orientieren sich entlang verschiedener strategischer Ziele und werden mittels Kennzahlen messbar gemacht. Diese werden im **Controllingkonzept** überwacht, welches ein wesentliches Werkzeug der **Verstetigungsstrategie** ist, in der verschiedene begleitende Maßnahmen bei der kommunalen Verwaltung beleuchtet werden.

Durch eine ganzheitliche **Partizipations- und Kommunikationsstrategie** wird schließlich sichergestellt, dass zum einen alle relevanten Akteur/-innen, die einen aktiven Part bei Vorbereitung oder Umsetzung der Wärmeplanung haben, in den Planungsprozess einbezogen werden und zum anderen alle Betroffenen hinreichend und frühzeitig informiert werden.

3.2 Projektstruktur und Zeitplanung

Die kommunale Wärmeplanung wurde von April 2024 bis März 2025 durchgeführt. Damit eine erfolgreiche und effiziente Durchführung in diesem Zeitraum sichergestellt werden konnte, wurde in einer schlanken Projektstruktur gearbeitet.

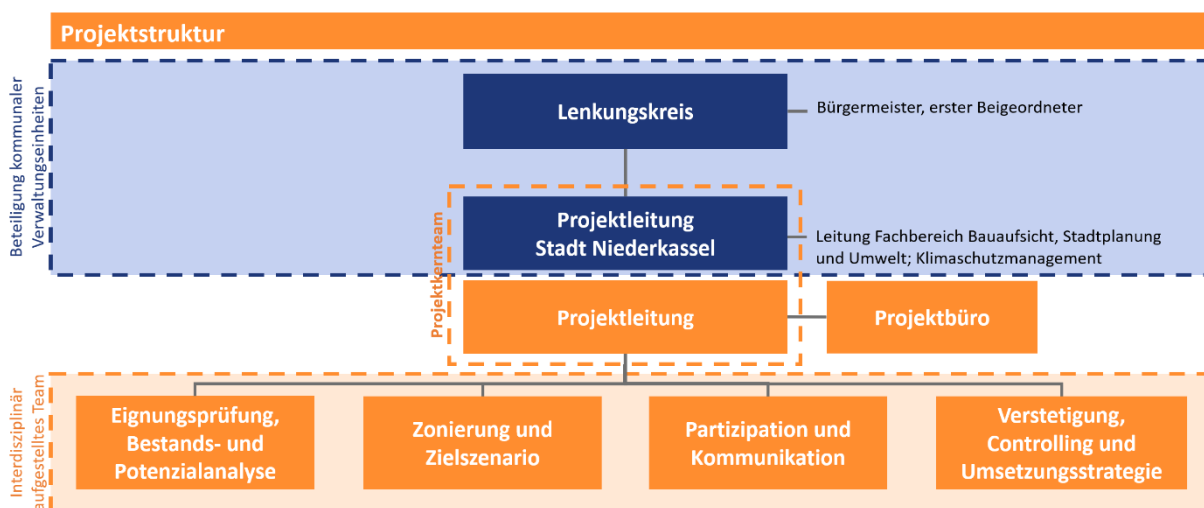


Abbildung 7: Die angewendete Projektstruktur

Das Projektkernteam bestand zum einen aus der Projektleitung der Kommune, die gemeinsam mit den Mitgliedern des Lenkungskreises Entscheidungen für die Kommune getroffen und die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte abgenommen hat. Zum anderen bestand das Kernteam aus der Projektleitung, welche für die Durchführung aller Arbeitsschritte verantwortlich war. Ergänzend war hier das Projektbüro der Rhein-Sieg Netz GmbH tätig, welches primär für die Terminorganisation sowie Vor- und Nachbereitung von Terminen zuständig war. Die einzelnen Arbeitsschritte, von der Eignungsprüfung bis hin zur Umsetzungsstrategie, wurden von den jeweiligen Fachexperten aus dem Projektteam in enger Zusammenarbeit mit der Projektleitung durchgeführt.

Neben der Projektstruktur war für die erfolgreiche Durchführung der kommunalen Wärmeplanung vor allem eine detaillierte Zeit- und Terminplanung von Bedeutung. Zu Beginn wurde ein Projektzeitplan erarbeitet und während des Prozesses laufend aktualisiert. Die Durchführung der Arbeitsschritte erfolgte aufeinander aufbauend, wenn möglich wurden einzelne Arbeitsschritte parallelisiert.

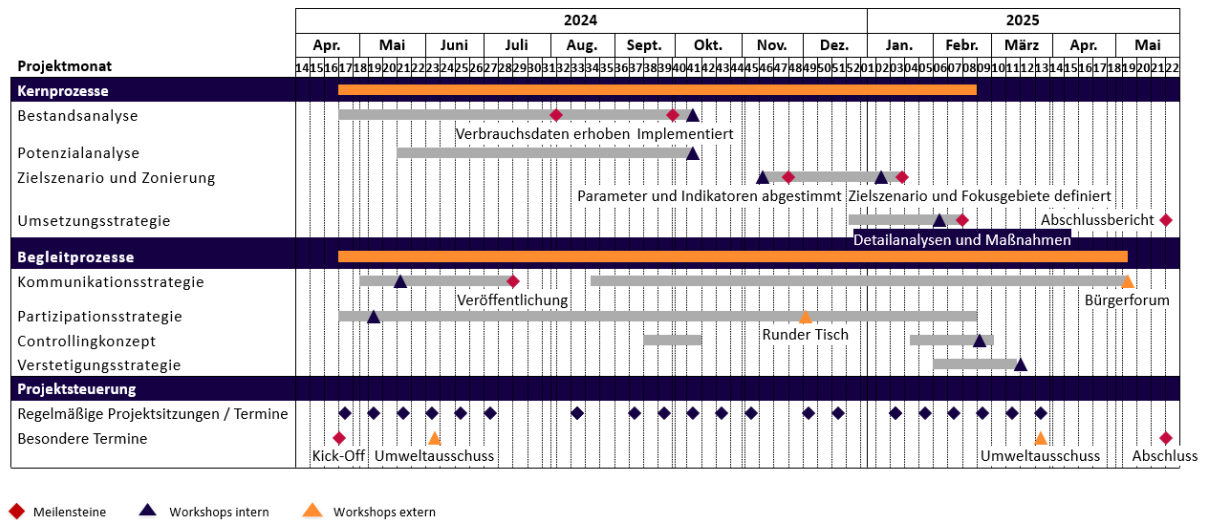


Abbildung 8: Projektzeitplan der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Niederkassel

Im Projekt erfolgte eine engmaschige Abstimmung des Kernteams: Das Projektkernteam hat sich in Abständen von zwei Wochen digital getroffen und den aktuellen Stand sowie offene Themen besprochen. Darüber hinaus gab es jeweils einen Workshop zu allen Prozessschritten der Wärmeplanung. In einer abschließenden Präsentation wurde das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt und die anschließenden Schritte besprochen. Zu den Beteiligungsformaten siehe Kapitel 9.

4 Eignungsprüfung

Zur Beurteilung, ob in den jeweiligen Gebieten eine zentrale Wärmeversorgung über Wärme- oder Wasserstoffnetze in Frage kommt, wird zunächst die Eignungsprüfung durchgeführt. Die Vorgehensweise und Ergebnisse werden im Folgenden beschrieben.

4.1 Beschreibung der Methodik

Die Kriterien für die Durchführung der Eignungsprüfung sind in § 14 Abs. 2 und 3 WPG festgelegt. Ziel ist es, bereits vor Durchführung der Wärmeplanung festzustellen, dass bestimmte Gebiete sich weder für die zukünftige Versorgung durch ein Wärmenetz noch für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz eignen werden. Für diese Gebiete kann dann eine sogenannte „verkürzte“ Wärmeplanung durchgeführt werden, welche im § 14 Abs. 4 WPG beschrieben ist. Die Abschätzung zur Eignungsprüfung kann anhand vorliegender Daten erfolgen.

In der Eignungsprüfung wird ein beplantes Teilgebiet in der Regel als ungeeignet für eine Versorgung durch ein Wärmenetz angesehen, wenn derzeit kein bestehendes Wärmenetz und keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorliegen, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können. Darüber hinaus wird die Eignung eines Gebiets oder Teilgebiets für ein Wärmenetz auch anhand der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmeverbrauchs bewertet. Wenn aufgrund dieser Faktoren davon auszugehen ist, dass eine zukünftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz wirtschaftlich nicht sinnvoll wäre, wird das Gebiet oder Teilgebiet als ungeeignet eingestuft.

Die Eignung für ein Wasserstoffnetz kann laut § 14 WPG ausgeschlossen werden, wenn aktuell kein Gasnetz besteht und keine Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen. Auch wenn ein neues Wasserstoffnetz in diesem Gebiet gelegt werden könnte, aber die Versorgungssicherheit bzw. wirtschaftliche Versorgung nicht gewährleistet ist, kann ein Ausschluss erfolgen.

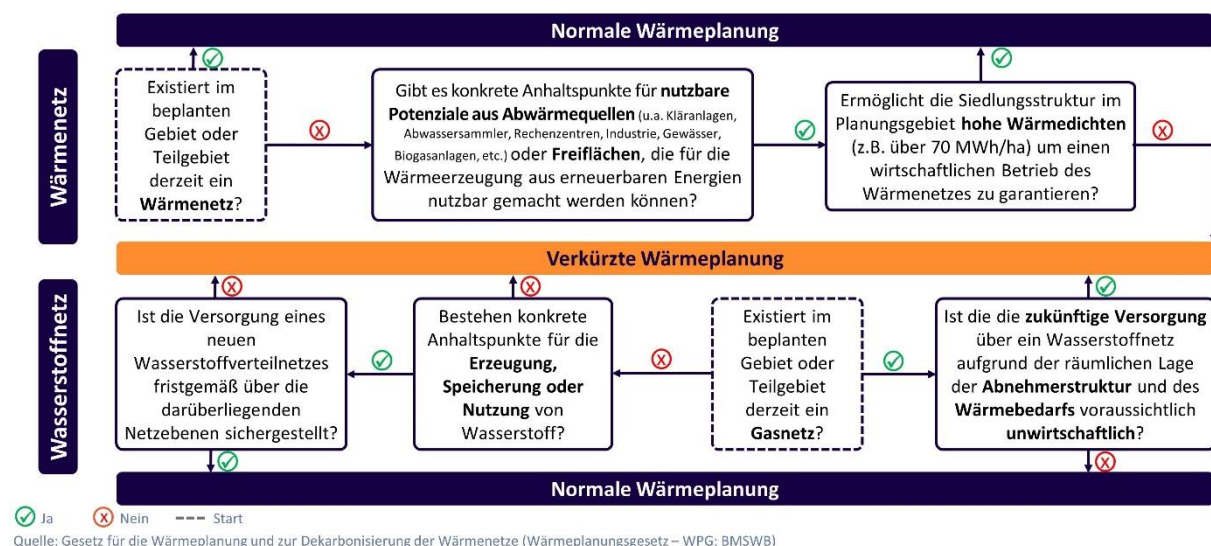


Abbildung 9: Vorgehensmodell für die Eignungsprüfung

Sofern eine Eignung für Wärme- und für Wasserstoffnetze ausgeschlossen werden kann, kann für das Teilgebiet eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Diese reduziert den Aufwand für die Folgeschritte der Bestandsanalyse (entfällt) und der Potenzialanalyse (nur dezentrale Wärmequellen) sowie die Zonierung.

Da jedoch ein potenzieller Ausschluss von Technologien nur auf Basis von fundierten Daten erfolgen sollte, wurde für das gesamte Gebiet eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt. Konkret bedeutet das, dass sowohl die Daten der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse für die Eignungsprüfung einbezogen wurden.

4.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung

In der Wärmeplanung wurde die Eignungsprüfung auf Basis der vorliegenden Daten der Bestandsanalyse durchgeführt (vgl. Abschnitt 5). Für die Eignung für Wärmenetze wurden zusätzlich die Ergebnisse der Potenzialanalyse in die Entscheidungsfindung einbezogen (vgl. Abschnitt 6).

Ein Teilgebiet der Kommune kann auf Basis der Eignungsprüfung für eine Versorgung mit Wärme- oder Wasserstoffnetzen ausgeschlossen werden. Für die anderen 27 Teilgebiete können die Optionen Wärme- oder Wasserstoffnetz noch nicht ausgeschlossen werden, da entweder die Wärmeverbräuche zu hoch waren oder bereits ein Gasnetz vorhanden ist und eine Versorgung über ein Wasserstoffnetz aufgrund unbekannter Bedarfe aus der Industrie noch nicht pauschal ausgeschlossen werden konnte.

Die folgende Abbildung 10 zeigt die räumliche Darstellung der Gebiete, in denen sich jeweils eine verkürzte oder normale Wärmeplanung eignet. In den blau gefärbten Gebieten sind demnach Wärme- oder Wasserstoffnetze nicht wahrscheinlich und damit wäre dort eine verkürzte Wärmeplanung möglich. Dies wurde hier jedoch aus den oben genannten Gründen nicht durchgeführt.

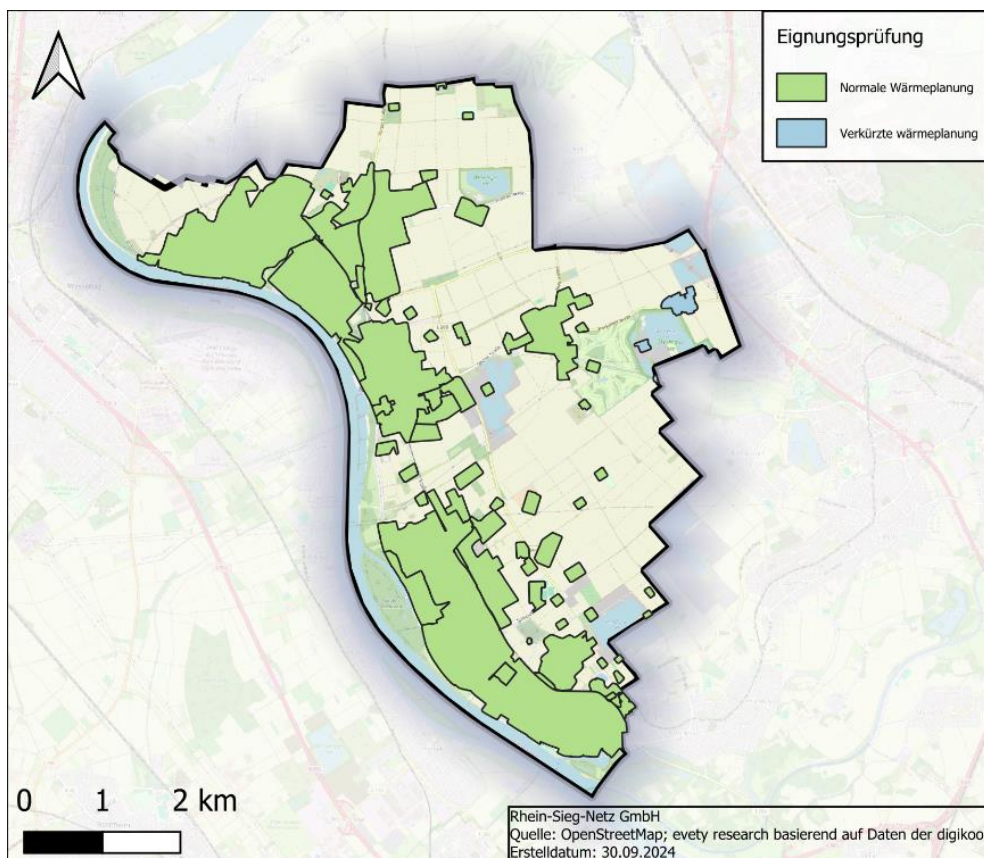


Abbildung 10: Ergebnis der Eignungsprüfung

5 Bestandsanalyse

Eine sorgfältige Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die Entwicklung einer effektiven Strategie zur Wärmewende und markiert einen der ersten Schritte in der kommunalen Wärmeplanung. Die Bestandsanalyse dient einerseits zur Erhebung des Status quo, andererseits als Vergleichsmaßstab für die zukünftige Entwicklung und muss kontinuierlich fortgeschrieben werden. Diese Analyse erfasst den aktuellen Stand in der Kommune in Bezug auf Wärmeverbräuche, THG-Emissionen sowie Gebäude- und Versorgungsstruktur. Die Erkenntnisse der Bestandsanalyse finden in der Bestimmung der Zielszenarien und in der Ableitung von Maßnahmen zur Entwicklung einer Wärmewendestrategie maßgebliche Berücksichtigung. Alle Ergebnisdaten werden sowohl als Rohdaten als auch kartografisch aufbereitet, visualisiert und bereitgestellt.

5.1 Beschreibung der Methodik

5.1.1 Datenerhebung

Die Daten, die im Rahmen der Bestandsanalyse genutzt wurden, basieren auf einer umfangreichen Datenbasis, welche aus diversen Quellen öffentlicher und privater Natur zusammengetragen, im digipad¹ miteinander verschnitten sowie auf eine ausreichende Qualität hin überprüft wurden. Abbildung 11 gibt eine Übersicht über die verwendeten Quellen. Die Quellen liefern Informationen zu Gebäudetypen, Eigentümerstruktur, Baualtersklassen, Sanierungsstand und Heizungstechnologien und -alter, die im digipad erfasst, implementiert und visualisiert werden.

Neben diesen Datenbanken werden zusätzlich anonymisierte Realdaten der Netzbetreiber und Schornsteinfeger/-innen sowie Daten des Zensus 2022 zu Wärmeverbräuchen und Heizungstechnologien und -alter genutzt, um die statistischen Daten im digipad zu verifizieren und bei Abweichung zu überschreiben.

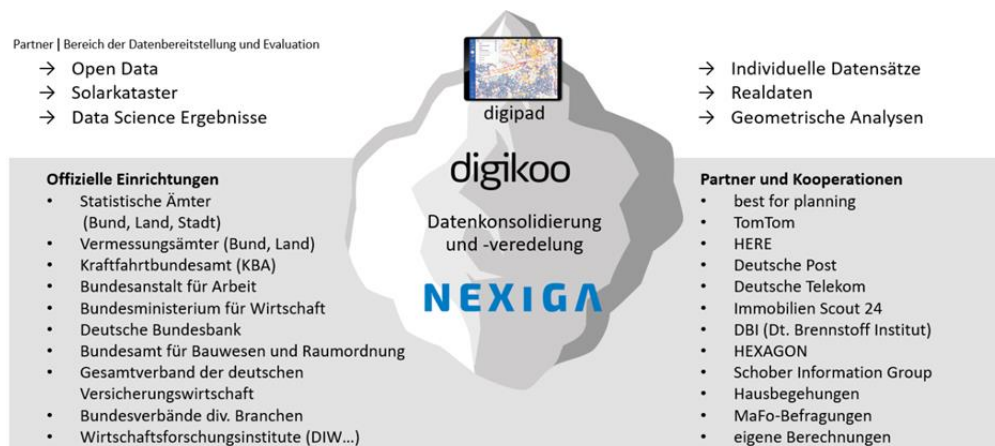


Abbildung 11: Quellen der Datenerhebung

Zur Nutzung von Realdaten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden beim lokalen Gasnetzbetreiber Rhein-Sieg Netz GmbH (RSN) die folgenden Informationen angefragt:

- Anonymisierte Gasverbräuche und sofern vorhanden Wärmeverbräuche, gemittelt über die letzten drei Jahre (2020-2023) in kWh/Jahr

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

- Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Gasnetzen
- Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Wärmenetzen und dazugehörigen Wärmeerzeugern
- Bestehende, geplante oder genehmigte Gasspeicher und Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen der Kommune

Zusätzlich wurden beim zuständigen Stromverteilnetzbetreiber Westnetz GmbH Daten zur Lage der Umspannstationen von Mittel- auf Niederspannung sowie der jeweiligen Höhe der freien Netzanschlusskapazität, Informationen zu ggf. geplanten oder bereits genehmigten Bauvorhaben dieser Umspannstationen (sofern bekannt Jahr und Ort) sowie weitere, allgemeine Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz angefragt.

Verbrauchsdaten kommunaler Liegenschaften sowie Daten zu denkmalgeschützten Gebäuden wurden von der Kommune zur Verfügung gestellt.

Die Kkehrbuchdaten der Stadt Niederkassel wurden durch die zuständigen Schornsteinfeger/-innen des Stadtgebietes datenschutzkonform zur Verfügung gestellt.

Um ggf. vorhandene Datenlücken zu schließen, wurden die Daten des Zensus2022 in den digitalen Zwilling integriert. Die räumliche Auflösung der genutzten Energieträger diente hier als wertvolle Ergänzung zu den realen Verbrauchsdaten der Netzbetreiber sowie den Kkehrbuchdaten.

Die Daten bilden die Grundlage für den digitalen Zwilling, welcher eine fundierte und datengestützte Planung sowie fortlaufende Steuerung aller Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermöglicht.

5.1.2 Datenverarbeitung bzw. Datenaggregation / Anonymisierung

Die Erhebung und Verarbeitung von Gasverbrauchsdaten erfolgt anonymisiert, d. h. die Verbräuche von Einfamilienhäusern werden gemäß den Anforderungen des WPG vom Netzbetreiber aggregiert für mindestens fünf Hausnummern übermittelt. Zur Aggregation der Daten wurde dem Netzbetreiber eine Einteilung der Siedlungsgebiete in Baublöcke zur Verfügung gestellt. Ein Baublock ist ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, das oder die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist oder sind.

Mehrfamilienhäuser, Industrie- und Gewerbeobjekte, öffentliche Gebäude bzw. solche Objekte, für die kein Personenbezug der Verbrauchsdaten möglich ist, werden adressbezogen übermittelt.

Für eine gebäudescharfe Szenarioberechnung ist jedoch eine Rückverteilung der baublockbezogenen Verbräuche auf einzelne Gebäude notwendig. Dazu wurde im digitalen Zwilling eine Methodik entwickelt und auf Basis von statistischen Merkmalen eine entsprechende Aufteilung vorgenommen. Es wurde sichergestellt, dass die Summe der Verbräuche, der in einem Baublock befindlichen Gebäude, weiterhin der Gesamtsumme der aggregierten Werte entspricht. Da allerdings nicht für alle Gebäude in einem Baublock Daten des Gasnetzbetreibers zur Verfügung stehen, können Verbräuche und Energieträger von der tatsächlichen Versorgungssituation abweichen. Es lässt sich abschließend festhalten, dass dieser Schritt zwangsläufig zu Abweichungen bei der Betrachtung eines individuellen Gebäudes führt, aber die bilanzielle Betrachtung auf Baublockebene für konsistente Werte sorgt.

Bezüglich der verwendeten Energieträger wurde ein ähnliches Vorgehen gewählt. Auch dort bestand die Herausforderung aus der Konsolidierung verschiedener Datengrundlagen: Statistische Daten, reale

Daten zur Anzahl der Gasverbraucher in einem Baublock, anonymisierte Schornsteinfegerdaten und Rasterdaten aus dem Zensus 2022. Die Daten der Schornsteinfeger/-innen und die Daten des Zensus 2022 wurden dabei zur Ergänzung der Daten des Gasnetzbetreibers genutzt. Dadurch konnte die örtliche Verteilung der Energieträger sehr präzise an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden, auch wenn für das individuelle Gebäude keine reale Information vorlag.

5.1.3 Analyse und Aufbereitung der Daten

Nach abgeschlossener Integration der Realdaten werden alle im digipad vorhandenen Daten der Kommune für die weitere Auswertung und Analyse gebäude- und baublockscharf exportiert.

Die Ergebnisse der Auswertungen werden sowohl grafisch in Tabellen und Diagrammen als auch kartografisch dargestellt. Die grafischen Darstellungen zeigen bilanzielle Auswertungen für alle Gebäude in der Kommune, wohingegen die kartografischen Darstellungen eine statistische, nicht gewichtete Mittlung der Parameters innerhalb eines Baublocks zeigen.

Eine grafische Darstellung erfolgt für die folgenden Parameter, jeweils nach Anteil am Gesamtwärmeverbrauch in kWh und der Anzahl der Gebäude in relativen und absoluten Anteilen:

- **Verteilung der Energieträger** (Gas, Öl, Fernwärme, Elektrisch, Wärmepumpe, Sonstiges)
- **Baujahr der Heizung** (bis 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2024)
- **Sektorenverteilung** (Privat, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) + Industrie, kommunale Liegenschaften, Sonstiges)
- **Baujahr der Gebäude** (bis 1945, 1976, 1983, 1994, 2001, 2007, 2024)
- **Siedlungstypologien** (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Gewerbe)
- **Sanierungszustand der Gebäude** (Unsanziert, Teilsaniert, Vollsaniert)
- **Eigentümerstruktur** (Privatperson, Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaft, Eigentümergemeinschaft, Kommune, Sonstige)
- **Energieeffizienzklasse**, ohne Gewerbe (A+ bis H)

Darüber hinaus wurden eine Wärmebilanz sowie eine CO₂-Bilanz für den Sektor Wärme für die Kommune erstellt und grafisch dargestellt.

Eine kartografische Darstellung auf Baublockebene mit einem geografischen Informationssystem (GIS) erfolgt für die folgenden Parameter:

- **Flächennutzung** (Wohnbaufläche, Industrie und Gewerbefläche, Fläche bsd. fkt. Prägung, Friedhof, Sport/Freizeit/Erholung, Flächen gemischter Nutzung, Sand- und Kiesgruben) **Sanierungsanteil** (<20 %, 20-40 %, 40-60 %, 60-80 %, 80-100 %)
- **Spezifischer Wärmeverbrauch in kWh/m²** (0-100, 100-130, 130-160, 160-200, 200-1000, >1000)
- **Energieeffizienzklassen** (A+ bis H)
- **Wärmedichte in MWh/ha** (0-70, 70-175, 175-415, 415-1050, >1050)
- **Wärmelinienichte in MWh/m** (0-0,7; 0,7-1,5; 1,5-2; >2)
- **Gasversorgte** Baublöcke
- **Überwiegender Gebäudetyp** (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Gewerbe)
- **Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude** (1945, 1976, 1983, 1994, 2001, 2007, 2024)
- **Großverbraucher von Wärme oder Gas**

5.2 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5.2.1 Wärmeverbrauch und THG-Emissionen

Insgesamt liegt der Wärmeverbrauch der Stadt Niederkassel bei rund 405 GWh Wärme pro Jahr. Dieser Wärmeverbrauch ist in der nachstehenden Abbildung 12 nach Sektoren und Energieträgern unterteilt. Die betrachteten Sektoren sind private Haushalte, Industrie und GHD sowie kommunale Liegenschaften.

Den größten Anteil am Wärmeverbrauch haben mit knapp 228 GWh pro Jahr die privaten Haushalte, hierbei werden derzeit 215 GWh pro Jahr durch den Einsatz von Gas- und Ölheizungen erzeugt. Der Sektor Industrie ist mit 157 GWh pro Jahr der zweitgrößte Wärmeverbraucher in der Kommune. Der Sektor GHD wird mit rund 15 GWh Wärmeverbrauch pro Jahr überwiegend durch fossile Energieträger versorgt, davon sind 11 GWh pro Jahr den Gasheizungen und 3 GWh pro Jahr den Ölheizungen zuzuordnen. Die Wärmeversorgung kommunaler Liegenschaften erfolgt bei einem Gesamtbedarf von rund 5 GWh pro Jahr fast vollständig durch Gasheizungen.

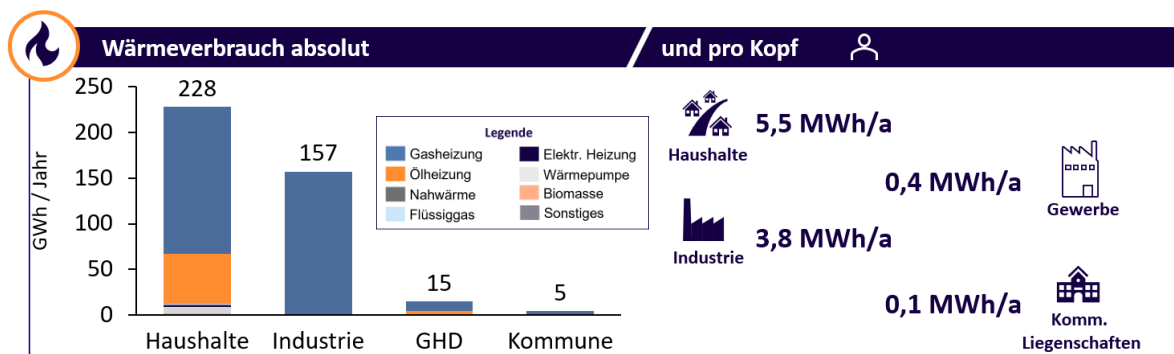


Abbildung 12: Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz der Stadt Niederkassel werden die Verbräuche der jeweiligen Wärmeversorgungsart mit dem zugehörigen Emissionsfaktor multipliziert. Der Wärmeverbrauch von 405 GWh pro Jahr emittiert so über die Wärmeerzeugungsanlagen rund 102 Tsd. t CO₂. Der größte Anteil der erzeugten Emissionen fällt entsprechend des Wärmeverbrauches und der überwiegenden Heizungs-technologie (Gas- und Ölheizung) mit ca. 59 Tsd. t CO₂ im Sektor Haushalte an. Rund 38 Tsd. t CO₂ fallen innerhalb des Sektors Industrie über Gasheizungen zur Wärmebereitstellung an. Knapp 4 Tsd. t CO₂ entstehen im Sektor GHD. Den kommunalen Liegenschaften sind CO₂-Emissionen in Höhe von rund 1 Tsd. t CO₂ zuzuordnen. Die Aufschlüsselung der THG-Emissionen ist in Abbildung 13 dargestellt. Diese detaillierte Form der CO₂-Bilanzierung wird auch für weitere Projektbausteine, wie beispielsweise dem Controllingkonzept zur Überwachung der Projektfortschritte verwendet werden.

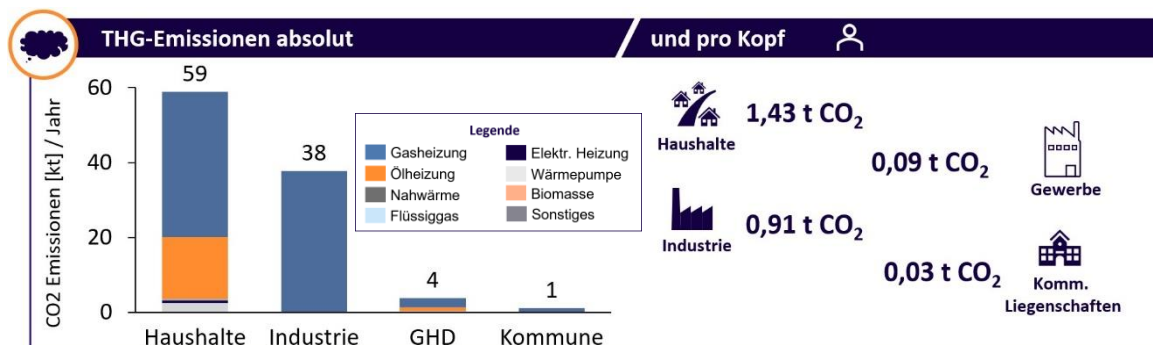


Abbildung 13: THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger

5.2.2 Heizungstechnologien und Alter der Heizung

Wie in Abbildung 14 zu erkennen, werden zur Deckung des Wärmeverbrauchs innerhalb der Gebäude, unterschiedliche Heizungstechnologien genutzt. Berücksichtigt wurde die dezentrale Wärmeversorgung mittels Gas- und Ölheizungen, Wärmepumpen, elektrischen Direktheizungen, Biomasse oder Flüssiggas sowie die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze und sonstige Heizungstechnologien, wie beispielsweise Kohleheizungen. Neben der Art der Heizungstechnologie wurde, ebenfalls gebäude-spezifisch, das Alter der Heizungsanlage erfasst.

Die Wärmeversorgung der Gebäude erfolgt größtenteils über fossile Energieträger (Gas, Flüssiggas und Öl). Diese werden in 94 % der Gebäude in der Wärmeversorgung eingesetzt. In absoluten Zahlen sind in 8.200 Gebäuden Gasheizungen und in knapp 2.700 Gebäuden Ölheizungen installiert, die zusammen jährlich einen Wärmeverbrauch von über 390 GWh pro Jahr vorweisen. Der verbleibende Wärmeverbrauch von rund 14 GWh wird über Wärmepumpen, elektrische Direktheizungen, Flüssiggas, Biomasse, Wärmenetze oder sonstige Heizungstechnologien bedient. Der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht konkretisiert werden.

Die installierten Heizungen sind in über 60 % der Gebäude vor 2005 eingebaut. Auffällig ist auch, dass es einen relevanten Anteil (ca. 1/4) an Heizungsanlagen gibt, die bereits älter als 30 Jahre sind. Die Datenbasis für diese Erhebung besteht aus Daten der Gasnetzbetreiber, die durch Zensusdaten sowie Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger/-innen ergänzt wurden.

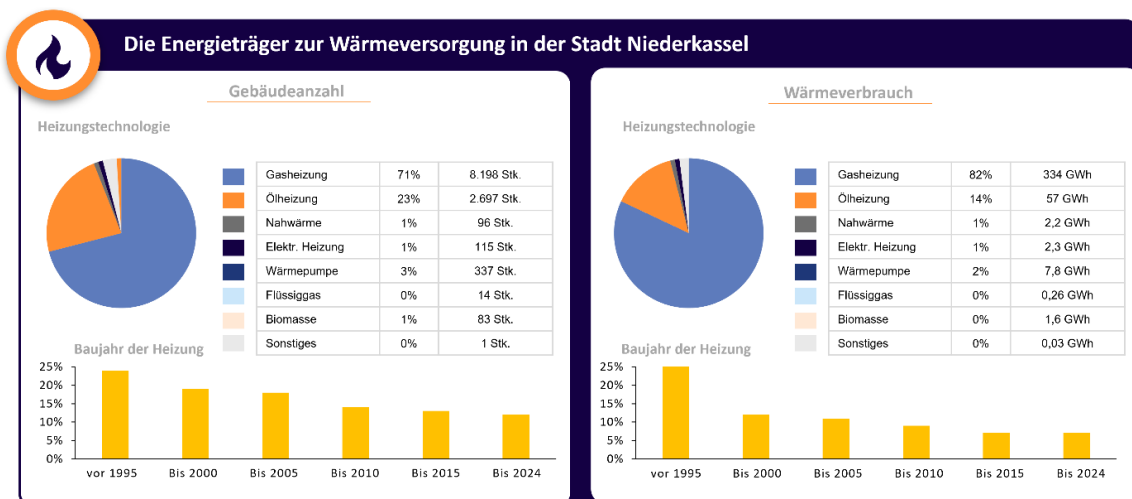


Abbildung 14: Heizungstechnologie und Alter nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch

5.2.3 Eigentümerstruktur und Siedlungstypologie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse im Hinblick auf die Siedlungstypologien angegeben. Die Gebäude werden in die Hauskategorien Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser sowie Nichtwohngebäude (Industrie- und Gewerbe) unterteilt.

Im Rahmen der Bestandsanalyse für die Stadt Niederkassel wurden insgesamt 11.541 Gebäude mit einem Gesamtwärmeverbrauch von 405 GWh pro Jahr erfasst und hinsichtlich Siedlungstypologie und Eigentümerstrukturen analysiert. Mit einem Anteil von 88 % der Gebäude besteht die Siedlungstypologie in der Stadt Niederkassel überwiegend aus Einfamilienhäusern, die einen Wärmeverbrauch von rund 179 GWh pro Jahr und damit rund 44 % des Gesamtwärmeverbrauchs ausmachen. Der Anteil der Mehrfamilienhäuser an den Gebäuden macht insgesamt 11 % aus, während der Wärmeverbrauch mit knapp 52 GWh pro Jahr bei rund 13 % liegt. Einen sehr geringen Anteil macht die Gebäudeanzahl im Bereich GHD und Industrie aus, gleichzeitig sind diese für ca. 43 % des Wärmeverbrauchs

verantwortlich. Die Eigentümerstruktur in der Kommune ist mit 86 % hauptsächlich durch Privatpersonen geprägt, weitere 11 % der Gebäude gehören Eigentümergeinschaften. Die Anteile der Wohnungsgenossenschaften und -unternehmen sowie der Kommune sind vernachlässigbar gering.

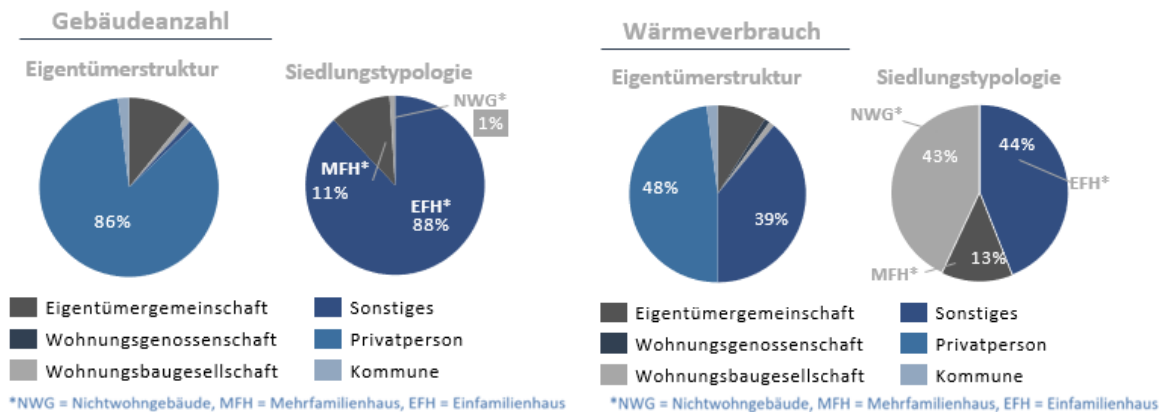


Abbildung 15: Eigentümerstruktur und Siedlungstypologie nach Gebäudezahl und Wärmeverbrauch

Der dominierenden Gebäudetyp innerhalb eines Baublocks ist in Abbildung 16 dargestellt. Im gesamten Gebiet gibt es 15 Baublöcke, in denen der Gebäudetyp Mehrfamilienhaus überwiegt, 10 Baublöcke sind durch Gewerbe und Industrie gekennzeichnet. Die übrigen Baublöcke sind durch Einfamilienhäuser geprägt.

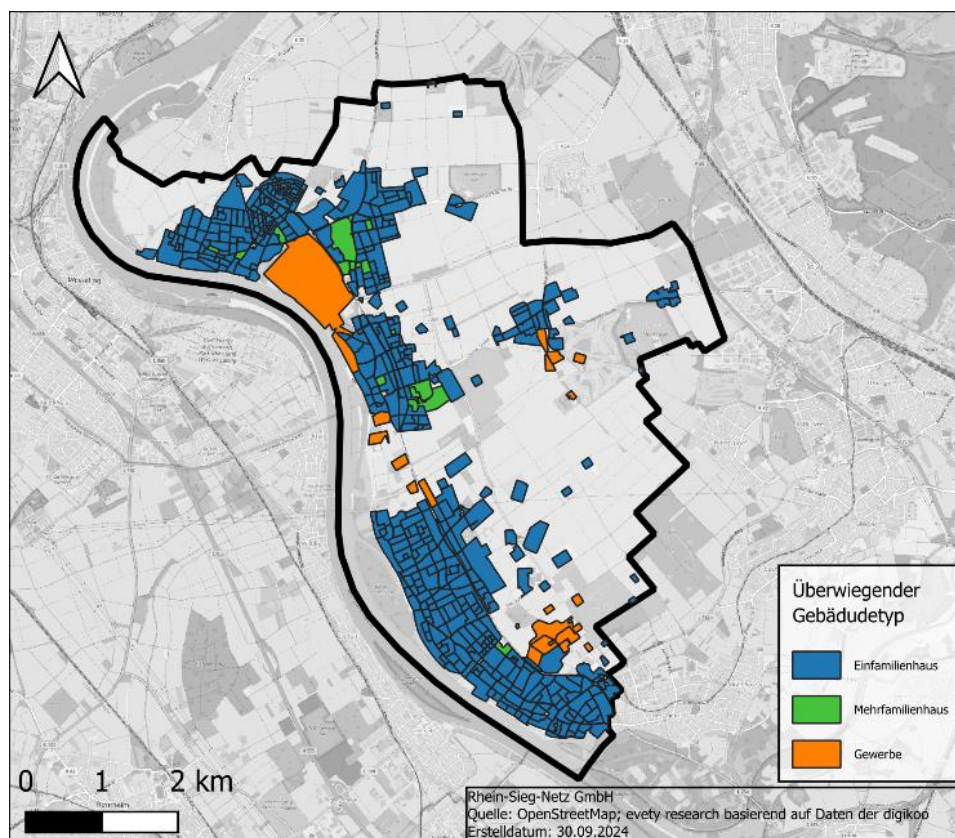


Abbildung 16: Überwiegender Gebäudetyp

5.2.4 Spezifischer Wärmeverbrauch

Der spezifische Wärmeverbrauch beschreibt die im Baublock verbrauchte Wärme bezogen auf die gesamte beheizte Fläche innerhalb des Baublocks. In der Kommune liegt der überwiegende spezifische Wärmeverbrauch in den Baublöcken flächendeckend im Bereich bis 200 kWh/m². Vereinzelt gibt es im

Stadtgebiet verteilt Baublöcke mit 200-1000 kWh/m². Der spezifische Wärmeverbrauch aller Gebäude der Stadt Niederkassel beträgt im Durchschnitt rund 147 kWh/m² pro Jahr.

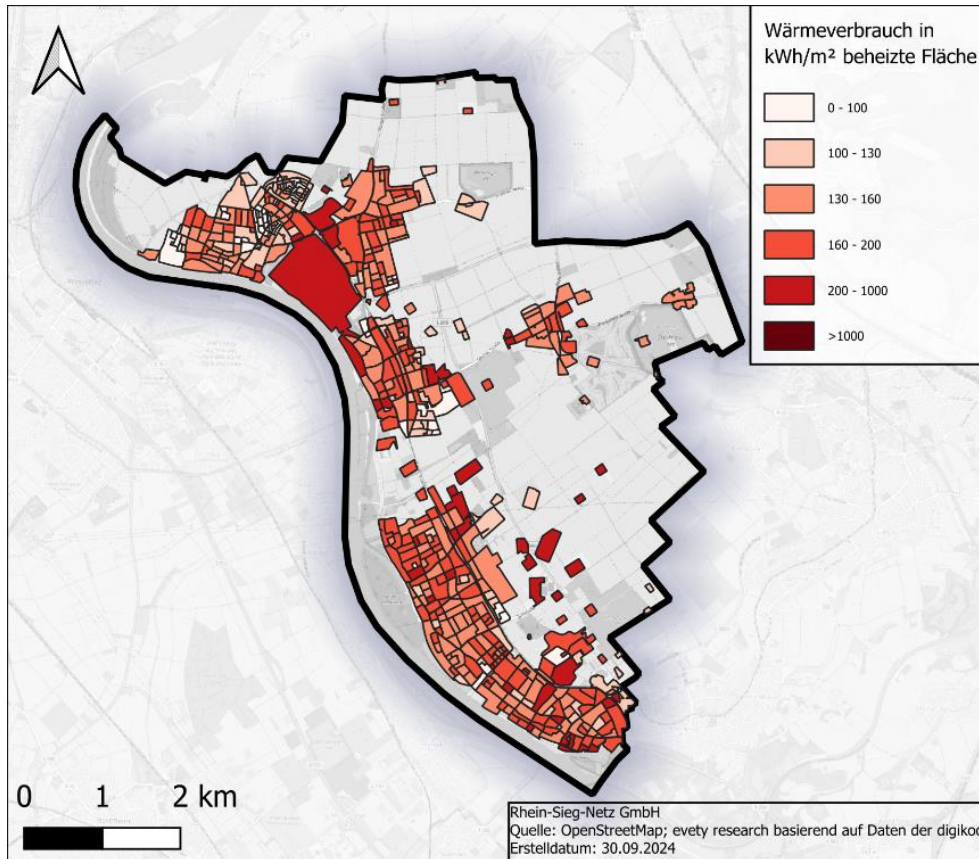


Abbildung 17: Wärmeverbrauch auf Baublockebene

5.2.5 Energieeffizienzklassen

Die Energieeffizienzklassen definieren sich durch den Wärmeverbrauch pro m² beheizter Fläche. Demnach weisen über 60 % Gebäude eine Energieeffizienzklasse zwischen D und H auf, was sich mit den Daten zum Alter des Gebäudebestandes deckt (siehe Abschnitt 5.2.6). Die am häufigsten auftretenden Energieeffizienzklassen sind allerdings C und D, während es nur einen sehr geringen Anteil an Gebäuden der höchsten Effizienzklassen gibt.

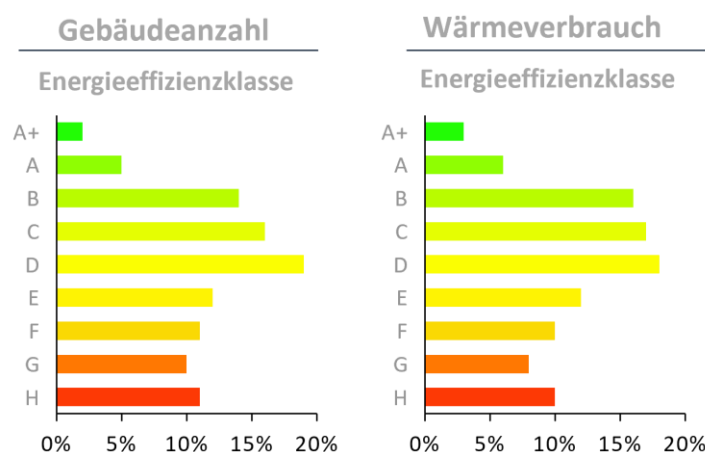


Abbildung 18: Energieeffizienzklassen nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch

Die nachfolgende Abbildung zeigt die durchschnittlichen Energieeffizienzklassen in jedem Baublock zwischen A+ und H. Insgesamt überwiegen im Stadtgebiet auf Baublockebene die mittleren bis niedrigen Energieeffizienzklassen E und F. Sehr niedrige Effizienzklassen sind im Nordwesten im Industriegebiet und im Bereich von Gewerbeflächen zu finden.

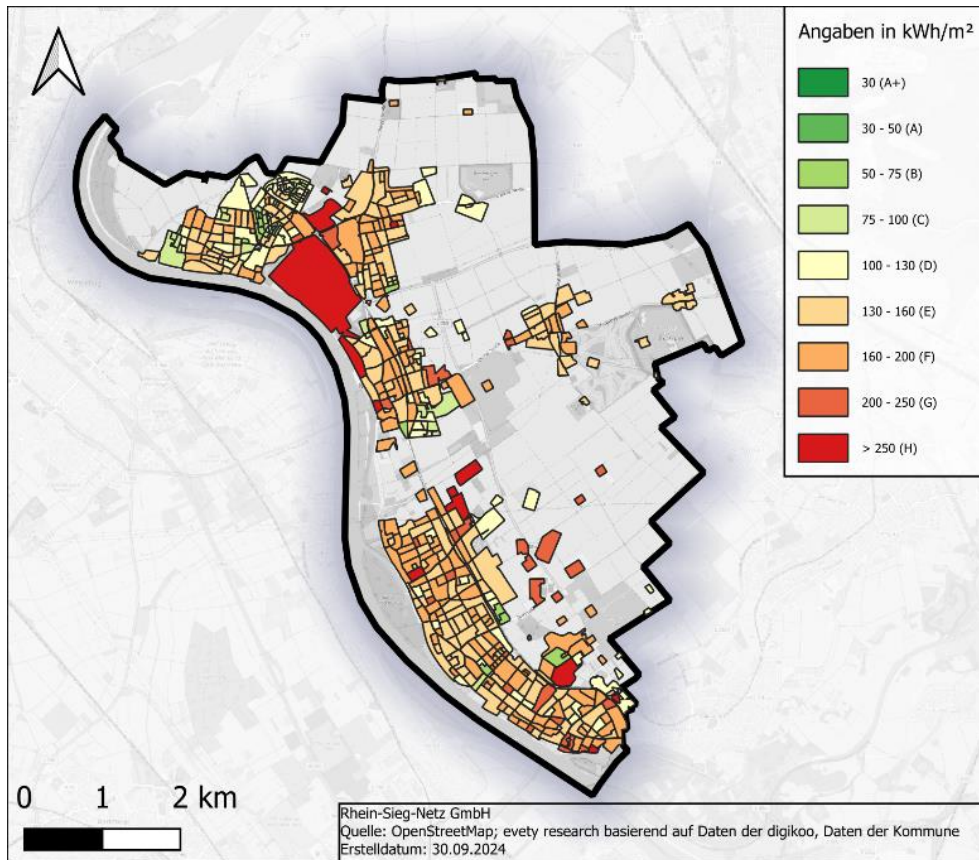


Abbildung 19: Energieeffizienzklassen der Baublöcke

5.2.6 Baualtersklassen und Sanierungszustand der Gebäude

Das Baualter gibt Rückschlüsse auf die Bauart und den Wärmeverbrauch der einzelnen Gebäude. Daher wurden die Abstufungen der Baualtersklassen der Gebäude nach dem Jahr des Inkrafttretens einer neuen Wärmeschutzverordnung gewählt. Die ersten beiden Baualtersklassen beschreiben Vorkriegsbauten (bis 1945) und Nachkriegsbauten (1946 bis 1976). In die dritte Baualtersklasse fallen Gebäude, die während der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV) zwischen 1977 und 1983 gebaut wurden. Darauf folgt die Zuordnung der Gebäude aus dem Jahrzehnt 1984 bis 1994, in diesem Zeitraum galt bereits die zweite Wärmeschutzverordnung (WSchV 84). Die weitere Baualtersklasse beginnt 1995 mit der Einführung der dritten Wärmeschutzverordnung (WSchV 95) und endet im Januar 2002. Ab 2002 wurde die Energieeinsparverordnung EnEV'02 und die Förderung für KfW-Energiesparhäuser 60 und 40 eingeführt, daraus ergibt sich die Baualtersklasse 2002 bis 2007. Abschließend werden die Gebäude kategorisiert, die ab 2007 errichtet wurden und den neuen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (2007) entsprechen. Hier gilt der Bau von Niedrigenergiehäusern als Regel-Standard. [5]

Der Gebäudebestand der Stadt Niederkassel wird mit 52 % überwiegend den Jahren vor 1983 zugeordnet, dies entspricht ungefähr 6.000 Gebäuden und einem Wärmeverbrauch von 297 GWh pro Jahr. Abbildung 20 zeigt die Zuordnung der Gebäude in die Baualtersklassen nach Anzahl sowie nach Wärmeverbrauch.

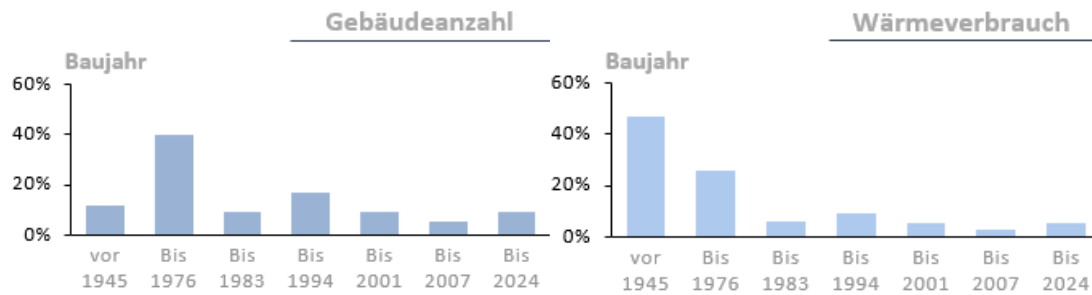


Abbildung 20: Gebäudebaujahr nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch

Abbildung 21 zeigt die überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene. Es zeigt sich, dass in den meisten Baublöcken Baujahre vor 1983 überwiegen. Baublöcke mit jüngeren Baualtersklassen sind ebenfalls vereinzelt zu finden (2000-2024).

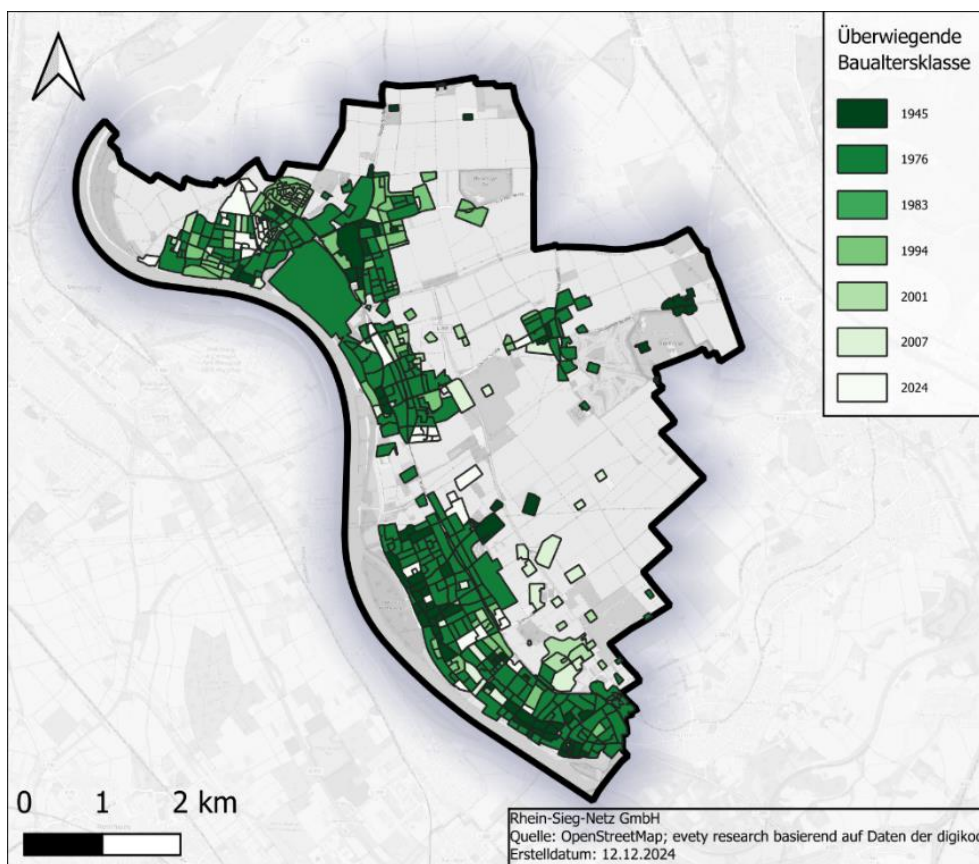


Abbildung 21: Überwiegende Baualtersklassen

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Sanierungszustand der Gebäude in der Stadt Niederkassel nach Anzahl sowie nach Wärmeverbrauch. Bei der Klassifizierung des Sanierungszustandes gilt ein unsaniertes Objekt als 0 % saniert, ein teilsaniertes Objekt als 50 % saniert (zwei Komponenten, z. B. Dach und Keller) und ein vollsaniertes Objekt als 100 % saniert (Dach, Keller, Fenster und Fassade). Demnach gelten knapp die Hälfte der Gebäude in der Stadt als teilsaniert. Nur rund 12 % der Gebäude gelten als vollsaniert. Von den insgesamt 11.541 erfassten Gebäuden der Stadt Niederkassel wurden ca. 5.200 Gebäude teilsaniert, während weitere 5.000 Gebäude den Status unsaniert aufweisen. Wie in Abbildung 22 dargestellt, fällt der Anteil der vollsanierten Gebäude am Gesamtwärmeverbrauch mit 7 % entsprechend gering aus. Dies entspricht rund 30 GWh pro Jahr.

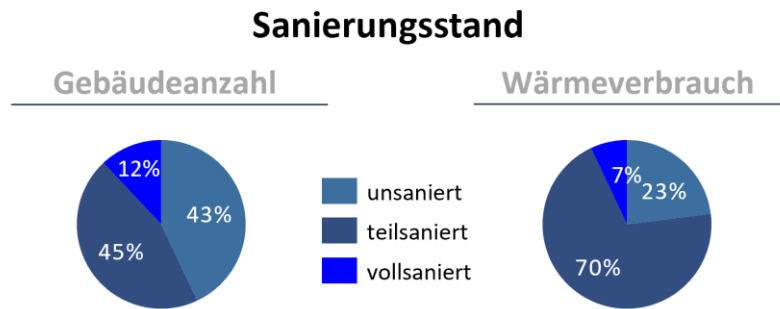


Abbildung 22: Sanierungszustand nach Anzahl der Gebäude und Wärmeverbrauch

Bei der Betrachtung des Sanierungsanteils auf Baublockebene in Abbildung 23 zeigt sich, dass viele Baublöcke einen Sanierungsanteil von 20-40 % aufweisen. Zudem bestehen nur wenige Baublöcke mit sehr hohen und sehr niedrigen Sanierungsständen.

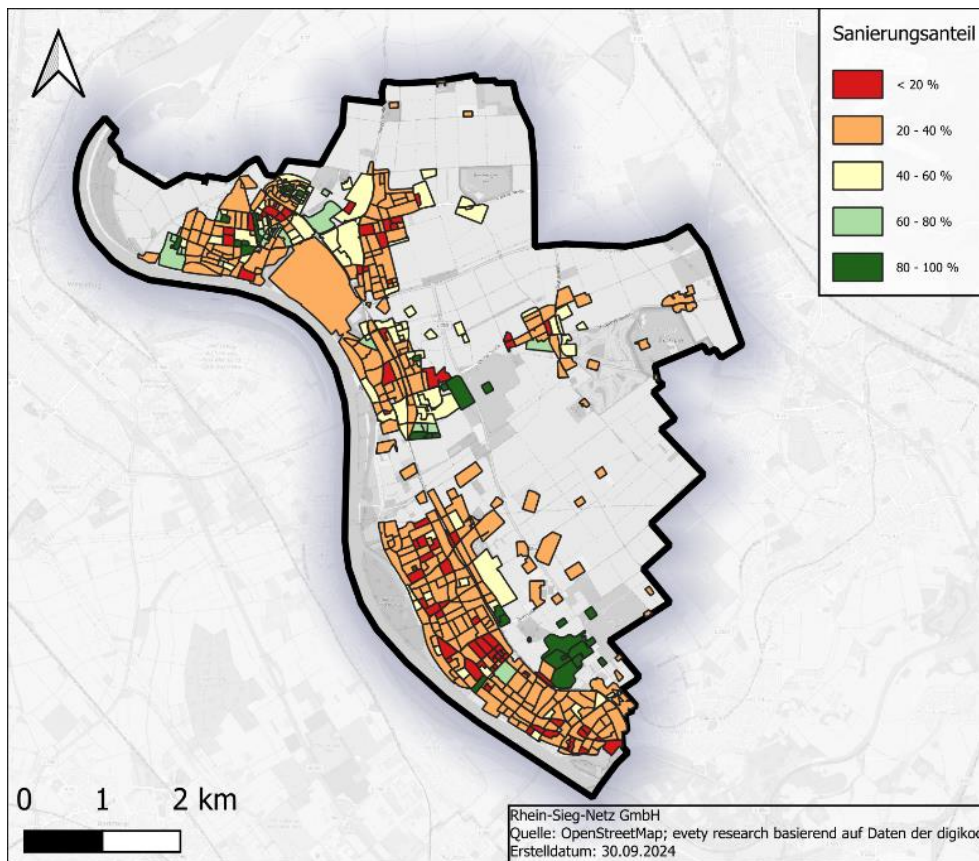


Abbildung 23: Sanierungsanteil der Baublöcke

5.2.7 Flächenausprägung

In der Stadt Niederkassel nehmen Siedlungsgebiete den Großteil der genutzten Fläche ein. Die Industrie und Gewerbeflächen sind im gesamten Stadtgebiet verteilt. Im Osten des Stadtgebiets sind große Gebiete für Sport- und Erholung ersichtlich. Die Stadt verfügt über ausgedehnte Wald- und Wiesenflächen.

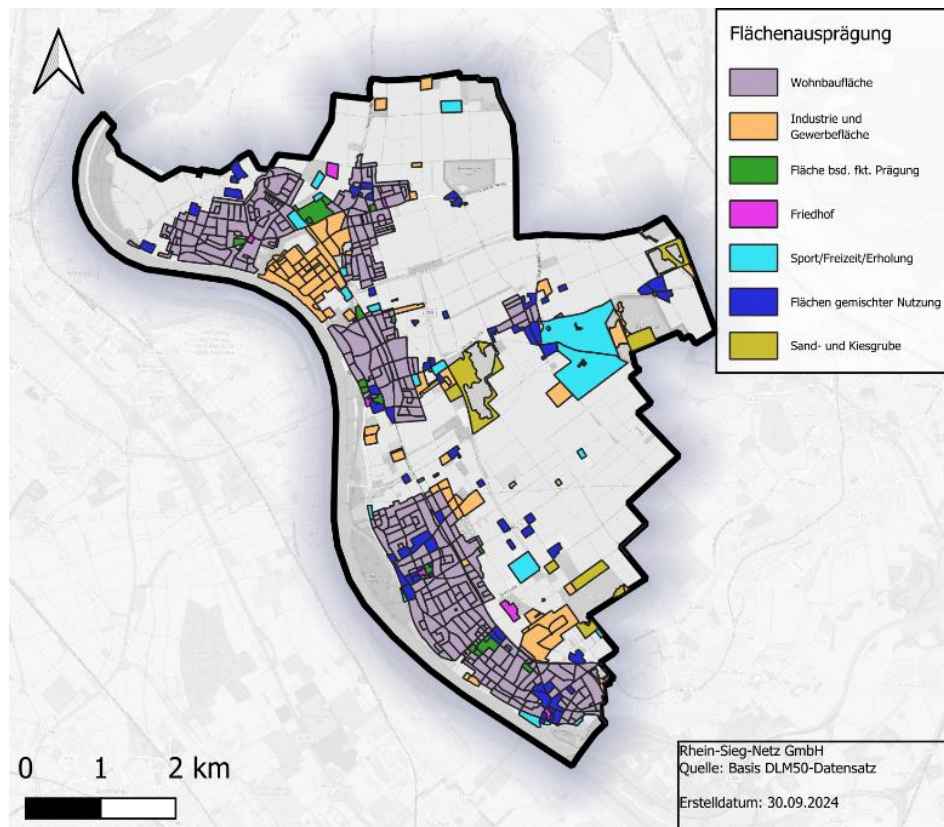


Abbildung 24: Flächenausprägung der Kommune

5.2.8 Wärmedichte

Die Wärmedichte berechnet sich durch den Quotienten der Summe aller Wärmeverbräuche in einem Baublock und der Fläche des Baublocks (vgl. Abbildung 25).

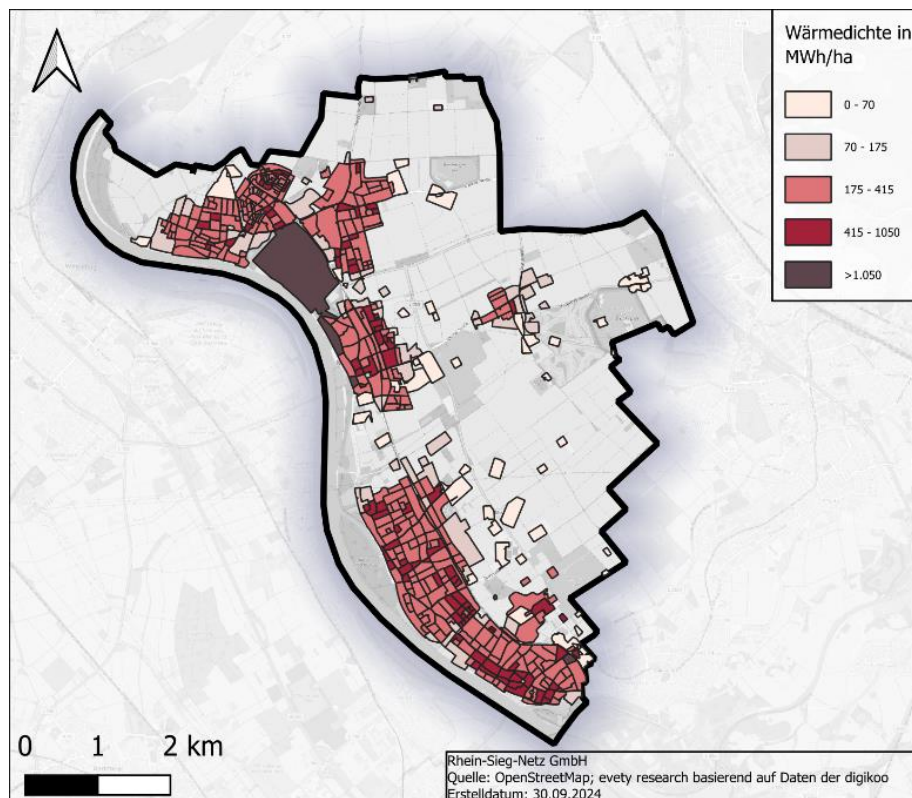


Abbildung 25: Wärmedichten der Baublöcke

Die Wärmedichte eignet sich gut, um die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes zu beurteilen und ist daher ein wichtiges Kriterium in der Wärmeplanung. Die Farbgebung und Grenzwerte in Abbildung 25 sind dabei an den Leitfaden zur Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg angelehnt.

Überwiegend liegen im Stadtgebiet hohe bis sehr hohe Wärmedichten im Bereich von 175 bis 1.050 MWh/ha vor. Wärmedichten über 1.050 MWh/ha sind vor allem im Bereich des Industriegebiets zu finden. Am Stadtrand sind die niedrigsten Wärmedichten zu finden.

5.2.9 Wärmelinien-dichte

Die Wärmelinien-dichte beschreibt die theoretische Verlegung eines Wärmenetzes entlang des Straßennetzes. Hierzu wird der Wärmeverbrauch jedes Gebäudes dem nächstliegenden Wärmenetzabschnitt zugerechnet. Die Wärmelinien-dichte errechnet sich durch den Quotienten aus den summierten Wärmeverbräuchen und der Länge des Abschnitts. Je höher die längenspezifische Wärmelinien-dichte, desto wirtschaftlicher ist ein theoretisches Wärmenetz.

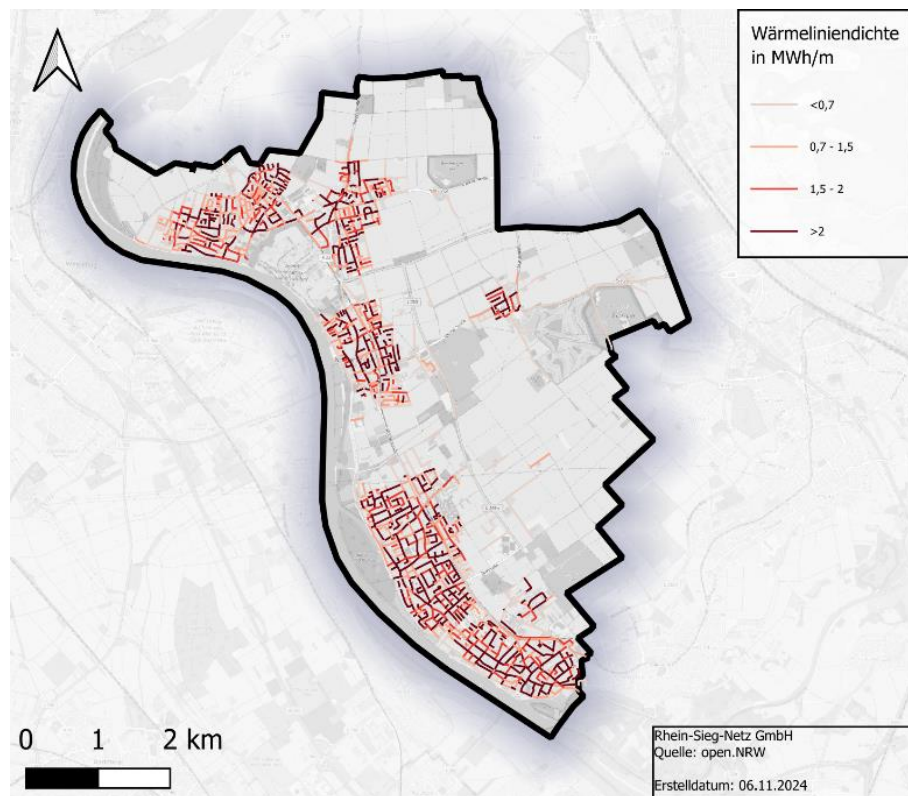


Abbildung 26: Wärmelinien-dichten in der Kommune

Aus der Abbildung 26 ist ersichtlich, dass im gesamten Stadtgebiet von Niederkassel verteilt sehr hohe Wärmelinien-dichten von größer als 2 MWh/m vorliegen. Wärmelinien-dichten unter 0,7 MWh/m existieren nicht.

5.2.10 Großverbraucher von Wärme oder Gas

Abbildung 27 zeigt die im Stadtgebiet vorliegenden Großverbraucher von Wärme oder Gas in einer standortbezogenen Darstellung. Diese kennzeichnen sich durch einen jährlichen Wärmebedarf > 1 GWh und/oder sind beim Gas-Netzbetreiber als RLM-Kunde² gelistet. In Niederkassel bestehen insgesamt sieben solcher Großverbraucher.

² RLM = registrierende Leistungsmessung.

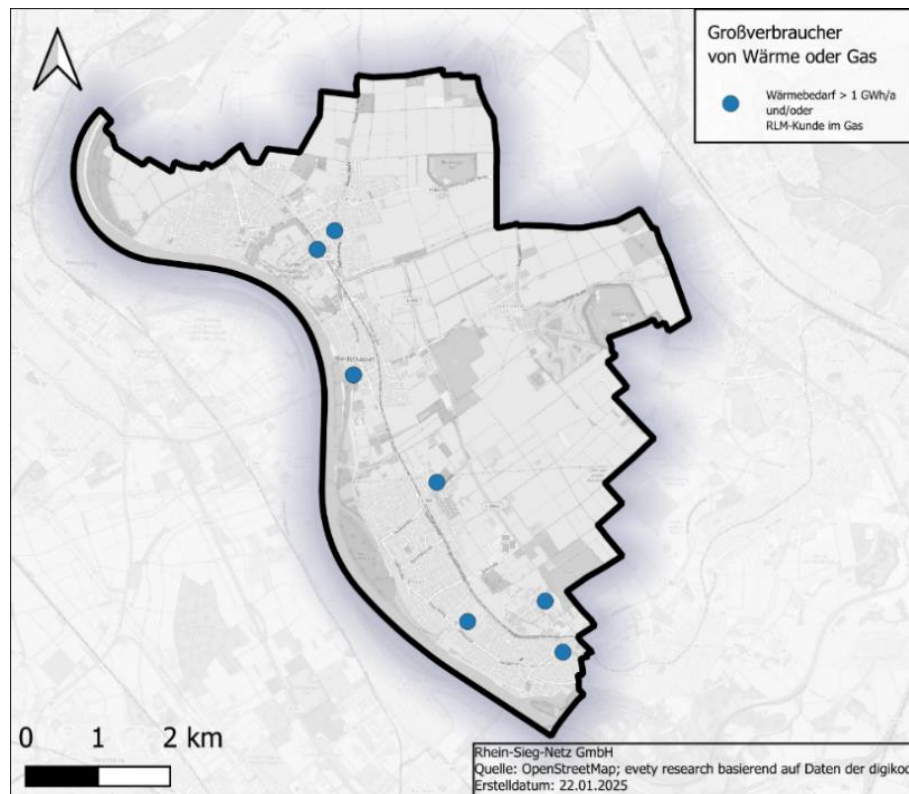


Abbildung 27: Großverbraucher von Wärme oder Gas

5.2.11 Gasversorgung

Abbildung 28 zeigt, dass aktuell nicht alle Teile des Stadtgebietes an das Gasnetz angeschlossen sind.

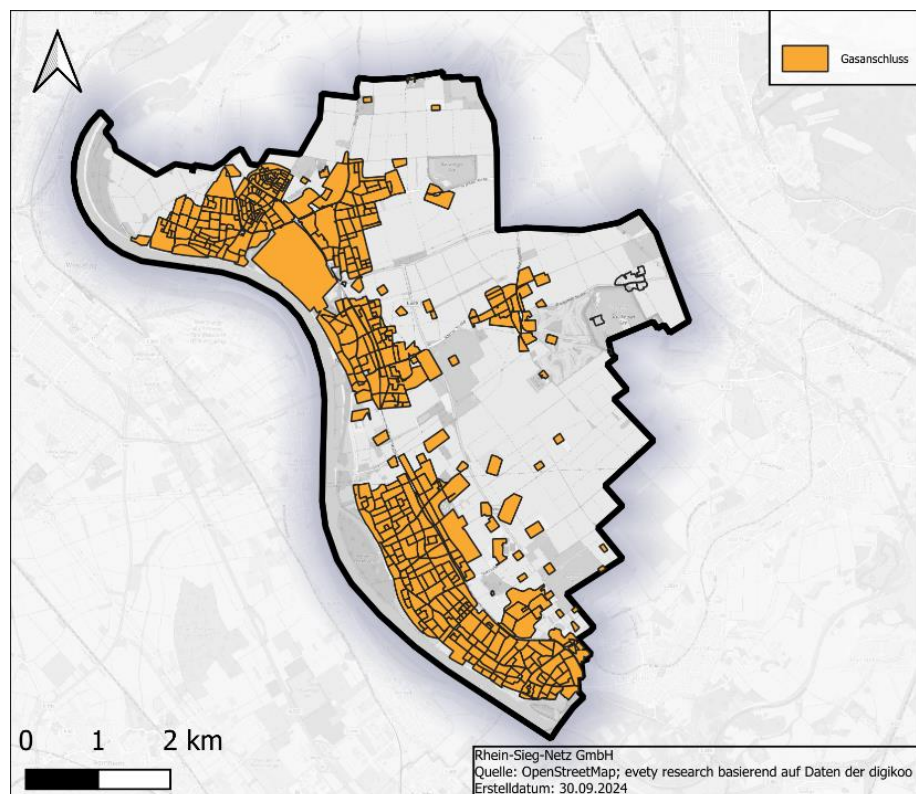


Abbildung 28: Überwiegende Wärmeversorgungsart im Baublock

Insgesamt haben 454 der 456 Baublöcke mindestens einen Gasanschluss. Nicht an das Gasnetz angeschlossene Ortschaften sind kleinere Baublöcke im Osten des Stadtgebietes. Die gesamte Trassenlänge des Erdgasverteilnetzes beträgt 235 km mit insgesamt 8240 installierten Anschlüssen.

5.2.12 Bestehende Gebäudenetze der Stadt Niederkassel

Zu bestehenden Gebäudenetzen in der Stadt Niederkassel liegen keine Daten oder Informationen vor.

5.3 Kernerkenntnisse aus der Bestandsanalyse

Aus den Auswertungen der Bestandsanalyse lassen sich vier Kernerkenntnisse ableiten, die im Rahmen der Umsetzungsstrategie weitere Berücksichtigung finden:

1. Rund 40 % des Wärmeverbrauchs entfallen auf GHD.
2. Das gesamte Stadtgebiet ist an ein Gasnetz angeschlossen.
3. Hohe Wärmedichten liegen nahezu im gesamten Stadtgebiet vor.
4. Es existieren bisher keine Wärmenetze oder sind in Planung.

6 Potenzialanalyse

Nach der gebäudescharfen Erfassung des Status Quos erfolgt gemäß § 16 WPG die gebietsscharfe Ermittlung vorhandener technischer Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung. Auf Basis der Potenzialanalyse können die zukünftigen Möglichkeiten zur regenerativen Wärmeerzeugung quantitativ und differenziert nach Energieträgern flächendeckend aufgezeigt und visualisiert werden.

6.1 Beschreibung der Methodik

In Anlehnung an den Bundesleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung werden alle Potenziale ermittelt, die aufgrund ihrer Verfügbarkeit und des geltenden Planungs- und Genehmigungsrechts als Wärmequelle oder Erzeugungsfläche in Frage kommen. Hierbei wird bis auf die Ebene des technischen Potenzials erhoben. Das technische Potenzial berücksichtigt eine Reihe von Ausschlusskriterien (z. B. Flächenverfügbarkeit) und stellt somit die Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials dar, d. h. die mit heutigen Mitteln maximal erzielbare Menge. Ob diese Potenziale auch wirtschaftlich erreicht werden können, kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht ermittelt werden, da hierfür vertiefende Untersuchungen notwendig wären. Eine Darstellung dieses Schemas kann Abbildung 29 entnommen werden.

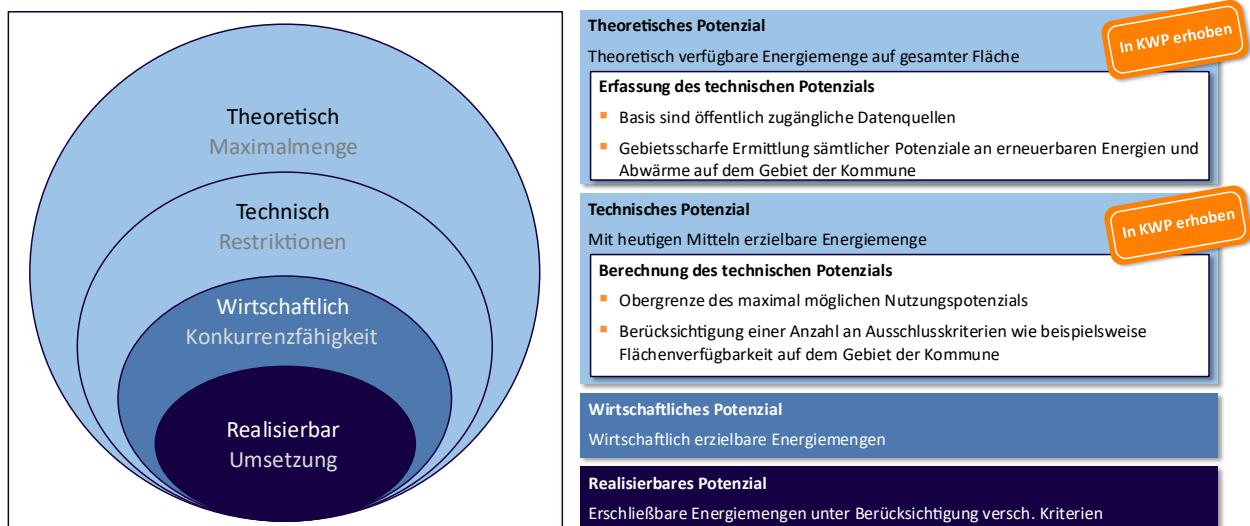


Abbildung 29: Schematische Darstellung der Potenzialarten

Für diese Bewertung wurden öffentlich zugängliche Datenquellen, Studien sowie von lokalen Akteur/-innen bereitgestellte Realdaten verwendet. Diese Daten wurden einer umfassenden Analyse für die gesamte Kommune unterzogen und in ein Berechnungsmodell integriert. Auf dieser Basis lassen sich visualisierte Ergebnisse ableiten, die datenbasierte Entscheidungen zur Sicherstellung einer klimaneutralen Wärmeversorgung der Zukunft ermöglichen.

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung untersuchten erneuerbaren Energieträger sind in Abbildung 30 dargestellt. Erhoben werden alle technischen Potenziale aus:

- Biomasse (nach NKI beschränkt auf Abfall- und Reststoffe)
- Geothermie
- Umweltwärme (insbesondere Flüsse und Seen)
- Abwärme
- Solarthermie

- EE-Strom (PV, Wind, ...)
- Grüne Gase
- Speicher
- Sanierung

Für diese Bewertung wurden öffentlich zugängliche Datenquellen, Studien sowie von lokalen Akteur/-innen bereitgestellte Realdaten verwendet. Diese Daten wurden einer umfassenden Analyse für die gesamte Kommune unterzogen und in ein Berechnungsmodell integriert. Auf dieser Basis lassen sich visualisierte Ergebnisse ableiten, die datenbasierte Entscheidungen zur Sicherstellung einer klimaneutralen Wärmeversorgung der Zukunft ermöglichen.

 Biomasse	 Geothermie	 Umweltwärme	 Abwärme	 Solarthermie	 EE-Strom	 Grüne Gase	 Speicher
<ul style="list-style-type: none"> Nachwachsende Rohstoffe Organische Abfälle Klärgas aus Kläranlagen Biogas aus Biogasanlagen 	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächennahe Geothermie Tiefe Geothermie 	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse) Luft 	<ul style="list-style-type: none"> Industrie & GHD Höchstleistungs-rechenzentren Abwasser Thermische Abfallverwertung Trinkwasser Anlagen zur Stromerzeugung Power-to-X 	<ul style="list-style-type: none"> Freiflächen Dachflächen 	<ul style="list-style-type: none"> Freiflächen-PV Dachflächen-PV Windenergie Wasserkraft 	<ul style="list-style-type: none"> H₂-Kernnetz Importe von Wasserstoff Infrastrukturnetz Wasserstoff HKWs 	<ul style="list-style-type: none"> Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

 Sanierungspotenzial
<ul style="list-style-type: none"> Vollsanierung¹ gilt als 100% saniert Teilsaniert² gilt als 50% saniert Unsanziert gilt als 0% saniert
✓

Abbildung 30: Untersuchte Technologien in der Wärmeplanung

6.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Im Folgenden werden die Potenziale der Dachflächen- und Freiflächensolarthermie sowie Freiflächenphotovoltaik (PV), Geothermie und das Sanierungspotenzial aufgrund der hohen Potenzialausweisung näher beschrieben. Potenziale wie Dachflächenphotovoltaik, Umweltwärme, Biomasse, Abwärme, Windkraft und grüne Gase sind aufgrund ihres vergleichsweise geringen Potenzials oder der hohen Unsicherheiten hinsichtlich Erschließbarkeit, Wärmeauskopplung oder Kostenstruktur im Anhang beschrieben.

6.2.1 Solarthermie – Dachflächen

Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese mittels Sonnenkollektoren in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80 °C und 150 °C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden. Die Solarthermieanlagen besitzen in ländlichen Regionen auf Dach- und Freiflächen ein großes Potenzial und stellen in dem Stadtgebiet das größte Potenzial dar. Prinzipiell werden für die Wärmeversorgung über Solarthermie entweder Röhren- oder Flachkollektoren mit unterschiedlichen spezifischen Kosten und Temperaturniveaus verwendet. Die Grundlage der Analyse der Dachflächensolarthermie bilden Laserscandaten, Luftbilder und weitere Geodaten, die eine präzise Erfassung der Dachflächen ermöglichen. Bei der Solarthermie wird die zur solaren Nutzung geeignete Dachfläche in m² und der potenzielle Wärmeertrag in kWh ermittelt. Hierbei werden maximal 10 m² pro Dacheinfläche berücksichtigt, um eine realistische Einschätzung zu gewährleisten.

Das Solarthermiepotezial ist mit einer insgesamt ca. 0,7 km² installierbaren Modulfläche hoch und in Abbildung 31 dargestellt. Derzeit sind in der Kommune 2.207 m² Modulfläche installiert, die eine Gesamtenergiemenge von 0,9 GWh/a generiert. Insgesamt beträgt das theoretische Wärmepotezial der Dachflächen für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie 350 GWh_{th} pro Jahr. Wird die Dachflächen-Solarthermie jedoch primär zur lokalen Warmwasserbereitstellung und dem direkten Verbrauch innerhalb einzelner Gebäude verwendet, reduziert sich das Potezial auf 11 GWh_{th} pro Jahr. [6]

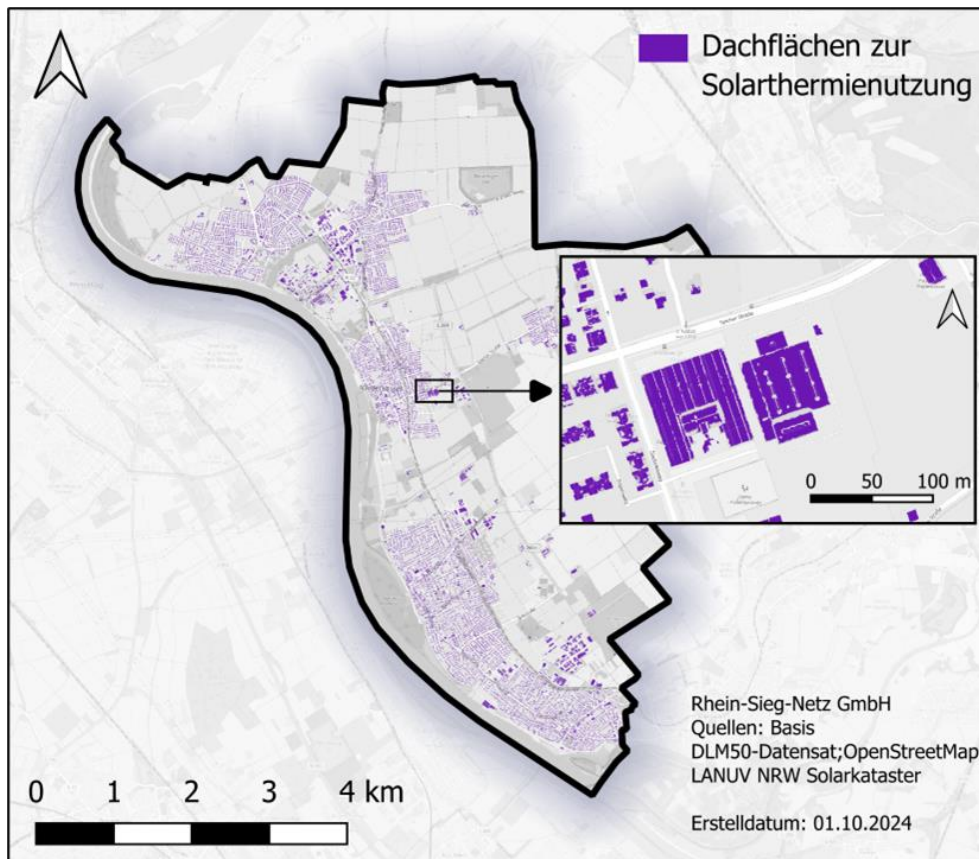


Abbildung 31: Potenzial Solarthermie Dachflächen

6.2.2 Solarthermie – Freiflächen

Neben den Dachflächenpotenziale für Solarthermie wurde auch die Freiflächenpotenziale für die Stadt betrachtet.

Ausgangsbasis für die Ermittlung der potenziell nutzbaren Freiflächen ist die Suchflächenanalyse des LANUK, welche je Kommune potenziell nutzbare Flächen für solare Energieerzeugung ausweist. Für die Ausweisung der Suchflächen wurden Negativflächen aus den Bereichen Infrastruktur und Schutzgebiete sowie Pufferungen zu diesen Flächen in einem Kriterienkatalog definiert, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermieanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete. Neben der Flächeneignung werden Anforderungen an den potenziellen Energieertrag der Flächen gestellt. Demnach werden nur Flächen als potenzielle Suchflächen ausgegeben, die nicht mehr als 20 % verschattet, mindestens 50 m² groß sowie einen spezifischen Stromertrag von 450 kWh/kWp installierter Leistung nach Ausrichtung einer potenziellen Belegung besitzen. [6]

Ergänzend zu der Suchflächenanalyse des LANUK wurden durch die Konkurrenz zur agrarischen Nutzung Flächen mit Bodenwerten > 55, die gemäß Landesentwicklungsplan (LEP) für landwirtschaftliche Zwecke genutzt werden sollen ausgeschlossen [6]. Zusätzlich wird ein Mindestabstand der Flächen zu

einem Siedlungsgebiet in dem Stadtgebiet von max. 500 m angenommen, wodurch die hohen Kosten und technischen Aufwände für den Transport zu potenziellen Endabnehmern und für die Speicherung von Wärme berücksichtigt werden.

Im Allgemeinen sind für die Nutzung von Freiflächen die Beachtung des Flächennutzungsplanes sowie die ausgewiesenen Bebauungspläne der Stadt zu beachten. Es wurde keine weitere Einschränkung hinsichtlich der Mindestgröße der nutzbaren Flächen vorgenommen, da Solarthermieranlagen einen hohen spezifischen Energieertrag – im Vergleich zu PV-Anlagen – aufweisen.

Der pauschale Flächenenertrag der Solarthermieranlagen wird gemäß Technikkatalog des Landes NRW für die Kommunale Wärmeplanung mit 445 kWh pro m² Kollektorfläche angenommen [7]. Dies entspricht bei einer nutzbaren Fläche von 59,34 ha bzw. 0,59 km² einer technischen Wärmeerzeugung von ca. 262,5 GWh pro Jahr.

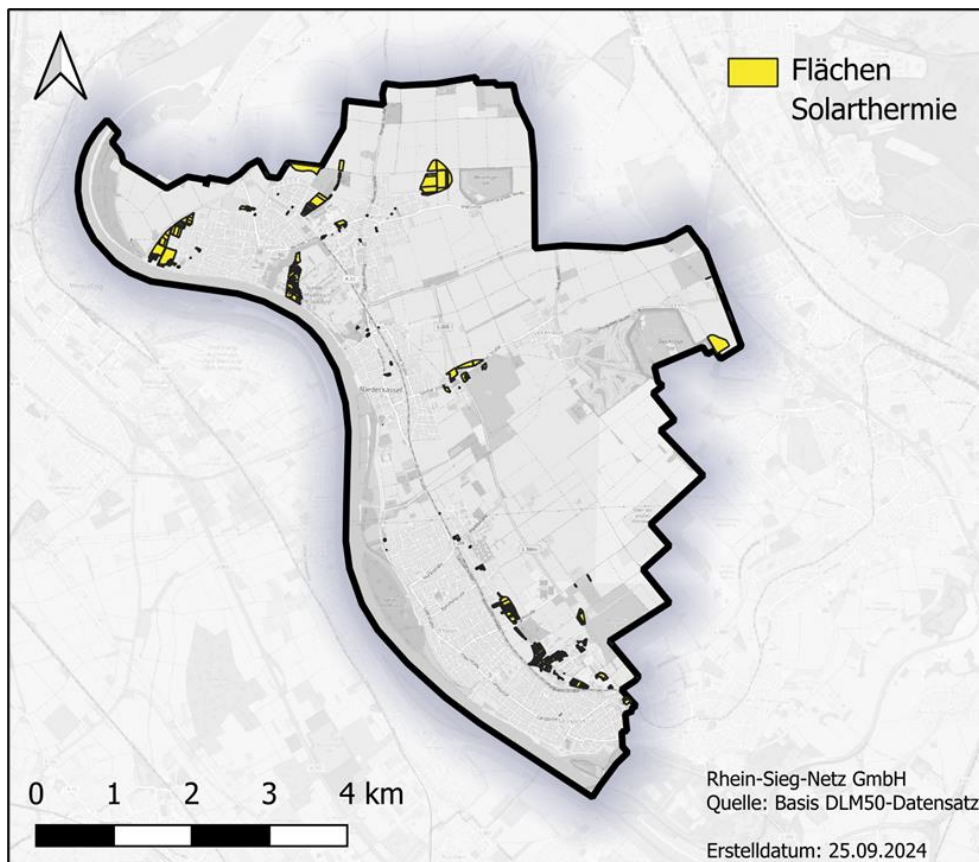


Abbildung 32: Flächenpotenziale für Freiflächen-Solarthermie

Da die Wärmeerzeugung aus einer Solarthermieranlage in den Sommermonaten am stärksten ist, befinden sich Erzeugung und Abnahme von Wärme in einem asynchronen Verhältnis (Bedarf im Winter). Hier ist darauf hinzuweisen, dass für die Nutzung des Solarthermie Freiflächen-Potenzials eine Kombination mit einer saisonalen Wärme-Speicherung notwendig ist. Zu beachten ist, dass die Speichertechnologien ebenfalls einen nicht unerlässlichen Flächenbedarf aufweisen. Zusätzlich steht die energetische Nutzung in direkter Konkurrenz zur agrarischen Nutzung und zur PV und für eine Nutzung der Wärme muss eine räumliche Nähe zu Wärmesenken vorhanden sein. Hierdurch kommen in der praktischen Umsetzung viele dieser technisch möglichen Flächen nicht mehr in Frage.

6.2.3 Photovoltaik – Freiflächen

Grundsätzlich ist der Sektor Stromerzeugung nicht Gegenstand der Wärmeplanung, allerdings kann ein Großteil der Potenziale nur mit strombetriebenen Wärmepumpen erschlossen werden, sodass

nachfolgend die technischen Potenziale der Stromerzeugung durch PV im Rahmen der Wärmeplanung erfasst werden. Für PV-Anlagen ergeben sich allerdings gewisse Restriktionen an die Gebietsausweisung.

In NRW regelt der LEP die Möglichkeiten der Solarenergienutzung im Freiraum. Das Stadtgebiet von Niederkassel wird auf Basis dieser Vorgaben untersucht. Die Vorgaben des Landesentwicklungsplans werden in dem Solarkataster des LANUK für raumbedeutsame Anlagen abgebildet. Als raumbedeutsam gelten Anlagen mit einer Fläche > 10 ha. Anlagen mit einer Fläche zwischen 2 und 10 ha müssen eine individuelle Prüfung durchführen. In der folgenden Abbildung 33 wird diese Besonderheit farblich markiert. Die Basis der potenziell nutzbaren Flächen bilden analog zu der Solarthermie die Suchflächen aus der Suchflächenanalyse des LANUK. [6]

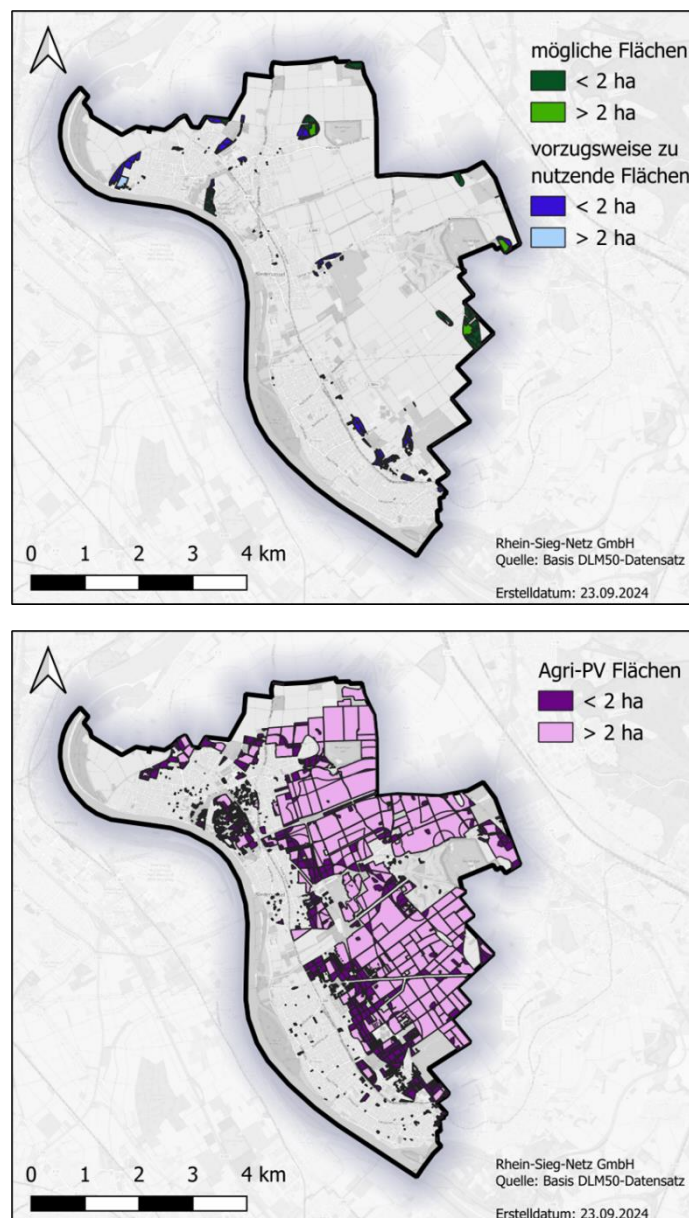


Abbildung 33: Flächenpotenziale für Freiflächen-Photovoltaik

Ergänzend zu der Suchflächenanalyse des LANUK wurden für raumbedeutsame Anlagen erneut durch die Konkurrenz zur agrarischen Nutzung Flächen mit Bodenwerten > 55, die gemäß LEP für landwirtschaftliche Zwecke genutzt werden sollen, ausgeschlossen [6]. Dadurch kann die Installation von bodennahen Freiflächen-PV-Anlagen auf den Flächen technisch ermöglicht werden, während in Gebieten

mit Bodenwerten > 55 mit einer Installation von aufgeständerten Freiflächen-PV-Anlagen bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung und entsprechend niedrigeren Ertragswerten gerechnet werden muss. Vorzugsweise zu nutzende Flächen heben sich von den möglichen Flächen durch die Nähe zu Siedlungsbereichen und Verkehrswegen sowie die Lage in potenziell nach EEG förderfähigen Bereichen ab. [8]

Anhand der vorzugsweise zu nutzenden Flächen werden die potenziell installierbaren Leistungen und Erträge abgeschätzt. In der Kommune existieren potenzielle Freiflächen, die für die PV-Stromerzeugung geeignet und aktuell ungenutzt sind. Insgesamt liegen 2,46 km² Freiflächen vor, die für PV genutzt werden könnten. Dies entspricht bei einem Ertrag von 90 kWh/m² Kollektorfläche für bodennahe Photovoltaik einem ungenutzten Potenzial von 221,4 GWh pro Jahr [8]. Diese Freiflächen sind in der Abbildung 33 dargestellt. Zum Zeitpunkt der Potenzialerhebung lagen keine Informationen über bereits bestehende Freiflächen PV-Anlagen vor.

6.2.4 Geothermie

Das Potenzial für Geothermie lässt sich in oberflächennah (bis 400 m), mitteltief (400 bis 1000 m) und tief (1 - 5 km) unterscheiden. In der Region ist kein Potenzial für mitteltiefe oder tiefe Geothermie bekannt. Dies liegt an den fehlenden hydrothermalen Schichten zur Wasserführung. Technisch denkbar wären geschlossene tiefe Erdwärmesonden, die jedoch sehr hohe Investitionskosten besitzen. Entsprechende Probebohrungen liegen für den untersuchten Bereich nicht vor. Die petrothermale Geothermie wird als Erzeugungstechnologie aufgrund seines Pilotcharakters und ungeklärten Risiken („fracking“) ausgeschlossen. Grundsätzlich möglich ist daher die oberflächennahe Geothermie. [9] Diese könnte für dezentrale Anwendungen genutzt werden, allerdings hängt die Realisierbarkeit stark von der Bodenbeschaffenheit und der Kombination mit anderen Wärmequellen ab.

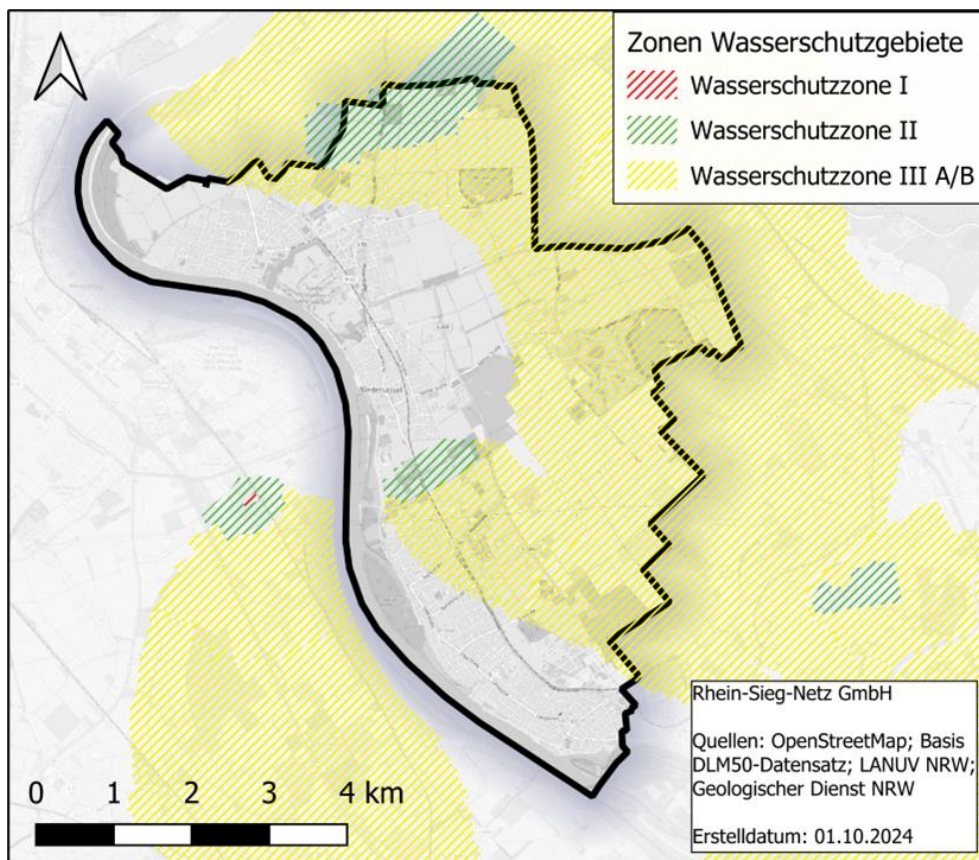


Abbildung 34: Trinkwasserschutzgebiete

In der Stadt liegen für die geothermische Nutzung teilweise Einschränkungen durch Trinkwasserschutzgebiete vor. Die Erdwärmennutzung ist mit der hohen Schutzeroberfläche in den Wasserschutzzonen I, II und III/III A nicht vereinbar und aus Vorsorgegründen zu unterlassen. Im Einzelfall ist eine Ausnahme nur in der Wasserschutzzone III B möglich, wenn ausschließlich Wasser ohne Zusatzstoffe als Wärmeträgermedium zum Einsatz kommt. Niederkassel ist vor allem im Norden und Osten durch die Trinkwasserschutzgebiete der Zonen II und III von Wasserschutzzonen betroffen und unterliegt somit diesbezüglichen Einschränkungen (vgl. obige Abbildung 34).

Für die Nutzung der geschlossenen oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden liegen in dem Gebiet der Stadt mittlere Wärmeleitfähigkeiten von 1,0 – 1,9 W/m*K vor, die die technische Umsetzung von oberflächennahen Erdwärmesonden nicht begünstigen. In Niederkassel liegen dennoch in vielen Gebieten hohe potenzielle Deckungsgrade des aktuellen Wärmebedarfes durch Geothermie vor. Diese Deckungsgrade wurden mittels einer simulierten Belegung der unbebauten Freiflächen in Niederkassel sowie unter Berücksichtigung des Wärmebedarfes simuliert. Die Tiefe der Erdwärmesonden wurden in der Studie mit 100 m angenommen. Für die Stadt Niederkassel ergibt sich damit ein Gesamtwärmpotenzial aus oberflächennaher Geothermie von 185 GWh/a (vgl. Abbildung 35). [10] [11]

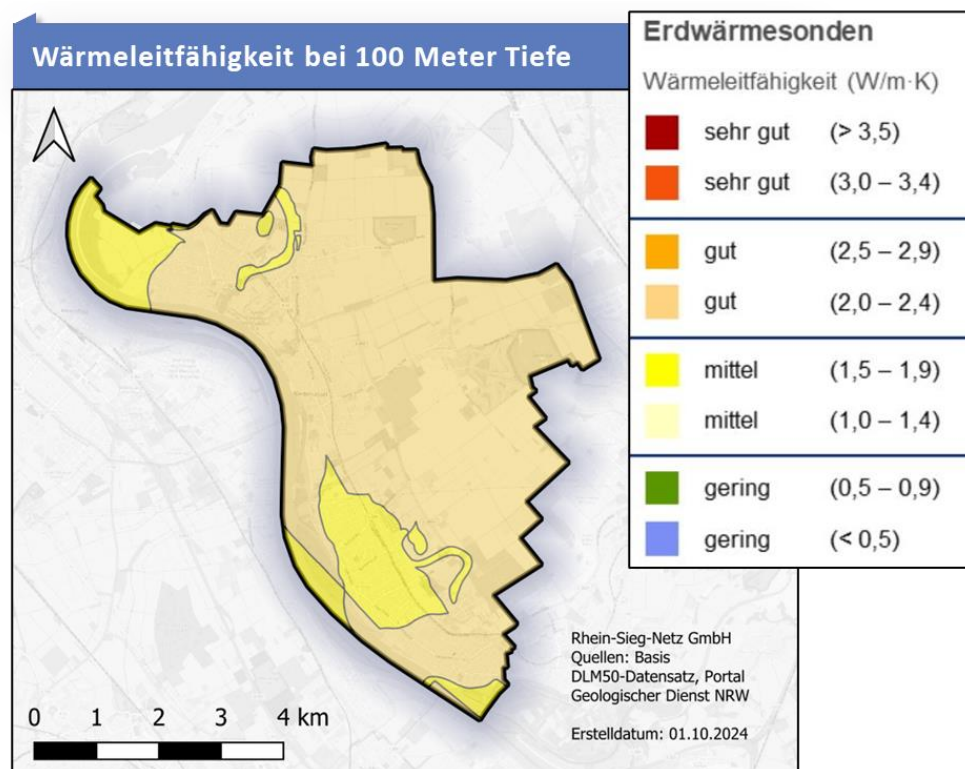


Abbildung 35: Wärmeleitfähigkeit in 100 m Tiefe und Deckung des aktuellen Wärmeverbrauches in % [12]

Neben der Nutzung mittels Erdwärmesonden können oberflächennah Erdwärmekollektoren eingesetzt werden. Für die Nutzung der Potenziale kommen Erdwärmekollektoren zum Einsatz, die in einer Tiefe von 80 bis maximal 50 cm horizontal verlegt werden. In diesen Tiefen werden Temperaturen erreicht, die eine ganzjährige, effiziente Nutzung durch Wärmepumpen ermöglichen. Bei der Auswahl geeigneter Flächen ist jedoch zu berücksichtigen, dass nur unversiegelte Flächen in Frage kommen. Zum einen ist die Installation unter versiegelten Flächen unwirtschaftlich, zum anderen beeinflusst der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens die Effizienz erheblich. So trägt beispielsweise auch das Regenwasser zur Wärmezufuhr bei. Hierbei sind regionale Bebauungs- und Entwicklungspläne im Planungsprozess besonders zu beachten. [12]

In den potenziell nutzbaren Gebieten liegt die Leistung der Erdwärmekollektoren je nach Bodenbeschaffenheit zwischen 16 und 30 W/m² bei 1.800 bzw. 2.400 Benutzungsstunden. In dem Stadtgebiet

Niederkassel kann die technisch entnehmbare Menge aufgrund der Notwendigkeit der Kombination mit einer Wärmepumpe zur Erhöhung des Temperaturniveaus jedoch nicht präzise bestimmt werden. [12]

In der Stadt besteht zudem ein hohes Potenzial für offene oberflächennahe Geothermie (direkte Grundwassernutzung mittels Brunnen), da hohe Entnahmemengen der Grundwasservorkommen vorhanden sind. Die potenzielle Entnahme in Einzelbrunnen liegt in dem gesamten Stadtgebiet bei über 40 l/s, wodurch eine technisch sinnvolle Nutzung des Grundwassers möglich ist (vgl. Abbildung 36).

Dennoch muss in dem Stadtgebiet zwischen der zentralen Nutzung von Flusswärme oder der Einbringung von Erdwärmesonden und der vereinzelt Nutzung von offenen Grundwasserbrunnen abgewägt werden. Analog zu den Erdwärmekollektoren sind die Systeme zur Wärmeversorgung auch hier mit einem Wärmepumpensystem zu kombinieren.

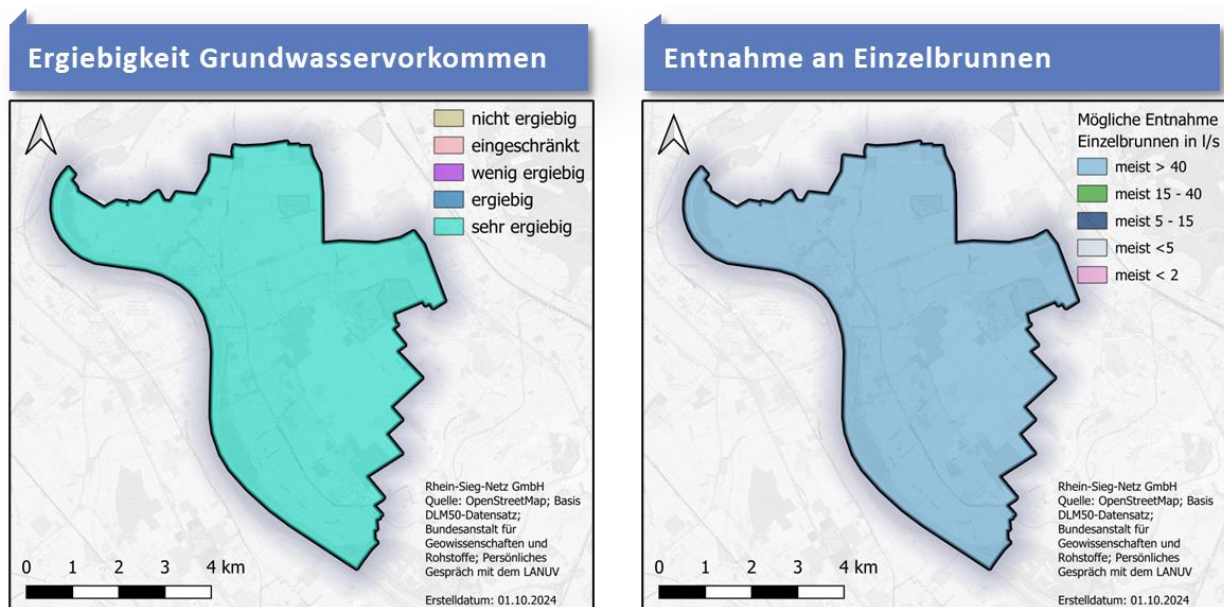


Abbildung 36: Eignung für offene oberflächennahe Geothermiesysteme (Ergiebigkeit und potenzielle Entnahme an Einzelbrunnen)

6.2.5 Sanierungspotenzial

Neben den Potenzialen zur Wärme- und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt auch ein Potenzial zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs über Sanierungsmaßnahmen vor. Der Raumwärmebedarf der Stadt von 249 GWh pro Jahr kann theoretisch maximal mit Hilfe von Sanierungsmaßnahmen (Vollsanierung) um 88 GWh pro Jahr reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 35 % des Raumwärmebedarfes der Stadt. Um diese Reduktion zu erreichen, wäre unter Berücksichtigung der Sanierungsstände der Gebäude aus der Bestandsanalyse eine Vollsanierungsquote von 3,29 % erforderlich (zur Einordnung siehe Abschnitt 8.1.3).

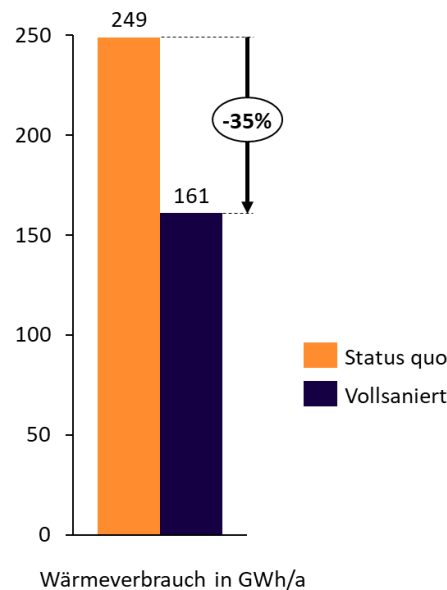


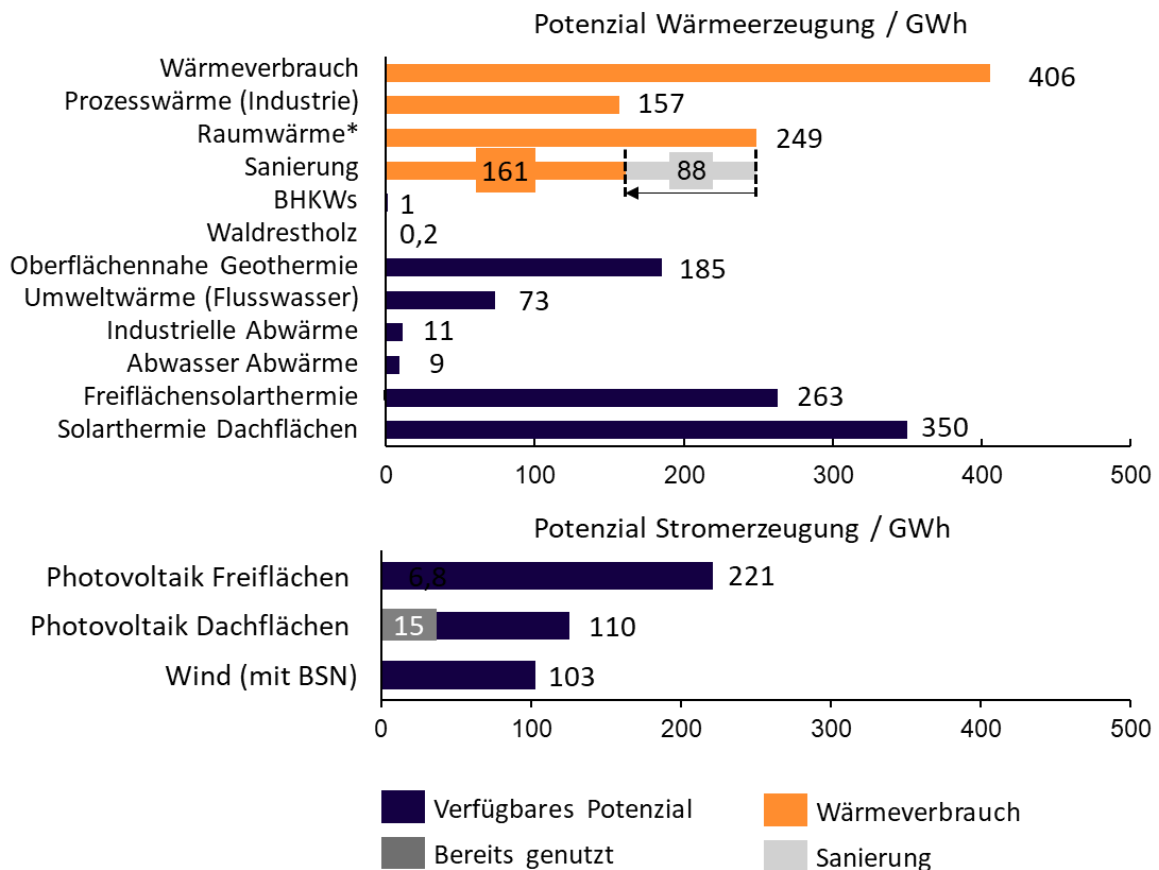
Abbildung 37: Reduktionspotenziale durch Sanierung

Die Einsparpotenziale bei der Industrie wurden mangels konkreter Informationen nicht bewertet. Der Prozesswärmebedarf lässt sich nicht mittels Sanierung senken, sondern es sind umfassende, sehr individuelle Prozessanpassungen erforderlich, die größtenteils bei der Industrie noch nicht feststehen.

6.3 Kernerkenntnisse aus der Potenzialanalyse

Abbildung 38 fasst die in der Potenzialanalyse ermittelten technischen Potenziale von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Stromerzeugung zusammen. Das zur Wärmeversorgung größte technische Potenzial mit bis zu 350 GWh pro Jahr weist die Solarthermie auf Dachflächen auf. Ebenfalls ein sehr hohes Potenzial bietet die Freiflächen solarthermie mit ca. 263 GWh pro Jahr. Allerdings nur unter der Voraussetzung, dass diese trotz Landschaftsschutzgebiet und mittels saisonaler Speicherung genutzt werden können. Als zweite Technologie ist die Freiflächenphotovoltaik hervorzuheben. Hier besteht ein Potenzial von rund 221 GWh pro Jahr. Zusammen mit den Dachflächenpotenzialen im Bereich PV erhöht sich dieses um 110 GWh/a. Als dritte Technologie ist die oberflächennahe Geothermie mit einem Gesamtpotenzial von 185 GWh/a in dem Stadtgebiet ermittelt worden. Neben der Photovoltaik werden die Windpotenziale als stromerzeugende Potenziale in den Studien des LANUK mit 103 GWh/a angegeben.

Das Potenzial der Nutzung der Flusswärme des Rheins in Niederkassel liegt bei ca. 73 GWh/a. Neben dem Rhein besteht aufgrund des hohen Temperaturniveaus ein Potenzial in der Nutzung des Zu- und Ablaufes von Kläranlagen, welches in Niederkassel bei ca. 9 GWh/a liegt. Ein ebenfalls zu berücksichtigendes Potenzial kann durch den Industriestandort in Niederkassel bestehen. Hier ist eine enge Abstimmung mit den Unternehmen notwendig. In einer NRW-weiten Studie wurden für Niederkassel ca. 11 GWh nutzbare Wärme aus Industrieabwärme bestimmt. Das Potenzial durch Biomasse (Waldrestholz) liegt bei lediglich 1-2 GWh pro Jahr und ist damit für die Anzahl der zu versorgenden Haushalte als niedrig einzustufen (vgl. Anhang 15.2).



Anmerkung: *gilt für Haushalte, kommunale Liegenschaften und GHD

Abbildung 38: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale

Rein bilanziell betrachtet (über das gesamte Jahr) könnte theoretisch der gesamte Energiebedarf der Stadt über lokale, erneuerbare Wärmequellen gedeckt werden. Allerdings wird hierbei der geringe Gleichzeitigkeitsfaktor von Heizbedarf und Potenzialen vernachlässigt. Der Großteil des Heizbedarfs entsteht in der Heizperiode von Herbst bis Frühling. In dieser Zeit sind jedoch nicht alle Potenziale in den angegebenen Höhen verfügbar, z. B. Solarthermie oder PV. Hier wird angenommen, dass die Wärme das ganze Jahr über erzeugt und genutzt werden kann. Eine Nutzung ist jedoch nur mittels saisonaler Speicherung möglich, die in ihren Kapazitäten beschränkt ist. Dies gilt ebenfalls für die Betrachtung auf Monats- und Tagesebene. Um die Schwankungen in der Erzeugung aufgrund der Abhängigkeit von dem Wetter bei PV ausgleichen zu können, bleibt weiterhin eine Versorgung über das übergeordnete Stromnetz erforderlich.

Eine Speicherung des Stroms in Batteriespeichern in diesen Dimensionen wird aus aktueller Sicht unwirtschaftlich und nicht realisierbar sein. Eine technische Möglichkeit, um das Ziel der Energieautarkie zu erreichen, bietet die Nutzung von Power-to-gas-Technologien (z. B. Wasser-Elektrolyse) und die anschließende Speicherung und Wiederverwendung von Wasserstoff. Der Hochlauf der lokalen Wasserstoffherstellung soll parallel vorangetrieben werden, derzeit sind die Marktrahmenbedingungen und die Wirtschaftlichkeit jedoch noch als ungünstig zu bewerten.

7 Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist es das Ziel, das Planungsgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG zu unterteilen, die geeigneten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr gemäß § 19 WPG darzustellen sowie das Zielszenario (§ 17 WPG) für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 zu erstellen.

7.1 Beschreibung der Methodik

Für die Entwicklung des Zielszenarios werden die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse mit den Ergebnissen aus sogenannten Basis-Szenarien verknüpft. In diesen Basis-Szenarien wird der Austausch von Heizsystemen auf Gebäudeebene simuliert, um den Übergang von bestehenden Heizsystemen hin zu zukunftsfähigen Alternativen abzuschätzen. Ziel ist es, die Eignung einzelner Bau- blöcke für unterschiedliche Wärmeversorgungsarten zu bewerten und daraus geeignete Wärmeversorgungsgebiete abzuleiten. Im nächsten Schritt wird auf Basis dieser Zuordnung das Zielszenario entwickelt. Dieses Zielszenario stellt einen konkreten Pfad dar, der den Übergang vom aktuellen Zustand der Wärmeversorgung hin zu einer zukunftsfähigen, klimaneutralen Wärminfrastruktur beschreibt.

7.1.1 Modellierung der Gebäudeentscheidungen

Die Modellierung von Heizungswechseln auf Gebäudeebene spielt im Rahmen der Zielszenarioentwicklung eine zentrale Rolle, indem sie wirtschaftliche Entscheidungen für den Technologiewechsel prognostiziert und in die Eignungsbewertung einfließt. Auf Basis statistischer Gebäudedaten, wie deren aktueller Wärmeverbrauch oder Sanierungszustand, sowie sozioökonomischer Faktoren wird bei einem Heizungswechsel die wirtschaftlichste Technologie für das jeweilige Gebäude unter Berücksichtigung der Wärmevervollkosten ermittelt. Gegebenenfalls werden auch Entscheidungen für notwendige Sanierungsmaßnahmen getroffen. Diese modellierten Entscheidungen fließen in die definierten Szenarien ein und werden für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 berechnet.

Neben den genannten gebäudespezifischen Faktoren fließen in die Modellierung Parameter ein, welche die Wirtschaftlichkeit und die CO₂-Bilanz der verschiedenen Heizungstechnologien bedingen. Die Parameter und Technologien sind im Folgenden aufgeführt.

Parameter	Heizungstechnologien
<ul style="list-style-type: none"> • Wirkungsgrad • CO₂-Emissionen • Brennstoffpreise • Betriebskosten (bspw. Wartung) • Investitionskosten • Nutzungsdauer • Zinsen • Restriktionen zur Nutzung • Subventionen / Förderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • (grüne) Gasheizungen • (grüne) Flüssiggasheizungen • Ölheizung • Hybridheizung (bspw. Wärmepumpe/Gas) • Fernwärme • Elektrische Direktheizung • Wärmepumpe • Biomasse • Sonstiges (bspw. Kohle)

Tabelle 1: Parameter und Heizungstechnologien der Modellierung

Für jeden Parameter sind Werte für die Betrachtungsjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 hinterlegt. Um trotz des langen Zeithorizonts eine fundierte und möglichst neutrale Basis für die Modellierung zu schaffen, wurde auf öffentlich zugängliche Quellen zurückgegriffen. Für die Investitions- und Betriebskosten der Heizungstechnologien wurde beispielsweise der Technikatalog zur kommunalen

Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) herangezogen, wohingegen die Brennstoffpreise über Angaben des BMWK oder der Ariadne Analyse des Fraunhofer Instituts abgeschätzt wurden. Bei der Modellierung von fossilen Brennstoffheizungen wird die steigende EE-Quote durch die Vorgaben des GEG berücksichtigt sowie steigende CO₂-Preise und Netzentgelte. [13] [14] [15] [16] [17]

7.1.2 Basis-Szenarien

In drei Basisszenarien werden für die Modellierung von Heizungswechseln auf Gebäudeebene verschiedene Zukunftspfade dargestellt. Für diese Zukunftspfade sind jeweils unterschiedliche Heizungstechnologien zugelassen bzw. abweichende Annahmen über die Zukunft getroffen. Das Ziel der Betrachtung des zeitlichen Verlaufs von vorrangig wirtschaftlich motivierten Entscheidungen für Heizungswechsel und Sanierungsmaßnahmen ist, Rückschlüsse zur geografischen Verteilung wirtschaftlicher Entscheidungen für verschiedene Wärmeversorgungsarten zu gewinnen. Die drei Basisszenarien werden im Folgenden kurz beschrieben.

- **Szenario „All-Electric“:** In dem Szenario „All-Electric“ wird die Umstellung aller Gebäude auf eine elektrische Wärmeversorgung modelliert. Die sich in den Betrachtungsjahren ergebenden Anschlussquoten der elektrischen Wärmeversorger lassen anschließend beispielsweise Rückschlüsse bezüglich des möglichen, elektrischen Energiebedarfes zu.
- **Szenario „Wärmenetze“:** Im Rahmen des Szenarios „Wärmenetze“ können auf Gebäudeebene sowohl verschiedene dezentrale Wärmeversorger als auch der Anschluss an ein Wärmenetz gewählt werden. Der Anschluss an eine Wärmenetzversorgung ist dabei ortsunabhängig möglich. Die sich ergebenden Anschlussquoten geben die in den Betrachtungsjahren vorhandenen Präferenzen bezüglich dezentraler Wärmeversorgung und Wärmenetzversorgung wieder.
- **Szenario „Technologiemix“:** Im Rahmen des Szenarios „Technologiemix“ sind neben allen im Szenario „Wärmenetze“ erlaubten Wärmeversorgern zudem Gas- und Flüssiggasheizungen mit einem GEG-konformen Zusammensetzung von Brennstoffen erlaubt, welche sich bis 2045 vollständig aus biogenen Quellen bzw. Wasserstoff deckt. Da somit alle nicht fossilen Wärmeversorgungstechnologien zur Verfügung stehen, lassen die Anschlussquoten einen direkten Vergleich der von den Haushalten präferierten Wechselentscheidungen zu.

7.1.3 Indikatoren für baublockspezifische Wärmeversorgungsseignung

Aus den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Basis-Szenarien werden Indikatoren für die Eignung der jeweiligen Baublöcke für die drei verschiedenen Wärmeversorgungsarten „dezentrale Versorgung“, „Wärmenetzversorgung“ und „Wasserstoffversorgung“ abgeleitet. Diese Indikatoren berücksichtigen die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Basis-Szenarien-Modellierung und umfassen beispielsweise die technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit lokaler Ressourcen und Umweltaspekte. Für jede Wärmeversorgungsart wurden in Abstimmung mit der Kommune mehrere Indikatoren definiert und gegeneinander gewichtet.

Um bewerten zu können, ob sich ein Teilgebiet für ein Wärmenetz eignet, werden als Indikatoren sowohl Wärmedichte- und Wärmelinienindichte aus der Bestandsanalyse, die lokale Verfügbarkeit von erneuerbaren Wärmequellen aus der Potenzialanalyse als auch die Anschlussraten für einen Wärmenetzanschluss aus den Basisszenarien bewertet. Potenzielle Ankerkunden oder bestehende Wärmenetze erhöhen zudem die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit für eine Wärmenetzeignung.

Da der Einsatz von Wasserstoff in der direkten Beheizung bei Wohngebäuden als unwahrscheinlich eingestuft wird (siehe Anhang 15.2.7), konzentriert sich die Auswertung für die Eignung von Wasserstoffgebieten insbesondere auf konkrete Wasserstoffbedarfe aus der Industrie (Ankerkunden) sowie die

potenzielle Versorgung über das bestehende Gasnetz. Ein Neubau von Leitungen wird aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen.

Um zu bewerten, ob ein Gebiet für eine dezentrale Versorgung geeignet ist, ist es relevant zu prüfen, ob der lokale Bedarf auch lokal gedeckt werden kann und ein Umstieg auf dezentrale Versorgungstechnologien wahrscheinlich ist. Die Auswertung von Gebäudedaten, wie z. B. Denkmalschutz, Baujahresklasse oder Energieeffizienzklasse, geben zusätzlich Aufschluss darüber, ob die Versorgung über die Wärmepumpe möglich wäre.

7.2 Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Auf Basis der Auswertung der Indikatoren ergeben sich je Baublock und Wärmeversorgungsart Eignungsstufen in Wahrscheinlichkeiten nach § 19 Abs. 2 WPG in

- sehr wahrscheinlich ungeeignet,
- wahrscheinlich ungeeignet,
- wahrscheinlich geeignet oder
- sehr wahrscheinlich geeignet.

Die Eignungen für die drei Wärmeversorgungsarten je Baublock sind im Anhang 15.3.1 bis 15.3.3 dargestellt. Anschließend wird für jeden Baublock die wahrscheinlichste Wärmeversorgungsart ermittelt. In Abbildung 39 ist für jeden Baublock die geeignetste Wärmeversorgungsart farblich dargestellt.

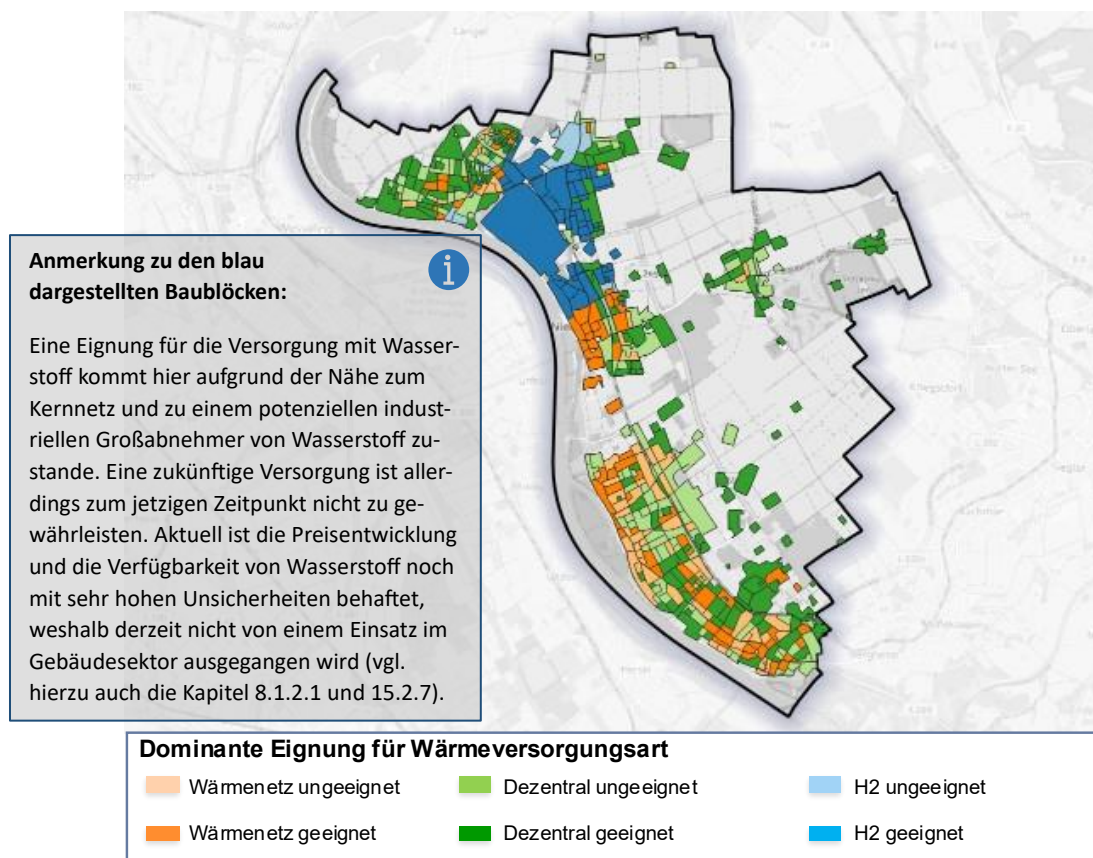


Abbildung 39: Darstellung der dominierenden Wärmeversorgungsart

Durch die Differenzierung des jeweiligen Farbtones wird die Eignungsstufe dargestellt. Das bedeutet, dass diese Wärmeversorgungsart als (sehr wahrscheinlich oder wahrscheinlich) geeignet oder (sehr wahrscheinlich oder wahrscheinlich) ungeeignet bewertet wird.

Während der Chemiapark Lülsdorf, sowie die an diesen angrenzenden Baublöcke eine dominante Eignung für eine Versorgung mittels Wasserstoff aufweisen, liegt in den verbleibenden Arealen in Niederkassel eine dominante Eignung für eine dezentrale Versorgung oder, im Falle von dichter besiedelten Baublöcken, eine Versorgung mittels Wärmenetzen vor. Die hellgrünen Bereiche deuten darauf hin, dass hier eine flächendeckende dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen bis 2045 aus aktueller Sicht als unwahrscheinlich eingestuft wird. Eine Lösungsalternative über eine zentrale Versorgung wird hier jedoch auch nicht gesehen. D. h. in diesen Gebieten werden neben der Wärmepumpe auch andere dezentrale Erzeugungstechnologien, wie z. B. die Gas-Hybridheizungen, Biomassekessel oder biogene Flüssiggaskessel benötigt.

Anschließend werden die dominanten Baublockeignungen zu den möglichen Wärmeversorgungsgebieten gruppiert und damit „zoniert“. Das gesamte Gebiet wird in folgende Gebiete eingeteilt:

- **Dezentrale Versorgungsgebiete** sind beplante Teilgebiete, die dezentral versorgt, das heißt nicht zentral über ein Wärme- oder Wasserstoffnetz versorgt werden sollen. Diese Gebiete zeichnen sich meist durch ländliche Gebiete mit lockerer Bebauung aus. Hier erfolgt die Dekarbonisierung dezentral, d. h. durch den Einbau von erneuerbaren Heiztechnologien in den Gebäuden.
- **Wärmenetzgebiete** zeichnen sich durch eine hohe Gebäudedichte und einen großen Wärmeverbrauch aus, was den Ausbau von Wärmenetzen besonders effizient macht. Sie kommen vermehrt in Stadt- oder Ortszentren oder in der Nähe von großen Abnehmern vor.
- **Wasserstoffnetzgebiete** sind beplante Teilgebiete, in denen die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger vorgesehen wird. Wasserstoffnetzgebiete sollten nur dort ausgewiesen werden, wo eine entsprechende Nachfrage und Infrastruktur vorhanden sind.
- **Prüfgebiete** sind laut WPG definiert als beplante Teilgebiete, die nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet eingeteilt werden können, weil die erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll. Diese Gebiete erfordern eine detaillierte Untersuchung, um die am besten geeignete Wärmeversorgungsart zu bestimmen.

Bei der Zonierung wird darauf geachtet, dass möglichst homogene Gebiete gebildet werden und z. B. ein Wärmenetzgebiet vorrangig Baublöcke mit Eignung für Wärmenetze enthält. Diese klare Abgrenzung stellt sicher, dass die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze maximiert wird und so sinnvolle Planungsgebiete entstehen. Um zu gewährleisten, dass eine angemessene Granularität der Zonierung vorliegt, werden Versorgungsgebiete so definiert, dass diese entweder Ortsteilen entsprechen oder eine gewisse Mindestgröße aufweisen.

Sollte in einem Gebiet eine Vermischung dominanter Eignungen für verschiedene Wärmeversorgungsarten, z. B. dezentrale Versorgung und Wärmenetz, vorliegen und nur eine Wärmeversorgungsart mindestens eine durchschnittliche Eignungsstufe „wahrscheinlich geeignet“ aufweisen, wird dem Gebiet die entsprechende Wärmeversorgungsart zugewiesen. Sollten jedoch mehrere Wärmeversorgungsarten in diesem Gebiet mindestens eine durchschnittliche Eignungsstufe „wahrscheinlich geeignet“ aufweisen, wird ein Prüfgebiet definiert. Dieses Prüfgebiet muss in der zukünftigen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nochmals überprüft werden.

Die folgende Abbildung stellt die aggregierten Wärmeversorgungsgebiete in der Stadt Niederkassel dar. Es ist zu erkennen, dass der Chemiapark künftig mit Wasserstoff versorgt werden könnte. Das an den Chemiapark angrenzende Teilgebiet wird als Prüfgebiet definiert, da sich teilweise mehrere Technologien für eine Wärmeversorgung eignen und zudem eine starke Abhängigkeit zwischen der

Umsetzbarkeit einer Wasserstoffversorgung und dem gegebenenfalls entstehenden Wasserstoffbedarf des Chemieparks vorhanden ist. In Niederkassel Zentrum, Rheidt und Mondorf sind insgesamt vier mögliche Wärmenetzgebiete definiert. Diese fassen vor allem jene Baublöcke zusammen, welche sich beispielsweise aufgrund von hohen Wärme- und Wärmelinindichten für eine Wärmenetzversorgung eignen. Die verbleibenden Gebiete, welche zum größten Teil in den weniger dicht besiedelten Arealen des Planungsgebiets liegen, werden als dezentrale Versorgungsgebiete definiert. In diesen besteht entweder eine hohe Eignung für eine elektrische Versorgung mittels Wärmepumpe, oder alternative dezentrale Technologien stellen in der Zukunft aufgrund der niedrigen Eignung für eine Wasserstoff- oder Wärmenetzversorgung die wahrscheinlichste Versorgungsart dar.

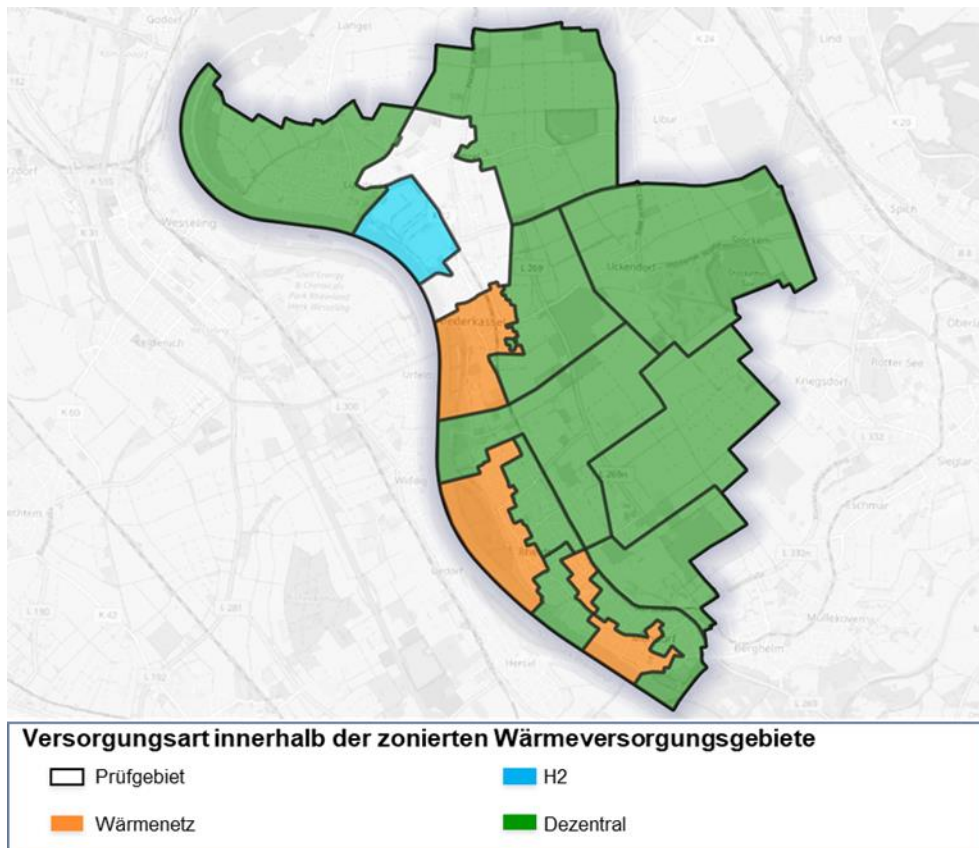


Abbildung 40: Darstellung der Versorgungsgebiete im Zielszenario

Wichtiger Hinweis: Es besteht gemäß WPG weder ein Anspruch Dritter auf eine bestimmte Einteilung, noch ergibt sich aus der Einteilung eine Verbindlichkeit, eine bestimmte Art der Wärmeversorgung zu nutzen. Sie bietet lediglich eine Orientierung, wo z. B. Wärmenetze sinnvoll sein könnten, und bildet damit die Planungsgrundlage für die nächsten Schritte der Umsetzung.

7.3 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt den Transformationspfad der Wärmeversorgung hin zu einem klimaneutralen Zielbild, das durch die Zonierung der Teilgebiete vorgegeben ist. Es definiert, wie die Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 idealerweise aussehen soll und dient als Leitbild für die zukünftige Planung. Dabei wird sichergestellt, dass alle Gebäude effizient und klimaneutral mit Wärme versorgt werden, basierend auf lokalen Gegebenheiten und der Eignung der Gebiete für verschiedene Wärmeversorgungsarten. Das Zielszenario berücksichtigt durch die zuvor vollzogene, auf Indikatoren basierende Zonierung auch technische Gegebenheiten und gibt detaillierten Aufschluss über eine mögliche, zukünftige Entwicklung der eingesetzten Wärmeversorgungstechnologien, den Sanierungsgrad der Gebäude, den resultierenden Wärmeverbrauch sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen und Kosten.

Zudem wird der Endenergiebedarf für das Zieljahr analysiert, um die benötigten Energiemengen präzise abschätzen und die Infrastruktur entsprechend planen zu können.

Die Modellierung des Zielszenarios erfolgt auf Basis einer Zuordnung von in den Teilgebieten zulässigen Wärmeversorgungsarten. Diese sind in der folgenden Übersicht beschrieben:

Gebietstyp	Zulässige Wärmeversorgungsarten
Wärmenetzgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgung mittels Wärmenetz • Versorgung mittels dezentraler Versorger
Wasserstoffnetzgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgung mittels Wasserstoffnetz • Versorgung mittels Wärmenetz • Versorgung mittels dezentraler Versorger
Dezentrale Versorgungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgung mittels dezentraler Versorger
Prüfgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgung mittels Wärmenetz • Versorgung mittels dezentraler Versorger • Versorgung mittels Biomethan oder anderer grüner Gase (in Arealen in welchen ein Gasnetz vorhanden ist, sofern eine Eignung für Wasserstoff besteht)

Tabelle 2: Zulässige Wärmeversorgungsarten je Gebietstyp

Der Übergang zu klimaneutralen Wärmeerzeugern wird zu den Stützjahren 2030, 2035, 2040 und 2045 modelliert. In den Wärmeversorgungsgebieten sind dabei die zuvor definierten Technologien zugelassen, sodass die eine möglichst realistische Verfügbarkeit von Technologien abgebildet werden kann.

Abbildung 41 stellt die im Zielszenario modellierte Entwicklung der Heizungstechnologien dar und beschreibt eine umfassende Transformation der Wärmeversorgung. Dabei sind die entsprechend der Versorgungsart differenzierten Gebäudeanteile auf ganzzahlige Prozentwerte gerundet und ab einem Anteil von mindestens einem Prozent im Diagramm beschriftet. Während im Jahr 2024 fossile Energieträger, wie Öl- und Gasheizungen, noch dominieren (Ölheizungen 23 %, Gasheizungen 71 %), werden diese Heizungen bis 2045 nahezu vollständig durch klimafreundliche Heizungen ersetzt. Um diesen Austausch erreichen zu können, wird zum einen angenommen, dass fossile Heizungen nach etwa 20 Jahren ihre technische Nutzungsdauer erreicht haben werden und daher ausgetauscht werden müssen. Da die Handwerkerkapazitäten begrenzt sind, wird die Heizungsaustauschrate sukzessive von 4,0 auf 5,5 % angehoben. Es wird somit von einem leichten Anstieg an Heizungswechseln ausgegangen, um das Zielszenario erreichen zu können. Aktuell vorliegende Daten von Schornsteinfeger/-innen oder Statistiken belegen, dass diese Quoten erreicht werden können und regional teilweise schon erreicht werden. Zum anderen wird angenommen, dass ab dem Stützjahr 2030 bzw. schon ab Mitte 2028 keine neuen Ölheizungen mehr verbaut werden können, da die im GEG geforderte EE-Quote von 65 % mit Öl nach derzeitigem Stand nicht erreicht werden kann. Ähnliches gilt für Gas, jedoch sofern eine Versorgung mit Wasserstoff nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, wird die Technologie lokal zugelassen (in einem Prüfgebiet).

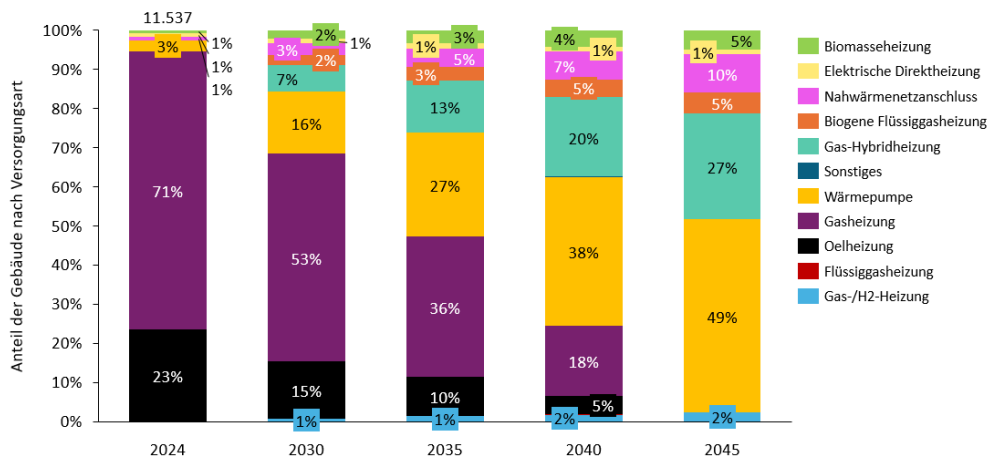


Abbildung 41: Verteilung der Heizungstechnologien in Prozent

Der Anteil klimafreundlicher Technologien nimmt auf Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen nach GEG stetig zu. Der Anteil an Wärmepumpen, welcher 2024 noch 3 % ausmacht, wird bis 2045 auf 49 % ansteigen. Der Anteil an Biomasseheizungen wird von 1 % auf 5 % steigen. Ab 2030 werden immer mehr Hybridwärmepumpen installiert und erreichen bis 2045 einen Anteil von 27 %. Der Anteil an erneuerbar betriebener Flüssiggasheizungen steigt bis 2045 auf 5 % an. Während der Anteil der perspektivisch mit Wasserstoff betriebenen Gasheizungen moderat auf 2 % in 2045 ansteigt, nimmt der Anteil der Wärmenetzanschlüsse bis dahin auf 10 % zu. Die im Zielszenario 2045 vorhandenen Wärmeversorger können perspektivisch klimaneutral betrieben werden, sodass das Zielszenario einen entsprechenden Transformationspfad der Wärmeversorgung in Niederkassel aufzeigt. In der analogen Darstellung der absoluten Verteilung von Heizungstechnologien sind ausschließlich Balkenabschnitte, welche mindestens einer Anzahl von 50 Gebäuden entsprechen, beschriftet.

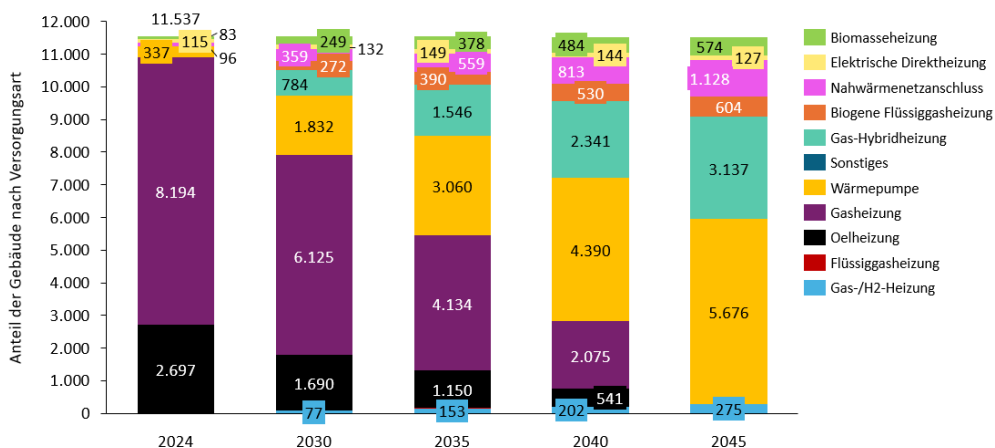


Abbildung 42: Absolute Verteilung der Heizungstechnologien in Haushalten

Um die dem Zielszenario entsprechende Transformation der Wärmeversorgung zu vollziehen, muss der Wärmeverbrauch, wie in Abbildung 43 dargestellt, bis 2045 um rund 9 % verringert werden. Während im Jahr 2024 noch ein Bedarf von 405 GWh besteht, soll dieser bis zum Zieljahr 2045 auf 369 GWh sinken. Diese Reduktion ist durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen zu erreichen, wie beispielsweise einer Teilsanierung (Dach und Keller) sowie einer Vollsanierung (Dach, Keller, Fenster und Dämmung der Fassade). In Niederkassel beträgt die (Voll-)Sanierungsquote um die Reduktion von 9 % bis zum Zieljahr 2045 zu erhalten rund 0,84 % pro Jahr.

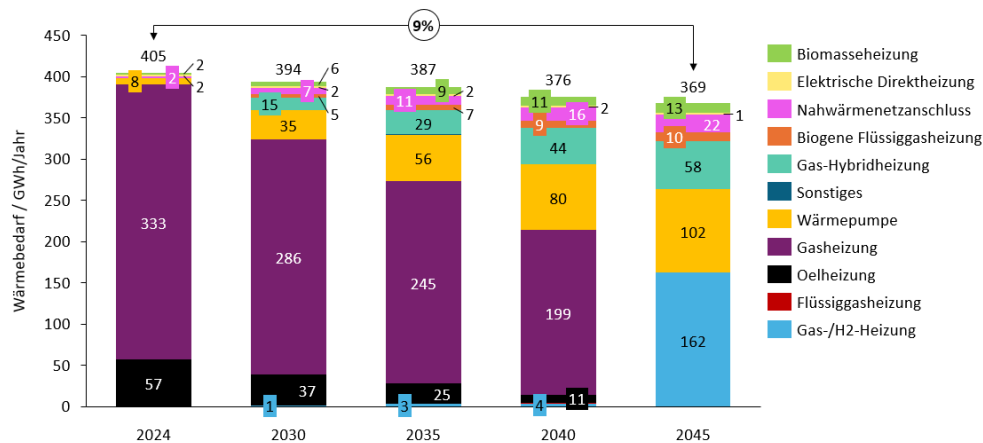


Abbildung 43: Entwicklung des Wärmeverbrauchs

Abbildung 43 zeigt die Entwicklung des Sanierungsstands von 2024 bis 2045. Der Anteil der unsanierten Gebäude halbiert sich fast, wohingegen sich der Anteil der sanierten Gebäude mehr als verdoppelt. Die teilsanierten Gebäude steigen leicht an (zur Einordnung siehe Abschnitt 8.1.3).

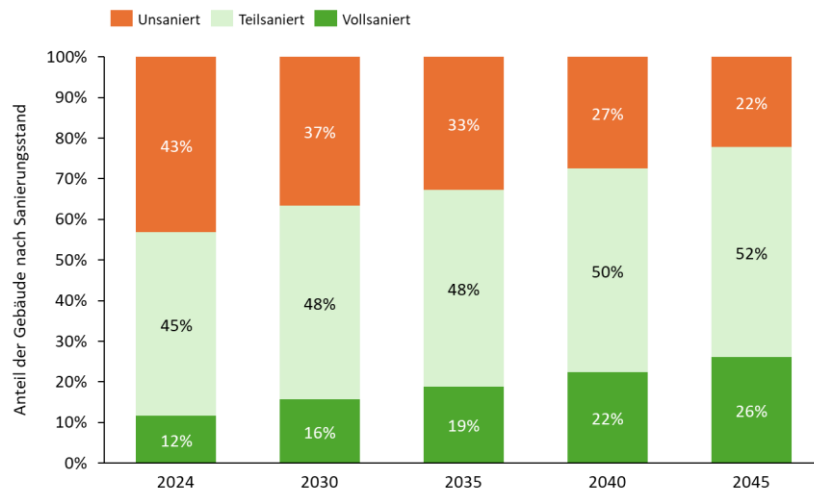


Abbildung 44: Entwicklung des Sanierungsstands und der Sanierungstiefe bis 2045

Abbildung 45 zeigt, dass die THG-Emissionen der Wärmeversorgung im Zielszenario bis zum Jahr 2045 gegenüber dem Basisjahr 2024 um 60 % reduziert werden können. Die THG-Emissionen belaufen sich im Jahr 2024 auf ca. 102 Tsd. tCO₂ und werden maßgeblich über die Öl- und Gasheizungen verursacht. Bedingt durch den Austausch von Öl-, fossilen Flüssiggas- und Gasheizungen bis zum Jahr 2045 werden die THG-Emissionen auf 41 Tsd. tCO₂ reduziert (bewertet wurden die CO₂-Emissionsfaktoren gemäß Gebäudeenergiegesetz 2024). Der überwiegende Anteil der 2045 noch vorhandenen Emissionen ist dabei auf die im Chemiepark vorhandenen Gaskessel zurückzuführen. Da durch diese auch Prozesswärme bereitgestellt wird und ein Wechsel der Heizungstechnologie somit komplexer als in Wohngebäuden ausfällt, wird für den Chemiepark kein Technologiewechsel im Zielszenario vollzogen und stattdessen eine Nutzung dekarbonisierter Primärenergie für die bestehenden Gaskessel angenommen. Während die Gaskessel im Zielszenario bis einschließlich 2040 mit Erdgas betrieben wird, wird für das Jahr 2045 die Nutzung von 5 % Biomethan und 95 % Wasserstoff angenommen, welche für die entsprechenden Emissionen der Gaskessel verantwortlich sind. Die weiteren 2045 verbleibenden Emissionsanteile sind vor allem auf die Nutzung biogener Flüssiggasheizungen und Gas-Hybridheizungen zurückzuführen, da die von diesen verwendeten Energieträger je nach der gesetzten Bilanzgrenze nicht vollständig THG-neutral sind. Anzumerken ist ebenfalls, dass auch das Stromnetz im Jahr 2045 nicht zu 100 % CO₂-neutral angenommen wird. Um bilanziell eine vollständige Klimaneutralität zu erreichen,

wird somit die Kompensation durch Negativemissionsmaßnahmen erforderlich werden (z. B. durch Filterung von CO₂ aus der Atmosphäre oder durch den Anbau von Biomasse mit anschließendem CCS³).

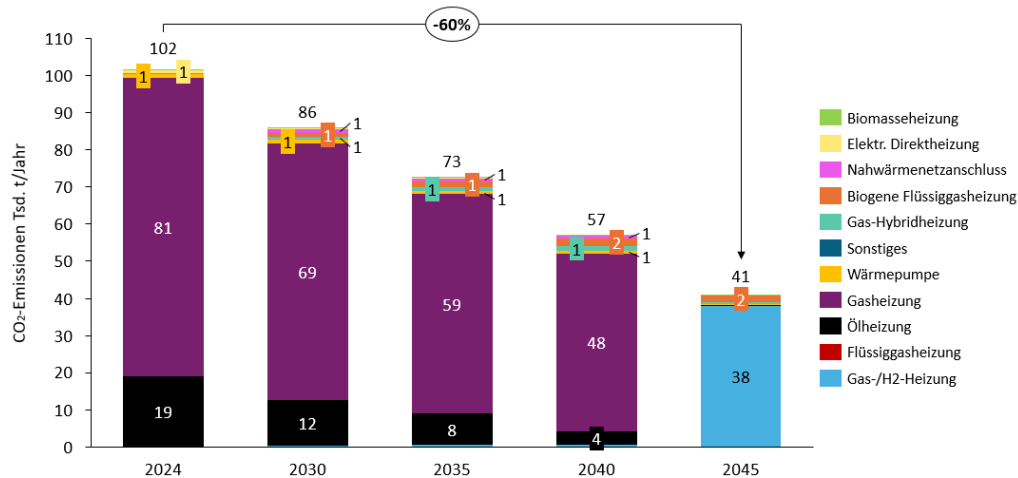


Abbildung 45: THG-Emissionen bis zum Zieljahr 2045

Abbildung 46 zeigt den Bedarf an Energieträgern, um die Wärmeversorgung im Zielszenario sicherzustellen. Der fossile Anteil der Gas-Hybridwärmepumpen sowie der Primärenergieeinsatz der Gasheizung des Chemieparks muss bis 2045 dekarbonisiert werden. Hierfür werden Biomethan und grüner Wasserstoff benötigt, die voraussichtlich nicht lokal erzeugt, sondern über das bestehende Gasnetz antransportiert werden müssen. Falls im Jahr 2045 nicht ausreichend grüne Gase über das Gasnetz zur Verfügung stehen, könnte der Gasanteil der Spitzenlastkessel der Gas-Hybridheizungen alternativ auch durch Energieeinsparung (Klimawandel), Stromdirektheizung, modularen Erweiterung der Wärmepumpe oder Biomasse substituiert werden. Die benötigten Mengen an Biomasse übersteigen das lokal verfügbare Potenzial aus Waldrestholz (215 MWh) und können somit ebenfalls nicht vollständig lokal zur Verfügung gestellt werden.

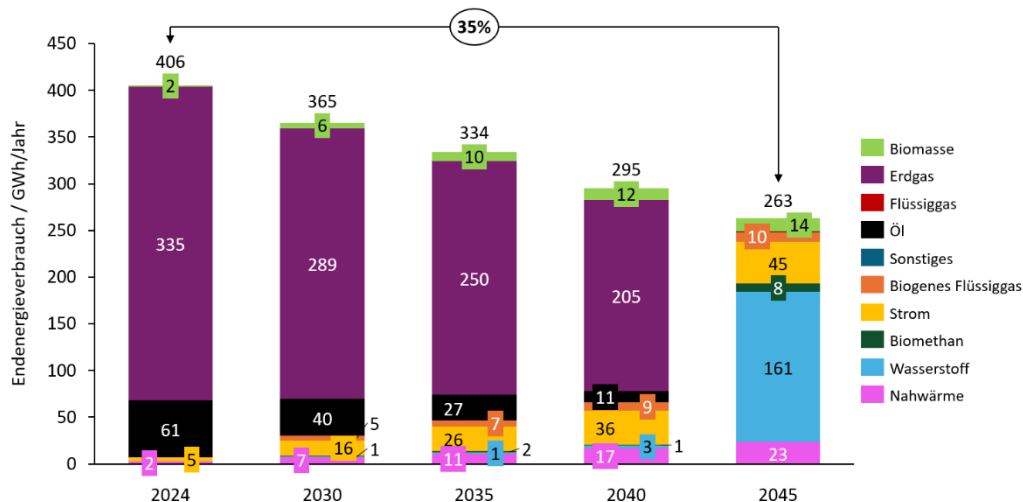


Abbildung 46: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Kritisch zu hinterfragen sind zudem die benötigten Mengen und Verfügbarkeiten von biogenem Flüssiggas (Bio-LPG). Biogenes Flüssiggas ist ein Nebenprodukt aus der Bio-Diesel- sowie Pflanzenölproduktion und kann nicht in der Kommune erzeugt werden. Die Verfügbarkeiten sind daher begrenzt. Theoretisch wäre eine Erweiterung des Potenzials durch die Erzeugung von Bio-LPG mit grünem Strom, Wasserstoff, CO₂ und Biogas möglich [18]. Diese Erweiterung wird jedoch als unrealistisch eingestuft, da die

³ Carbon Capture and Storage (CCS): Die Abscheidung und anschließende Einspeicherung von CO₂.

genannten Energieträger anderweitig benötigt werden und die Umwandlung in Bio-LPG vergleichsweise hohe Verluste beinhaltet. Die deutschlandweit vorhandenen Potenziale für Bio-LPG belaufen sich in Summe auf ca. 3 TWh. Bezogen auf den aktuellen Flüssiggasabsatz im Wärmesektor von ca. 15 TWh entspricht dies einem Anteil von ca. 20 % [18]. Voraussichtlich wird daher nicht die gesamte Menge an Bio-LPG von ca. 10 GWh im Zielszenario gedeckt werden können. Dies ist bei der Aktualisierung der Wärmeplanung erneut zu überprüfen (siehe auch Abschnitt 8.1.4). Im Zielszenario steigt durch den Umstieg auf die Wärmepumpe der Strombedarf zur Wärmeversorgung von etwa 5 GWh/a auf 45 GWh/a. Um diesen Bedarf zu decken, müssen zusätzlich 40 GWh Strom pro Jahr bereitgestellt werden. Daher wird voraussichtlich ein Ausbau des Stromnetzes notwendig sein bzw. geprüft werden müssen, insbesondere unter Berücksichtigung des steigenden Strombedarfs durch die zunehmende E-Mobilität.

Die Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie sowie kommunale Liegenschaften, welche in Abbildung 47 dargestellt ist, gibt Aufschluss darüber, in welchen Sektoren die Bedarfsreduktion von 35 % stattfindet. Im Jahr 2024 beträgt der Endenergieverbrauch insgesamt über 405 GWh pro Jahr, wobei der Sektor „Haushalte“ mit von 228 GWh und einem Anteil von 56,3 % den größten Energieverbrauch aufweist. Der GHD-Sektor trägt mit 15 GWh und einem Anteil von 3,6 % und Industriesektor mit 158 GWh und einem Anteil von 38,9 % zum Gesamtverbrauch bei. Die kommunalen Liegenschaften weisen mit 5 GWh einen Anteil von 1,2 % des Verbrauchs auf.

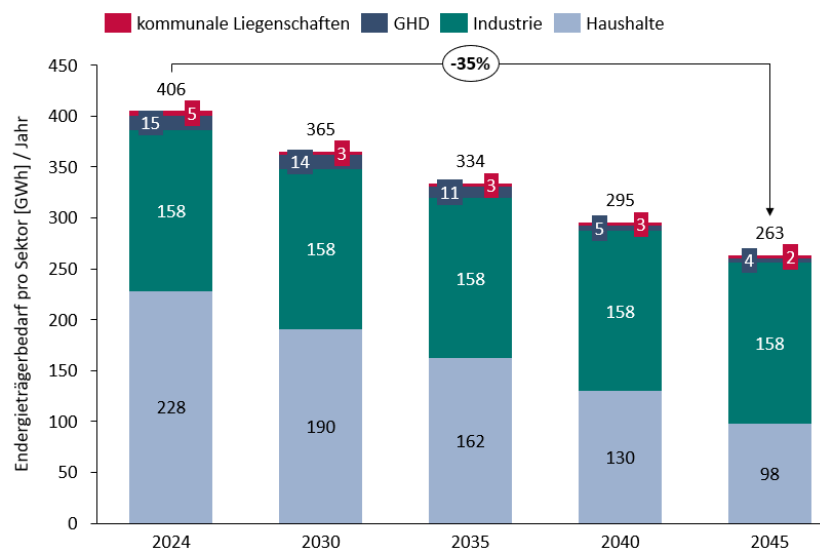


Abbildung 47: Endenergieverbrauch nach Sektor

In den darauffolgenden Jahren bis 2045 ist ein kontinuierlicher Rückgang des Energieverbrauchs in den Sektoren Haushalte, GHD und kommunale Liegenschaften zu beobachten. Lediglich im Sektor Industrie wird im Zielszenario keine Verbrauchseinsparung modelliert, da die Reduktion des Prozesswärmebedarfs im Rahmen der simulierten Sanierungsmaßnahmen nicht dargestellt werden kann. Der Gesamtverbrauch sinkt im Zieljahr auf 263 GWh pro Jahr, wobei der Haushaltssektor mit 98 GWh und somit 37,4 % neben dem Industriesektor den größten Anteil hält. In absoluten Zahlen jedoch sind die Haushalte der Treiber für den Rückgang des Endenergieverbrauchs. Der Anteil des GHD-Sektors sowie der Anteil kommunaler Liegenschaften reduziert sich jeweils auf 1,6 % bzw. auf ca. 1 %. Die Reduktion des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte ist maßgeblich auf die umfassende Implementierung energieeffizienter Technologien, insbesondere moderner Heizsysteme wie Wärmepumpen, sowie auf fortlaufende energetische Sanierungen zurückzuführen.

Wie bereits in Abschnitt 6.3 erläutert, werden für die Wärmeversorgung in der Kommune zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit weiterhin nicht-lokale Ressourcen benötigt. Hierbei geht es um die Energieträger Strom (Anschluss an das öffentliche Stromnetz), biogenes Flüssiggas (Anlieferung von regionalen Lieferanten) und grüne Gase (Wasserstoff, Biomethan oder synthetisches Erdgas, Transport über das bestehende Gasnetz). Die Umwelt- und Klimaauswirkungen dieser Energieträger sind in Form der CO₂-Emissionen berücksichtigt. Diese nicht-lokalen Ressourcen führen für die Kommune zu einer gewissen Preis- und Mengenunsicherheit, welche jedoch zugunsten der Versorgungssicherheit in Kauf genommen werden muss. Der lokale Ausbau von erneuerbaren Energien führt langfristig zu einer höheren Energieautarkie und vermutlich auch Preisstabilität in der Kommune.

Das Zielszenario zeigt einen Weg zu einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung in der Kommune auf. Der Energieträgereinsatz kann insbesondere bei den Haushalten um über die Hälfte gesenkt werden. Die angenommenen Sanierungsquoten liegen auf heutigem Niveau, wodurch der Wärmeverbrauch um 9 % gesenkt werden kann.

8 Wärmewendestrategie

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende sind verschiedene Arten von Maßnahmen erforderlich. Nur durch ein koordiniertes Zusammenspiel der technischen Maßnahmen mit begleitenden Maßnahmen kann das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 erreicht werden. Während die Umsetzungsstrategie den Schwerpunkt auf die Maßnahmen zur Umsetzung des Zielszenarios legt, adressiert die Verstetigungsstrategie die sozio-ökonomischen, politischen und organisatorischen Aspekte, die die Umsetzung dieser Maßnahmen ermöglichen sollen. Das Controllingkonzept dient der Nachverfolgung der beschlossenen Maßnahmen. Die Wärmewendestrategie bildet den Rahmen, in dem alle Maßnahmen zusammenlaufen. Sie ist in folgender Abbildung dargestellt.



Abbildung 48: Inhalte der Wärmewendestrategie

8.1 Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie zeigt mit ihrem Maßnahmenplan die ersten und sinnvollsten Schritte zur Zielerreichung auf. Sie wird aus der Perspektive der Kommune erstellt und umfasst Maßnahmen, die sie selbst umsetzen kann, wobei auch Partner und Unterstützer einbezogen werden. Die Kommune kann dabei verschiedene Rollen einnehmen: Verbraucherin, Versorgerin, Reguliererin und Vermittlerin. Mithilfe der Maßnahmenlisten und einer Priorisierung sollen sinnvolle Bündel geschnürt werden. Die vier Rollen sind wie folgt definiert:

Verbraucherin

Diese Rolle beinhaltet die Reduzierung des Energieverbrauchs eigener Gebäude, zum Beispiel durch Sanierungsmaßnahmen oder durch die Umstellung der Wärmeversorgung der eigenen Liegenschaften.

Versorgerin

Die Rolle der Versorgerin beinhaltet den Aufbau geeigneter Wärmeversorgungsarten, auch in Kooperation mit anderen Akteuren wie beispielsweise Wärmenetzbetreibern; hierzu zählen auch vorbereitende oder planende Maßnahmen für künftige Versorgungsformen, wie etwa die Untersuchung von Potenzialen oder die Bereitstellung von Informationen.

Reguliererin

Diese Rolle beinhaltet die Festlegung von Vorgaben zur Förderung und Verpflichtung zielkonformer Wärmeversorgung (z.B. Ausweisung von Flächen im Flächennutzungsplan für die Erzeugung von erneuerbaren Energien oder die Festlegung von Fernwärmesatzungen). Hierunter fallen auch Maßnahmen

wie eine generelle Informationseinholung und Berichterstattung zu Themen mit Bezug zur kommunalen Wärmeplanung.

Vermittlerin

Diese Rolle beinhaltet es, Hinweise auf Leistungen Dritter zur Energieeinsparung zu geben, wie z.B. die Beratung durch die Verbraucherzentrale oder staatliche Fördermittel für Private.

8.1.1 Beschreibung der Methodik

Gemäß § 20 WPG ist es erforderlich, dass die planungsverantwortliche Stelle unmittelbar auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse Maßnahmen entwickelt, die im Einklang mit dem Zielszenario stehen. Nach der Kommunalrichtlinie sind zusätzlich Detailanalysen zu Fokusgebieten vorgesehen, die ebenfalls hinsichtlich notwendiger Maßnahmen ausgewertet werden sollen. Alle Maßnahmen werden einem von fünf Strategiefeldern zugeordnet. Die erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen trägt dazu bei, das übergeordnete Ziel zu erreichen: die Verwirklichung des Zielszenarios bzw. eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Nachfolgend sind die fünf Strategiefelder aufgeführt:

1. **Erneuerbare Energien:** Ausbau von erneuerbaren Energien für Strom und Wärme
2. **Infrastruktur:** Anpassung der Infrastruktur für Wärme, Strom und Gas auf die künftigen Anforderungen
3. **Heizungsanlagen:** Umstellung der fossilen Heizungen auf GEG konforme Technologien
4. **Sanierung und Modernisierung:** Reduktion der Wärmeverluste bei Raumwärme und Prozesswärme
5. **Verbraucherverhalten:** Erhöhung der Effizienz bei der Nutzung von Raumwärme und Warmwasser

Die Umsetzungsstrategie strukturiert die Maßnahmen in eine zeitliche Abfolge, sodass sie schrittweise umgesetzt werden können, um die Ziele innerhalb des im Zielszenario vorgegebenen Zeitrahmens zu erreichen (siehe auch Kapitel 8.4).

Zunächst werden im Folgenden die Detailanalysen der Fokusgebiete vorgestellt. Anschließend werden die Maßnahmen jedes Strategiefelds vorgestellt.

8.1.2 Detailanalysen der Fokusgebiete

In ausgewählten Fokusgebieten werden Detailanalysen durchgeführt, um spezifische Maßnahmen für den Ausbau von Wärmenetzen oder die dezentrale Wärmeversorgung zu definieren. Hierbei werden sowohl die Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse als auch der Zielszenarioberechnungen berücksichtigt. Eine mögliche Erweiterung der Fokusgebiete in die umliegenden Prüfgebiete wird ebenfalls untersucht. Bei der Detailanalyse von Wärmenetzen wird die zentrale Versorgungsstruktur initial ausgelegt und die notwendigen Investitions- und Betriebskosten der Wärmeerzeugungsanlagen einschließlich der Speicher und Wärmenetzinfrastrukturen berechnet. Im Ergebnis kann somit ein Wärmeversorgungspreis abgeschätzt werden. Bei Detailanalysen von Prüfgebieten werden im Regelfall zunächst die Wärmebedarfsstruktur und der Gebäudebestand untersucht, um einzugrenzen, warum keine eindeutige Aussage möglich ist. Je nach Resultat kann das Gebiet weiter unterteilt werden, um eindeutigere Aussagen zur Eignung tätigen zu können. Gegebenenfalls wird noch ein Wärmenetz, analog zu den Wärmenetzgebieten betrachtet oder die Entwicklung des Gebäude- und Heizungsbestandes analysiert. Bei der Untersuchung von Gebieten mit dezentraler Eignung werden, wie bei Prüfgebieten, Wärmebedarfsstruktur und der Gebäudebestand untersucht und unterschiedliche Entwicklungspfade der Wärmeversorgung beleuchtet. Dabei wird ein Vollkostenvergleich zwischen Gebäudesanierung und alleinigem Heizungstausch erstellt. Diese Analysen liefern tiefere Einblicke in die örtlichen Rahmenbedingungen und bieten eine Basis für die Ableitung der nächsten Schritte.

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe wurden folgende drei Fokusgebiete im Rahmen von Detailanalysen näher untersucht:

- Prüfgebiet und H₂-Gebiet: **Chemiepark/Ranzel** - Teilgebiet 1 & 2
- Wärmenetzgebiet: **Rheidt** - Teilgebiet 4
- Dezentrales Gebiet: **Lülsdorf** - Teilgebiet 7

Die geografische Lage der drei Fokusgebiete ist in Abbildung 49 dargestellt.

Die Wahl der verschiedenen Wärmeversorgungskonzepte für die entsprechenden Fokusgebiete wurde anhand der folgenden Kriterien vorgenommen:

- Wärmenetzinfrastruktur vorhanden oder ist bereits in Planung
- Sanierungsstand der Gebäude
- Wärmedichte und Wärmeliniendichte
- Potenzial erneuerbarer Energien
- Mögliche Großabnehmer als „Ankerkunden“

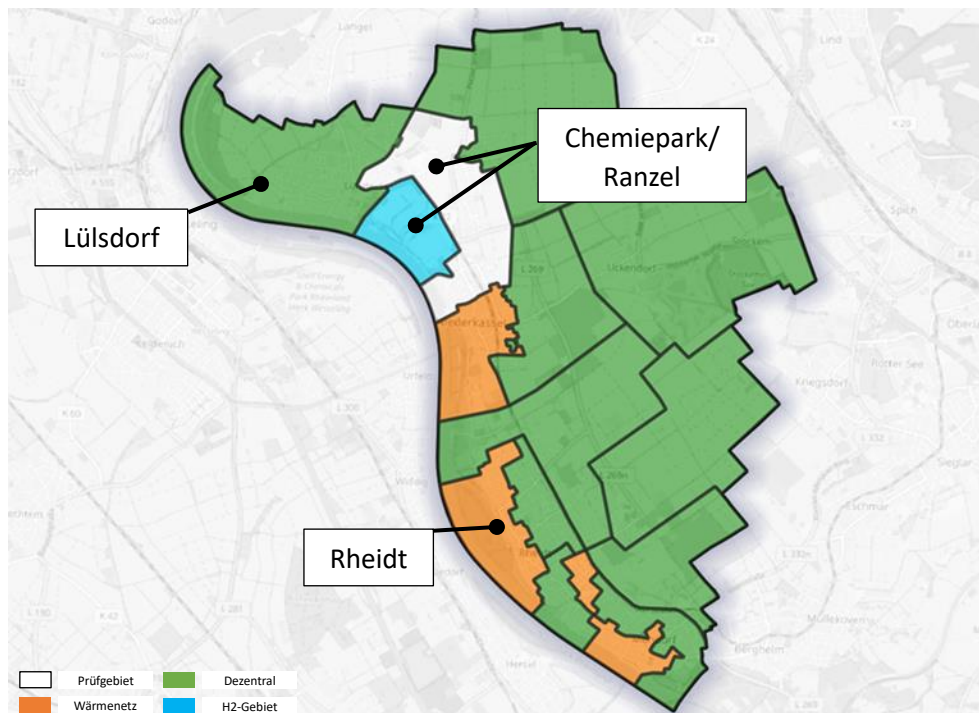


Abbildung 49: Die Fokusgebiete der Stadt Niederkassel im Überblick

Im Anhang unter Abschnitt 15.4 befinden sich für diese Detailanalysen Steckbriefe mit einer Übersicht über die geplante Wärmeversorgungsart und weiteren Informationen zum Status Quo im Hinblick auf die versorgte Gebäudestruktur sowie den empfohlenen Maßnahmen zur Umsetzung und den einzubindenden Akteur/-innen.

8.1.2.1 Detailanalyse | Prüfgebiet und H₂-Versorgungsgebiet „Chemiepark/Ranzel“

Das Fokusgebiet „Chemiepark/Ranzel“ setzt sich aus zwei Teilgebieten unterschiedlicher Eignung zusammen. Zum einen der Chemiepark, der aufgrund des hohen Prozesswärmebedarfs eine Eignung als H₂-Versorgungsgebiet aufweist. Zum anderen der östlich gelegene Teil, der von Wohn- und Geschäftsbauten geprägt ist und keine eindeutige Eignung für eine Wärmeversorgungsart aufweist. In diesem

Gebiet liegen Baublöcke mit Eignungen für eine Versorgung mit Wasserstoff, für eine Versorgung über Wärmenetze, aber auch für dezentrale Lösungen vor.

Die Eignung für eine Wärmeversorgung mit Wasserstoff resultiert aus mehreren Aspekten. Zum einen muss der hohe Wärmebedarf des Chemieparks gedeckt werden. Aufgrund der wärmeintensiven Prozesse wurde hier ein Wasserstoffbedarf zur Dekarbonisierung gemeldet, da andere Dekarbonisierungspfade technisch nicht möglich oder unwirtschaftlich sind. Aktuell wird im „Chemiepark - Lüssdorf-Niederkassel“ Wasserstoff in geringen Mengen als Nebenprodukt zur Erzeugung von Alkoholaten gewonnen. Bei der dafür notwendigen Chlor-Alkali-Elektrolyse kommt Quecksilber zum Einsatz. Die Genehmigung zum Betrieb der Anlage läuft 2027 aus, sodass in eine alternative Technologie investiert werden muss. Der erzeugte Wasserstoff wird vor Ort eingesetzt [19]. Zum anderen verläuft das Wasserstoffkernnetz durch das geplante Gebiet, sodass ein Anschluss wahrscheinlich ist. Derzeit liegt in dem betrachteten Gebiet ein Gasnetz, was für die Verteilung von Wasserstoff an die Haushalte genutzt werden könnte. Daher ist es naheliegend das angrenzende Wohngebiet hinsichtlich der Wärmeversorgung mit Wasserstoff zu untersuchen.

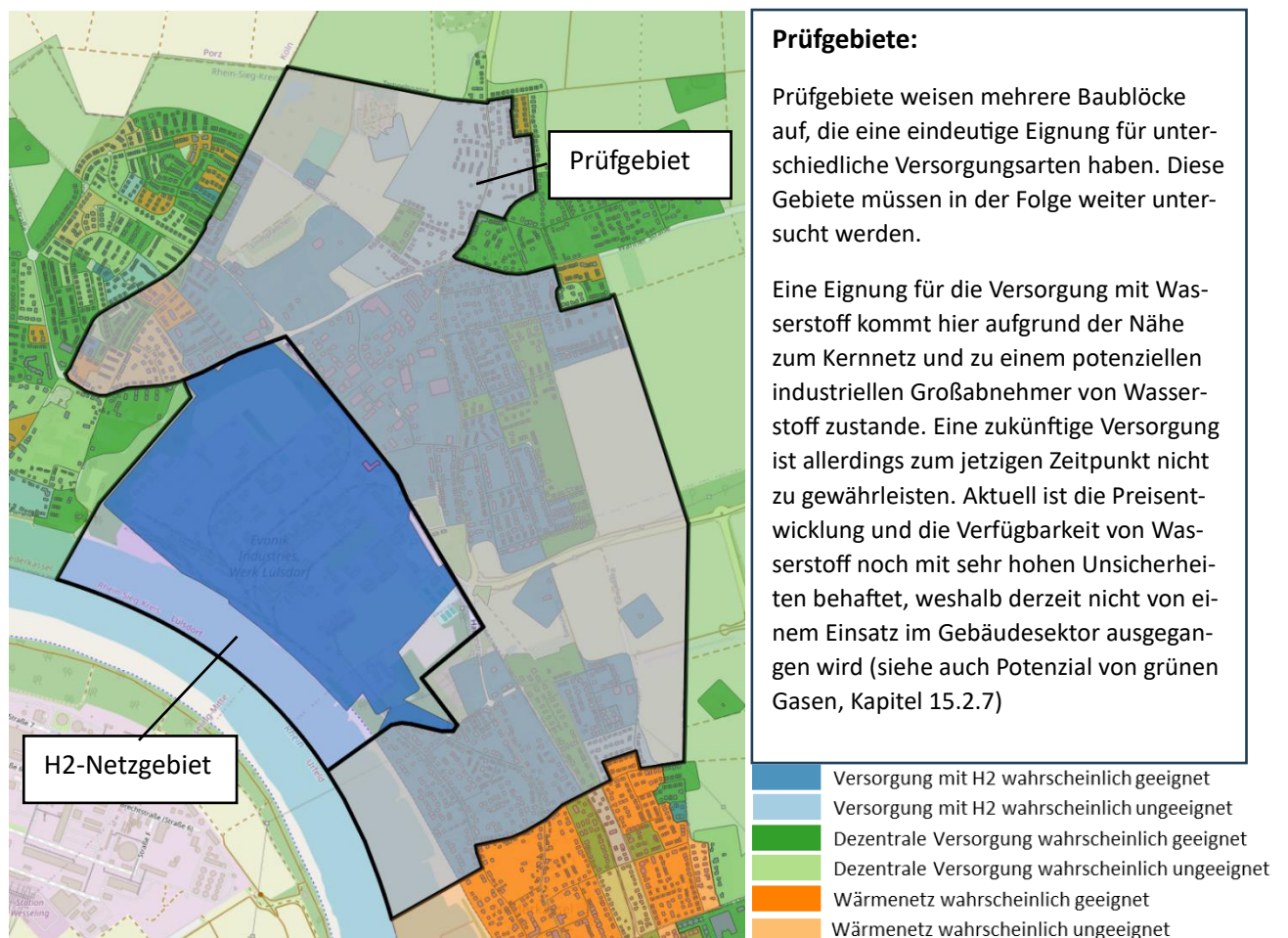


Abbildung 50: Eignung der Baublöcke "Chemiepark/Ranzel"

Das Fokusgebiet (ohne Chemiepark) umfasst insgesamt etwa 2.070 Gebäude mit 1980 als durchschnittlichem Baujahr. Der gesamte Wärmebedarf beträgt 45,5 GWh/a, bei einem mittleren spezifischen Wärmebedarf von 145 kWh/m² (Energieeffizienzklasse „E“). Die beiden Teilgebiete und die Eignung der Baublöcke sind in obiger Abbildung 50 dargestellt.

Die Berechnung des Zielszenarios zeigt, dass die Heiztechnologieverteilung in dem Gebiet zukünftig sehr inhomogen sein könnte. Hier lässt sich keine klare Tendenz zu einer bestimmten Technologie identifizieren, wie in nachfolgender Abbildung 51 zu erkennen ist.

Der Anteil der Heizungstechnologien, die Gas als Energieträger benötigen (Gasheizung und Hybrid-WP), ist ungefähr so groß wie der Anteil von Wärmepumpen und Biomasseheizungen. Zwar ist der Anteil der Wärmenetzanschlüsse (Nahwärme) mit 14 % nur etwa halb so hoch, spielt in dem Gebiet jedoch eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung.

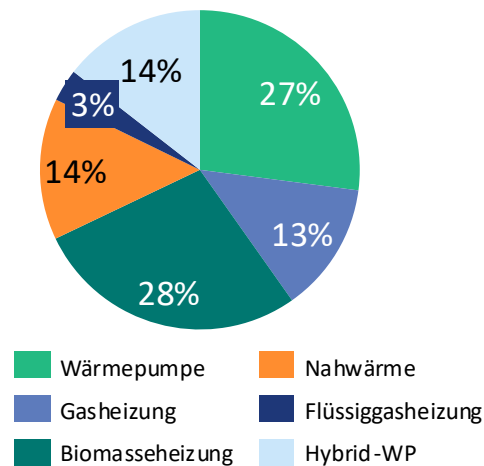


Abbildung 51: Heiztechnologieverteilung im Zielszenario 2045

Der Sanierungsstand und die Energieeffizienzklassen verändern sich im betrachteten Gebiet nur leicht. Die folgende Abbildung zeigt die Veränderung von 2024 bis 2045. Die Vollsanierungsquote entspricht dabei dem Durchschnitt in Deutschland (0,69 %).

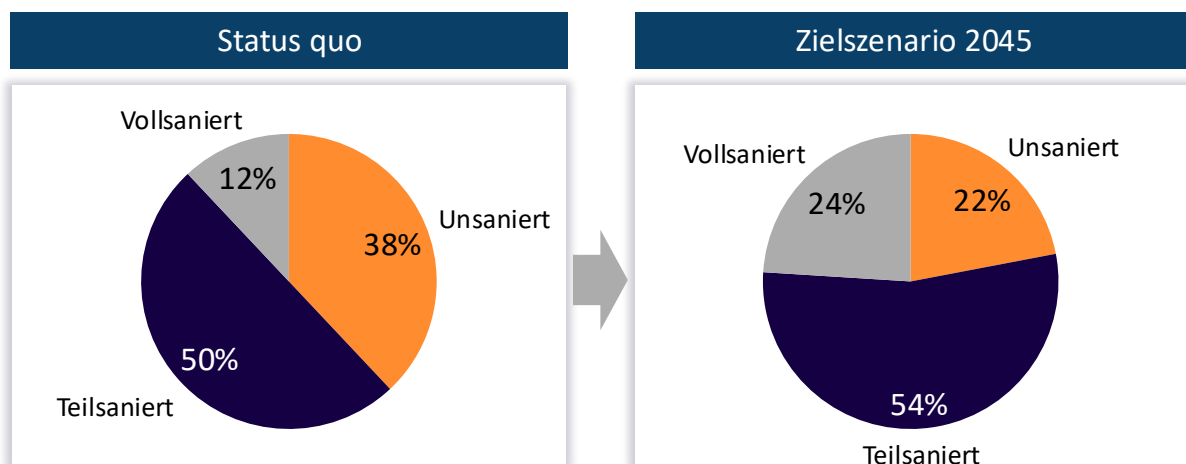


Abbildung 52: Entwicklung des Sanierungsstands im Fokusgebiet "Chemiepark/Ranzel"

Die dargestellte Tendenz hin zu einer Versorgung mit Wasserstoff und Biomasse bietet zwar einen möglichen Weg, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen, birgt jedoch auch Risiken und Herausforderungen.

Der Vorteil einer Versorgung mit **Biomasse** ist der derzeit günstige Energieträger, wodurch auch Gebäude mit hohem Wärmebedarf ohne Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich mit Wärme versorgt werden können. Das wiegt die erhöhten Kosten für die Anlage und die Wartung, gegenüber anderen Technologien in Verbindung mit einer (Teil-)Sanierung, häufig auf.

Andererseits ist die Preisentwicklung durch die limitierte Menge an Biomasse mit Unsicherheiten verbunden. Darüber hinaus ergibt sich die Notwendigkeit der Lagerung, was den Raumbedarf der Technologie erhöht. Außerdem muss der Energieträger regelmäßig bestellt und angeliefert werden. Weitergehende Informationen zu Biomasse befinden sich in Abschnitt 15.2.3..

Der Energieträger **Wasserstoff** für die Wärmeversorgung bietet mehrere Vorteile. Zum einen ist die Anschaffung der Heizung günstig und eine energetische Ertüchtigung oder Anpassung der Heizkörper nicht erforderlich. Darüber hinaus können bereits umrüstbare Heizungen installiert werden, sodass eine Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff erfolgen könnte. Ein weiterer Vorteil ist die Nutzbarkeit der vorhandenen Infrastruktur zur Verteilung des Wasserstoffs an die Haushalte.

Es gibt jedoch einige Herausforderungen, denen bei der Betrachtung Rechnung getragen werden sollte. So sind die für Haushalte verfügbaren Mengen derzeit nicht absehbar, was sich in den großen Unsicherheiten bzgl. des Haushaltspreises widerspiegelt. Die Schätzungen gehen dabei weit auseinander und liegen beispielsweise für das Jahr 2030 zwischen 13 ct/kWh und 25 ct/kWh [13] [14] [15] [16]. Der Wasserstoff muss also in ausreichender Menge produziert oder importiert werden. Das Wasserstoffkernnetz verläuft durch das Stadtgebiet, somit ist ein Anschluss an das Kernnetz (vsl. ab 2032) möglich. Da weder die Erzeugung- noch die Importmengen feststehen, kann aktuell die Versorgungssicherheit über Wasserstoff nicht gewährleistet werden. Ein Transport über das bestehende Gasnetz wäre grundsätzlich technisch – mit geringem Anpassungsaufwand – möglich. Allerdings muss auch die Hausinstallation (z. B. Leitungen und Armaturen) für den Betrieb mit Wasserstoff ertüchtigt werden. Da diese Leitungen dem/der Gebäudeeigentümer/-in gehören, muss er die Kosten dafür tragen. Die Umrüstung bzw. der Austausch der Heizungsanlagen und die Umschaltung der Versorgung verursachen Versorgungsunterbrechung von ggf. mehreren Tagen. Wie eine Umschaltung eines Leitungsabschnitts auf Wasserstoff erfolgen kann, wird derzeit noch untersucht. Ergänzende Informationen zu Wasserstoff sind im Abschnitt 15.2.7 aufgeführt.

Eine Alternative bietet beispielsweise der Einsatz von Wärmepumpen, der in einem großen Anteil der Gebäude (auch in unsanierten) wirtschaftlich sinnvoll sein kann. In jedem Fall sollte eine energetische Ertüchtigung der Gebäude vorangetrieben werden, da sich der Rückgang des Wärmebedarfs positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Heizungsanlage und die CO₂-Emissionen auswirkt.

Insgesamt hängt die Möglichkeit einer Versorgung des Gebiets mit Wasserstoff im Wesentlichen von der Verfügbarkeit für Haushalte ab. Nach derzeitigem Stand, kann ein Anschluss an das Kernnetz frühestens 2032 erfolgen. Daher sollte in der Fortschreibung der Wärmeplanung diese Option weiter untersucht werden, wenn neuere Informationen für die Planung vorliegen.

8.1.2.2 Detailanalyse | Wärmenetzgebiet „Rheidt“

Das Fokusgebiet „Rheidt“ weist u. a. anhand der Wärmedichte (ca. 420 MWh/ha) eine positive Wärmenetzeignung auf. Weiterhin könnte durch die günstige Lage zum Rhein, dieser als erneuerbare Wärmequelle für eine Großwärmepumpe dienen, um auch im Winter erhöhte Wirkungsgrade zu ermöglichen. Für eine Vergleichbarkeit verschiedener Erzeugungskonzepte, wird bei der Detailanalyse zwischen zwei Varianten – mit und ohne Flusswärmepumpe – unterschieden. Um mögliche tageszeitliche Schwankungen auszugleichen, wird in beiden Varianten ein Pufferspeicher mit ins Wärmenetz integriert.

Das Fokusgebiet umfasst insgesamt 552 Gebäude mit einem Wärmebedarf von ca. 13,1 GWh. Mit einer mittleren Baualtersklasse von 1965 und einer erhöhten Sanierungstiefe, liegt der mittlere spezifische Wärmebedarf bei ca. 160 kWh/m². Hauptanschlussnehmer sind fast ausschließlich Ein- und Mehrfamilienhäuser, die > 95 % der Gebäudenutzung ausmachen. Bei den Nichtwohngebäuden handelt es sich um Gewerbe wie einem Supermarkt oder einer Gaststätte. Mit keinem Gebäude, welches sich deutlich im Wärmebedarf abhebt, verteilt sich dieser „homogen“ über das Gebiet. Damit ist kein Großverbraucher zu identifizieren, welcher als möglicher Schlüsselakteur bei der Wärmenetzerschließung zum Einsatz kommen könnte.

Das Versorgungsgebiet wird auf zwei Varianten untersucht, die beide auf Wärmepumpenanlagen zurückgreifen, sich jedoch in den Wärmequellen für die Wärmepumpen unterscheiden. Während in der ersten Variante Flusswasser und Luft als Wärmequellen zum Einsatz kommen, fungiert in der zweiten Variante die Luft als alleinige Wärmequelle. Unter dem Einsatz von erneuerbarem Strom, ist in beiden Varianten eine emissionsfreie Versorgung gewährleistet. Ein zusätzlicher zentraler Speicher dient zum Ausgleich von tageszeitlichen Schwankungen sowie einer Kurzzeitversorgung bei einem Störfall der Erzeugungsanlagen. Die Vorlauftemperatur der Wärmenetze beträgt 70 °C, damit handelt es sich um Niedertemperaturnetze.

Variante 1 | Flusswasser & Luft als Wärmequellen

Um den Wärmebedarf in Höhe von ca. 13,1 GWh zu decken, wird im Versorgungskonzept auf Umgebungsluft und den Rhein als Quellen für die Wärmepumpenanlagen zurückgegriffen. Das Schema der Variante ist in Abbildung 53 dargestellt.

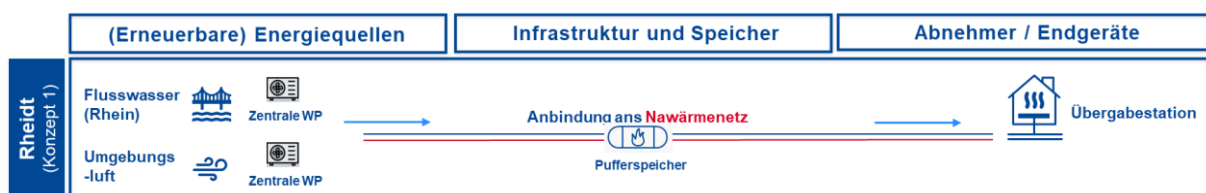


Abbildung 53: Versorgungskonzept 1 - Wärmenetz in „Rheidt“

Die Flusswärme stellt eine nutzbare Wärmeleistung von ca. 3,2 MW bei einer durchschnittlichen Temperatur von 4 °C zur Verfügung. Damit kann eine Wärmepumpenanlage mit einer Heizleistung von ca. 5,3 MW bei einer Jahresarbeitszahl von ca. 2,5 betrieben werden. Die übrigen Wärmemengen werden von einer Großwärmepumpen-Anlage erzeugt, die die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzt und hauptsächlich in den Sommermonaten zum Einsatz kommt. Die Heizleistung der Anlage beträgt ca. 1,6 MW bei einer Jahresarbeitszahl von 2,8.

Aufgrund des erhöhten Temperaturniveaus des Rheins gegenüber der Umgebungsluft im Winter, wird die Flusswasser-Wärmepumpe prioritär eingesetzt. Um die hohen Außentemperaturen im Sommer zu nutzen, erzeugt die Luft-Wärmepumpe die benötigten Warmwassermengen in den Sommermonaten. Damit deckt die Flusswasser-Wärmepumpe ca. 79 % und die Luft-Wärmepumpe die übrigen 21 % der jährlichen Wärmemengen. Ergänzt werden die Anlagen um einen zentralen Speicher, welcher ein Fassungsvermögen von ca. 5.300 m³ aufweist. Damit kann im unwahrscheinlichen Szenario, in dem beide Anlagen gleichzeitig in Störung gehen, der Speicher bis zu zwei Wintertage überbrücken, sodass die Versorgungssicherheit weiterhin gewährleistet bleibt.

Ein möglicher Trassenverlauf mit Hauptleitungsstrang (rot) sowie mögliche Örtlichkeiten, um den Flusswasserwärmetauscher (gelb), die Erzeugungsanlagen (blau) sowie den Speicher (orange) unterzubringen, sind in Abbildung 54 dargestellt. Die Länge der gesamten Trasse beträgt ca. 6,2 km zzgl. 4,4 km Hausanschlussleitungen. Damit ergibt sich eine Wärmeliniedichte von ca. 2,1 GWh/km.

Neben der technischen Auslegung des Wärmenetzes erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Einbezug aller Investitions- sowie Betriebs- und Wartungskosten der verbauten Anlagen und Wärmenetzkomponenten sowie unter Berücksichtigung einer möglichen Förderung gemäß der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Letztere teilt sich in eine CAPEX-Förderung sowie in eine Betriebskostenförderung für den Einsatz von Wärmepumpen auf. Um die wirtschaftlichsten Preise zu ermitteln, wurde ein Betrachtungszeitraum von 25 Jahren und eine Anschlussquote von 100 % angenommen. Beides gilt als optimale Bedingungen, denn die Novellierung der Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV) setzt einen Planungshorizont von

im Vergleich zum Best-Case-Szenario erreicht werden. Wird allerdings eine geringe Anschlussquote oder kürzere Vertragslaufzeit angenommen, steigen die Kosten rapide.

Mit Wärmevervollkosten von ca. 23 ct/kWh (Best-Case) ist ein Wärmenetzanschluss grundsätzlich eine wirtschaftlich attraktive Lösung. Aufgrund der getroffenen Annahmen und Vereinfachungen von wirtschaftlichen und technischen Parametern, ist eine detaillierte Untersuchung mit u. a. Richtpreisen im Rahmen einer BEW-Studie zu empfehlen.

Variante 2 | Luft als alleinige Wärmequelle

In der zweiten Variante wird Luft als alleinige Wärmequelle für die Wärmepumpen herangezogen. Dabei kommt es zu keiner Veränderung des versorgten Gebiets, d.h. die Abnehmerstruktur und der damit zu deckende Wärmebedarf bleibt gleich. Das Erzeugungskonzept ist in Abbildung 55 schematisch dargestellt.

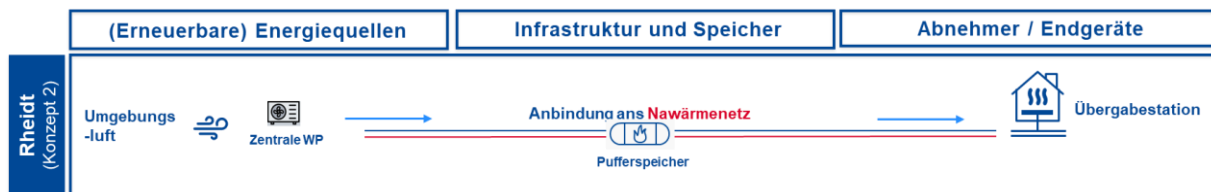


Abbildung 55: Versorgungskonzept 2 - Wärmenetz in „Rheidt“

Um starken Verschleiß als Folge von häufigem Regeln der Wärmepumpenanlagen in Teillast zu verhindern, werden zwei Großwärmepumpen-Anlagen mit Heizleistungen von 5,3 MW und 1,6 MW eingesetzt. Dabei kommt die leistungstärkere Wärmepumpenanlage für die Wärmeversorgung in den Wintermonaten zum Einsatz, während im Sommer hauptsächlich die kleinere Wärmepumpenanlage im Betrieb ist. Dies führt zu Jahresarbeitszahlen der Anlagen von 2,4 und 2,8. Hierbei deckt die große Wärmepumpenanlage, durch die Raumwärmebedarfe in den Wintermonaten, ca. 81 % der Wärmebedarfe. Die restlichen ca. 19 % entfallen entsprechend auf die kleine Wärmepumpenanlage. Ein zusätzlicher zentraler Speicher federt kurzzeitige Lastspitzen im Netz ab und sorgt für eine Aufrechterhaltung der Versorgung im Störfall der Erzeugungsanlagen für bis zu zwei Wintertage. Das Fassungsvermögen des Speichers liegt, deckungsgleich zu Konzept 1, bei ca. 5.300 m³.

Um die Verbraucher im untersuchten Gebiet anzuschließen, werden ca. 6,2 km Wärmenetzleitungen (rot) sowie ca. 4,4 km Hausanschlussleitungen benötigt. Den Verlauf der Trasse sowie die möglichen Standorte für die Erzeugungsanlagen (blau) und zentralen Speicher (orange) sind in der folgenden Abbildung 56 dargestellt. Damit ergibt sich eine unveränderte Wärmelinien-dichte von ca. 2,1 GWh/km.

Die Berechnungen unterliegen den identischen Annahmen und Vereinfachungen wie in der ersten Variante, sodass folgende Punkte in einer detaillierten Analyse näher zu konkretisieren sind.

- Vorlauftemperatur von 70 °C
- Betrachtungshorizont 25 Jahre
- Anschlussquote von 100 %
- Kein Bedarfsrückgang durch Sanierungen
- Keine Differenzierung der Anschlusskosten nach Leistung
- Durchschnittliche Wärmequelltemperatur in der Heizperiode
- Pufferspeicher für die Versorgung für 2 Tage im Januar

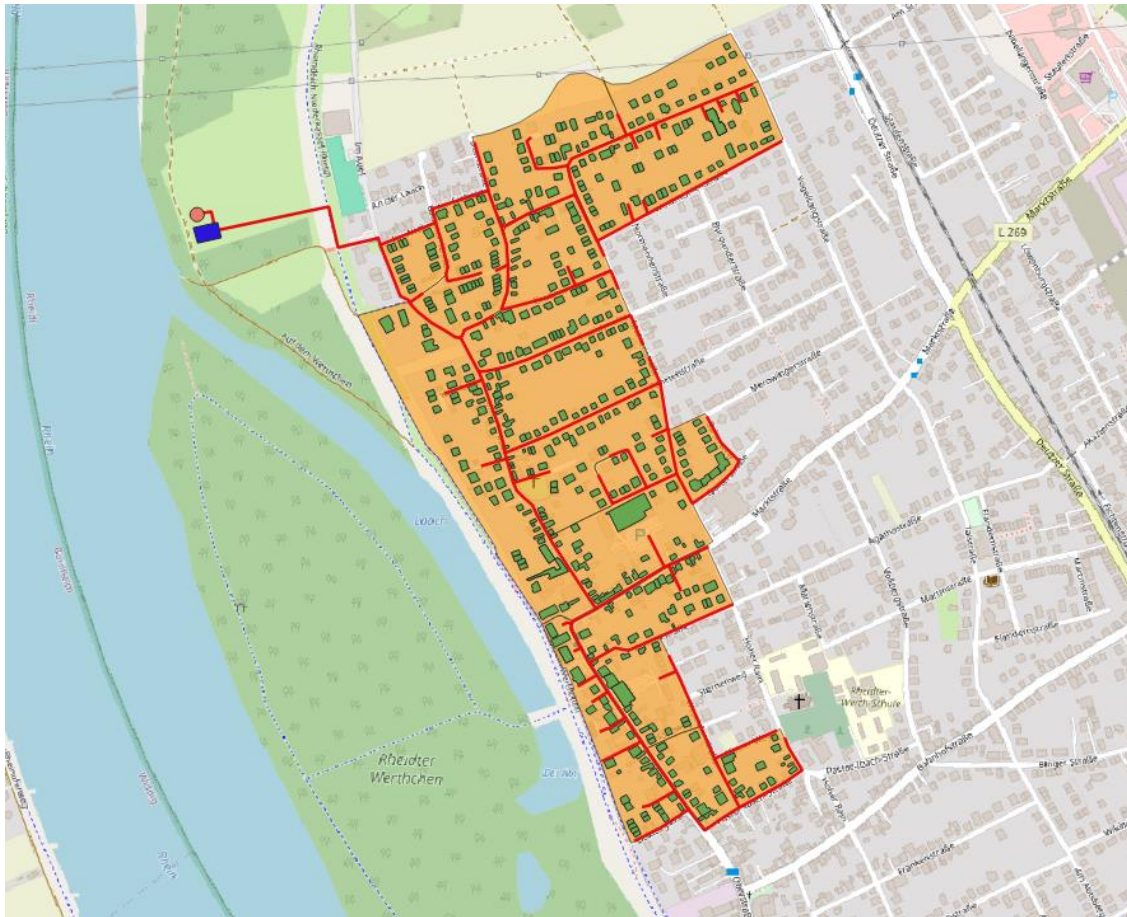


Abbildung 56: Versorgungskonzept 2 - Trassenverlauf der Wärmenetzleitungen mit Standorten der Erzeugungs- und Speicheranlagen

Da auch hier die Wirtschaftlichkeit von vielen Faktoren abhängig ist, werden die Wärmeversorgungskosten (Vollkosten) für das dargelegte Wärmenetz ebenfalls als Bandbreite dargelegt. Diese reicht im Best-Case-Szenario von ca. 23 ct/kWh (brutto) bis hin zu ca. 37 ct/kWh (brutto) im Worst-Case-Szenario. Damit ist das zweite Versorgungskonzept nahezu identisch in den Wärmevollkosten. Die leicht höhere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe mit dem Rhein als Wärmequelle, führt zwar zu geringeren Energiekosten, jedoch gleichzeitig höheren Investitionskosten ggü. einer reinen Wärmepumpenversorgung mit Luft als alleinige Wärmequelle. Dieser Effekt führt dazu, dass sich über den Betrachtungshorizont von 25 Jahren die Preise angleichen und keine deutlichen Unterschiede erkennbar sind.

Damit ist auch die zweite Versorgungsvariante, mit Wärmevollkosten von 23 ct/kWh im Best-Case, grundsätzlich wirtschaftlich attraktiv. Aufgrund der angesetzten Vereinfachungen, wird analog zu Versorgungskonzept 1, eine detaillierte Analyse im Rahmen einer Machbarkeitsstudie empfohlen.

8.1.2.3 Detailanalyse | Dezentrales Versorgungsgebiet „Lülsdorf“

Das Teilgebiet „Lülsdorf“ umfasst den Stadtteil Lülsdorf (vgl. Abbildung 57) und steht stellvertretend für dezentrale Wärmeversorgungsgebiete, die anders als verdichtete Gebiete häufig durch eine offene Anordnung der Gebäude geprägt sind. Damit einhergehend ist die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte (MWh/m²/a) tendenziell geringer als in dichter besiedelten Gebieten und eine Eignung für die Errichtung von Wärmenetzen unwahrscheinlicher. Die dezentralen Gebiete unterliegen damit anderen Herausforderungen als Prüfgebiete oder Wärmenetzgebiete.



Abbildung 57: Lage des Fokusgebiet „Lülsdorf“, bestehendes Erdgasverteilnetz rot gekennzeichnet

Das Teilgebiet umfasst 2345 Gebäude mit der mittleren Baujahrklasse 1987 und einem mittleren spezifischen Wärmebedarf von 109 kWh/m² (entspricht Energieeffizienzklasse D). Im Status quo sind, gemäß statistischer Daten, nur 20 % der Gebäude vollsanziert (vgl. Abbildung 58). Der Heizungsbestand besteht momentan zu über 97 % aus fossil betriebenen Technologien (Öl-, Gas- und Flüssiggasheizungen). In Lülsdorf wird derzeit durch die Rhein-Sieg Netz flächendeckend ein Erdgas-Verteilnetz betrieben, hierüber werden 78 % der Gebäude mit Erdgas versorgt.



Abbildung 58: Momentane Verteilung der Heizungstechnologien und momentaner Sanierungsstand in „Lülsdorf“

Gemäß der Modellierung der Haushaltsentscheidungen im Zielszenario wird sich der Gebäude- und Heizungsbestand bis 2045 verändern. Der Wärmebedarf der Gebäude wird durch Sanierungstätigkeit um 10 % sinken, basierend auf einer jährlichen (Voll-)Sanierungsquote von 0,65 %. Diese liegt leicht unter der gegenwärtigen durchschnittlichen (Voll-)Sanierungsquote in Deutschland. 2045 werden in Lülsdorf demnach nur noch 20 % der Gebäude unsaniert sein (vgl. Abbildung 59), verglichen mit derzeit 36 %.

Die bislang zum großen Teil überwiegend fossil betriebenen Heizungen werden bis zum Jahr 2045 insbesondere zugunsten von Wärmepumpen (56 %) und Gas-Hybridheizungen (36 %), aber auch biogenen Flüssiggasheizungen (7 %) ausgetauscht (vgl. Abbildung 59).

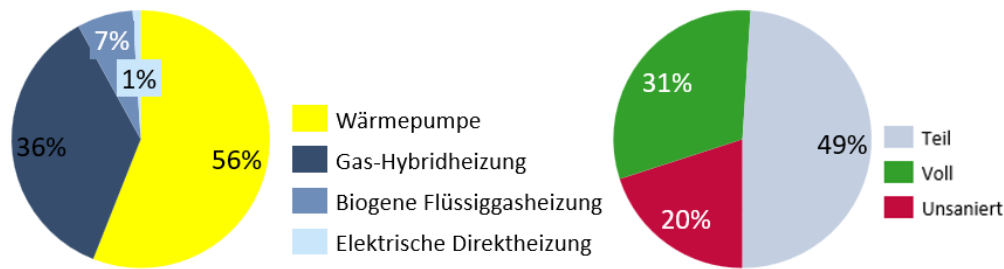


Abbildung 59: Verteilung der Heizungstechnologien im Jahr 2045 in „Lülsdorf“ (links) und Sanierungsstand (rechts)

Durch die Sanierung des Gebäudebestands und den Austausch der Bestands-Heizungen wird der Energieträgereinsatz im Fokusgebiet Lülsdorf bis 2045 um 66 % sinken (vgl. Abbildung 60). Neben der angesprochenen Reduktion des Wärmebedarfs durch die Sanierungstätigkeit ist diese starke Reduktion vor allem darauf zurückzuführen, dass die neu installierten Wärmepumpen den größten Teil ihrer Energie zur Wärmebereitstellung aus der umgebenden Umwelt, also je nach Wärmepumpen-Art aus Luft oder Boden, beziehen.

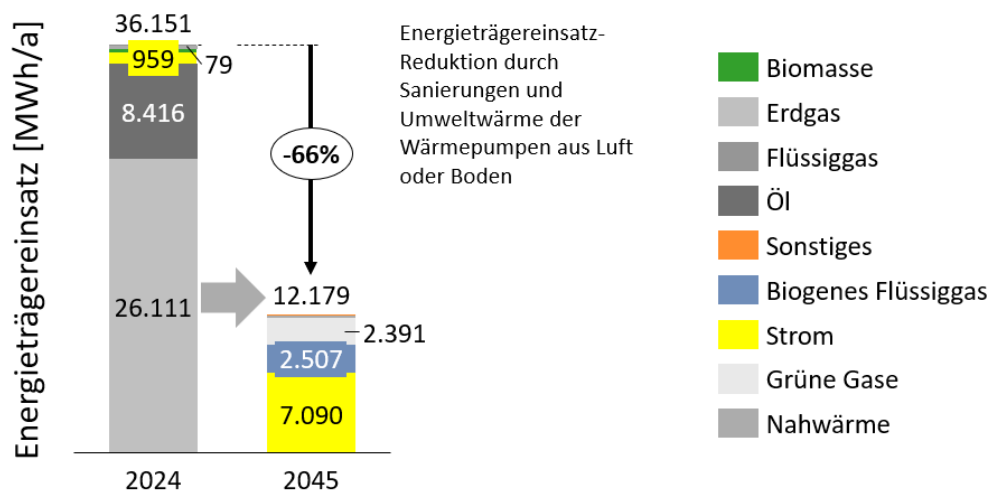


Abbildung 60: Entwicklung des Energieträgereinsatzes in „Lülsdorf“ von 2024 zu 2045

Grundsätzlich sind die Möglichkeiten zum Einbau einer neuen Heizungstechnologie, die durch das Gebäudeenergiegesetz vorgegeben sind, in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten durch die infrastrukturellen Gegebenheiten limitiert. Aufgrund der derzeit nicht abzusehenden Erschließung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz entfallen diese Möglichkeiten wahrscheinlich als Heizungstechnologie.

Die verbleibenden Lösungsoptionen haben spezifische Einschränkungen. Die in Zukunft dominierende Nutzung der Wärmepumpe hat Stand heute Beschränkungen in der technischen oder wirtschaftlichen Nutzbarkeit, abhängig vom energetischen Zustand der Gebäude oder des zur Verfügung stehenden Platzes. Eine dezentrale Brennstoffversorgung z. B. mittels fester Biomasse (insb. Holzpellets) ist abhängig von der zukünftigen Verfügbarkeit und dem Preis dieser Brennstoffe. Diese betrifft genauso auch biogenes Flüssiggas, welches darüber hinaus noch Flächen auf dem Grundstück der Gebäudeeigentümer/-innen für die Tanklagerung benötigt.

Neben diesen genannten, rein dezentralen Optionen sind auch gemeinschaftlich genutzte Wärmeversorgungsarten in der Form von kleinen Inselnetzen denkbar. Biogenes Flüssiggas könnte in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten auch als Sammelversorgung etabliert werden, d.h. mit einem zentral aufgestellten Tank (vgl. Abbildung 60) und dem netzgebundenen Anschluss mehrerer Gebäude an diesen. Gleiches gilt auch für Gebäudenetze. Beispielsweise könnte eine zentrale Wärmepumpe benachbarte Gebäude mit vergleichbaren energetischen Eigenschaften (gleiche Vorlauftemperatur) versorgen. Ein Biomasse- oder Gaskessel könnte zusätzlich mögliche Spitzenlasten abdecken. Jedoch sind solche gemeinschaftlichen Lösungen mit größeren initialen Investitionen verbunden, da die Verlegung eines Netzes zusätzlich finanziert werden muss.



Schließlich wäre auch eine (Weiter-)Nutzung der bestehenden Erdgasleitungen denkbar. Das Erdgas müsste jedoch bis spätestens 2045 durch grüne Gase substituiert werden. Derzeit sind den Netzbetreibern keine verbindlichen Mengenzusagen dieser grünen Gase bekannt, sodass diese Option ein Verfügbarkeitsrisiko birgt. Außerdem wäre hierfür erforderlich, dass auch die vorgelagerten Netzabschnitte umgestellt werden. Eine nach GEG zulässige Variante ist die Installation einer Gas-Hybridheizung. Der Gasanteil muss dann ebenfalls bis 2045 dekarbonisiert werden, ist dann aber in Summe geringer, was die Wahrscheinlichkeit der Verfügbarkeit genügend grüner Gase erhöht. Außerdem könnte der Spitzenlastanteil (durch den Gaskessel) auch bis 2045 entfallen, beispielsweise durch Energiereduktionsmaßnahmen wie Sanierung oder sogar durch die allgemein stattfindende Temperaturerhöhung durch den Klimawandel. In Summe lässt sich festhalten, dass die aktuellen Erdgasnetze wahrscheinlich nicht eins zu eins durch grüne Gase ersetzt werden (näheres siehe Anhang 15.2.7).

Wie gezeigt, werden viele Gebäudeeigentümer/-innen vor der Frage stehen, ob sie ihr Gebäude sanieren sollen (wenn ja, mit welcher Sanierungstiefe) und welche Heizung sie künftig installieren sollen. Diese Frage wird nachfolgend anhand einer Beispielrechnung untersucht.



Baujahrklasse	1958-1968
Beheizte Wohnfläche	110 m ²
Ausgangszustand	unsaniert
Primärenergiebedarf Warmwasser- und Raumwärme:	
Unsaniert	263,1 kWh/m ² *a
Teilsaniert	174,8 kWh/m ² *a
Vollsaniiert	90,8 kWh/m ² *a

Abbildung 62: Tabula Gebäude DE.N.SFH.05.Gen

Dabei wird als typisches Gebäude in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten das Tabula-Gebäude DE.N.SFH.05.Gen betrachtet, welches ein Einfamilienhaus aus den 1960er Jahren repräsentiert (Abbildung 62). Bei einer beheizten Fläche von 110 m² beträgt der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser für dieses Gebäude im unsanierten Zustand 28.941 kWh im Jahr.

Untersucht werden fünf theoretische Kombinationen zur Ertüchtigung dieses Gebäudes. Für einen unsanierten Ausgangszustand:

- 1) Teilsanierung des Gebäudes und Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
- 2) Vollsanierung des Gebäudes und Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

3) Keine Sanierung, Einbau eines Holzpellet-Kessel und einer Solarthermieranlage

Für einen teilsanierten Ausgangszustand:

- 4) Keine Sanierung, Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
- 5) Vollsanierung, Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
- 6) Keine Sanierung, Einbau eines Holzpellets-Kessel und einer Solarthermieranlage

Hinsichtlich der Investitionskosten wurde ein Annuitätendarlehen mit einer Laufzeit von 20 Jahren zugrunde gelegt, mit Zinsen i.H.v. 2,38 % p.a. und die momentane KFW-Förderlandschaft abgebildet:

- Für die Sanierungen: Teilsanierung 5 % Förderung (entsprechend Effizienzhaus 85-Standard); Vollsanierung 15 % Förderung (entsprechend Effizienzhaus 55-Standard)
- Für die Heizungen: Wärmepumpe 55 % Förderung (30 % Basis-, 20 %-Geschwindigkeits- und 5 %-Effizienzförderung), Biomassekessel und Solarthermie 50 % Förderung (30 % Basis- und 20 %-Geschwindigkeitsförderung)

Für die Energieträgerpreise, Jahresarbeitszahlen und Wartungskosten wurden Quellen des BMWK genutzt [20], [13].

Zu erkennen ist, dass unter den getroffenen Annahmen für diesen Gebäudetyp im unsanierten Ausgangszustand eine Teilsanierung (in etwa zum Effizienzhaus 85-Standard) und der gleichzeitige Einbau einer Wärmepumpe mit 6.086 € p.a. (Annuität + Betriebs- und Wartungskosten) die kostengünstigste Option ist, gefolgt von Pelletkessel- und Solarthermie ohne eine Sanierung (6.366 € p.a.) (Abbildung 63). Eine Vollsanierung ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten für den Betrieb einer Wärmepumpe demnach nicht erforderlich, aus energetischer Sicht wäre sie natürlich dennoch vorzuziehen.

Im teilsanierten Gebäudezustand ist der Einbau und Betrieb einer Wärmepumpe ohne eine weitere Sanierung mit Abstand günstiger als eine gleichzeitige Sanierung oder der Einbau und Betrieb eines Pelletkessels und Solarthermie-Anlage (3.324 € p.a. ggü. 4.332 € p.a. und 4.829 € p.a.).

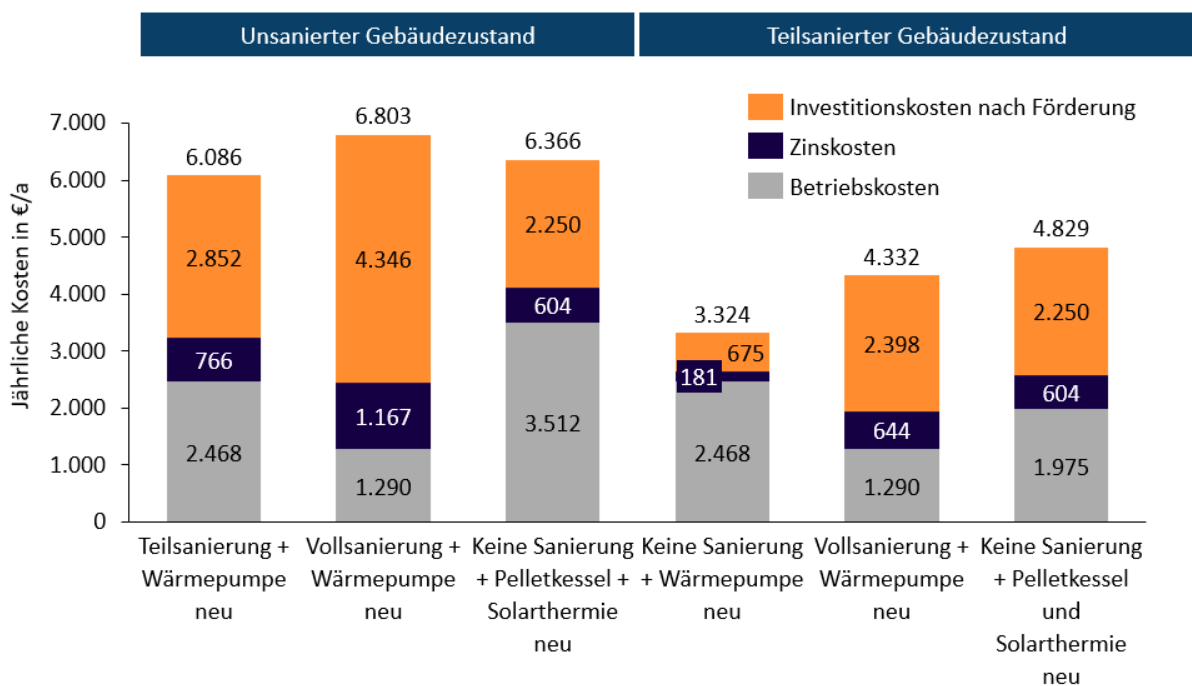


Abbildung 63: Annuitäten für Heizungstausch und ggf. Sanierung im Beispielgebäude

Wie gezeigt werden konnte, führt der Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten wie in Lülsdorf hauptsächlich über Gebäudesanierung und den Austausch von fossil betriebenen Heizungen durch die Gebäudeeigentümer/-innen. In Einzelfällen können kleine Insel- oder Gebäudenetze gebaut werden.

Um die dargelegte Entwicklung bis 2045 tatsächlich Realität werden zu lassen, müssen die Gebäudeeigentümer/-innen für die anstehenden Änderungen befähigt werden, und zwar indem sie umfassend über die Themenfelder Gebäudesanierung, zukunftsfähige Heizungsanlagen, die jeweiligen Fördermöglichkeiten und die dezentral nutzbaren Potenziale für erneuerbare Energien aufgeklärt werden. Eine genauere Beschreibung darauf einzählender Maßnahmen ist in den nachfolgenden Kapiteln 8.1.5 und 8.1.6 beschrieben. Darüber hinaus kann die Stadt für die dargestellten gemeinschaftliche Nutzungskonzepte wie Inselnetze bzw. Sammelversorgungen die Bildung von Netzwerken und Bürgergemeinschaften initiieren.

8.1.2.4 Fazit und nächste Schritte der Detailanalysen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in allen untersuchten Gebieten weitere, konkretisierende Schritte erforderlich sind. In Rheidt gilt es zunächst, das Anschlussinteresse der größten Verbraucher vor Ort zu überprüfen, anschließend kann eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. In Ranzel bleiben große Unsicherheiten bzgl. der Verfügbarkeit und des Preises von Wasserstoff für Haushalte. In Lülsdorf wird die Wärmepumpe im Jahr 2045 voraussichtlich die vorherrschende Technologie sein, es sind weitere Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Die Kernergebnisse und nächsten Schritte der vier untersuchten Fokusgebiete sind in Abbildung 64 dargestellt.

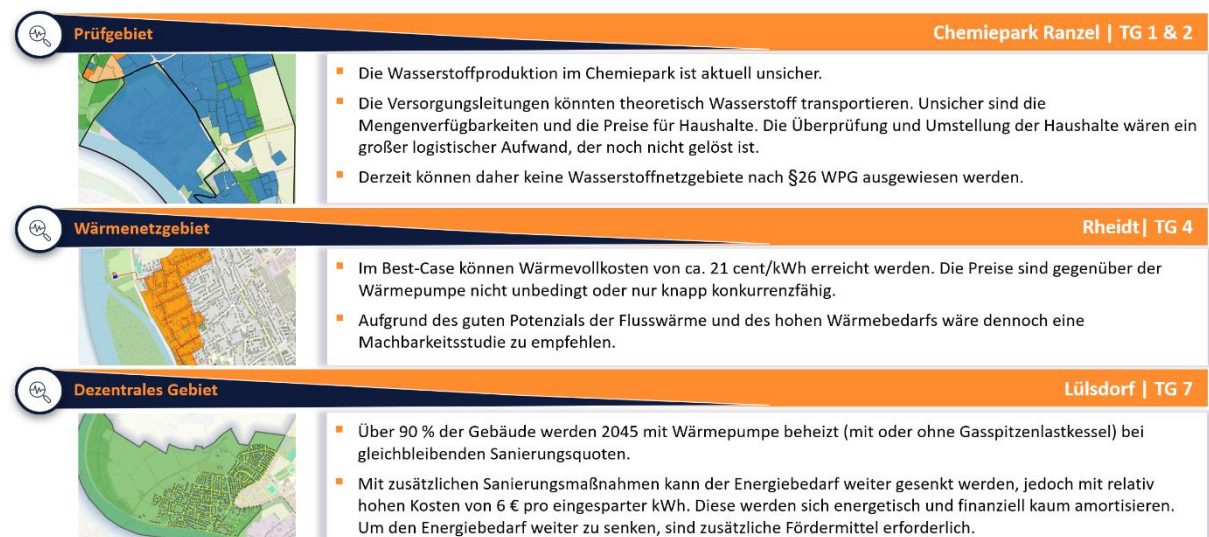


Abbildung 64: Überblick über die durchgeführten Detailanalysen

8.1.3 Detailanalysen zur Sanierungseffizienz

Da das Zielszenario auf der Modellierung der Haushaltsentscheidungen basiert, zeigt die vorliegende Wärmeplanung eindrucksvoll, dass die Sanierungsmaßnahmen nicht weiter zunehmen werden, wenn keine zusätzlichen Anreize geschaffen werden. So liegt die Vollsanierungsquote, die zum Erreichen der Wärmeverbrauchsreduktion von -9 % im Zielszenario erforderlich ist, bei 0,84 %. Diese Quote liegt leicht über der aktuellen Sanierungsquote in Deutschland für das Jahr 2024, welche bei 0,69 % liegt, Tendenz sinkend (davon nur ca. 80 % energetische Sanierungen) [21]. Die Sanierungsquote ist ein Ergebnis der Modellierung und somit eine möglichst realistische Abschätzung, wie viele Gebäudeeigentümer/-innen unter den bestehenden Rahmenbedingungen ihr Haus sanieren werden.

Nur wenn der Wärmeverbrauch in Summe wesentlich reduziert wird, stehen voraussichtlich genügend erneuerbare Energien zur Versorgung der gesamten Kommune zur Verfügung. Daher hat die Bundesregierung im Klimaschutzgesetz 2021 ambitionierte Minderungsziele für den Gebäudesektor festgelegt: Bis 2030 sollen die THG-Emissionen um fast 40 % sinken gegenüber 2023. Hierfür ist ein massives Umrüsten auf Wärmepumpe i. V. m. 80 % erneuerbarer Stromerzeugung als auch die Reduktion der Wärmebedarfe mittels einer Sanierungsquote von 2 % erforderlich [22]. Um zusätzliche Anreize zu schaffen, muss das Thema Gebäudesanierungen vom Gesetzgeber, Fördermittelgebern und auch der kommunalen Wärmeplanung stärker in den Fokus gerückt werden.

Der Wärmebedarf aller Wohngebäude in Niederkassel kann mithilfe von Sanierungsmaßnahmen theoretisch maximal um 39 % reduziert werden. Das dabei unterstellte Sanierungsziel entspricht dem Modernisierungspaket 2 der Tabula-Gebäudetypologie⁴ und umfasst damit alle technisch möglichen Sanierungsmaßnahmen an Bestandsbauten, u.a. Dreifachverglasung, massive Dämmung, aktive Wärmerückgewinnung mittels Ventilation usw.

Diese Vollsaniierung aller bislang teil- oder unsanierten Wohngebäude würde eine Vollsaniierungsquote von 3,29 % pro Jahr bis 2045 erforderlich machen (vgl. Potenzialanalyse). Dies ist rund fünfmal so hoch wie die heutige Sanierungsquote. Dieses Potenzial vollständig auszuschöpfen, ist unter den aktuellen Rahmenbedingungen als unrealistisch einzustufen, da für die Umsetzung von Gebäudesanierungen nur begrenzte Mittel zur Verfügung stehen (v.a. finanzielle Mittel bei den Gebäudeeigentümern/-innen und Handwerkerkapazitäten).

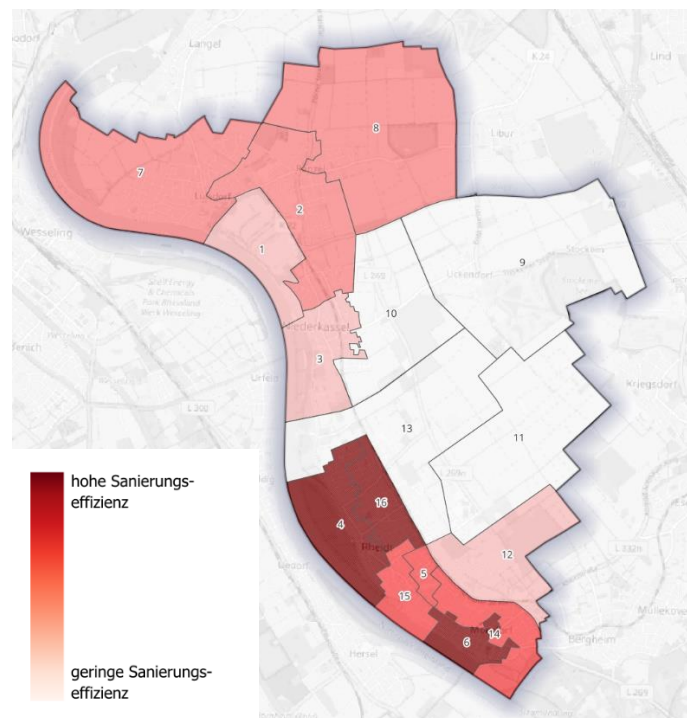


Abbildung 65: Sanierungseffizienz der Teilgebiete (je dunkler, desto effizienter)

Ein Anstieg der Sanierungsquote kann mittels zusätzlicher Fördermittel oder sonstiger geänderter Rahmenbedingungen begünstigt werden. Um diese Mittel zielgerichtet einzusetzen, wird ein Vergleich der „Sanierungseffizienz“ auf Teilgebiet-Ebene durchgeführt. Mit Sanierungseffizienz ist hier gemeint, dass abhängig vom Gebäudebestand nicht jeder eingesetzte Euro zur selben Energieeinsparung führt. Denn der Hebel der zu erwarteten Energieeinsparung unterscheidet sich je nach Wärmeverbrauch,

⁴ Systematische Klassifizierung von Wohngebäuden in Deutschland abhängig von Größe und alterstypischer Bauweise, herausgebracht durch das Institut Wohnen und Umwelt.

Heiztechnologie und Sanierungsstand. Das Ziel ist es somit, eine Priorisierung der besonders geeigneten Teilgebiete für eine weitere Betrachtung zu ermöglichen. Hierfür wird auf Basis der Bestandsanalyse das relative und absolute Reduktionspotenzial des Wärmeverbrauchs (meist analog zu dem der CO₂-Emissionen) sowie die Sanierungskosten pro reduzierter kWh Wärme bewertet und auf Teilgebiet-Ebene miteinander verglichen. Im Ergebnis ergeben sich basierend auf dem jeweiligen Gebäudebestand drei besonders geeignete Teilgebiete (vgl. Abbildung 65 und Tabelle 3), die bzgl. weiterer Maßnahmen in den Fokus genommen werden sollten:

Teilgebiet Nr.	Anzahl zu sanierender Gebäude	Absoluter reduzierter Wärmebedarf im Teilgebiet	Relativer reduzierter Wärmebedarf je zu sanierendem Gebäude	Absolute reduzierte CO ₂ -Emissionen im Teilgebiet	Relative reduzierte CO ₂ -Emissionen je zu sanierendem Gebäude	Durchschnittliche Sanierungskosten pro zu sanierendem Gebäude, inkl. 20 % Förderung ⁵	Sanierungskosten pro eingesparter kWh
6	569	-6,2 GWh	-51 %	-1.506 t CO ₂ /a	-51 %	49.504 €	5,05 €/kWh
4	813	-8,4 GWh	-50 %	-2.112 t CO ₂ /a	-50 %	49.741 €	5,43 €/kWh
16	1106	-10,2 GWh	-47 %	-2.674 t CO ₂ /a	-47 %	47.484 €	5,67 €/kWh

Tabelle 3: Teilgebiete mit der höchsten Sanierungseffizienz

Hinweise:

- Diese Auswertung bedeutet nicht, dass es in den anderen Teilgebieten nicht auch sinnvolle Sanierungsmaßnahmen gibt. Überall ist die Sanierung von insbesondere älteren, unsanierten Gebäuden (Worst Performing Buildings) empfehlenswert und sinnvoll.
- Energieberater oder das Beratungsangebot der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen können dabei unterstützen, die gebäudeindividuell richtigen Sanierungsmaßnahmen mit dem größten Hebel zuerst anzustoßen.

8.1.4 Maßnahmen im Strategiefeld erneuerbare Energien

Das Strategiefeld erneuerbare Energien hat den Ausbau von erneuerbaren Energien für Strom und Wärme zum Ziel. Dabei spielen der Ausbau von dezentralen und zentralen EE-Erzeugungsanlagen sowie die Begrenzung von biomassebasierten Energieträgern eine wesentliche Rolle.

Maßnahme | Konkretisierung der Verfügbarkeit industrieller Abwärme zur zentralen Versorgung

Basierend auf den bereits ermittelten Potenzialen empfiehlt es sich, die Verfügbarkeit industrieller Abwärme durch vertiefende Gespräche mit der Betreibergesellschaft des Chemieparks weiter zu konkretisieren. In diesem Zuge sollten Fragen der langfristigen Planungssicherheit, abrufbaren Leistungsmengen sowie eventueller Spitzen- und Auslastungszeiten geklärt werden. Auf dieser Grundlage kann anschließend eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, die neben technischen Aspekten (u. a. Konzeption der Wärmeübergabestationen und Verteilnetze) auch die geeignete Abnehmerstruktur und potenzielle ergänzende Wärmeerzeugungsanlagen ermittelt. Die Kalkulation eines wirtschaftlich tragfähigen Wärmeversorgungspreises bildet dabei einen zentralen Bestandteil dieser Studie. Die Umsetzung dieser Maßnahme ist mittelfristig (bis Ende 2030) realisierbar, wobei die Kosten erheblich variieren können – je nach Umfang der Kooperationsverträge mit den Industriebetrieben, der notwendigen Infrastruktur und dem gewünschten Umsetzungsgrad. Mit Blick auf die Rolle als Versorgerin und Vermittlerin fällt die Verantwortung hierfür an die Stadt, die durch eine enge Abstimmung mit den Industriepartnern das Fundament für den Ausbau und die Effizienzsteigerung der Wärmeversorgung legen. Durch die Integration industrieller Abwärme lassen sich erneuerbare Energien und bestehende Netzinfrastrukturen

⁵ Auf Basis der Gebäudedaten und spezifischen Sanierungskosten inkl. 20 % BEG-Förderung für Sanierungsmaßnahmen vom BAFA (inkl. 5 % Bonus für die Erstellung eines integrierten Sanierungsfahrplans).

sinnvoll ergänzen, sodass sowohl ein Beitrag zur zentralen Wärmeversorgung als auch zur Erweiterung des Wärmenetzausbaus geleistet wird.

Maßnahme | Konkretisierung des Potenzials Flusswärme

Zur Erschließung erneuerbarer Umweltwärmequellen gilt es zunächst, in enger Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde mögliche Wärmeentnahmepunkte zu klären. Auf dieser Basis erfolgt eine detaillierte Potenzialanalyse, um geeignete Standorte in Abhängigkeit zu den zu versorgenden Gebäuden zu identifizieren. Darauf aufbauend kann eine Machbarkeitsstudie eingeleitet werden, die technische, wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen prüft sowie Maßnahmen zur Sicherstellung des Umweltschutzes vorsieht. Das erforderliche Genehmigungsverfahren umfasst insbesondere wasserrechtliche Planfeststellungen und Umweltverträglichkeitsprüfungen. Die Umsetzung ist mittelfristig bis Ende 2030 realisierbar, wobei die Kosten für Planung und Realisierung von Umfang und Umsetzungsgrad abhängen. Die so gewonnene Erkenntnis über das Potenzial der Flusswärme leistet einen wichtigen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Maßnahme | Untersuchung für erneuerbare Energien zur Verfügung stehender Flächen

Neben dem Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen wurde auch ein Potenzial für Freiflächen-Solarthermie identifiziert. Eine erste Maßnahme besteht darin, im Einzelfall zu prüfen, ob Landschaftsschutzgebiete zur Einschränkung dieser Potenzialflächen führen. Grundsätzlich ist der Einsatz von Solarthermie in Landschaftsschutzgebieten möglich, da diese als „weichere Restriktionen“ gelten, während Naturschutzgebiete als „harte Restriktionen“ betrachtet werden. Als Reguliererin kann die Kommune im Flächennutzungsplan gezielt Freiflächen für EE-Anlagen wie Solarthermie- und PV-Anlagen vorsehen. Auf Basis der Potenzialanalyse sollten die Flächen konkretisiert und deren Verfügbarkeit für Solarthermie, PV, oberflächennahe Geothermie und ggf. geprüft werden, um ggf. auch hybride Nutzungskonzepte einzubinden. Da für die Verwendung von Solarthermie im Winter saisonale Speicherung erforderlich ist, sollten zudem Flächen für Wärmespeicher vorgesehen werden. Diese Maßnahme schafft mittelfristig eine wichtige Grundlage für den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung. Die Kosten für die Kommune bleiben voraussichtlich im niedrigen bis mittleren Bereich.

Maßnahme | Kommunikation der Potenziale an Gebäudeeigentümer/-innen

Bspw. die geologische Untersuchung sowie die Erstellung von Bohr- und Nutzungskonzepten sollen als Grundlage für die wirtschaftliche und technische Machbarkeit dienen, um fundierte Handlungsempfehlungen für eine anschließende Nutzung der Geothermie ableiten zu können. Dabei können sowohl zentrale als auch dezentrale Anlagenkonzepte geprüft werden, inklusive der dafür erforderlichen Genehmigungen und Fördermittel. Ergänzend wird empfohlen, die Potenziale von Auf-Dach-PV, Solarthermie und oberflächennaher Geothermie an Gebäudeeigentümer/-innen über verschiedene Kanäle (z. B. kommunale Website, digitaler Zwilling, Printmedien, Informationsveranstaltungen) zu kommunizieren, um eine dezentrale Nutzung über entsprechende Heizungstechnologien zu ermöglichen. Da es sich hierbei vorrangig um ein kommunales Beratungsangebot handelt, lässt sich die Maßnahme kurzfristig (bis Ende 2025) umsetzen und ist mit einem niedrigen Kostenniveau verbunden. Der erste Schritt besteht darin, mögliche Fördermittel zu akquirieren und einen passenden Dienstleister für die Durchführung von Studien auszuwählen. Die entstehenden Kosten richten sich nach den spezifischen Anforderungen und dem Umfang des jeweiligen Konzepts.

Maßnahme | Potenzialstudie Dachflächen-Solarthermie oder -PV auf kommunalen Liegenschaften

Um das Wärmepotenzial der Dachflächen auf kommunalen Gebäuden/Liegenschaften für die Nutzung von Solarthermie nutzbar zu machen, wird empfohlen, eine Potentialstudie durchzuführen. Die

Kommune kann hierbei in der Rolle der Verbraucherin als Vorbild agieren und untersuchen, ob die Wärme- und Warmwasserbereitstellung ihrer kommunalen Liegenschaften durch Solarthermieranlagen realisiert werden kann. Im Rahmen einer Potenzialstudie soll ebenfalls eine Abwägung der Dachflächennutzung für PV oder Solarthermie vorgenommen werden. Dabei sollen nicht nur die energetischen Vorteile und die Effizienz der beiden Technologien analysiert werden, sondern auch die spezifischen Anforderungen und Voraussetzungen beider Systeme. Zusätzlich müssen die statischen Gegebenheiten der Dachflächen sowie mögliche bauliche Einschränkungen umfassend bewertet werden, um sicherzustellen, dass die Installation und der Betrieb der Anlagen technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind. Zunächst ist die Bereitstellung finanzieller Mittel für die Erstellung der Studie erforderlich. Mögliche Quellen sind die finanziellen Mittel der Kommune oder Fördermittel von Bund und Ländern. Für diese mittelfristig zu realisierende Maßnahmen sollte im nächsten Schritt ein geeigneter Dienstleister für die Konzeptentwicklung ausgewählt werden. Die Kosten für die Erstellung hängen von den spezifischen Anforderungen und dem Umfang des Konzepts ab.

Maßnahme | Überprüfung Einstufung Biomasse als erneuerbare Energiequelle

Zu jeder Fortschreibung der Wärmeplanung zählt auch die Überprüfung des Zielszenarios. Hierbei muss geprüft werden, inwieweit Biomasse weiterhin als erneuerbare Energiequelle einzustufen ist. Gemäß der Kommunalrichtlinie sind Biomasse und nicht-lokale Ressourcen effizient und ressourcenschonend sowie nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen. Die energetische Nutzung von Biomasse ist zudem auf Abfall- und Reststoffe zu beschränken. Eine solche Nutzung kann insbesondere bei lokaler Verfügbarkeit im ländlichen Raum vertretbar sein. Es gilt bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung zu prüfen, ob der Einsatz von Biomasse in der Wärmeversorgung neuen Restriktionen unterliegt. Gemäß § 35 Abs. 2 WPG wird die Bundesregierung die erstmalige Evaluierung zum Ablauf des 31. Dezember 2027 vornehmen. Hierbei werden die Notwendigkeit und der Umfang der Begrenzung des Anteils Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge in neuen Wärmenetzen nach § 30 Abs. 2 WPG überprüft. Es entstehen keine Kosten.

Maßnahme | Potenzialstudie zur Konkretisierung der Potenziale von Bio-LPG

Ein Ergebnis des Zielszenarios war es, dass im Vergleich zum voraussichtlich verfügbaren Potenzial von Bio-LPG relativ hohe Mengen im Jahr 2045 benötigt werden. Da die Entwicklung der Potenziale für Bio-LPG nur schwer einzuschätzen ist, wird empfohlen, dieses Potenzial im Rahmen detaillierter Studien weiter zu konkretisieren. Dabei sollten insbesondere lokal verfügbare Lieferanten für Bio-LPG identifiziert und Gespräche mit diesen geführt werden, um das regionale Angebot sowie Preisniveaus zu ermitteln. Sofern eine übergeordnete Durchführung auf Kreisebene sinnvoll erscheint, kann diese Maßnahme auch gemeinsam angegangen werden, um Synergien zu nutzen.

Ziel ist es, bereits mittelfristig (bis Ende 2030) belastbare Daten zu erhalten, die bei einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung mit aktualisierten Werten in die Potenzialanalyse einfließen können. Die Kosten für eine solche Untersuchung bewegen sich voraussichtlich im niedrigen bis mittleren Bereich und würden eine solide Entscheidungsgrundlage für den zukünftigen Einsatz von Bio-LPG in der Wärmeversorgung schaffen.

8.1.5 Maßnahmen im Strategiefeld Infrastruktur

Die Maßnahmen im Strategiefeld Infrastruktur verfolgen die Anpassung der Infrastruktur für Wärme, Strom und Gas an die künftigen Anforderungen. Der Ausbau von Wärmenetzen, die Ertüchtigung des Stromnetzes, der Rückbau oder die Umstellung der Gasnetze sind Aufgaben der Netzbetreiber. Die Kommune kann allerdings durch die Initiierung und Koordination der im Folgenden beschriebenen Maßnahmen einen Beitrag zur Erreichung der Ziele leisten.

Maßnahme | Durchführung von weiterführenden Detailanalysen für das Prüfgebiet

Im Zielszenario wurde ein Teilgebiet identifiziert, das aufgrund mehrerer geeigneter Wärmeversorgungsarten als Prüfgebiet ausgewiesen wurde. Das Gebiet wurde im Rahmen der Wärmeplanung bereits in Detailanalysen untersucht (vgl. Abschnitt 8.1.2). Die Kommune kann in ihrer Rolle als Koordinatorin der Wärmewende durch weiterführende Detailanalysen die geeignetste Wärmeversorgungsart für dieses Gebiet ermitteln und festlegen. Diese Maßnahme kann kurzfristig von der Kommune in Zusammenarbeit mit relevanten Akteur/-innen, wie beispielsweise den (zukünftigen) Betreibern von Wärmenetzen, erfolgen. Die Kosten liegen im niedrigen Bereich.

Maßnahme | Machbarkeitsstudie für geeignete Wärmenetze

Im nächsten Schritt sollte eine Machbarkeitsstudie nach der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW Modul 1 – Förderung von 50 %) für die untersuchten Teilgebiete durchgeführt werden. Dabei kann der Fokus zunächst auf ein Netz gelegt werden. Ergänzend können weitere Machbarkeitsstudien für Neubaugebiete in Erwägung gezogen werden. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie nach BEW werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Weiterhin sollten im Rahmen dieser Studie unter anderem noch Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden sowie eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden. Die Dienstleistung zur Erstellung der Machbarkeitsstudie kann nach Ausschreibung an einen Dienstleister vergeben werden. Die Kosten liegen im mittleren bis hohen Bereich.

Maßnahme | Kommunikation/Dialog mit Wärmenetzbetreibern

Um den Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet voranzutreiben, empfiehlt sich der frühzeitige Aufbau strukturierter Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit potenziellen Netzbetreibern. Hierzu gehört zunächst die Identifikation geeigneter Akteur/-innen, gefolgt von der Aufnahme gezielter Dialoge und Verhandlungen. Auf dieser Grundlage können Kooperationsverträge geschlossen werden, die sowohl technische als auch wirtschaftliche Parameter definieren und langfristige Planungssicherheit bieten. Die kurzfristige Umsetzbarkeit (ab 2025) sowie die vergleichsweise niedrigen Planungskosten machen diese Maßnahme zu einem kosteneffizienten Ansatz für die Kommune. Mit dieser Maßnahme unterstützt die Kommune den Wärmenetzausbau, sie agiert dabei als Vermittlerin und Reguliererin und leistet einen Beitrag zur THG-Minderung.

Maßnahme | Informationstransfer mit Stromnetzbetreibern

Ein Indikator für die Eignung einer dezentralen Versorgung durch Wärmepumpen ist die Verfügbarkeit freier Netzanschlusskapazitäten in der Zukunft. Hierzu wurden seitens des Stromnetzbetreibers zwar keine konkreten Daten geliefert, jedoch ist der Netzbetreiber gemäß Energiewirtschaftsgesetz verpflichtet, dass das Netz entsprechend der Anforderungen ausgebaut wird. Damit der Stromnetzbetreiber die Ergebnisse der Wärmeplanungen in seinen Ausbauplanungen berücksichtigen kann, wird der Austausch von konkreten Ergebnissen (z. B. Anzahl und Leistung Wärmepumpen oder elektrische Direktheizung pro Baublock) empfohlen. Sofern vorhanden, können bei der Aktualisierung der Wärmeplanungen dann konkretere Daten zur Lage und zu den freien Netzanschlusskapazitäten sowie zu bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene und zu den Umspannstationen zwischen Mittel- und Niederspannung berücksichtigt werden. Es entstehen keine Kosten durch die Umsetzung der Maßnahme.

Maßnahme | Erneute Prüfung der Eignung für Wasserstoffnetzgebiete

Da die Verwendung von Wasserstoff aufgrund der voraussichtlichen Preise und zur Verfügung stehenden Mengen primär auf die Industrie und die Stromerzeugung fokussiert wird, ist es für die Festlegung der Eignung von Wasserstoffnetzgebieten ein wichtiges Kriterium, konkrete H₂-Bedarfe aus der Industrie zu kennen. Zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung lagen diese bei den Gasnetzbetreibern noch nicht verbindlich vor. Je konkreter die Bedarfsmeldungen, desto konkreter können die Wasserstoffplanungen seitens der Gasnetzbetreiber erfolgen. Es ist elementar, dass die Gasnetzbetreiber zwecks Konkretisierung der Wasserstoffplanungen mit der Industrie in regelmäßigem Kontakt bleiben. Im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung sollte die Eignung für Wasserstoffnetzgebiete erneut überprüft werden, da bis dahin möglicherweise neue Anhaltspunkte hinsichtlich Erzeugung, wirtschaftlicher Nutzung, Speicherung und potenziellen Ankerkunden vorliegen. Die Kommune agiert als planungsverantwortliche, zentrale Koordinierungsstelle und setzt sich hierzu mit dem örtlichen Gasverteilnetzbetreiber in Verbindung. Es entstehen keine Kosten für die Umsetzung der Maßnahme.

8.1.6 Maßnahmen im Strategiefeld Heizungsanlagen

Das Strategiefeld Heizungsanlagen zielt auf eine Umstellung der fossilen Heizungen auf GEG konforme Technologien ab. Dabei spielen der Ausbau von Wärmepumpen, der Rückbau/Austausch von fossilen Heizungen sowie der Anschluss an vorhandene Wärmenetze zentrale Rollen bei der Zielerreichung.

Maßnahme | Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Umstellung von fossilen Heizungen auf Wärmepumpen (oder Hybridheizungen)

Um den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen und die Reduktion von Treibhausgasemissionen im kommunalen Gebäudebestand voranzutreiben, wird empfohlen, mittelfristig (bis Ende 2030) ein Programm zur Umstellung auf Wärmepumpen oder hybride Heizsysteme zu etablieren. Hierbei sollten Bürger/-innen umfassend über bestehende Fördermittel, insbesondere aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), informiert werden, um den finanziellen Aufwand so gering wie möglich zu halten. Ergänzend ist die Durchführung individueller Gebäudeeignungsanalysen angezeigt, um technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für die Installation von Wärmepumpen zu prüfen. Die Umsetzung dieses Beratungsangebots verursacht für die Kommune nur geringe bis mittlere Kosten, während die bauliche Umstellung selbst von den privaten Eigentümer/-innen getragen wird, ggf. mit weiterer finanzieller Unterstützung durch Bund und Land. Die Kommune übernimmt hier die Rolle einer Vermittlerin und Reguliererin, indem sie durch gezielte Informationskampagnen und Beratungsleistungen eine breite Akzeptanz und Nachfrage für nachhaltige Heizsysteme schafft.

8.1.7 Maßnahmen im Strategiefeld Sanierung und Modernisierung

Die Maßnahmen im Strategiefeld Sanierung und Modernisierung haben das Ziel der Reduktion der Wärmeverluste bei Raumwärme und Prozesswärme. Die Steigerung der Sanierungsrate bei Wohngebäuden, die Modernisierung von Gewerbegebäuden sowie Effizienzsteigerungen in der Industrie sind hierbei wesentliche Teilziele.

Maßnahme | Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Sanierung und Modernisierung von Wohngebäuden

Um den Energieverbrauch der größtenteils alten Wohngebäude in Niederkassel nachhaltig zu reduzieren und deren Effizienz zu steigern, wird empfohlen, kurzfristig (ab 2025) das Beratungsangebot Dritter für private Eigentümer/-innen stärker über die Presse und die Internetseite zu bewerben. Durch die Mitgliedschaft der Stadt Niederkassel bei der Energieagentur Rhein-Sieg, können Niederkasseler/-innen individuelle Beratungsangebote der Verbraucherzentrale kostenlos in Anspruch genommen werden. Dieses Angebot stellt neben individueller Beratung zu geeigneten

Sanierungsmaßnahmen (etwa Dämmung oder Fenstertausch) auch Informationen zu vorhandenen Fördermitteln zur Verfügung. Über die Energieagentur Rhein-Sieg / die Verbraucherzentrale können außerdem Infomaterialien (z. B. Sanierungsratgeber) zur Verfügung gestellt und Veranstaltungen angeboten werden. Die Kosten für das Beratungsangebot sind für die Kommune im Mitgliedsbeitrag bei der Energieagentur Rhein-Sieg enthalten, während die Umsetzung der baulichen Maßnahmen von den jeweiligen Hauseigentümer/-innen getragen werden. Diese Maßnahmen entsprechen der Beratungserfahrung der Verwaltung.

Maßnahme | Ausweisung besonders lohnenswerter Gebiete als Sanierungsgebiet (Steuerersparnis)

Eine weitere mittel- bis langfristig empfehlenswerte Maßnahme besteht darin, die oben genannten Gebiete als Sanierungsgebiete auszuweisen. Dies eröffnet der Kommune die Möglichkeit, finanzielle Förderung für diese Gebiete zu beantragen. Durch die Ausweisung erhalten die betroffenen Gebiete Zugang zu Bundes- und Landesmitteln der Städtebauförderung, die zur Behebung städtebaulicher Missstände im Rahmen von Programmen wie der „Städtebaulichen Erneuerung“ verwendet werden können. Zusätzlich profitieren Eigentümer/-innen von steuerlichen Anreizen, wie etwa den Abschreibungsmöglichkeiten nach § 7h EStG, welche bis zu 100 % der Sanierungskosten abdecken (erste 8 Jahre 9 %, die folgenden 4 Jahre 7 %). Darüber hinaus kann die Kommune dank der Ausweisung von Sanierungsgebieten gezielt städtebauliche Planungsinstrumente einsetzen, darunter Genehmigungspflichten, Veränderungssperren und Vorkaufsrechte. Das Sanierungsverfahren selbst, also die Festlegung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, stellt ein strategisches Planungsinstrument dar, das sich über längere Zeiträume erstreckt und verschiedene Ebenen einbezieht. Es richtet sich nach den Förderzielen von Bund und Ländern und bietet Raum für integrierte Maßnahmen wie Klimaanpassung und nachhaltige Stadtentwicklung. In einem ersten Schritt dieser Maßnahme kann das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen zur Beratung konsultiert werden. Es entstehen keine Kosten durch die Umsetzung der Maßnahme.

Maßnahme | Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Sanierung und Modernisierung von Gewerbegebäuden

Diese Maßnahme umfasst die Bewerbung von Beratungsangeboten Dritter für Gewerbebetriebe, um diese über Möglichkeiten zur energetischen Optimierung und Modernisierung zu informieren. Ein Bestandteil kann die Vermittlung qualifizierter Energieberater sein, die praxisnahe Lösungen entwickeln und die Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen speziell für Unternehmen begleiten können. Dies kann beispielsweise über ein Energieberater-Verzeichnis auf der Internetseite der Stadt geschehen. Die Kosten für diese Maßnahme liegen für die Kommune im niedrigen Bereich.

8.1.8 Maßnahmen im Strategiefeld Verbraucherverhalten

Im Strategiefeld Verbraucherverhalten geht es darum, die Effizienz bei der Nutzung von Raumwärme und Warmwasser zu erhöhen. Dies kann sowohl durch steigende Energieeffizienz (Verbrauch reduzieren) als auch Wohnraumsuffizienz (Wohnfläche pro Person verringern) erreicht werden.

Maßnahme | Kommunikation von Energiesparmaßnahmen in Richtung Bürger/-innen

Sofern die Bürger/-innen Interesse haben, Energieeinsparungen kurzfristig (ab 2025) vorzunehmen und den Wärmebedarf in ihren Haushalten nachhaltig zu reduzieren, werden entsprechenden Beratungsangebote Dritter beworben (vgl. Kommunikationsmaßnahmen in den Strategiefeldern oben).

8.2 Verstetigungsstrategie

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 in der Kommune zu erreichen, ist es entscheidend, dass die technischen Maßnahmen, die aus der Umsetzungsstrategie resultieren, auch durchgeführt

werden können. Hierbei können flankierende sozio-ökonomische, politische und organisatorische Maßnahmen die Kommune und Akteur/-innen dabei unterstützen, die kommenden Veränderungen gemeinsam und nachhaltig bewältigen zu können. Der lange Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045 ist in folgender Abbildung dargestellt.

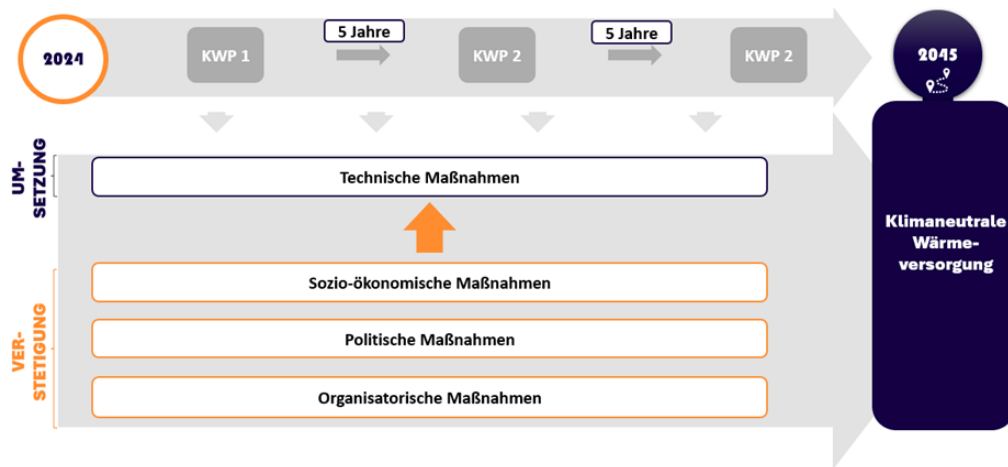


Abbildung 66: Zusammenspiel zwischen Umsetzungsstrategie und Verfestigungsstrategie

8.2.1 Beschreibung der Methodik

Das WPG ordnet den Kommunen mit Einführung der kommunalen Wärmeplanung beim Thema Wärmewende die Rolle der zentralen Koordinierungsstelle zu. Damit wird seitens Gesetzgeber berücksichtigt, dass die Wärmewende nur vor Ort gelöst und umgesetzt werden kann und nicht „top-down“ seitens des Bundes vorgegeben werden kann. Hierfür bedarf es jedoch auch noch eine große Anzahl an Akteur/-innen, die von der Kommune in den Prozess Wärmewende eingebunden werden sollen. Die Kommune schafft somit die Schnittstelle zwischen Politik, Land, den benachbarten Kommunen sowie den Akteur/-innen und Bürger/-innen.

Die Verfestigungsstrategie hat das Ziel die Voraussetzungen für die Umsetzung der Wärmewende in der Kommune zu schaffen und die Kommune zu befähigen, die Wärmewende als zentrale Aufgabe der Kommune zu verankern. Sie definiert wesentliche Leitlinien für die weitere Entwicklung und Umsetzung, ermöglicht die Etablierung effektiver Arbeitsabläufe und stellt sicher, dass die gesetzten Ziele effizient erreicht werden. Hierzu verfolgt die Verfestigungsstrategie drei Ziele:

1. Technische, sozio-ökonomische, politische und organisatorische Maßnahmen sollen kurz- und langfristig umgesetzt werden.
2. Die Kommune soll langfristig in der Region am Ziel klimaneutrale Wärmeversorgung arbeiten und Vorreiter sein.
3. Die aktuellen Strukturen in der Kommune müssen auf die kommenden Aufgaben angepasst werden und die Kommune als zentrale Koordinierungsstelle agieren.

Um die Klimaschutzziele schnellstmöglich zu erreichen, ist eine konsequente und zeitnahe Umsetzung, Weiterverfolgung und gegebenenfalls Aktualisierung der Maßnahmen für alle Beteiligten von Interesse. Da die kommunale Wärmeplanung selbst ein unverbindliches strategisches Planungsinstrument darstellt (vgl. Abschnitt 2.1), ist es für die weitere Umsetzung von entscheidender Bedeutung, möglichst schnell eine Verbindlichkeit herzustellen. Dieser Prozess sollte frühzeitig eingeleitet und relevante Rahmenbedingungen, wie finanzielle und personelle Ausgangsbedingungen, analysiert und verbessert werden.

Zur Unterstützung der Kommune in ihrer Rolle als zentrale Koordinierungsstelle der Wärmewende wurden folgende zentrale Handlungsfelder identifiziert, die sich wie folgt gliedern:

- **Umsetzung & Nachverfolgen von Maßnahmen:** Die in der Umsetzungsstrategie definierten Maßnahmen müssen teilweise angestoßen, kontrolliert oder umgesetzt werden. Hierfür bedarf es einer zentralen Koordination durch die Kommune.
- **(Inter-)kommunale Vernetzung:** Um sicherzustellen, dass auch alle Informationen innerhalb und außerhalb der Kommune optimal gestreut werden und damit potenziell Synergieeffekte gehoben werden können, ist die (inter-)kommunale Vernetzung stärker in den Fokus zu rücken.
- **Kommune als Vorreiter:** Die Stadt nimmt beim Thema Wärmewende eine Vorbildfunktion ein und sollte daher eine Vorreiterrolle innerhalb der Kommune am Beispiel der klimafreundlichen Wärmeversorgung der eigenen Gebäude einnehmen.
- **Expertise (weiter) ausbauen:** Um die Aufgabe der Koordination bestmöglich erfüllen zu können, ist eine stetige Weiterbildung im Bereich Wärmewende und Klimaschutz erforderlich.

Das Zusammenspiel dieser Handlungsfelder sorgt dafür, dass die Kommune ihre Koordinierungsfunktion effektiv und effizient wahrnehmen kann. Für jedes der definierten Handlungsfelder wurden konkrete Maßnahmen abgeleitet.

8.2.2 Maßnahmen aus der Verstetigungsstrategie

Im Folgenden werden die identifizierten Maßnahmen gruppiert je nach Handlungsfeld detaillierter beschrieben.

8.2.2.1 Handlungsfeld: Umsetzung & Nachverfolgen von Maßnahmen

Maßnahme | Koordination der Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie (Projektmanagement)

Für die Koordination der Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie ist ein zentrales Projektmanagement erforderlich. Dieses sollte fortlaufend den aktuellen Stand aller Maßnahmen kontrollieren, eventuellen Handlungsbedarf identifizieren und die erforderlichen Schritte einleiten. Die Durchführung von Regelterminen mit allen relevanten Akteur/-innen gehört genauso dazu, wie die Berichterstattung in politischen Gremien zum Thema Klimaschutz. Da für die Umsetzung der technischen Maßnahmen größtenteils externe Akteur/-innen sowie Dienstleister erforderlich sind, sind diese kontinuierlich zu koordinieren. Hierbei sind auch die Auswirkungen der Maßnahmen auf die kommunalen Liegenschaften und laufenden Baumaßnahmen zu berücksichtigen sowie mögliche Synergieeffekte zu erkennen.

Maßnahme | Regelmäßiges Monitoring gemäß Controllingkonzept

Basierend auf dem Controllingkonzept (siehe Abschnitt 8.3) ist einmalig das Controlling aufzustellen und zu etablieren. Anschließend soll hiermit der Beitrag der Maßnahmen zur Zielerreichung fortlaufend geprüft werden, um bei Bedarf weitere Maßnahmen (auch vor der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung) identifizieren zu können. Die Effizienz der Maßnahmen wird dabei genauso überwacht, wie die Daten zu Wärmeverbrauch, CO₂-Emissionen oder Sanierungsrate.

Maßnahme | Berichterstattung

Im Rahmen der Berichterstattung muss die fristgerechte Übermittlung der Ergebnisse der Wärmeplanung an die im jeweiligen Bundesland zuständige Behörde, in Nordrhein-Westfalen das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUK) erfolgen. Auch eventuelle Rückfragen müssen beantwortet werden. Dies gilt auch für die Fortschreibung der Wärmeplanung. Es kann darüber hinaus hilfreich sein, übergeordnete Berichte, die von der jeweiligen Behörde veröffentlicht werden, fortlaufend auszuwerten und bei der Fortschreibung oder der Umsetzung von Maßnahmen zu berücksichtigen.

Folgende Maßnahmen kommen nur zum Tragen, wenn sich die Planungen weiter konkretisieren und tatsächlich ein Wärmenetz gebaut werden soll:

Maßnahme | Rechtliche Voraussetzungen schaffen

Für den zukünftigen Betrieb von Wärmenetzen sollten schon früh die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden, da diese schon bei Machbarkeitsstudien zu beteiligen sind. Dabei können bspw. die Gesellschaftsform einer Zusammenarbeit mit ausgewählten Wärmenetzbetreibern oder auch die jeweiligen Anteile an der Gesellschaft festgelegt werden. Der für die Vorbereitung finale Schritt ist es, einen Gestattungsvertrag abzuschließen. Um die Errichtung eines Wärmenetzes zu ermöglichen, sollten diese Schritte mittelfristig umgesetzt werden.

Maßnahme | Finanzierung sichern

Zur Sicherung der Finanzierung sollte zu Beginn ein Fördermittelakquiseplan aufgestellt werden. Anschließend müssen Fördermittelanträge, bspw. nach der BWE-Förderung, gemäß dem Plan gestellt und administriert werden. Auch weitere Kredit- und Darlehensbedarfe sollten frühzeitig geplant und beantragt werden. Die Umsetzung dieser Schritte sollte mittelfristig bis 2030 erfolgen.

Maßnahme | Wärmenetze und Quartierskonzepte in Bebauungsplänen berücksichtigen

Wenn feststeht, welche Wärmenetze umgesetzt werden, sollen diese in der Bauleitplanung mit oder ohne Benutzungszwang berücksichtigt werden. Synergieeffekte durch ganzheitliche Quartierskonzepte sind dabei mitzudenken. Hierüber sind dann Betroffene und Politik frühzeitig zu informieren.

8.2.2.2 Handlungsfeld: (Inter-)kommunale Vernetzung

Maßnahme | Interne Vernetzung innerhalb der Verwaltung

Um einen kontinuierlichen Informationsfluss innerhalb der Kommune sicherstellen zu können, sollten regelmäßige Abstimmungstermine mit allen relevanten Organisationseinheiten amtsübergreifend durchgeführt werden. Diese können monatlich bis quartalsweise stattfinden und können auch im Rahmen bestehender Ausschüsse abgewickelt werden. Hierbei ist organisatorisch darauf zu achten, dass alle Einheiten einen Sachstandsbericht abgeben und die Informationen in alle Richtungen fließen können. Für die gemeinsam identifizierten Aufgaben sollten konkrete nächste Schritte und Verantwortlichkeiten festgelegt werden.

Maßnahme | Vernetzung mit Nachbarkommunen und Heben von Synergien

Sinnvoll ist ebenfalls eine Vernetzung mit anderen Kommunen und überregionalen Energieagenturen, um auch hier die aktuellen Erkenntnisse und Informationen miteinander teilen zu können, um ggf. Synergieeffekte heben zu können. Hierfür können ebenfalls bestehende Formate genutzt werden, wie z. B. der Austausch Wärmewende der Energieagentur Rhein-Sieg und der Runde Tisch Wärmewende der Rhein-Sieg Netz GmbH. Dieser Austausch sollte nach der kommunalen Wärmeplanung langfristig fortgeführt werden, um den Weg zur Zielerreichung der klimaneutralen Wärmeversorgung gemeinsam beschreiten zu können.

Maßnahme | Fortführung des Austausches zwischen den Schlüsselakteur

Das Format des runden Tisches zur Beteiligung diverser Niederkasseler Akteur/-innen, welches im Rahmen der Wärmeplanung bereits einmal stattgefunden hat, sollte bei neuen Erkenntnissen (z. B. zum Thema Wärmenetze) weitergeführt werden. So wird die Berücksichtigung von Ideen und Bedenken im gesamten Prozess der Wärmewende sichergestellt.

8.2.2.3 Handlungsfeld: Kommune als Vorreiter

Maßnahme | Externe Kommunikation (Integration von Klimaschutz in der Außendarstellung für das Leitbild der Kommune)

Ein wichtiger Punkt beim Thema Wärmewende ist die Aufklärungsarbeit zu den Herausforderungen und Lösungen. Denkbar sind die folgenden Maßnahmen:

1. Durchführung bzw. Organisation von Informationsveranstaltungen für Bürger/-innen zur Wärmewende in der Kommune
2. Austausch mit Bürger/-innen zu allen Themen rund um erneuerbare Wärmeversorgung bei öffentlichen Veranstaltungen
3. Informations-Website aufbauen zur gezielten Information zur Wärmewende (inkl. Informationen und Beratungsangebote zum Gebäudeenergiegesetz) und zum aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung
4. Aufmerksamkeit bei Nachwuchs wecken bezüglich Jobs der Wärmewende in der Kommune (Einbindung in bestehende Formate, z. B. Ausbildungsmessen)

Maßnahme | Sanierungs- und Dekarbonisierungsfahrplan für alle kommunalen Liegenschaften

Ein Großteil der kommunalen Liegenschaften ist in einem schlechten energetischen Zustand und wird noch mit fossilen Energieträgern beheizt. In ihrer Vorbildfunktion wird der Kommune die Erstellung eines Sanierungs- und Dekarbonisierungsfahrplans für ihre kommunalen Liegenschaften empfohlen, um transparent machen zu können, welche Gebäude saniert und mit welchen Heizungstechnologien diese bis 2045 beheizt werden.

8.2.2.4 Handlungsfeld: Expertise (weiter) ausbauen

Da das Thema Wärmewende sich stetig weiterentwickelt und ständig neue Technologien und Konzepte auf den Markt kommen, hat die Kommune als Koordinatorin der Wärmewende auch die Aufgabe, hier auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Hier sind neben der Kooperation mit Forschungsinstituten, Beratungsgesellschaften oder regionalen Schlüsselakteur/-innen verschiedene Maßnahmen denkbar, um die Fachkompetenzen bei Koordinatoren und Entscheidungsträgern innerhalb der Kommune zu erhalten bzw. zu erhöhen. Im Folgenden werden ein paar Beispiele mit niedrigen Kosten aufgeführt.

Maßnahme | Weiterbildung (Schulungen, Seminare) zum Thema Wärmewende

1. Teilnahme an Schulungsveranstaltungen zu verschiedenen Themen:
Gesetzliche Grundlagen, Förderrahmenbedingungen, Planung und Bau von Wärmenetzen, technische Hintergrundinformationen zur Nutzung und Realisierung von erneuerbaren Wärmequellen
2. Technologie-Workshops für Entscheidungsträger und technisches Personal:
Vertiefende Seminare zu innovativen Technologien, wie bspw. Power-to-Heat, Wasserstoff oder saisonaler Speicherung

8.2.3 Zuständigkeit innerhalb der Verwaltung

Die Umsetzung und Koordination der aufgelisteten Maßnahmen obliegt dem Klimaschutzmanagement als zentrale Koordinierungsstelle.

Das Klimaschutzmanagement hat die Aufgabe, sowohl die internen Strukturen innerhalb der Kommune als auch die externen Akteur/-innen wie Energieversorger, Netzbetreiber, Handwerksbetriebe und

Beratungsstellen zu koordinieren. Die Aufgaben der einzelnen Akteure sind im Anhang 15.5 näher beschrieben.

Eine klare Koordination und Zuständigkeit sind wichtig, um den fortlaufenden Austausch und die enge Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren sicherzustellen. Gleichzeitig wird durch eine zentrale Verantwortlichkeit die kontinuierliche und fachgerechte Bearbeitung des Themas gewährleistet, sodass Maßnahmen nicht nur angestoßen, sondern auch effizient und nachhaltig umgesetzt werden können. Zudem ist diese Rolle entscheidend für das Monitoring und die Nachverfolgung der Fortschritte, um sicherzustellen, dass die gesetzten Klimaziele – wie die klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 – eingehalten werden können.

Eine mögliche Unterstützung für das Klimaschutzmanagement als Projektleitung der kommunalen Wärmewende ist die Einrichtung eines Projektbüros, welches sich um alle anstehenden Aufgaben aus dem Bereich Projektmanagement kümmern kann und so das Klimaschutzmanagement personell und methodisch entlasten kann. Hierbei kann die Kooperation bzw. der Zusammenschluss mit Nachbarkommunen eine sinnvolle Synergie ergeben, um auch den Austausch untereinander zu fördern und Best-Practice-Beispiel bestmöglich übertragen zu können.

8.3 Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept spielt eine entscheidende Rolle für die transparente, effiziente und zielgerichtete Umsetzung von Maßnahmen. Es ermöglicht ein kontinuierliches Monitoring und damit eine transparente Darstellung des Projektfortschritts, indem geeignete Indikatoren regelmäßig den Zielerreichungsgrad der klimaneutralen Wärmeversorgung überprüfen können. Mittels eines regelmäßigen Abgleiches von Soll- und Ist-Zustand können Entwicklungen erfasst und lokale Veränderungen erkannt werden. Der Aufbau dieses Systems bildet somit einen integralen Bestandteil bei der Wärmewendestrategie.

8.3.1 Beschreibung der Methodik

Hierfür bedarf es eines sorgfältig ausgearbeiteten strategischen Fahrplans sowie klare Handlungsstrategien und Maßnahmen. Der Controlling-Prozess umfasst vier wesentliche Schritte:

1. Planung:
 - Definition von Strategiefeldern
 - Identifikation der relevanten Indikatoren, welche im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst werden müssen
 - Identifikation der Datenquellen und Erfassungssysteme für die definierten Indikatoren
2. Organisationsstruktur und Zuständigkeiten
 - Klärung der Verantwortlichkeiten für die Datenerfassung und das Monitoring
 - Steuerung der Stakeholder, die für die Datenerhebung der Indikatoren zuständig sind
3. Tool-Integration:
 - Aufbau eines geeigneten Datenmanagement-Systems
 - Erstellung passender Auswertungs- und Darstellungssysteme
4. Datenerfassung:
 - Regelmäßige Erfassung relevanter Kennzahlen und Daten zur Umsetzung, wie CO₂-Emissionen, Energienutzung etc.
 - Analyse und Vergleich: Vergleich der Ist-Daten mit den geplanten Soll-Werten, Analyse von Abweichungen und deren Ursachen.
 - Maßnahmenanpassung: Ableitung und Umsetzung von Korrekturmaßnahmen, falls signifikante Abweichungen vorliegen

- Koordination des Informationsflusses durch die Kommune an alle relevanten Projektbeteiligten

8.3.2 Definition der Indikatoren und Strategiefelder

Um die relevanten Indikatoren für das Monitoring zu identifizieren, werden vorerst die strategischen Ziele der Stadt Niederkassel festgelegt. Diese werden bereits in der Umsetzungsstrategie für die technischen Maßnahmen definiert und in fünf übergeordnete Strategiefelder untergliedert. Sie stehen im Einklang mit der Umsetzungsstrategie, sodass die Indikatoren im Monitoring direkt auf die technische Umsetzung abzielen und für die Steuerung herangezogen werden können. Im Rahmen der Umsetzungsstrategie wurden die folgenden Strategiefelder definiert:

- Erneuerbare Energien
- Infrastruktur
- Heizungsanlagen
- Sanierung & Modernisierung
- Verbraucherverhalten

Um die Zielerreichung in Summe monitoren zu können, wird zusätzlich zu Controllingzwecken ein übergeordnetes Strategiefeld eingeführt.

Im nächsten Schritt werden geeignete Indikatoren festgelegt, um den Fortschritt in den verschiedenen Strategiefeldern systematisch zu erfassen und messbar zu machen. Jedem Strategiefeld sind mehrere Indikatoren zugeordnet, die es ermöglichen, die Entwicklung der strategischen Ziele kontinuierlich zu beobachten und zu bewerten. Diese Indikatoren dienen als Steuerungsinstrument, um Erfolge sichtbar zu machen und gegebenenfalls Anpassungen in der Strategie vorzunehmen. Eine detaillierte Übersicht über die Strategiefelder – jeweils mit ihrem zugehörigen Leitsatz –, die untergeordneten strategischen Ziele sowie die entsprechenden Indikatoren zur Überwachung dieser Ziele finden sich in Tabelle 5 im Anhang 15.6.

Die meisten dieser Indikatoren wurden bereits im Rahmen der Kernprozesse erhoben und können für das Monitoring zur weiteren Nachverfolgung sowie Steuerung herangezogen werden. Die ausgewählten Indikatoren orientieren sich sowohl an den Indikatoren des Zielszenarios als auch an den Maßnahmenpaketen der Umsetzungsstrategie. Darüber hinaus werden mit den definierten Indikatoren potenzielle Meldungen auf Landesebene erfüllt, da alle Indikatoren des Zielszenarios abgedeckt werden.

Bei der Datenerfassung und Veröffentlichung im Rahmen des Reportings ist es entscheidend sicherzustellen, dass alle erfassten Daten den geltenden Datenschutzbestimmungen entsprechen, wie beispielsweise der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Das bedeutet, dass personenbezogene Daten nur mit ausdrücklicher Zustimmung der betroffenen Person erfasst und verarbeitet werden dürfen. Zusätzlich müssen die Daten sicher gespeichert und vor unbefugtem Zugriff geschützt werden.

8.3.3 Datenquellen und Erfassungssysteme

Eine wichtige Grundlage für das Controlling ist die Verfügbarkeit verlässlicher Daten. Hierfür werden einheitliche Datenquellen und Erfassungssysteme etabliert, sodass in der zweiten Phase des Controllingkonzeptes die Erhebung und Auswertung der relevanten Daten erfolgt. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Daten bei unterschiedlichen Datenlieferanten angefragt werden müssen, die jeweils ihre Daten ggf. aus unterschiedlichen Datenquellen zusammenstellen müssen.⁶

⁶ Die genauen Datenquellen zur Erhebung von Indikatoren wurden der Kommune in einem separaten Dokument zur Verfügung gestellt. Auf eine Darstellung an dieser Stelle wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

8.3.4 Organisationsstruktur und Zuständigkeiten

Nach der Definition der relevanten Datenquellen und Verantwortlichkeiten für die Erhebung sowie Bereitstellung der Daten, werden Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten für das Controlling festgelegt. Das Controlling sollte in die Verwaltungseinheiten integriert werden (siehe Verstetigungsstrategie). I. d. R. ist der Klimaschutzmanager hierbei als zentrale Anlaufstelle zu betrachten. Er ist neben der Gesamtkoordination und Umsetzung der Wärmeplanung auch verantwortlich für das Controlling. Seine Aufgaben umfassen das Einholen der relevanten Daten bei den definierten Datenlieferanten sowie die Steuerung der Stakeholder, das Einpflegen der Daten in ein Monitoring-System, das Erkennen und aktive Einfordern fehlender Daten und die Analyse der Ist-Daten mit den geplanten Soll-Werten. Des Weiteren liegt in seinem Aufgabenbereich das Maßnahmenmanagement, das u. a. die Ableitung und Umsetzung von geeigneten Gegenmaßnahmen beinhaltet, falls signifikante Abweichungen vorliegen. Zuletzt ist er verantwortlich diese Daten zentral zu verwalten und für den relevanten Personenkreis zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ist in der Zukunft die Einbindung eines externen Projektbüros für die genannten Aufgaben denkbar. Dabei würden sich viele operative Aufgaben auf den Dienstleister verlagern, sodass die verantwortliche Person vorrangig die Aufgaben der Steuerung und Abstimmung mit dem externen Dienstleister einnehmen könnte, jedoch weiterhin der zentrale Ansprechpartner für das Controlling bleiben würde.

8.3.5 Aufbau eines Datenmanagement-Systems und kontinuierliches Monitoring

Für die Erfassung der vorher festgelegten, relevanten Daten, wie z. B. Energieverbräuche, CO₂-Emissionen etc., sollte ein Monitoring-System entwickelt werden, welches im Wesentlichen dem BSKO-Standard entspricht. Es sollten jährliche Endenergieverbräuche in kWh sowie Emissionen von THG in t CO₂-Äquivalenten der gesamten Wärmeversorgung, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern, erfasst werden. Während beim BSKO-Standard bei den Energiesektoren auch der Verkehr aufgenommen wird, spielt dieser bei der kommunalen Wärmeplanung eine untergeordnete Rolle und wird dementsprechend nicht berücksichtigt. Des Weiteren wird beim BSKO-Standard der Energieträger Strom bilanziert, der aufgrund der fehlenden Datenerhebungsermächtigung bei der kommunalen Wärmeplanung und demnach auch in diesem Projekt ebenfalls ausgeklammert wird.

Aufbauend auf der Startbilanz können Veränderungen in einer neuen Bilanz dokumentiert werden. Die Bilanz-Werte können als Zeitreihen abgespeichert werden, sodass es möglich ist einen kontinuierlichen Fortschritt festzustellen. Dabei wird je Kennzahl ein Mindest- und Maximalwert definiert. Anhand der erhobenen Daten kann durch einen Soll- und Ist-Abgleich zum Zielszenario die Entwicklung festgestellt werden. Mit Hilfe von Evaluierungen werden die Entwicklungen über längere Zeiträume beobachtet. Unterstützt wird die Fortschrittskontrolle durch ein Ampel-System mit unterschiedlichen Eskalationspfaden. Dieses Ampelsystem wird mit einer Risikomatrix verknüpft, um Gegenmaßnahmen zu definieren. Sofern beim Abgleich festgestellt wird, dass eine Kennzahl außerhalb des Toleranzbereichs liegt bzw. nicht erfüllt wurde, sollte der Klimaschutzmanager eine faktenbasierte Analyse in Bezug auf die Ursache durchführen und entsprechende Maßnahmen festlegen, sodass Fehlentwicklungen frühzeitig identifiziert und Möglichkeiten aufgezeigt werden, um diesen entgegenzuwirken. Falls eine Nicht-Erfüllung aus einem fehlenden Wert hervorgeht, wird ein Ersatzwert anhand einer Schätzung gebildet, da ein fehlender Wert die Aussagekraft der Gesamtbilanz unter Umständen verzerren kann.

Für die Bilanzierung und Darstellung von Endenergie und THG im betrachteten Gebiet inkl. Zuordnung zu den verschiedenen Verbrauchssektoren gibt es bereits unterschiedliche Softwarelösungen, die zur Effizienzsteigerung des Controllings in der kommunalen Wärmeplanung beitragen können und perspektivisch in Erwägung gezogen werden. Die Aufstellung einer regelmäßigen Bilanz ist das Kernstück eines effizienten Monitorings, sodass eine gleichmäßige Nachverfolgung gewährleistet werden kann.

8.3.6 Reporting und Ausblick

Ein regelmäßiges Berichtswesen ist zentral, um den Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung transparent zu machen und Entscheidungen zu fundieren. Das Controlling wird deshalb folgende Berichtsstrukturen vorsehen:

- Zweijährige Berichterstattung: Das Landesgesetz sieht vor, dass LANUK einem Zwei-Jahres-Rhythmus einen Monitoring-Bericht veröffentlichen wird. Demnach ist davon auszugehen, dass alle zwei Jahre eine Meldung von erforderlichen Informationen auf einer einheitlichen Internetseite vom LANUK zur Verfügung gestellt werden muss.

Der Wärmeplan sollte mindestens auf seine zugrundeliegenden Annahmen alle fünf Jahre überprüft werden, um der Verpflichtung zur Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nachzukommen und dem Wärmeplan die notwendige Aktualität einzuräumen. In dem Zuge sollte auch im Abgleich mit der Entwicklung und den Möglichkeiten auf Bundesebene geprüft werden, ob eine Ausweitung, Anpassung und Verschärfung von einzelnen Indikatoren oder Instrumenten erforderlich werden.

8.4 Zusammenfassung und zeitliche Einordnung der Maßnahmen

Die in den vergangenen Kapiteln beschriebenen Maßnahmen zur Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie sowie zum Controlling-Konzept werden in die Kategorien „kurzfristig“, „mittelfristig“ und „fortlaufend bzw. langfristig“ eingeordnet. Die Veröffentlichung der Maßnahmen dient der Orientierung und zeitlichen Priorisierung aller beteiligten Akteur/-innen während des gesamten Prozesses. Die folgende Abbildung 67 fasst die erarbeiteten Maßnahmen zusammen und zeigt auch den zeitlichen Zusammenhang der Maßnahmen der Umsetzungsstrategie mit denen der Verstetigungsstrategie. In der Summe stellt dies den Maßnahmenkatalog für die Wärmewendestrategie in der Kommune dar.

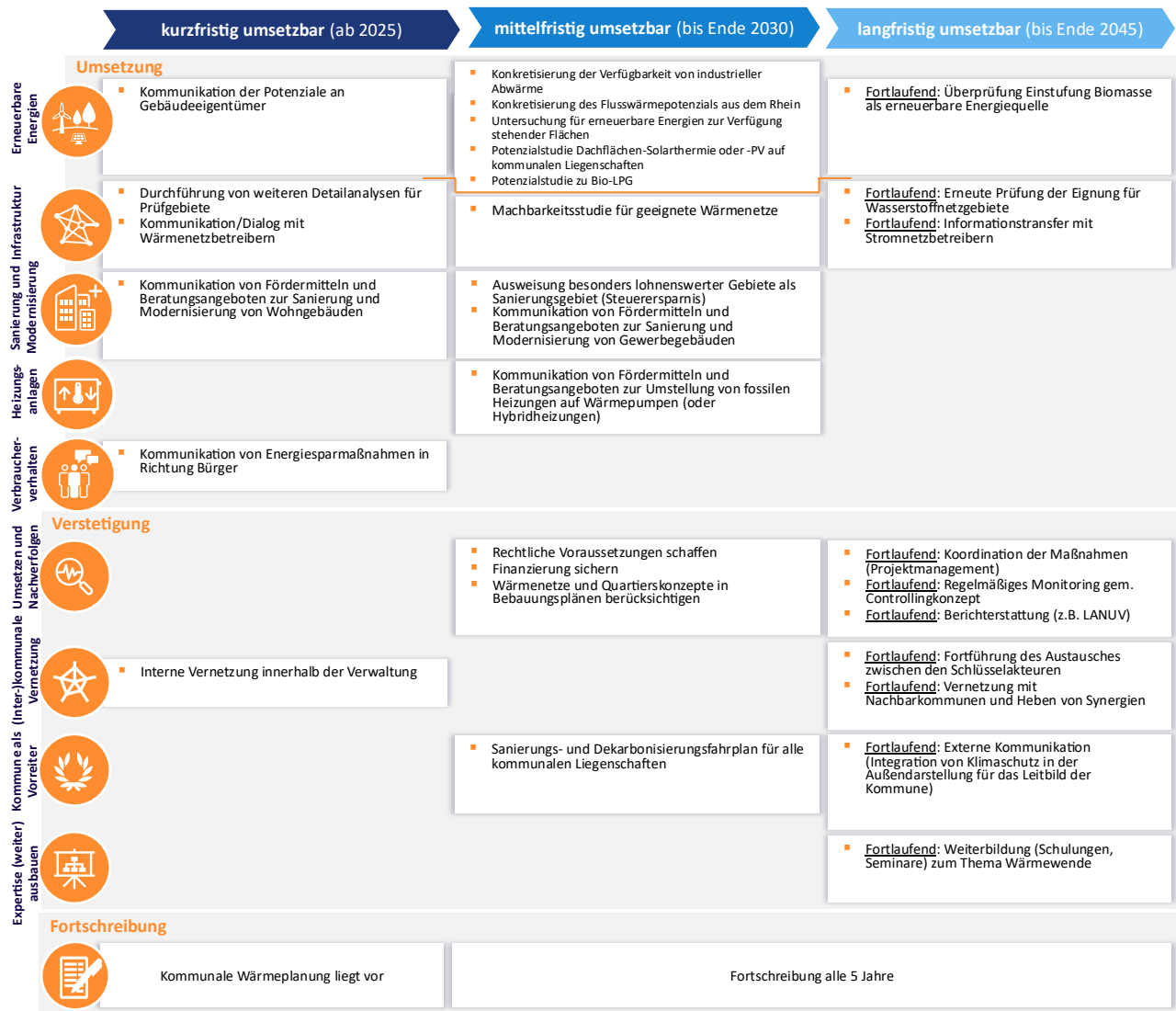


Abbildung 67: Zusammenfassende Darstellung und zeitliche Einordnung der Maßnahmen

In den folgenden Abschnitten sind die in Kapitel 8 beschriebenen Maßnahmen entsprechend der obenstehenden Abbildung in Schlagworte zusammengefasst und in eine zeitlich zu priorisierende Reihenfolge gebracht.

8.4.1 Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen

Die kurzfristigen Maßnahmen werden nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung innerhalb von 1 bis 2 Jahren umgesetzt. Diese Maßnahmen bilden die ersten Schritte, um schnell sichtbare Fortschritte zu erzielen und die Grundlage für weiterführende Projekte zu schaffen.

- **Erneuerbare Energien**
 - Kommunikation der Potenziale an Gebäudeeigentümer/-innen
- **Infrastruktur**
 - Durchführung von weiteren Detailanalysen für Prüfgebiete
 - Kommunikation/Dialog mit Wärmenetzbetreibern
- **Sanierung und Modernisierung**
 - Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Sanierung und Modernisierung von Wohngebäuden
- **Verbraucherverhalten**
 - Kommunikation von Energiesparmaßnahmen in Richtung Bürger/-innen
- **(Inter-)kommunale Vernetzung**
 - Interne Vernetzung innerhalb der Verwaltung

8.4.2 Mittelfristig umsetzbare Maßnahmen

Die mittelfristigen Maßnahmen, werden in einem Zeitraum von 3 bis 5 Jahren umgesetzt. Diese Maßnahmen bauen häufig auf kurzfristigen Maßnahmen auf und sind in der Regel komplexer oder erfordern umfassendere Planungen und Ressourcen.

- **Erneuerbare Energien**
 - Konkretisierung der Verfügbarkeit industrieller Abwärme zur zentralen Versorgung
 - Konkretisierung des Potenzials Flusswärme
 - Untersuchung der für erneuerbare Energien zur Verfügung stehenden Flächen
 - Potenzialstudie Dachflächen-Solarthermie oder -PV auf kommunalen Liegenschaften
 - Potenzialstudie zu Bio-LPG
- **Infrastruktur**
 - Machbarkeitsstudie für geeignete Wärmenetze
- **Sanierung und Modernisierung**
 - Ausweisung besonders lohnenswerter Gebiete als Sanierungsgebiet (Steuerersparnis)
 - Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Sanierung und Modernisierung von Gewerbegebäuden
- **Heizungsanlagen**
 - Kommunikation von Fördermitteln und Beratungsangeboten zur Umstellung von fossilen Heizungen auf Wärmepumpen (oder Hybridheizungen)
- **Umsetzen und Nachverfolgen**
 - Rechtliche Voraussetzungen schaffen
 - Finanzierung sichern
 - Wärmenetze und Quartierskonzepte in Bebauungsplänen berücksichtigen
- **Kommune als Vorreiter**
 - Sanierungs- und Dekarbonisierungsfahrplan für alle kommunalen Liegenschaften

8.4.3 Langfristig und fortlaufend umsetzbare Maßnahmen

Die langfristigen Maßnahmen bauen auf den kurzfristigen und mittelfristigen Maßnahmen auf und zielen auf eine nachhaltige und vollständig klimaneutrale Wärmeversorgung ab. Sie konzentrieren sich darauf, die erzielten Fortschritte zu verstetigen und bestehende Infrastrukturen weiter auszubauen. Diese Maßnahmen sind in der Regel besonders ressourcen- und zeitintensiv und erfordern umfangreiche Planungen sowie Koordination auf verschiedenen Ebenen.

Zu den langfristigen Maßnahmen zählen im Wesentlichen der **Ausbau der erneuerbaren Energien**, der **Neu- bzw. Ausbau von Wärmenetzen** sowie die **Sanierung der Gebäude**. Diese Maßnahmen sind in Abschnitt 8 nicht detailliert beschrieben, sondern dienen dem Ziel der vollständig klimaneutralen

Wärmeversorgung. Die kurz- und mittelfristigen Maßnahmen zählen dabei bereits auf die langfristigen Maßnahmen ein.

Die fortlaufenden Maßnahmen beziehen sich auf Aktivitäten und Prozesse, die kontinuierlich und über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden, um die Ziele zu erreichen oder aufrechtzuerhalten. Diese Maßnahmen sind nicht auf einen festen Zeitraum beschränkt, sondern werden regelmäßig überprüft, angepasst und optimiert.

- **Erneuerbare Energien**
 - Überprüfung Einstufung Biomasse als erneuerbare Energiequelle
- **Infrastruktur**
 - Erneute Prüfung der Eignung für Wasserstoffnetzgebiete
 - Informationstransfer mit Stromnetzbetreibern
- **Umsetzen und Nachverfolgen**
 - Koordination der Maßnahmen (Projektmanagement)
 - Regelmäßiges Monitoring gem. Controllingkonzept
 - Berichterstattung (z. B. LANUK)
- **(Inter-)kommunale Vernetzung**
 - Fortführung des Austausches zwischen den Schlüsselakteur/-innen
 - Vernetzung mit Nachbarkommunen und Heben von Synergien
- **Kommune als Vorreiter**
 - Externe Kommunikation (Integration von Klimaschutz in der Außendarstellung für das Leitbild der Kommune)
- **Ggf. Expertise (weiter) ausbauen**
 - Weiterbildung (Schulungen, Seminare) zum Thema Wärmewende

9 Kommunikation und Beteiligung

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Beteiligungs- und Kommunikationsformate mit Politik und relevanten Akteur/-innen durchgeführt. Die Information der Öffentlichkeit folgte in einem abschließenden Bürgerforum im zweiten Quartal des Jahres 2025.

9.1 Kommunikation an die Öffentlichkeit

In einem gemeinsamen Workshop wurde eine Kommunikationsstrategie erarbeitet, die im Laufe des Projektes umgesetzt wurde.

Zu Beginn des Projektes wurde eine Pressemitteilung zur Ankündigung der Wärmeplanung herausgegeben. Diese kann unter folgendem Link aufgerufen werden <https://www.niederkassel.de/aktuelles/niederkassel-startet-kommunale-waermeplanung/> (siehe auch Anhang 15.1, zuletzt aufgerufen am 05.03.2025).

Die Ergebnisse wurden im Frühjahr 2025 der Politik vorgestellt und im Rat der Stadt beschlossen. Die allgemeine Öffentlichkeit wurde in einem abschließenden Bürgerforum am 7. Mai 2025 über die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung informiert und hat auch dort nochmal die Möglichkeit, Ideen für die Umsetzung einzubringen.

9.2 Akteursbeteiligung

Je nach Akteursgruppe wurden gezielt unterschiedliche Beteiligungsformate angeboten, um das fachliche Know-how in der Kommune einzubinden, Informationen zu sammeln und die Öffentlichkeit zu informieren. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden verschiedene Akteursgruppen beteiligt:

- Verwaltungsebenen innerhalb der Kommune
- relevante Akteur/-innen für die kommunale Wärmeplanung
- Politische Gremien

Die Verwaltungsebenen innerhalb der Kommune, die eine Berührung mit der kommunalen Wärmeplanung haben, u. a. die Ämter für Stadtplanung und Umwelt, Hochbau und Gebäudewirtschaft, Tiefbau und Liegenschaften sowie das Abwasserwerk, die Wirtschaftsförderung/ Stadtentwicklungsgesellschaft wurden über einen Lenkungsreis regelmäßig informiert.

Die betroffenen Fachbereiche der Stadt, bspw. der Fachbereich Bauaufsicht, Stadtplanung und Umwelt, wurden regelmäßig in die Zwischenpräsentationen involviert. Die Beteiligung der Politik erfolgte über Präsentation von Zwischenergebnissen im Umweltausschuss. Die relevanten Akteur/-innen wurden über einen runden Tisch einbezogen, der im Dezember 2024 abgehalten wurde. Teilnehmende waren unter anderem Netzbetreiber, Schornsteinfeger/-innen, lokal ansässige Industrieunternehmen sowie Firmen aus dem Bereich Energie- und Umwelttechnik. In diesem Beteiligungstermin wurden die Zwischenergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse vorgestellt sowie die Möglichkeit gegeben, Fragen zu stellen und Ideen einzubringen. Es konnten wertvolle Impulse für die weitere Erstellung gesammelt werden.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde in einem Projektzeitraum von elf Monaten durchgeführt. Während dieses Zeitraumes konnten dank guter Zusammenarbeit mit allen Beteiligten alle erforderlichen Teilschritte durchgeführt werden, von der Eignungsprüfung bis zur Wärmewendestrategie unter der Beteiligung aller relevanten Akteur/-innen.

Zunächst wurde im Rahmen einer Eignungsprüfung die Eignung einzelner Teilgebiete für Wärme- bzw. Wasserstoffnetzgebiete bewertet.

Die Bestandsanalyse ermöglicht die Abbildung des Status Quos in einem digitalen Zwilling und dient als Referenzpunkt für zukünftige Entwicklungen. Insgesamt liegt der Wärmeverbrauch der Stadt Niederkassel bei 405 GWh pro Jahr und emittiert pro Jahr 102 Tsd. tCO₂. Die Siedlungstypologie besteht überwiegend aus teil- oder unsanierten Einfamilienhäusern. Die Gewerbe- und Industriebetriebe haben einen Anteil von mehr als einem Drittel am Gesamtwärmeverbrauch. Den größten Anteil am Wärmeverbrauch und den CO₂-Emissionen durch den Einsatz von Gas- und Ölheizungen haben die privaten Haushalte. 94 % aller Heizungen werden fossil betrieben. Die Energieeffizienzklassen der betrachteten Gebäude liegen im Mittel bei C - D mit einem mittleren spezifischen Wärmeverbrauch von 174 kWh/m². Im gesamten Stadtgebiet Niederkassel existiert ein sehr gut ausgebautes Gasnetz. Im Stadtgebiet und im Bereich des Chemieparks Lüssdorfs liegen hohe bis sehr hohe Wärmedichten und auch Wärmeliniedichten vor. Die ländlicher geprägten Gebiete weisen dagegen nur geringe Wärmedichten und Wärmeliniedichten auf und sind daher für Wärmenetze weniger geeignet.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die technischen Potenziale ermittelt, welche die Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials darstellt. Ein großes Potenzial liegt in der Frei- und Dachflächensolarthermie (in Summe ca. 600 GWh/a). Die größte Herausforderung hierbei liegt in der Realisierung der Flächenverfügbarkeit sowie saisonalen Speicherung, welche bei der Solarthermie unbedingt mitgeplant werden sollte, da die Wärme meist nicht dann anfällt, wenn sie gebraucht wird. Es besteht ein noch größeres Potenzial für PV, wobei die Frei- und Dachflächen teilweise mit Solarthermie konkurrieren. Des Weiteren könnte das Potenzial aus dem Rhein mittels Wärmepumpen gehoben werden und so rein rechnerisch mit 73 GWh/h teilweise den Wärmeverbrauch der Kommune decken. Bei der Umsetzung sind hier jedoch noch einige genehmigungsrechtliche und technische Hürden zu beachten und der Einsatz einer strombetriebenen Wärmepumpe und ggf. weiteren Technologie zur Temperaturerhöhung bleibt weiterhin erforderlich. Außerdem ist die Auswirkung auf die anderen Kommunen entlang des Rheins zu beachten, die ebenfalls Flusswärme nutzbar machen möchten. Zur Konkretisierung dieses Potenzials wäre das Gespräch mit dem Landkreis bzw. den zuständigen Behörden zu suchen. Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie beträgt 185 GWh/a und ist im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf hoch. Es kann regional ein sehr sinnvolles Potenzial in der Nutzung von z. B. Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren darstellen. Das Potenzial kann mittels Probebohrungen oder neuer Daten vom Land zukünftig tiefergehend quantifiziert werden. Der Industriepark Lüssdorf könnte einen möglichen potenziellen Ankercustomer für die wirtschaftliche Versorgung mit Wasserstoff darstellen, ein Bedarf bei weiteren Industriekunden ist unbekannt. Ergänzend liegt das theoretische Potenzial zur Energieeinsparung mittels Vollsanierung von ca. 3,3 % der Gebäude pro Jahr bei 35 % des aktuellen Raumwärmebedarfes (88 GWh Reduktion). Insgesamt lässt sich festhalten, dass es in der Kommune zwar rein rechnerisch genügend erneuerbare Wärmequellen gibt, um den Bedarf zu decken, allerdings wird hierdurch keine vollständige Energieautarkie erreicht, da aufgrund des geringen Gleichzeitigkeitsfaktors von Erzeugung und Verbrauch weiterhin Energieimporte zur Deckung des Wärmeverbrauches erforderlich sein werden.

Auf dieser Grundlage wird das gesamte Gebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt. Ergebnis dieser Einteilung ist die Zonierung der Kommune in die jeweils sinnvollste Wärmeversorgungstechnologie in Eignungsgebiete für dezentrale Versorgung, Wasserstoffnetz oder Wärmenetz. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet konnte für den Chemiepark festgestellt werden. Es wurden vier potenzielle Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert. Das restliche Gebiet lässt sich in ein Prüfgebiet und zehn Gebiete für die dezentrale Versorgung einteilen. In einem Prüfgebiet kann die punktuelle Errichtung eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes nicht gänzlich ausgeschlossen werden und es werden weitere Untersuchungen empfohlen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden bereits erste Detailanalysen, unter anderem im Hinblick auf die Wärmenetzeignung der Gebiete, durchgeführt. Der Wärmeversorgungspreis für das Gebiet „Rheidt“ liegt in den Berechnungen bei einer Annahme von u. a. einer Anschlussquote von 100 %, einer Laufzeit von 25 Jahren und der vollen Förderung durch BEW bei ca. 23 Cent/kWh (Best-Case-Szenario, Worst-Case-Szenario 37 Cent/kWh). In dem Preis enthalten ist sowohl der Grund- und Arbeitspreis als auch die Kosten für den Hausanschluss. Die Umsetzung wäre im Folgenden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu klären.

In den Eignungsgebieten für die dezentrale Versorgung wird es wahrscheinlich keine zentrale Versorgungstechnologie (Wasserstoff- oder Wärmenetz) geben und die Dekarbonisierung muss in den Haushalten der Bürger/-innen stattfinden. Geeignete Wärmeversorgungstechnologien sind hier die Wärmepumpe oder die Gas-Hybridheizung und in eher alten Häusern die Biomasseheizung und die biogene Flüssiggasheizung. Die Energieträger Biomasse und biogenes Flüssiggas stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung und werden voraussichtlich zukünftig mit Restriktionen behaftet sein, sodass dies die Ausnahme bleiben sollte. Der Gasanteil einer Gas-Hybridheizung kann bis 2045 evtl. durch Sanierungsmaßnahmen entfallen oder z. B. durch Strom substituiert werden. Grundsätzlich ist es daher wichtig, dass Sanierungen von Gebäuden weiter vorangetrieben werden und der Wärmeverbrauch so weit wie möglich reduziert wird, damit die benötigten erneuerbaren Energien geringgehalten werden. Mithilfe einer weiteren Detailanalyse wurden die Gebiete mit dem höchsten Energieeinsparpotenzial identifiziert und für die Fokussierung weiterer Maßnahmen vorgeschlagen.

Das Zielszenario zeigt einen realisierbaren Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung für das Jahr 2045. Im Rahmen von verschiedenen Modellberechnungen wird errechnet, wie unter den aktuellen Rahmenbedingungen das Ziel Klimaneutralität erreicht werden kann. Der Wärmeverbrauch kann bis zum Jahr 2045 mit einer (Voll-)Sanierungsquote von 0,84 %/Jahr um 9 % reduziert werden. Mit zusätzlichen Fördermaßnahmen sind höhere Quoten denkbar, wenn die Handwerkerkapazitäten parallel entsprechend steigen. Die Wärmeversorgung der Haushalte wird dann überwiegend über Wärmepumpen, Hybridheizungen und Biomasse erfolgen. Nahwärme wird aufgrund der geringen Eignung im gesamten Gebiet nur eine untergeordnete Rolle einnehmen. Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung werden bis zum Jahr 2045 um ca. 60 % gesenkt. Die THG-Minderungsziele der Bundesregierung aus dem Klimaschutzgesetz 2021 (Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 um fast 40 %) konnten nicht erfüllt werden, da diese eine unrealisierbar hohe Heizungs austauschraten und Sanierungsquote bedeutet hätten. Das Ziel Klimaneutralität 2045 wird fast erreicht, da biogene Energieträger aufgrund ihrer Bilanzgrenze (inkl. u. a. Erzeugung und Transport) ebenfalls CO₂ emittieren (Biomasse, biogenes Flüssiggas, Biometan oder grüner Wasserstoff). Eine vollständige THG-neutralität kann nur mittels zusätzlichen „Negativ“-Emissionsmaßnahmen erreicht werden, z. B. CCS von Biomasse oder Luftfilterung. Diese Technologien werden derzeit noch entwickelt und sind noch nicht marktreif.

Im Anschluss wurden im Rahmen der Wärmewendestrategie konkrete Maßnahmen abgeleitet, wie das Zielszenario zukünftig erreicht werden kann. Hierbei wurde auf Basis der Erkenntnisse der Bestands- bzw. Potenzialanalyse sowie Szenario- und Detailanalysen verschiedene kurz-, mittel- und langfristige bzw. fortlaufende Maßnahmen abgeleitet. Damit die Maßnahmen auch umgesetzt werden können,

wurden in der Verstetigungsstrategie verschiedene begleitende Maßnahmen definiert, die die Kommune langfristig befähigen soll, diese umzusetzen. Die drei konkreten nächsten Schritte können sein:

1. **Kommunikation** von Fördermitteln und Energiesparmaßnahmen in Richtung Bürger/-innen zur Förderung der Sanierungsmaßnahmen in dezentralen Gebieten
2. Durchführung einer **BEW-geförderten Machbarkeitsstudie** im Eignungsbiet für Wärmenetze
3. Erstellung eines **Dekarbonisierungs- und Sanierungsfahrplans** für die kommunalen Liegenschaften

Bei der Umsetzung dieser Schritte bleibt es wichtig, dass die Bürger/-innen auf diesem Weg eng begleitet werden mit verschiedenen Informations- und Beratungsangeboten sowie alle lokalen Akteur/-innen in der Kommune langfristig zusammenarbeiten. Die Kommune nimmt dabei die Rolle der Koordinatorin der Wärmewende ein, da diese nur vor Ort gestaltet werden kann. Um alle Maßnahmen nachverfolgen zu können, werden im Rahmen des Controlling-Konzepts die Leitplanken für das Monitoring rund um die Themen Datenerfassung- und Auswertung geschaffen. Es regelt sowohl welche Indikatoren erfasst werden als auch woher und in welchen zeitlichen Abständen diese erfasst werden müssen. Durch einen regelmäßigen Soll-Ist-Abgleich wird ein hoher Grad an Steuerungsfähigkeit und Transparenz geschaffen, um bei Abweichungen vom Zielpfad frühestmöglich Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Eine Umsetzung der Maßnahmen ist ohne die enge Einbindung der vor Ort ansässigen und relevanten Akteur/-innen nicht möglich. Daher wurden gemeinsam mit der Kommune die relevanten Akteur/-innen vor Ort identifiziert und zu einem runden Tisch eingeladen. Dort wurden Zwischenergebnisse aus der kommunalen Wärmeplanung vorab besprochen, um wertvolle Impulse und Anmerkungen einsammeln zu können. Eine Fortführung dieses Formates scheint im Sinne aller Beteiligten zu sein, insbesondere wenn die Umsetzung von Maßnahmen ansteht und voranschreitet. Die Vertreter aus der Politik wurden über bestehende Ausschüsse auf dem neusten Stand gehalten. Die Information der Bürger/-innen wird im Rahmen eines Bürgerforums Anfang April 2025 stattfinden. Es sind weitere Informationsformate geplant, um die Bürger/-innen bei der Umsetzung der Wärmewende in den eigenen vier Wänden zu unterstützen.

Die kommunale Wärmeplanung ist der erste Schritt in Richtung klimaneutrale Wärmeversorgung. Die ausgearbeitete Wärmewendestrategie zeigt, dass noch viele weitere Schritte in Richtung Umsetzung folgen müssen. Nur wenn alle Akteur/-innen zusammenspielen und gemeinsam an dem Ziel klimaneutrale Wärmeversorgung 2045 arbeiten, kann das Zielszenario erreicht werden. Bei der Modellierung sind einige Annahmen für die Zukunft getroffen worden, aber auch Weiterentwicklungen absehbar. Hier einige wesentliche Punkte als Ausblick:

- **Weiterentwicklung der Technik:** Die Wärmepumpe wird sich voraussichtlich technisch weiterentwickeln, sodass diese immer besser in Bestandsgebäuden zum Einsatz kommen kann. Außerdem wird aufgrund der Vielzahl an Produktionsstätten und -ländern der Preis voraussichtlich deutlich sinken. Dies gilt ebenfalls für Flächenheizkörper, um die Verteilung der Niedertemperaturwärme im Gebäude zu ermöglichen.
- **Schrittweise Reduzierung der Biomassenutzung:** Aktuell wird in den ländlichen Gebieten relativ viel mit Holz geheizt. So gilt Holz nach aktuellem Stand auch zukünftig als klimaneutral, solange es aus nachhaltigem Anbau stammt. Die Rolle der Herkunft wird zunehmen und voraussichtlich zukünftig stärker kontrolliert werden. Leider steht nicht genügend Biomasse für die Versorgung von allen Gebäuden zur Verfügung, sodass gegebenenfalls nach Gebäudezustand priorisiert werden muss. Nach der Evaluierung der Bundesregierung zum 31. Dezember 2027 wird der Anteil von Biomasse an der Wärmeversorgung in neuen Wärmenetzen überprüft. Langfristig sollte die energetische Nutzung von Biomasse weiter eingeschränkt und zunehmend durch

effizientere und emissionsfreie Alternativen wie Solarthermie, Geothermie und Wärmepumpen ersetzt werden.

- **Höhere Sanierungsanforderungen für Bestandsgebäude:** Damit die Klimaschutzziele der Bundesregierung eingehalten werden können, ist ein deutlicher Anstieg der Sanierungsaktivitäten im Bestand erforderlich. Diese können nur erreicht werden, wenn zusätzliche Fördermittel von Bund und Ländern geschaffen werden und genügend Handwerkerkapazitäten für die Umsetzung bereitstehen. Außerdem sollten langfristig CO₂-neutrale Gebäudestandards flächendeckend eingeführt werden, um so viele Gebäude wie möglich sanieren zu können.
- **Knappe Ressourcen für die Umsetzung der Wärmewende:** Wie bereits mehrmals angesprochen, sind für die Umsetzung der Wärmewende (Einbau von neuen Heizungen, Durchführung von Sanierungsmaßnahmen am Gebäude, Abwicklung von Baumaßnahmen im Netzbetrieb etc.) ausreichend und sogar zunehmend Fachkräfte erforderlich. Leider entwickelt sich der Fachkräftemarkt derzeit in eine andere Richtung. Die Ausbildung von neuen Fachkräften sollte daher stärker beworben und gefördert werden.
- **Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung:** Nach aktuellem Stand des WPG soll die Wärmeplanung in fünf Jahren fortgeschrieben werden. Die Anforderungen des WPG sind im Rahmen einer Fortschreibung für den vorliegenden, geförderten Wärmeplan bis zum 31. Juli 2030 umzusetzen (vgl. § 25 WPG i.V.m. § 2 Abs. 4 LWPG NRW).

11 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AVBFernwärmeV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal
BSN	Bereich zum Schutz der Natur
CCS	Carbon capture and storage
digikoo	digikoo GmbH
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EFH	Einfamilienhaus
evety	evety GmbH
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS	Geografisches Informationssystem
KEA BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KPI	Key-Performance-Indicator
LANUK	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima
LEP	Landesentwicklungsplan
MFH	Mehrfamilienhaus
NKI	Klimaschutzinitiative
NWG	Nichtwohngebäude
OGE	Open Grid Europe GmbH
rhenag	Rheinische Energie AG
RSN	Rhein-Sieg Netz GmbH
THG	Treibhausgas
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WPB	Worst-Performing-Buildings
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug aus den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung	III
Abbildung 2: Einteilung der Stadt Niederkassel in potenzielle Wärmeversorgungsgebiete	III
Abbildung 3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Heiztechnologie	IV
Abbildung 4: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Kommune in Anlehnung an den DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [2]	4
Abbildung 5: Lage der Stadt Niederkassel im Rhein-Sieg-Kreis und in Nordrhein-Westfalen [4]	5
Abbildung 6: Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung	6
Abbildung 7: Die angewendete Projektstruktur	7
Abbildung 8: Projektzeitplan der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Niederkassel	8
Abbildung 9: Vorgehensmodell für die Eignungsprüfung	9
Abbildung 10: Ergebnis der Eignungsprüfung	10
Abbildung 11: Quellen der Datenerhebung	11
Abbildung 12: Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger	14
Abbildung 13: THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger	14
Abbildung 14: Heizungstechnologie und Alter nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch	15
Abbildung 15: Eigentümerstruktur und Siedlungstypologie nach Gebäudezahl und Wärmeverbrauch	16
Abbildung 16: Überwiegender Gebäudetyp	16
Abbildung 17: Wärmeverbrauch auf Baublockebene	17
Abbildung 18: Energieeffizienzklassen nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch	17
Abbildung 19: Energieeffizienzklassen der Baublöcke	18
Abbildung 20: Gebäudebaujahr nach Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch	19
Abbildung 21: Überwiegende Baualtersklassen	19
Abbildung 22: Sanierungszustand nach Anzahl der Gebäude und Wärmeverbrauch	20
Abbildung 23: Sanierungsanteil der Baublöcke	20
Abbildung 24: Flächenausprägung der Kommune	21
Abbildung 25: Wärmedichten der Baublöcke	21
Abbildung 26: Wärmelinien dichten in der Kommune	22
Abbildung 27: Großverbraucher von Wärme oder Gas	23
Abbildung 28: Überwiegende Wärmeversorgungsart im Baublock	23
Abbildung 29: Schematische Darstellung der Potenzialarten	25
Abbildung 30: Untersuchte Technologien in der Wärmeplanung	26
Abbildung 31: Potenzial Solarthermie Dachflächen	27
Abbildung 32: Flächenpotenziale für Freiflächen-Solarthermie	28
Abbildung 33: Flächenpotenziale für Freiflächen-Photovoltaik	29
Abbildung 34: Trinkwasserschutzgebiete	30
Abbildung 35: Wärmeleitfähigkeit in 100 m Tiefe und Deckung des aktuellen Wärmeverbrauches in % [12]	31
Abbildung 36: Eignung für offene oberflächennahe Geothermiesysteme (Ergiebigkeit und potenzielle Entnahme an Einzelbrunnen)	32
Abbildung 37: Reduktionspotenziale durch Sanierung	33
Abbildung 38: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale	34
Abbildung 39: Darstellung der dominierenden Wärmeversorgungsart	37
Abbildung 40: Darstellung der Versorgungsgebiete im Zielszenario	39
Abbildung 41: Verteilung der Heizungstechnologien in Prozent	41
Abbildung 42: Absolute Verteilung der Heizungstechnologien in Haushalten	41
Abbildung 43: Entwicklung des Wärmeverbrauchs	42
Abbildung 44: Entwicklung des Sanierungsstands und der Sanierungstiefe bis 2045	42
Abbildung 45: THG-Emissionen bis zum Zieljahr 2045	43
Abbildung 46: Endenergieverbrauch nach Energieträgern	43
Abbildung 47: Endenergieverbrauch nach Sektor	44

Abbildung 48: Inhalte der Wärmewendestrategie	46
Abbildung 49: Die Fokusgebiete der Stadt Niederkassel im Überblick	48
Abbildung 50: Eignung der Baublöcke "Chemiepark/Ranzel"	49
Abbildung 51: Heiztechnologieverteilung im Zielszenario 2045	50
Abbildung 52: Entwicklung des Sanierungsstands im Fokusgebiet "Chemiepark/Ranzel"	50
Abbildung 53: Versorgungskonzept 1 - Wärmenetz in „Rheidt“	52
Abbildung 54: Versorgungskonzept 1 - Trassenverlauf der Wärmenetzleitungen mit Standort des Flusswasserwärmetauschers, Erzeugungs- und Speicheranlagen	53
Abbildung 55: Versorgungskonzept 2 - Wärmenetz in „Rheidt“	54
Abbildung 56: Versorgungskonzept 2 - Trassenverlauf der Wärmenetzleitungen mit Standorten der Erzeugungs- und Speicheranlagen	55
Abbildung 57: Lage des Fokusgebiet „Lülsdorf“, bestehendes Erdgasverteilnetz rot gekennzeichnet	56
Abbildung 58: Momentane Verteilung der Heizungstechnologien und momentaner Sanierungsstand in „Lülsdorf“	56
Abbildung 59: Verteilung der Heizungstechnologien im Jahr 2045 in „Lülsdorf“ (links) und Sanierungsstand (rechts)	57
Abbildung 60: Entwicklung des Energieträgereinsatzes in „Lülsdorf“ von 2024 zu 2045	57
Abbildung 61: Zentraler Tank einer Flüssiggas-Sammelversorgung (eigenes Bild)	58
Abbildung 62: Tabula Gebäude DE.N.SFH.05.Gen	58
Abbildung 63: Annuitäten für Heizungstausch und ggf. Sanierung im Beispielgebäude	59
Abbildung 64: Überblick über die durchgeführten Detailanalysen	60
Abbildung 65: Sanierungseffizienz der Teilgebiete (je dunkler, desto effizienter)	61
Abbildung 66: Zusammenspiel zwischen Umsetzungsstrategie und Verstetigungsstrategie	68
Abbildung 67: Zusammenfassende Darstellung und zeitliche Einordnung der Maßnahmen	76
Abbildung 68: Pressemitteilung kommunale Wärmeplanung der Stadt Niederkassel [23]	90
Abbildung 69: Potenzial Dachflächen-Photovoltaik (PV)	91
Abbildung 70: Oberflächengewässer der Stadt	92
Abbildung 71: Waldflächen (oben) und Klärgasanlagen (unten) der Stadt Niederkassel	94
Abbildung 72: Kläranlagen in dem Stadtgebiet	95
Abbildung 73: Potenzialflächen Windenergie	96
Abbildung 74: Freiflächen, die für Erdbeckenspeicher oder Solarthermie genutzt werden können	97
Abbildung 75: Baublockeignung für dezentrale Versorgung	99
Abbildung 76: Baublockeignung für Wärmenetze	100
Abbildung 77: Baublockeignung für Wasserstoffversorgung	101
Abbildung 78: Darstellung der Teilgebiete inkl. Nummerierung	102

13 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Parameter und Heizungstechnologien der Modellierung</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 2: Zulässige Wärmeversorgungsarten je Gebietstyp.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 3: Teilgebiete mit der höchsten Sanierungseffizienz.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabelle 4: Mögliche Akteur/-innen und Zuständigkeiten im Wärmewendeteam</i>	<i>106</i>
<i>Tabelle 5: Übersicht definierter Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts.....</i>	<i>107</i>

14 Literaturverzeichnis

- [1] *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG), 2023.*
- [2] H. Rapp und T. Wencker, „Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung,“ AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V, DVGW Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches e. V., 2023.
- [3] Statistisches Landesamt Information und Technik Nordrhein-Westfalen, „Bevölkerung nach Gemeinden,“ [Online]. Available: <https://statistik.nrw/gesellschaft-und-staat/gebiet-und-bevoelkerung/bevoelkerung/bevoelkerung-nach-gemeinden>. [Zugriff am 31. Dezember 2024].
- [4] Wikipedia, „Niederkassel,“ [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Niederkassel>. [Zugriff am 10. März 2025].
- [5] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), „GEG-Infoportal - Wärmeschutzverordnung,“ [Online]. Available: https://www.bbsr-geg.bund.de/GEGPortal/DE/Archiv/WaermeschutzV/wschrw_node.html. [Zugriff am 30. September 2024].
- [6] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Methodik der Karte "Suchflächen für Freiflächen-PV",“ [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik_Suchflaechen_Juli%202024.pdf. [Zugriff am 07. Januar 2025].
- [7] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch und S. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>. [Zugriff am 15. Dezember 2024].
- [8] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, „Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende - Ein Leitfaden für Deutschland | Stand Februar 2024,“ [Online]. Available: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html>. [Zugriff am 08. Januar 2025].
- [9] Geologischer Dienst NRW, „Erdwärme,“ [Online]. Available: https://www.gd.nrw.de/ew_start.htm. [Zugriff am 15. November 2024].
- [10] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 4 - Geothermie,“ [Online]. Available: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_40-Teil4-Geothermie_web.pdf. [Zugriff am 6. Januar 2025].
- [11] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Energieatlas NRW - Planungskarte Wärme,“ [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme. [Zugriff am 09. Dezember 2024].
- [12] Geologischer Dienst NRW, „Oberflächennahe Geothermie,“ [Online]. Available: <https://www.geothermie.nrw.de/oberflaechennah>. [Zugriff am 06. Januar 2025].

- [13] M. Pehnt, „Heizen mit 65 % erneuerbaren Energien – Begleitende Analysen zur Ausgestaltung der Regelung aus dem Koalitionsvertrag 2021,“ [Online]. Available: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/heizen-mit-65-prozent-erneuerbaren-energien.pdf?__blob=publicationFile&v=8. [Zugriff am 15. Dezember 2024].
- [14] Sven Kreidelmeyer; Hans Dambeck; Dr. Almut Kirchner; Marco Wünsch, „Transformationspfade und regulatorischer Rahmen für synthetische Brennstoffe,“ Prognos AG, Basel, 2020.
- [15] Robert Meyer; Nicolas Fuchs; Jessica Thomsen; Sebastian Herkel; Christoph Kost, „Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandsgebäuden – Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024,“ Potsdam, 2024.
- [16] L. Sonnen, H. Sökeland und D. C. Gatzert, „Was kostet der Wasserstoff in Zukunft? Eine Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärmeversorgung in Deutschland,“ Bonn, 2023.
- [17] Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IREES, Thünen-Institut, „Projektionsbericht 2021 für Deutschland,“ Berlin, Karlsruhe, Braunschweig, Eberswalde, Hamburg.
- [18] DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg, „Grüne Flüssiggasversorgung: Aktueller Stand und Entwicklungsmöglichkeiten,“ [Online]. Available: https://www.dvfg.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien-gutachten/DBI-Studie_Gruene_Fluessiggasversorgung.pdf. [Zugriff am 30. September 2024].
- [19] U. Thiede, „Neuer Eigentümer ICIG will dreistellige Millionensumme investieren,“ *General-Anzeiger*, 24. Februar 2024.
- [20] KWW - Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ August 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>. [Zugriff am 15. Dezember 2024].
- [21] B+L Marktdaten, Marktdatenstudie, Bonn: Marktdaten Bonn im Auftrag des Bundesverbands energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG), 2023.
- [22] BuVEG - Bundesverband Energieeffiziente Gebäudehülle e.V., „Sanierungsquote - BUVEG,“ [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>. [Zugriff am 30. September 2024].
- [23] Stadt Niederkassel, „Niederkassel startet Kommunale Wärmeplanung,“ [Online]. Available: <https://www.niederkassel.de/aktuelles/niederkassel-startet-kommunale-waermeplanung/>. [Zugriff am 5. März 2025].
- [24] S. Böttger und e. al., Seethermie – Innovative Wärmeversorgung aus Tagebaurestseen, Jena: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH, 2021.
- [25] H. Kammer, Thermische Seewassernutzung in Deutschland. Bestandsanalyse, Potenzial und Hemmnisse Seewasserbetriebener Wärmepumpen, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018.
- [26] M. Peters, F. Nagel und T. Kurtz, Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden, Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020.
- [27] Bundesamt für Energie, „Erdbecken - Wärmespeicher,“ [Online]. Available: https://www.ost.ch/fileadmin/dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/spf/forschung/projekte/bigstoredh-factsheet-erdbecken.pdf. [Zugriff am 31. Dezember 2024].

15 Anhang

15.1 Pressemitteilung



Montag, 19.08.2024

Niederkassel startet Kommunale Wärmeplanung

Mit der Kommunalen Wärmeplanung wird die Grundlage für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Niederkassel bis 2045 geschaffen. Hintergrund sind die gesetzlich verankerten Klimaschutzziele.

Die Stadt Niederkassel hat mit der Kommunalen Wärmeplanung begonnen. Diese ist mit dem Wärmeplanungsgesetz seit dem 01.01.2024 für alle Kommunen in Deutschland verpflichtend. Das Ziel ist es, einen Fahrplan für eine verlässliche, kostengünstige und von fossilen Rohstoffen unabhängige Wärmeversorgung bis 2045 zu entwickeln und so allen Bürgerinnen und Bürgern der Stadt Orientierung und Planungssicherheit zu geben.

Um zu ermitteln wie hoch das Energie-Einsparpotenzial z. B. durch Sanierungen im Gebäudebestand ist und welche klimaneutralen Wärmequellen bereits vorhanden sind, werden in einem ersten Schritt alle bestehenden und geplanten Gebäude, Infrastrukturen und Heizanlagen im Stadtgebiet analysiert. Die dafür benötigten Daten werden nicht personenbezogen erfasst, bzw. so anonymisiert, dass der Datenschutz gewährleistet ist. Es erfolgt keine separate Datenerhebung in den Haushalten. Stattdessen werden öffentliche Quellen sowie Daten des Netzbetreibers und der Schornsteinfeger genutzt. Informationen zum Datenschutz finden Sie auf unserer Internetseite (www.niederkassel.de/klima-und-umweltschutz/kommunale-waermeplanung/). Auf Basis dieser Informationen wird ein "klimaneutrales Zielszenario 2045" erstellt, das darstellt wie einzelne Stadtgebiete zukünftig sinnvoll und klimaneutral mit Wärme versorgt werden können.

Abbildung 68: Pressemitteilung kommunale Wärmeplanung der Stadt Niederkassel [23]

15.2 Überblick weiterer Energieträger aus der Potenzialanalyse

15.2.1 Photovoltaik – Dachflächen

Für die PV werden die installierbare Leistung in Kilowattpeak sowie der potenzielle Energieertrag in kWh berechnet.

Die Auswertungen der nutzbaren Dachflächen für PV ergibt ein Dachflächenpotenzial von 1,13 km² mit einer installierbaren Modulfläche von 0,785 km². Bei mittleren Volllaststunden von 780 errechnet sich eine PV-Kapazität von 130 MWp (165 W_p/m²) und ein Potenzial in Höhe von 110 GWh pro Jahr. Davon werden bereits Dachflächen mit einer Stromerzeugung von rund 15,5 GWh pro Jahr genutzt. Insgesamt besteht demnach in der gesamten Stadt ein hohes ungenutztes Potenzial für PV-Dachflächenanlagen. Die Abbildung 69 zeigt die Dachflächen Potenziale für PV-Anlagen.

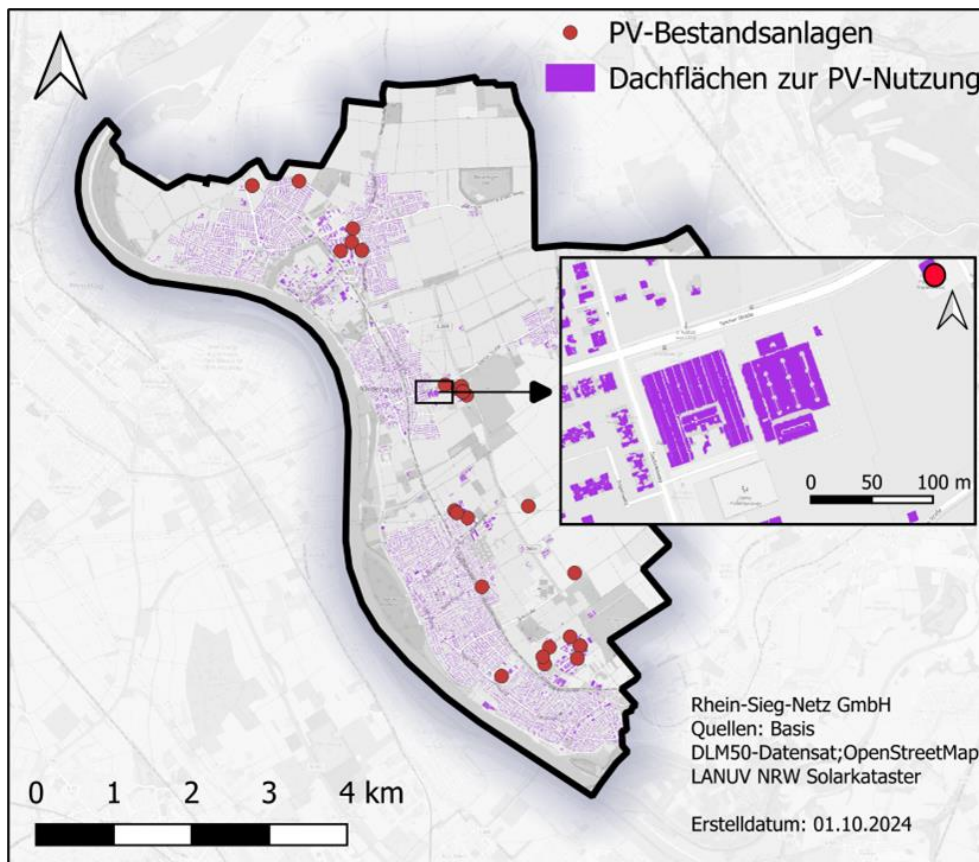


Abbildung 69: Potenzial Dachflächen-Photovoltaik (PV)

15.2.2 Umweltwärme

Unter dem Begriff Umweltwärme wird die Erhebung aller Potenziale aus Oberflächengewässern und der Luft beschrieben. Das Potenzial der Umweltwärme aus der Luft wurde nicht quantitativ erhoben. Die thermische Nutzung aus Oberflächengewässern in Deutschland steht vor komplexen regulatorischen und technischen Herausforderungen. Die grundlegende Genehmigung für die thermische See- und Flusswassernutzung erfolgt durch die unteren Wasserbehörden nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), insbesondere nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 (Entnehmen und Ableiten von Wasser), § 9 Abs. 1 Nr. 4 (Einbringen von Stoffen in Gewässer) sowie § 9 Abs. 2 Nr. 2. Trotz dieser gesetzlichen Grundlagen fehlen bislang einheitliche Richtlinien für technische Parameter wie Entnahmetiefen, Abflussmengen und Temperaturentnahmen. Dies ist hauptsächlich der individuellen Beschaffenheit der verschiedenen Gewässer geschuldet, die eine standardisierte Regelung erschwert. In Deutschland haben derzeit etwa 70 % der zuständigen Wasserbehörden noch keine Erfahrung mit entsprechenden Genehmigungsverfahren. Jedes Projektvorhaben erfordert daher eine intensive ökologische Prüfung, einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung und einer artenschutzrechtlichen Bewertung. Zudem ist ein kontinuierliches Monitoring der Wassertemperatur und -entnahme notwendig. [24]

Als Grundvoraussetzung gilt jedoch, dass die grundlegenden Gewässereigenschaften (z. B. Temperatur) nicht negativ beeinflusst werden dürfen. Für Seen gilt daher ein Mindestgewässervolumen um eine umweltverträgliche aber dennoch wirtschaftliche Wärmeentnahme zu gewährleisten. Studien zur thermischen Seewassernutzung empfehlen hierzu eine Mindestgröße von ca. 50 ha. [25]

Im untersuchten Gebiet gibt es stehende Gewässer mit einer ausreichenden Gewässergröße. Stehende Gewässer wurden daher in der Potenzialerhebung berücksichtigt und erreichen ein Potenzial von ca. 13 GWh/a.

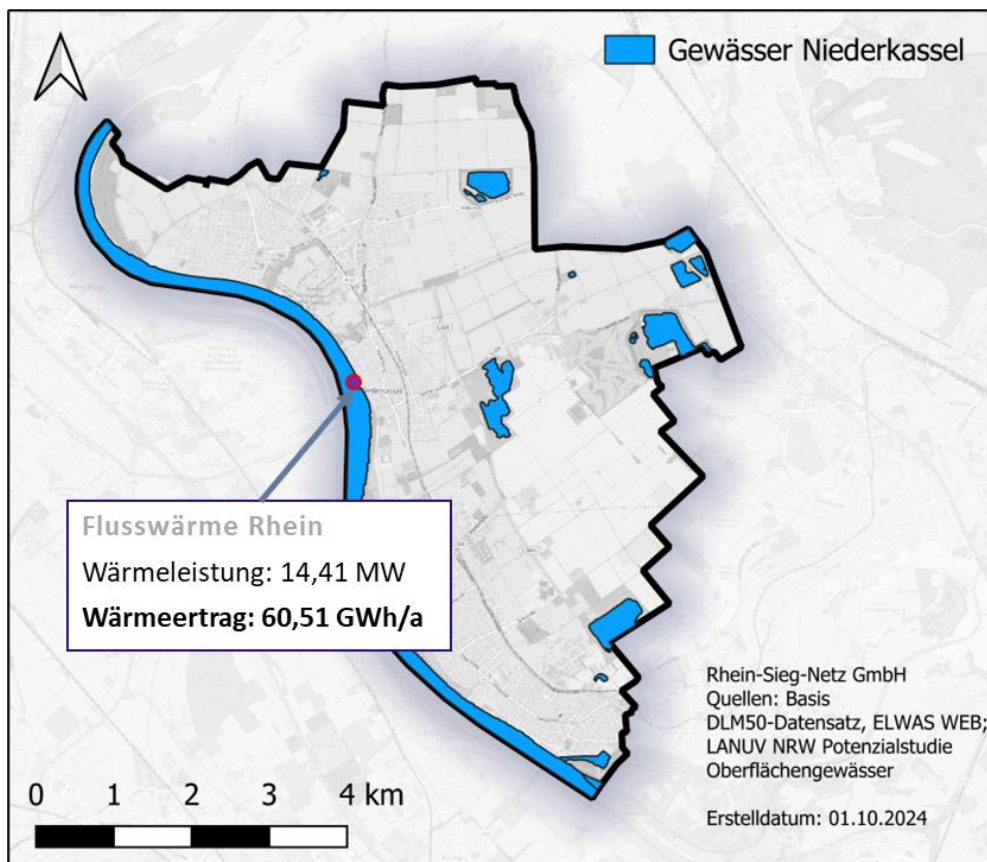


Abbildung 70: Oberflächengewässer der Stadt

Die Nutzung der thermischen Energie von Flüssen wie dem Rhein ist durch den beständigen Wasseraustausch als weitaus unkritischer, wenn auch genehmigungsrechtlich ebenso herausfordernd, zu betrachten und es kann über Großwärmepumpen Wärmeenergie kosteneffizient erzeugt werden. Der Rhein weist insbesondere in den kalten Wintermonaten einen hohen Abfluss⁷ auf. Bei 3.500 Jahresvolllaststunden ergibt sich im Jahresmittel ein Wärmepotenzial von 60,5 GWh/a. Für mögliche Entnahmestellen sind im Wesentlichen die Kriterien Wassertiefe, Anbindung zum Wärmenetz und Aufstellflächen für eine Flusswasserwärmepumpe zu klären. Für den Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe bedarf es allerdings ebenfalls einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG und das Einhalten der bereits beschriebenen Vorschriften aus § 9 WHG.

15.2.3 Biomasse

Im Zuge der Transformationsphase der Wärmeversorgung im Hinblick auf die nächsten Jahre werden Biomasseheizungen, vorwiegend in Form von Pelletkesseln, ebenfalls relevant bei der Gebäudeheizung sein. Daneben wird davon ausgegangen, dass im ländlichen Raum die lokale Restholznutzung eine wieder zunehmende Bedeutung erlangen wird. Die Potenzialerhebung für die mögliche Wärmeerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und organischen Abfälle erfolgt auf Basis der vorhandenen Rohstoffe. Dafür werden spezifische Heizwerte in kWh pro t oder m³ für entweder flächen- oder gewichtsbasierte Erträge herangezogen. Das Biomasse-Potenzial lässt sich folgendermaßen unterteilen:

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

Für die Kommune wird das Potenzial nachwachsender Rohstoffe mittels der thermischen Energie pro Hektar Waldfläche berechnet, diese wird gemäß KEA-BW Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung mit 4,3 MWh pro Hektar (Waldrestholz) angenommen. [26] Die Menge an Waldrestholz, die pro Hektar Waldfläche anfällt, ist abhängig von Baumart, Alter und Zustand des Waldes sowie der Art der Waldbewirtschaftung. Waldrestholz umfasst die bei der Holzernte zurückgebliebenen Äste, Zweige, Baumkronen und andere nicht nutzbare Teile des Baumes. Nach Abzug der Naturschutzgebiete, bleiben rund 0,5 km², die energetisch genutzt werden können. Diese Flächen sowie die existierenden Klärgasanlagen sind in Abbildung 71 dargestellt.

⁷ Darunter wird das in einem bestimmten Fließquerschnitt durchfließende Wasservolumen je Zeiteinheit [Einheit: m³/s oder l/s] verstanden.

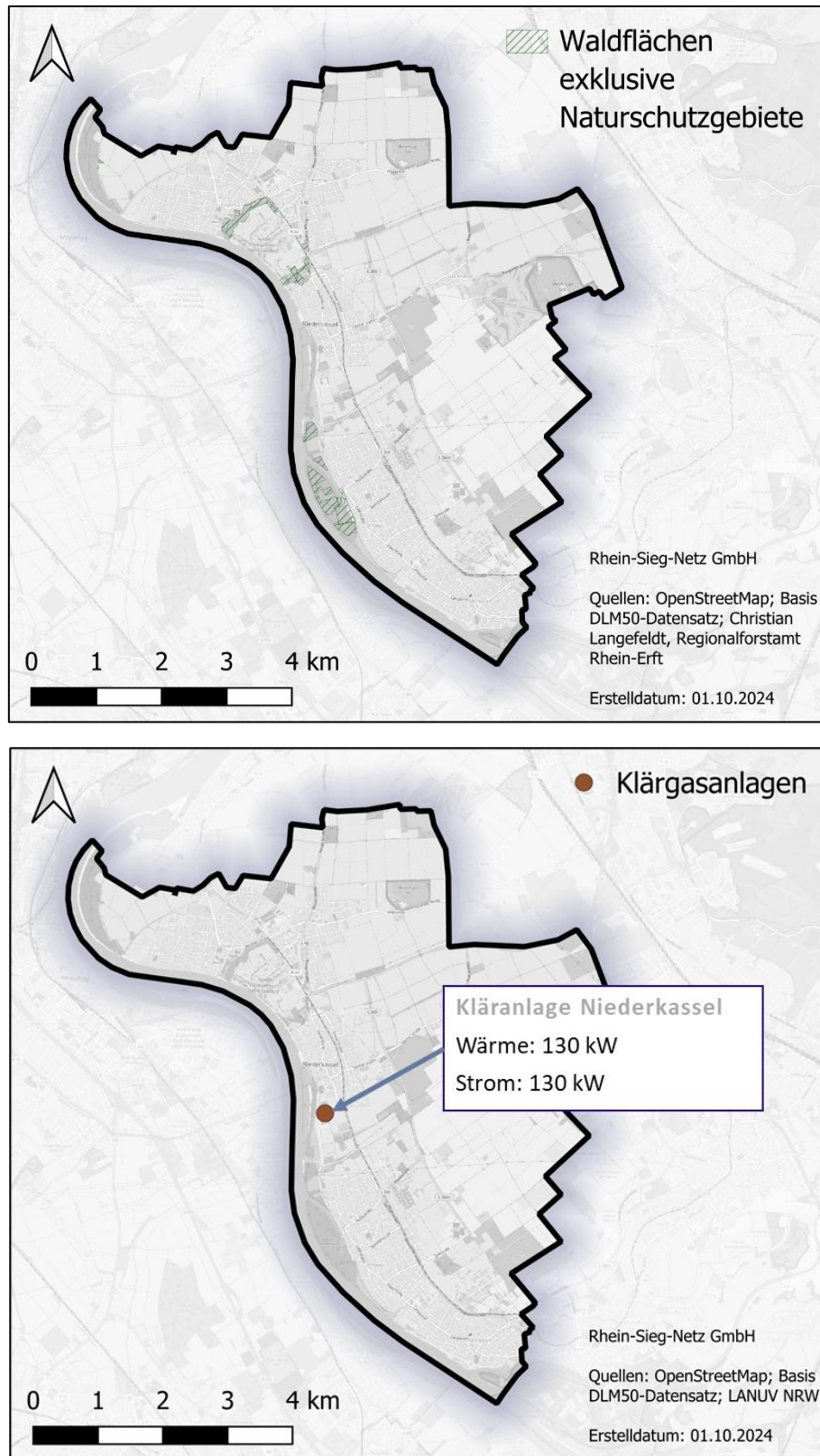


Abbildung 71: Waldflächen (oben) und Klärgasanlagen (unten) der Stadt Niederkassel

Es ergibt sich ein Potenzial von ca. 0,2 GWh pro Jahr. Dieses auf der Basis des KEA-Leitfadens ermittelte Waldrestholzpotenzial könnte nur einen geringen Teil gesamten Wärmebedarfs der Stadt decken.⁸

⁸ Annahme Wirkungsgrad Biomassekessel: 90 %

Aktuell existiert in der Kommune keine Biogasanlage und an der Kläranlage Niederkassel befindet sich eine Klärgasanlage. Das Blockheizkraftwerk (BHKW) der Klärgasanlage besitzt eine installierte Leistung von 130 kW und wird an der Kläranlage bereits genutzt.

15.2.4 Abwärme

Bei dem Wärme-Potenzial durch Abwärme handelt es sich um nicht vermeidbare Abwärme. Zur industriellen Abwärme zählt hierbei „nicht vermeidbare“ Abwärme, die nicht innerbetrieblich nutzbar ist, aber technisch-wirtschaftlich für Wärmenetze erschließbar ist. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die folgenden möglichen Lieferanten von industrieller Abwärme betrachtet:

- Industrie, GHD
- Höchstleistungsrechenzentren
- Abwasser von Kläranlagen
- Thermische Abfallverwertung

Mittels einer Akteursbefragung lokaler Unternehmen konnten einzelne Unternehmen als potenzielle Abwärmequellen identifiziert werden. Interessant in Niederkassel ist vor allem das Abwärmepotenzial des Chemiepark Lülsdorf. Für eine Nutzung möglicher Abwärmepotenziale sind weitere Gespräche und Untersuchungen erforderlich.

Neben den Industrieunternehmen liegen Informationen zur potenziellen Abwärmenutzung von Kläranlagen in dem Stadtgebiet Niederkassel vor. Die Kläranlagen sind in der folgenden Abbildung 72 eingezeichnet.

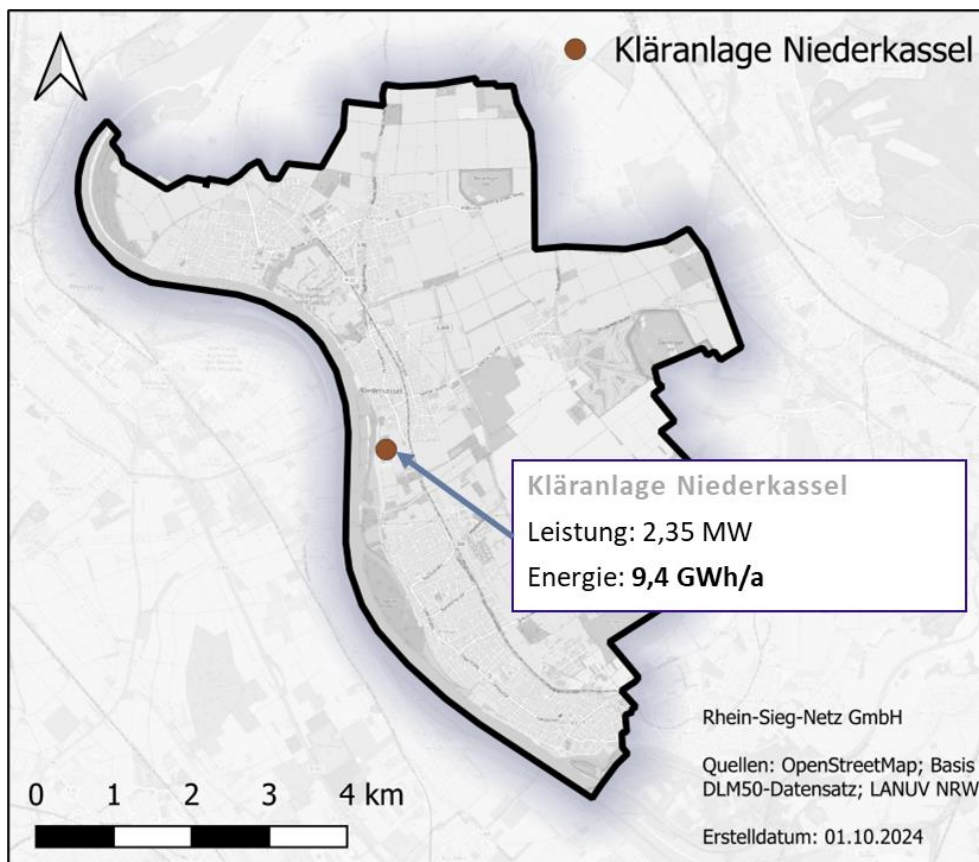


Abbildung 72: Kläranlagen in dem Stadtgebiet

Das Potenzial kann durch eine installierte Wärmepumpe in dem Ablauf der Kläranlage gehoben werden. Dem Wasser wird eine Temperatur von durchschnittlich 6 °C entnommen, vorausgesetzt es findet keine Beeinträchtigung der Biologie der Kläranlage statt. Es wird ein Wirkungsgrad des

eingesetzten Wärmetauschers von 80 % angenommen, die Volllaststunden liegen in einem Bereich zwischen 3.500 und 8.000 h.

Die Kläranlage in Niederkassel hat eine nutzbare kumulierte Abwassermenge an der Einleitstelle von 93 l/s, wodurch sich bei ca. 5.000 Vollbenutzungsstunden ein nutzbares Wärmepotenzial von 9,4 GWh/a ergibt.

15.2.5 Windkraft

In der Stadt befinden sich keine Windkraftanlagen in Betrieb bzw. in Planung. Es werden jedoch Potenzialflächen für die EE-Stromerzeugung mittels Windkraftanlagen in dem Energieatlas des LANUK ausgewiesen. Das LANUK unterscheidet in der Hochrechnung zwischen Potenzialflächen und Potenzialflächen mit Bereichen für den Schutz der Natur. Mit einer installierbaren Anlagenzahl von jeweils 7 WEAs auf den Flächen ergibt sich bei 40 MW Gesamtleistung ein technisches Potenzial von 103 GWh/a.

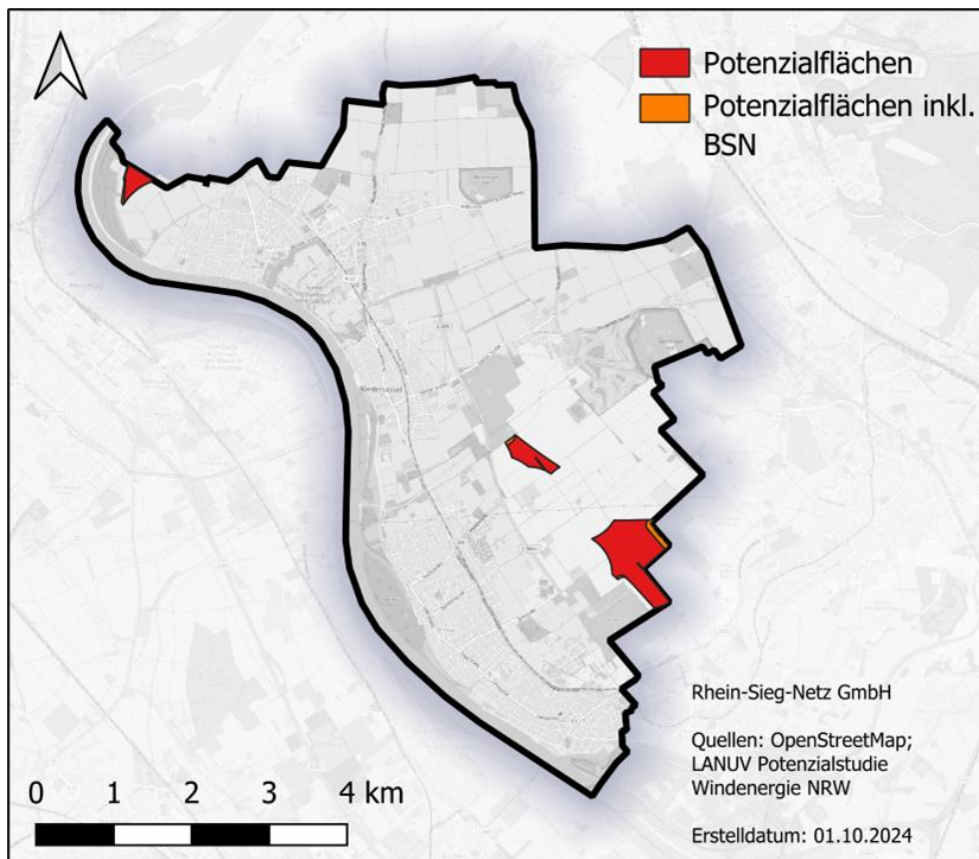


Abbildung 73: Potenzialflächen Windenergie

15.2.6 Speicherlösungen

Eine Form der saisonalen Wärmespeicherung ist die Speicherung von erhitztem Wasser in abgeschlossenen Volumina. Es kann hier zwischen Erdbeckenspeichern und Behälterspeichern unterschieden werden. Erdbeckenspeicher sind großvolumige Wärmespeicher, die meist aus Wasser-(Kies-)Gemischen bestehen und zur vergleichsweise kostengünstigen Speicherung von Wärmeenergie (30-60 kWh/m³) bei Temperaturen bis zu 80 °C genutzt werden. [27] Sie werden flach in den Boden eingearbeitet und stehen somit in Flächenkonkurrenz zu anderen Technologien wie der Solarthermie. In der Abbildung 74 sind die verfügbaren Freiflächen für Solarthermie oder Erdbeckenspeicher dargestellt.

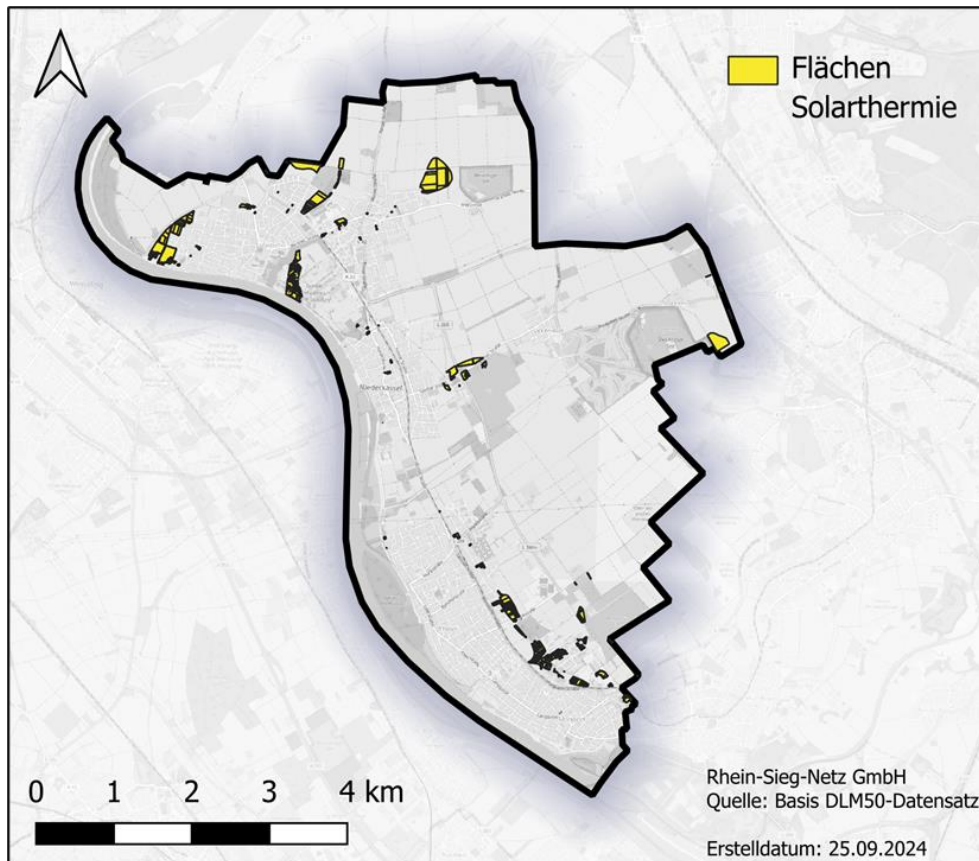


Abbildung 74: Freiflächen, die für Erdbeckenspeicher oder Solarthermie genutzt werden können

15.2.7 Grüne Gase

Zur Einordnung des Potenzials der „grünen Gase“ wurde mit dem örtlichen Gasnetzbetreiber gesprochen, welcher wiederum in Kontakt mit den Industriekunden und den vorgelagerten Netzbetreibern steht.

Theoretisch könnte das bestehende Gasverteilnetz mit geringem Anpassungsaufwand⁹ für die Verteilung von Wasserstoff, Biomethan oder synthetischem Gas verwendet werden (in Summe als „grüne Gase“ bezeichnet). Fraglich sind derzeit jedoch die Verfügbarkeit und der Preis. Zu den einzelnen Arten der grünen Gase im Detail:

Wasserstoff:

Wasserstoff kann auf verschiedenen Wegen erzeugt werden. Um „grünen“ Wasserstoff, d.h. klimaneutralen Wasserstoff ohne fossile Energiequellen zu erzeugen, wird Wasser mittels erneuerbaren Stroms in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten (Elektrolyse). Der Wasserstoff kann sowohl regional erzeugt oder importiert werden.

Wasserstoff wird für die Industrie sowie die Stromerzeugung priorisiert. Eine mögliche Verwendung in der Wärme könnte sich z. B. dadurch ergeben, dass ein konkreter Industriekunde mit Wasserstoff versorgt werden will und dies nur aus dem bestehenden Erdgasnetz erfolgen kann bzw. ein neuer Leitungsbau ausgeschlossen wird. Dann würden Anschlussnehmer auf der Strecke von der Übergabestelle zum Industriekunden ggf. ebenfalls auf eine Versorgung mit Wasserstoff umgestellt werden können. Dies wäre im Einzelfall technisch zu prüfen und zu organisieren. Seitens der Industrie liegen jedoch

⁹ Bei der Verteilung von Wasserstoff wären die Auswirkungen auf den Bereich der Kundenanlage gesondert und individuell zu prüfen und bei Bedarf anzupassen.

derzeit bei dem Gasnetzbetreiber noch keine verbindlichen Wasserstoff-Bedarfsmeldungen vor. Daher wird das Potenzial von Wasserstoff für die Wärmeversorgung aktuell als sehr gering eingestuft (erneute Überprüfung bei der nächsten Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung vorgesehen).

Einige Vor- und Nachteile für die Nutzung von Wasserstoff für die Erzeugung von Wärme sind im Abschnitt 8.1.2.1 aufgeführt.

Biomethan:

Biomethan ist aufbereitetes Biogas aus biogenen Abfällen, welches ohne weitere Anpassungen in das bestehende Gasnetz eingespeist werden kann. Hier findet kein überregionaler Transport statt, sondern falls vorhanden wird das Biomethan regional eingespeist und verbraucht. In Niederkassel existieren keine Biogasaufbereitungs- bzw. Biomethaneinspeiseanlagen. Bislang ist es üblich, in Biogasanlagen über Blockheizkraftwerke (BHKW) Strom und Wärme zu erzeugen. Da in Niederkassel jedoch keine Biogasanlagen bestehen und auch zukünftig kein Potenzial für Biogas gesehen wird, besteht hier aktuell ebenfalls kein Potenzial.

Synthetisches Methan:

Synthetisches Methan („Synthetic natural gas“ – SNG) ist Wasserstoff, welcher unter Hinzufügen von (klimaneutralem) CO₂ wieder zu Methan reagiert und somit physikalisch Erdgas ähnelt. Unter Verwendung von grünem Wasserstoff und klimaneutralem CO₂, z. B. aus Biomasseprozessen, kann so klimaneutraler Brennstoff („grünes Methan“) hergestellt werden, der ohne Anpassungsmaßnahmen im Erdgasnetz eingesetzt werden könnte. Hierfür gelten jedoch ähnliche Restriktionen wie für Wasserstoff und Biomethan, weshalb für synthetisches Gas aktuell ebenfalls kein Potenzial angenommen wird.

Der Einsatz von grünen Gasen im bestehenden Gasnetz ist somit grundsätzlich möglich, aber aus aktueller Sicht mit hohen Unsicherheiten behaftet. Sollten Gasleitungen irgendwann nicht mehr benötigt werden, können diese strukturiert zurückgebaut bzw. in eine andere Nutzung überführt werden. Derzeit existieren hierzu noch keine Zeitpläne beim örtlichen Gasnetzbetreiber. Die Versorgung mit Erdgas werde solange aufrecht erhalten, wie eine Versorgungspflicht gemäß Energiewirtschaftsgesetz besteht, also aktuell bis mindestens zum Jahr 2045.

15.3 Ergänzende Grafiken zur Zonierung und dem Zielszenario

15.3.1 Baublockeignung für dezentrale Versorgung

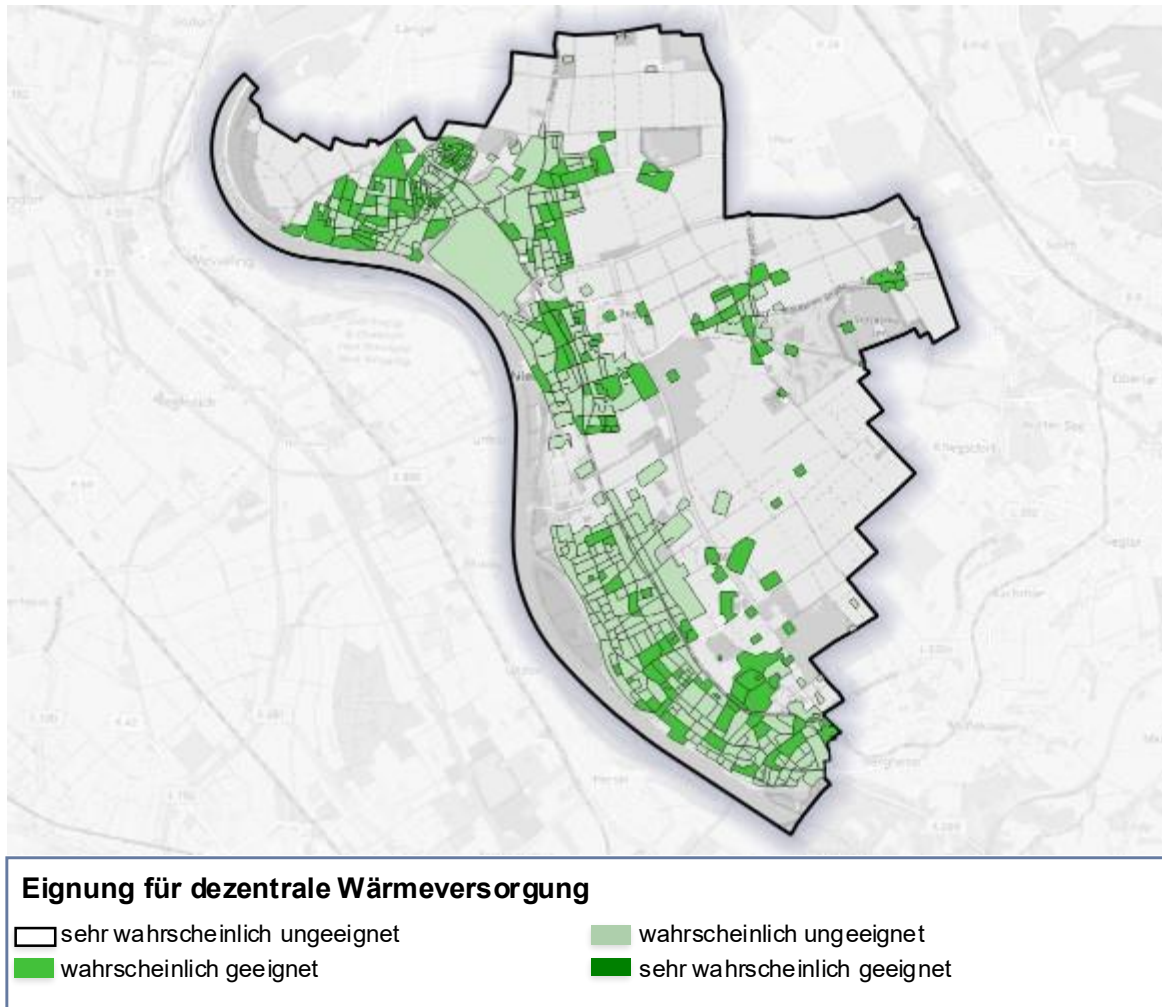


Abbildung 75: Baublockeignung für dezentrale Versorgung

15.3.2 Baublockeignung für Wärmenetze

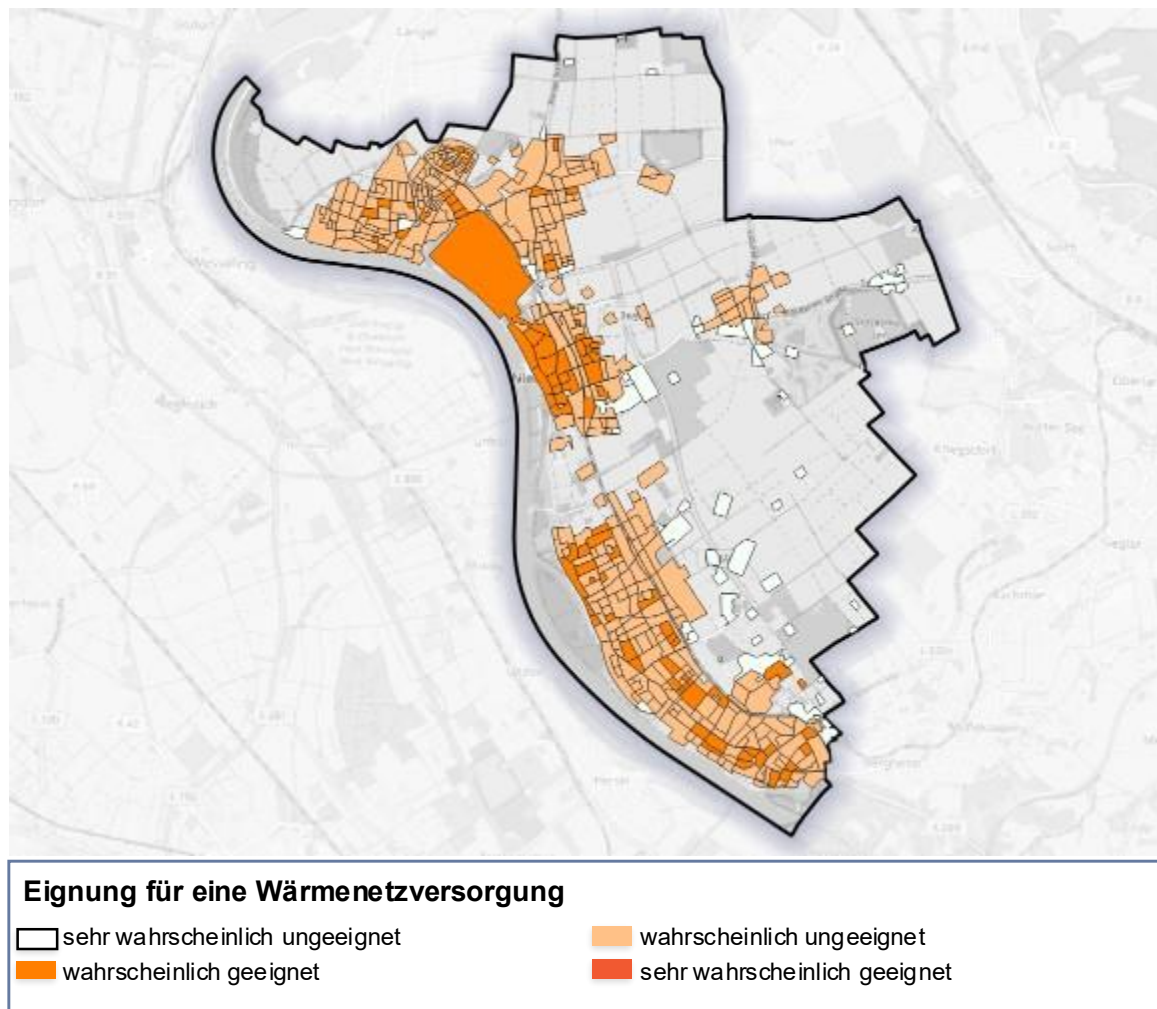


Abbildung 76: Baublockeignung für Wärmenetze

15.3.3 Baublockeignung für Wasserstoffversorgung

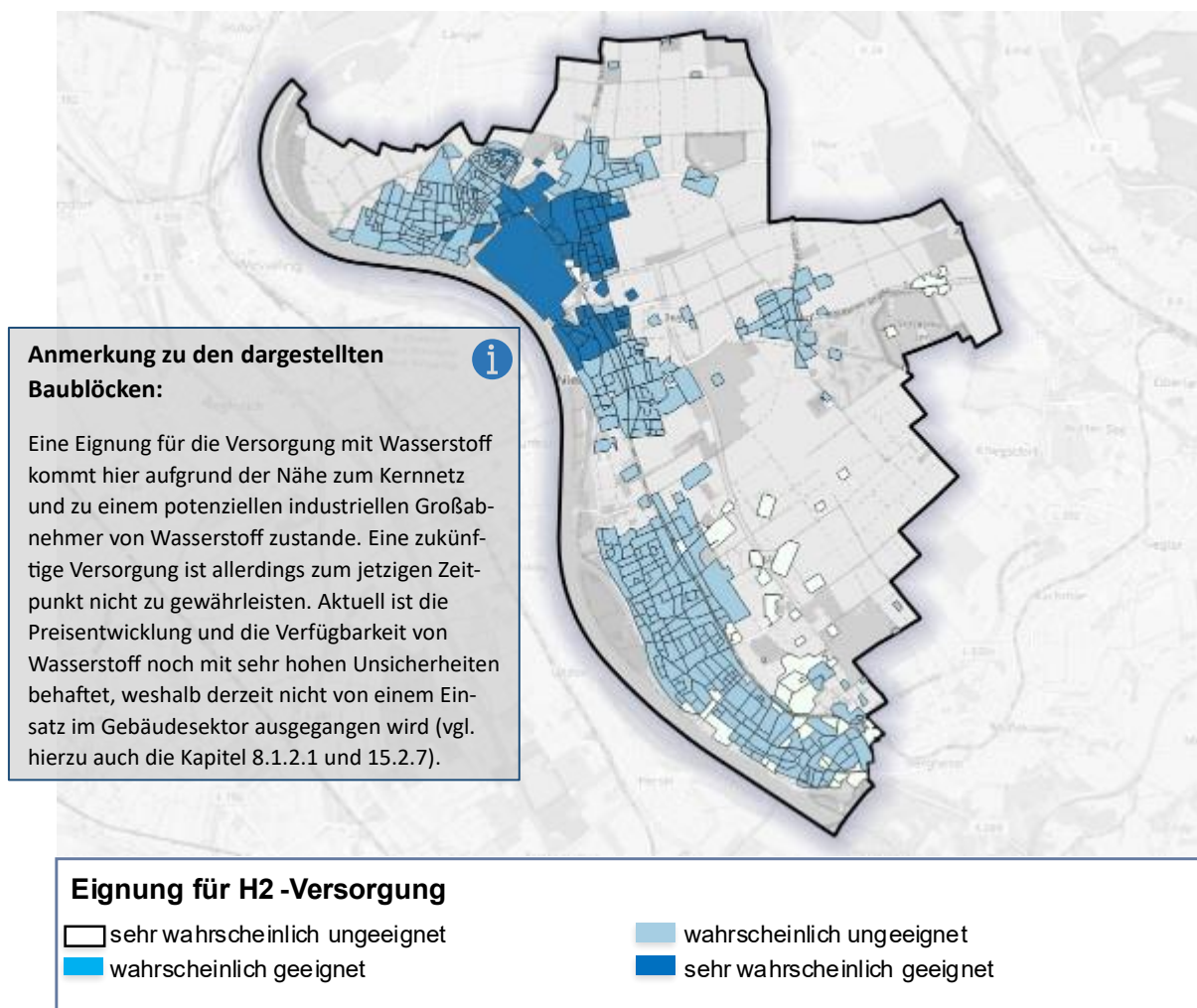


Abbildung 77: Baublockeignung für Wasserstoffversorgung

15.3.4 Nummerierung der Teilgebiete

Zur eindeutigen Bezeichnung und Zuordnung wurde jedes Teilgebiet mit einer Nummerierung versehen. Die Zuordnung kann der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

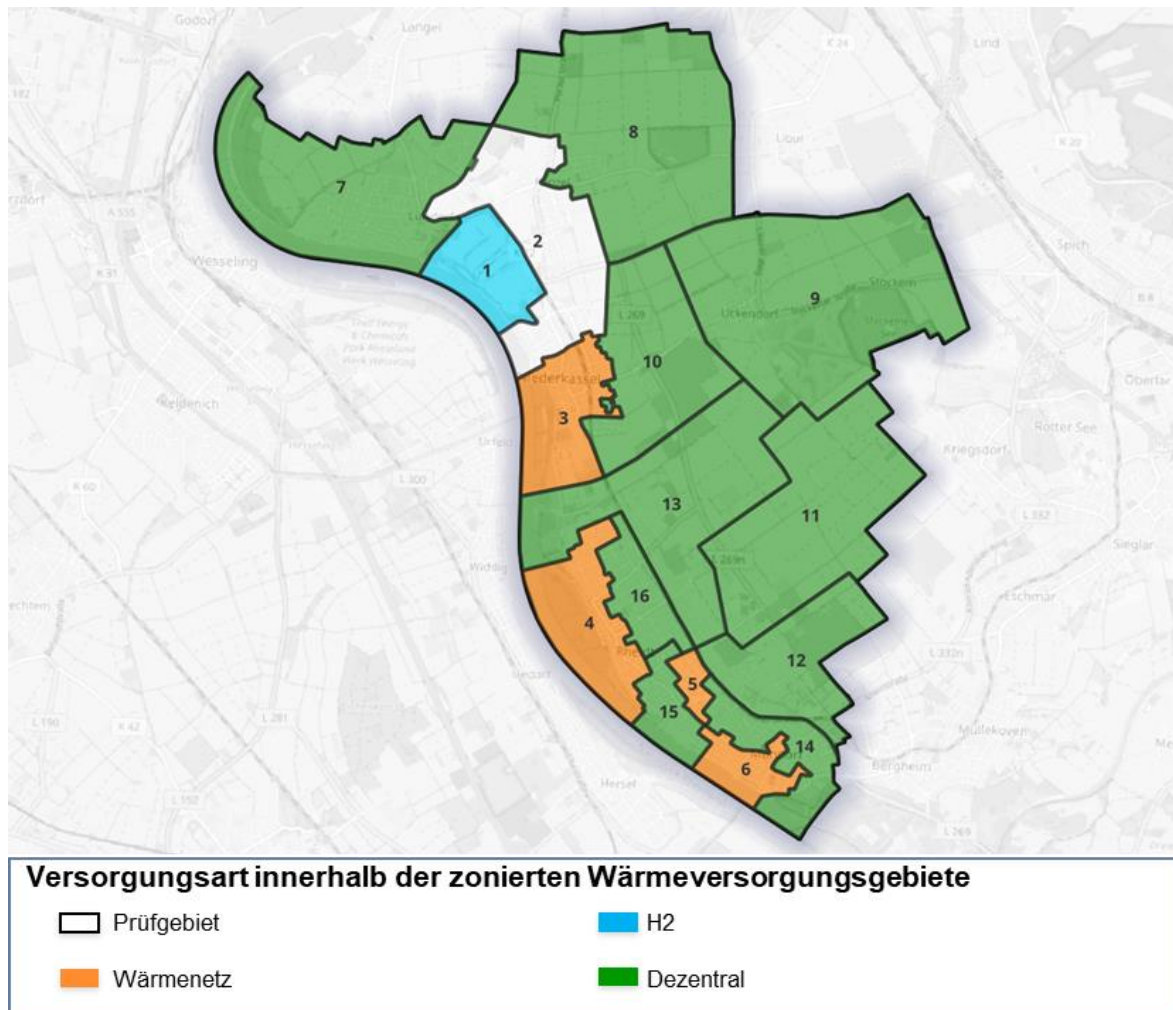
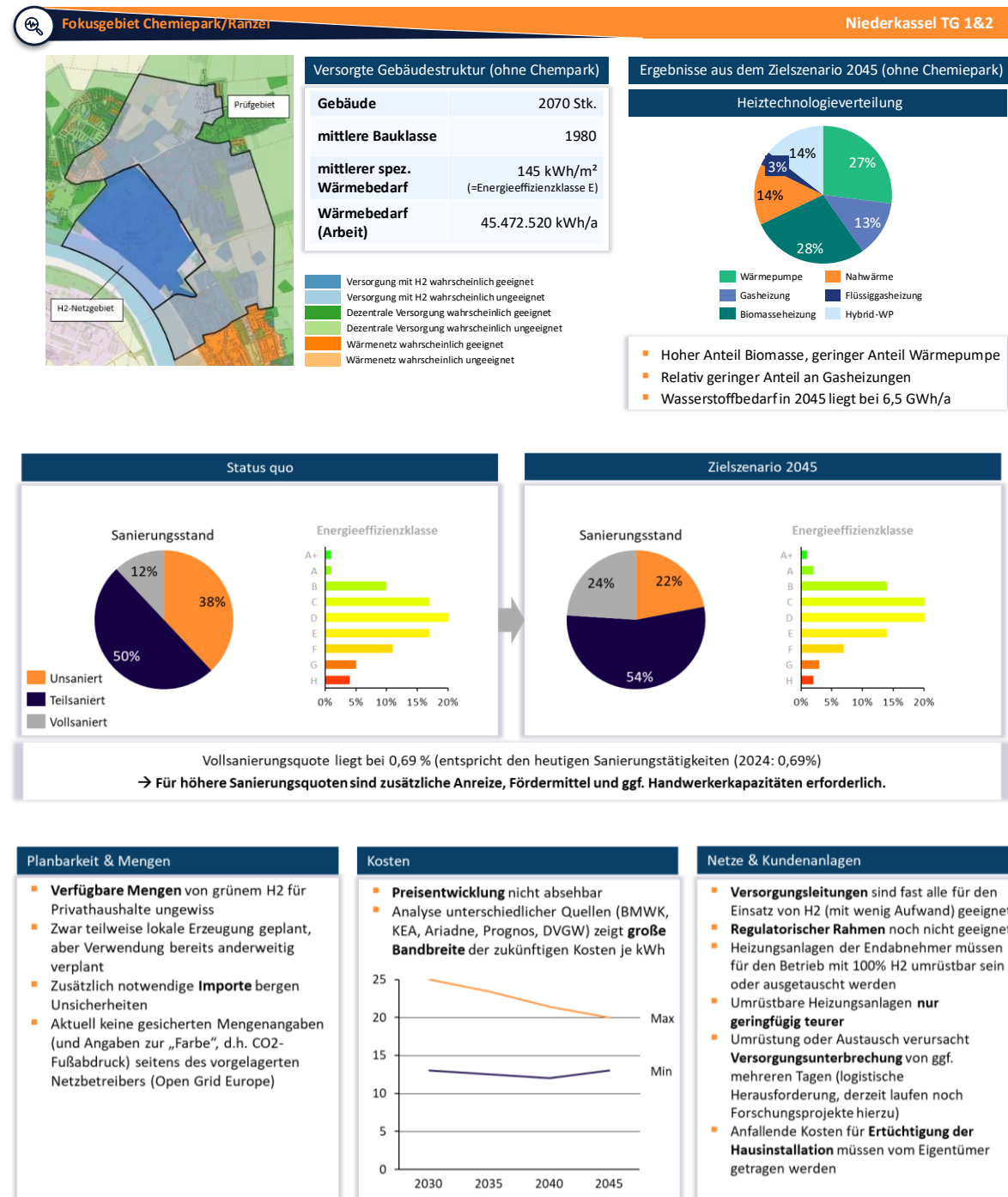


Abbildung 78: Darstellung der Teilgebiete inkl. Nummerierung

15.4 Steckbriefe der Detailanalysen

15.4.1 Prüfgebiet und H2-Versorgungsgebiet „Chemiepark/Ranzel“



Zwischenfazit: Deklaration als Prüfgebiet

Hürden von Wasserstoff in der Gebäudewärme:

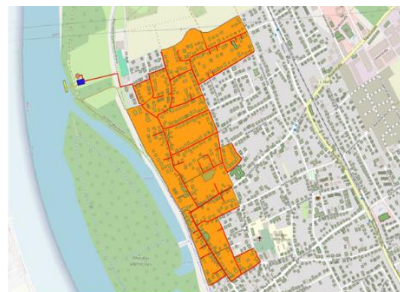
- **Unsicherheiten aufgrund unklarer Preise und Mengen**
 - Wasserstoff derzeit noch nicht wirtschaftlich im Vergleich zur Wärmepumpe
 - Mengen werden zuerst für die Industrie benötigt
- **Schwierige Rahmenbedingungen für den Endkunden (§71k GEG)**
 - Wer sich heute eine Gasheizung einbaut, muss ab 2029 15%, ab 2035 30%, ab 2040 60% und ab 2045 100% Grün-Gas-Quote nachweisen (H2, Biomethan, SNG etc.).
 - Wer sich nach 2028 eine Gasheizung einbauen möchte, muss spätestens nach 5 Jahren (Übergangsfrist) die 65% EE-Quote erfüllen.
- **Ausweisung von Wasserstoffnetzgebieten für Netzbetreiber und Kommune mit erschwerten Rahmenbedingungen**
 - Weniger das Problem: Nähe zum Kernnetz, Netzeignung
 - Jedoch aktuell offen: Verbindlich gemeldeter Wasserstoffbedarf (Industrie oder Kommune), Vertragliche Zusicherung von Mengen seitens Lieferanten, Freigabe durch die Regulierungsbehörden
- **Organisation der Umstellung machbar aber aufwendig**
 - Zustand der Kundenanlagen unbekannt und im Verantwortungsbereich des Kunden (Zustand+Dichtigkeit?)
 - nicht im laufenden Betrieb anpassbar (wird derzeit in einem Forschungsprojekt näher untersucht)

15.4.2 Wärmenetzgebiet „Rheidt“



Fokusgebiet Rheidt

Rheidt Wärmenetz

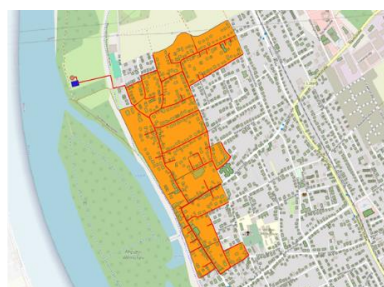


Geplante Wärmeerzeuger/-quellen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Großwärmepumpe mit Flusswasser (Rhein) als Wärmequelle (5.303 kW, 79 % des Wärmebedarfs) ■ Großwärmepumpe mit Luft als Wärmequelle (Sommer) (1.553 kW, 21 % des Wärmebedarfs) ■ Pufferspeicher (5.288 m³)

Annahmen
<ul style="list-style-type: none"> ■ 100 % Anschlussrate ■ 25 Jahre Betrachtungshorizont

Versorgte Gebäudestruktur	
Gebäude	552 Stk.
mittlere Baujahrsklasse	1965
mittlerer spez. Wärmebedarf	160 kWh/m² (=Energieeffizienzklasse F)
Wärmebedarf (Arbeit)	13.051 MWh/a
Wärmebedarf (Leistung)	6.839 kW

Geplante Wärmeversorgungsart	Wirtschaftlichkeitsfaktoren		
Niedertemperatur-Wärmenetz <ul style="list-style-type: none"> ■ 70 Grad Vorlauftemperatur ■ 10.622 m Leitungslänge¹ 	Wärmeversorgungspreis <ul style="list-style-type: none"> ■ Best-case²: 23 ct/kWh ■ Worst-case³: 37 ct/kWh 	Investitionsvolumen (CAPEX, netto) <ul style="list-style-type: none"> ■ 33,8 Mio. Euro (ohne BEW-Förderung) ■ 20,3 Mio. Euro (mit BEW-Förderung) 	Jährliche Kosten (worst-case, ohne Förderung) <ul style="list-style-type: none"> ■ Wärmenetz: 2 Mio. € ■ Erzeugungsanlagen & Speicher: 0,75 Mio. € ■ Energiekosten: 0,97 Mio. €



Geplante Wärmeerzeuger/-quellen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Großwärmepumpe mit Luft als Wärmequelle (Winter) (5.390 kW, 81 % des Wärmebedarfs) ■ Großwärmepumpe mit Luft als Wärmequelle (Sommer) (1.449 kW, 19 % des Wärmebedarfs) ■ Pufferspeicher (5.288 m³)

Annahmen
<ul style="list-style-type: none"> ■ 100 % Anschlussrate ■ 25 Jahre Betrachtungshorizont

Versorgte Gebäudestruktur	
Gebäude	552 Stk.
mittlere Baujahrsklasse	1965
mittlerer spez. Wärmebedarf	160 kWh/m² (=Energieeffizienzklasse F)
Wärmebedarf (Arbeit)	13.051 MWh/a
Wärmebedarf (Leistung)	6.839 kW

Geplante Wärmeversorgungsart	Wirtschaftlichkeitsfaktoren		
Niedertemperatur-Wärmenetz <ul style="list-style-type: none"> ■ 70 Grad Vorlauftemperatur ■ 10.622 m Leitungslänge¹ 	Wärmeversorgungspreis <ul style="list-style-type: none"> ■ Best-case²: 23 ct/kWh ■ Worst-case³: 37 ct/kWh 	Investitionsvolumen (CAPEX, netto) <ul style="list-style-type: none"> ■ 33,1 Mio. Euro (ohne BEW-Förderung) ■ 19,9 Mio. Euro (mit BEW-Förderung) 	Jährliche Kosten (worst-case, ohne Förderung) <ul style="list-style-type: none"> ■ Wärmenetz: 2 Mio. € ■ Erzeugungsanlagen & Speicher: 0,70 Mio. € ■ Energiekosten: 1 Mio. €



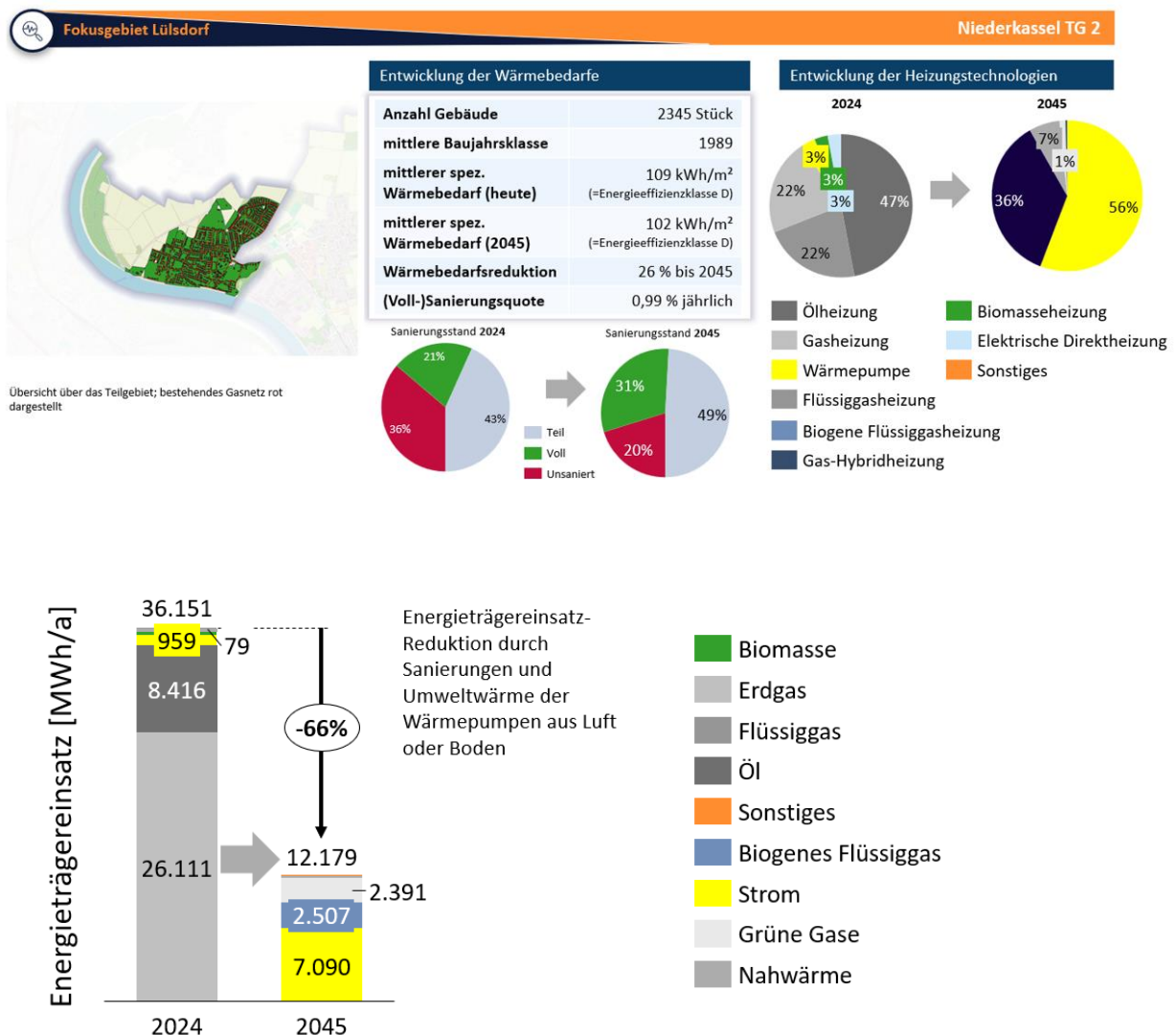
¹Leitungslänge=Hauptleitung+Verteilnetz+Hausanschlüsse

²Best-case: Anwendung der BEW-Förderung für Erzeugungsanlagen & Netzinfrastruktur; niedrigerer WACC (Weighted Average Cost of Capital)

³Worst-case: Keine BEW-Förderung und höherer WACC (Weighted Average Cost of Capital)

Konkrete Ergebnisse & Maßnahmen	Zeitraum	Weitere Akteure
<ul style="list-style-type: none"> Das Gebiet weist für beide Versorgungsvarianten nahezu identische Wärmegegostehungskosten auf. Die höhere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe durch den Rhein als Wärmequelle führt zu geringeren Energiekosten, jedoch höheren Investitionskosten ggü. einer reinen Wärmepumpenversorgung durch Luft als Wärmequelle. Mit keinem Gebäude bzw. Gewerbe von > 0,5 Mio. kWh verteilt sich der Wärmeverbrauch über eine Vielzahl an Wohngebäuden, sodass keine Großverbraucher als "Schlüsselakteure" vorhanden sind. Wichtig ist es, den Sanierungsstand der potenziell anzuschließenden Gebäude zu erfassen und ggf. ein Anschluss-Interesse zu erfragen. Es gilt zu prüfen, ob die gekennzeichneten Flächen als Standort für die Erzeugungsanlagen und Speicher zur Verfügung gestellt werden können oder ob sich andere Flächen im Versorgungsgebiet ggf. besser eignen, insbesondere im Hinblick auf Risiken wie Hochwasser. Mit der grundlegenden Eignung für die Errichtung eines Wärmenetzes – sowohl wirtschaftlich als auch technisch – ist im nächsten Schritt eine detaillierte Machbarkeitsstudie nach BEW zu empfehlen. 	<ul style="list-style-type: none"> Langfristig umsetzbar (bis 2045) <div>Rolle der Kommune</div> <ul style="list-style-type: none"> Versorgerin <div>Für die Umsetzung verantwortliche Akteure</div> <ul style="list-style-type: none"> Verwaltung (Umwelt-, Stadtplanungsamt) ggf. weiteres Ingenieurbüro 	<ul style="list-style-type: none"> Fördermittelmanager Potenzieller Betreiber des Wärmenetzes Ggf. Gebäudenetzbetreiber Planungsbüros

15.4.3 Dezentrales Gebiet „Lülsdorf“



15.5 Zuständigkeiten der Akteur/-innen im Wärmewendeteam

Die internen Strukturen der Kommune und die externen Akteur/-innen können beispielhaft u. a. für die Umsetzung der Maßnahmen relevant sein und sollten daher bei der Versteigerung involviert werden. Diese werden individuell festgelegt:

Akteur/-innen	Zuständigkeiten
Stadtwerke, Energieversorger und Wärmelieferanten sowie Netzbetreiber	Bau und Betrieb von PV-Anlagen, Erschließung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme, Ausbau bzw. Aufbau Wärmenetze, Temperaturabsenkung in Bestandsnetzen, Transformationspläne und Machbarkeitsstudien Wärmenetze, Datenbereitstellung
Stadtverwaltung	Öffentlichkeitsarbeit, Stärkung Kooperation zwischen Unternehmen, passgenaue Unterstützungsangebote
Kommunale Entscheidungsträger	Weitere Beteiligungsmöglichkeiten der Bevölkerung an den Investitionen, Verpflichtung Photovoltaik und erneuerbare Wärmeherzeugung im Neubau, Schaffung zusätzlicher Anreize durch Förder-, Informations-, und Beratungsangebote für Altbausanierungen, Teilnahme an politischen Gremien
Klimaschutzmanagement	Monitoring, zentraler Ansprechpartner für alle Themen rund um kommunale Wärmeplanung, Organisation und Koordination der ämterübergreifenden Zusammenarbeit
Liegenschaftsamt/Hoch- und Tiefbau	Berücksichtigung des Maßnahmenplans beim Bau und Unterhalt kommunaler Liegenschaften
Stadtplanungsamt & Bauamt	Berücksichtigung von Projekten, die eine Relevanz für kommunale Wärmeplanung haben
Wohnungsbaugenossenschaften, Bauherren und Handwerker	Einbindungen und Austausch mit Bürger/-innen zu allen Themen rund um erneuerbare Wärmeversorgung, Sicherstellung der Kapazitäten
Energieberater, Architekten, Planungsbüros	Sanierung Altbau: Fahrpläne zu energetischen Sanierungen des Altbaubestands, Erhalt & Förderung der Biodiversität inkl. Wärmeschutz

Tabelle 4: Mögliche Akteur/-innen und Zuständigkeiten im Wärmewendeteam

15.6 Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts

Strategie-feld	Leitsatz	Strategisches Ziel	Controlling-KPI	Einheit
Erneuerbare Energien	Ausbau von erneuerbaren Energien für Strom und Wärme	Ausbau von zentralen EE-Erzeugungsanlagen	Anteil von EE im Stromnetz deutschlandweit	%
			Installierte Windanlagen-Leistung auf dem Kommunengebiet	MW
			Installierte Solaranlagen-Leistung auf dem Kommunengebiet	MW
			Anteil von EE in lokalen Wärmenetzen	%
			Anteil von EE in der gesamten Wärmeversorgung	%
		Ausbau von dezentralen EE-Erzeugungsanlagen	Anzahl Gebäude mit PV- oder Solarthermie-Dachanlagen	Stk.
			Anzahl Gebäude mit Erdwärmesonde	Stk.
		Begrenzung von biomassebasierten Energieträgern	Benötigte Biomasse-mengen (Holz) für Wärmeversorgung	GWh/a
			Benötigte Bio-LPG Mengen für Wärmeversorgung	GWh/a
Infrastruktur	Anpassung der Infrastruktur für Wärme, Strom und Gas auf die künftigen Anforderungen	Ausbau von Wärmenetzen (wo sinnvoll)	Länge Wärmenetzleitungen	km
		Ertüchtigung des Stromnetzes	Freie Netzanschlusskapazitäten der Ortsnetzstationen	GW
		Rückbau oder Umstellung der Gasnetze	Anteil gasversorgte Gebäude	%
		Ausbau von (Groß-) Speicherkapazitäten	Installierte Stromspeicherkapazitäten	MW
Heizungsanlagen	Umstellung der fossilen Heizungen auf GEG konforme Technologien	Ausbau von Wärmepumpen	Anteil Wärmepumpen am Heizungsbestand	%
		Rückbau/Austausch von fossilen Heizungen	Anteil Gas-, Öl- und Flüssiggasheizungen am Heizungsbestand	%
		Anschluss an Wärmenetze (falls vorhanden)	Anteil Hausanschlüsse Wärmenetz/ Gebäudenetz am Heizungsbestand	%
Sanierung & Modernisierung	Reduktion der Wärmeverluste bei Raumwärme und Prozesswärme	Steigerung der Sanierungsrate bei Wohngebäuden	(Voll-)Sanierungsquoten alle Gebäude	%
			Wärmeverbrauch Haushalte	GWh/a
		Modernisierung von Gewerbegebäuden	Wärmeverbrauch Liegenschaften	GWh/a
			Wärmeverbrauch GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)	GWh/a
Verbraucherverhalten	Erhöhung der Effizienz bei der Nutzung von Raumwärme und Warmwasser	Reduktion des Wärmebedarfs	Auslastung des Beratungsangebot der Verbraucherzentrale	%
			Anzahl Teilnehmer bei Informationsveranstaltungen	Stk.
		Wohnraumsuffizienz erhöhen oder zumindest konstant halten	Beheizte Fläche pro Einwohner	qm/EW
Übergeordnet	Erreichen des Zielszenarios klimaneutraler Wärmeversorgung	Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Wärmesektor	CO ₂ -Emissionen für Wärme aller Gebäude	kt CO ₂ /a
		Reduktion des Energieträgereinsatzes im Wärmesektor	Energieträgereinsatz für Wärme aller Gebäude	GWh/a
		Reduktion des Wärmebedarfs im Wärmesektor	Wärmeverbrauch aller Gebäude	GWh/a

Tabelle 5: Übersicht definierter Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts