

Energieleitplan für die Stadt Würzburg



Diese Studie wurde erstellt von:

Alexander Schrammek

Erich Maurer

Erklärung des Verfassers / der Verfasser:

Hiermit übertrage ich die Nutzungsrechte für das oben genannte Gutachten der Stadt Würzburg uneingeschränkt für die öffentliche Verwendung, auch für eine Internetnutzung.

gez. i.V. A. Schrammek

ENERGIEAGENTUR nordbayern GmbH

Fürther Str. 244a

90429 Nürnberg

Fon: 0911/ 99 43 96-0

Fax: 0911/ 99 43 96-6

E-Mail: schrammek@ea-nb.de

Bearbeitungszeitraum:

Juli 2021 bis September 2022

Beauftragt durch die Stadt Würzburg

Förderung

Der Energieleitplan wird durch das Programm Energiekonzepte und kommunale Energienutzungspläne vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie mit einem Förderansatz von 70% gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	7
1 Einleitung und Bestandssituation.....	9
1.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	9
1.2 Trends, Hintergründe und Herausforderungen in der Energieplanung.....	9
1.3 Gebäudetypen und Flächennutzung.....	11
1.4 Bevölkerungsentwicklung.....	12
1.5 Relevante Energiequellen im Stadtgebiet.....	13
1.6 Vorhandene Netze.....	17
1.7 Vorgehensweise.....	18
2 Energieverbrauch und Reduktionspotenzial.....	20
2.1 Bestehender Energieverbrauch.....	20
2.2 Bestehender Wärmeverbrauch.....	23
2.3 Bestehender Wärmeverbrauch nach Sektoren.....	24
2.4 Reduktionspotenzial Wärmeversorgung.....	26
2.4.1 Reduktionspotenzial Szenario Trend 2045.....	27
2.4.2 Reduktionspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045.....	28
2.5 Wohngebäudebestand und Entwicklung.....	29
2.5.1 Heizwärmebedarf nach Baualtersklassen.....	30
2.5.2 Bestehender Endenergiebedarf Wärme.....	32
2.6 Wohngebäude Sanierungspotenzial.....	32
2.6.1 Sanierungspotenzial Szenario Trend 2045.....	34
2.6.2 Sanierungspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045.....	34
3 Wärme- und Sanierungskataster.....	35
3.1 Vom Energieverbrauch zum Wärmebedarf.....	35
3.2 Wärmebedarfskennwerte der Baualtersklassen.....	37
3.3 Wärmebedarf Bestandsgebäude.....	38
3.4 Sektoren für das Wärmekataster.....	39
3.5 Wärmekataster Bestand.....	40
3.6 Vom Sanierungspotenzial zum Wärmekataster Szenarien Trend und KN 2045.....	42
3.6.1 Wärmekataster Szenario Trend 2045.....	43
3.6.2 Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045.....	44
4 Energiestrategie Klimaneutralität 2045.....	45
4.1 Wärmekataster Szenario KN 2045 von Sektoren zu Quartieren.....	45
4.1.1 Wärmekataster KN 2045 mit bestehenden Wärmenetzen.....	46
4.1.2 Quartiere 2045 für Fernwärme, Nahwärme und Einzelversorgung.....	47
4.1.3 Wärmestrategie Szenario Klimaneutralität 2045.....	49
4.1.4 Wärmebereitstellung Erneuerbare Energien.....	51
4.2 Potenzielle Erneuerbare Wärmebereitstellung.....	52

4.2.1	Feste Biomasse	52
4.2.2	Oberflächennahe Geothermie	54
4.2.3	Tiefengeothermie	56
4.2.4	Freiflächen Solarthermie	57
4.2.5	Wasser (Main / Abwasser)	57
4.2.6	Abwärmenutzung	58
4.3	Potenzial Erneuerbare Stromerzeugung	59
4.3.1	Gesamte Erneuerbare Stromerzeugung	59
4.3.2	PV-Stromerzeugungspotenzial und Dachflächenkataster	60
4.3.3	Windkraft	63
4.4	Modellprojekt Neubaugebiete	66
4.5	Energie- und klimaeffiziente Gewerbegebiete	68
4.6	Rechtliche Möglichkeiten zur Umsetzung einer Energiestrategie	69
4.6.1	Leitlinien für die Bauleitplanung	69
4.6.2	Anschluss- und Benutzungszwang in Neubaugebieten	70
4.6.3	Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für PV	71
4.6.4	Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für Windkraft	74
4.6.5	Stromversorgung eines Gewerbegebietes außerhalb des öffentlichen Netzes	76
4.7	Indikatoren zu Umsetzungskontrolle	78
5	Fazit und Ausblick	79
6	Pläne	80
7	Abkürzungen	81

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen und Tabellen sofern nicht anders gekennzeichnet von der Energieagentur Nordbayern GmbH.

Abbildung 1: Plandarstellung Gebäudetypen und Flächennutzung Stadtgebiet Würzburg	11
Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Stadt Würzburg.....	12
Abbildung 3: Energiebilanz Fernwärme, Input und Output	14
Abbildung 4: Primärenergieanteile bei der Fernwärmeerzeugung	14
Abbildung 5: Energiebilanz BHKW Berner Str., Input und Output	15
Abbildung 6: EEG-Anlagen Stromerzeugung.....	16
Abbildung 7: EEG-Anlagen Anteile	16
Abbildung 8: Plandarstellung Wärme- und Erdgasnetz Stadtwerke Würzburg (Quellen: WVV, MFN)	17
Abbildung 9: Absoluter Endenergieverbrauch nach Sektoren.....	20
Abbildung 10: Anteiliger Endenergieverbrauch nach Sektoren	21
Abbildung 11: Absoluter Endenergieverbrauch nach Energieträgern	22
Abbildung 12: Anteiliger Endenergieverbrauch nach Energieträgern	22
Abbildung 13: Absoluter Endenergieverbrauch nach Energieträgern	23
Abbildung 14: Anteiliger Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung	23
Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Energieträgern Wohngebäude	24
Abbildung 16: Wärmeverbrauch nach Energieträgern GHD.....	24
Abbildung 17: Wärmeverbrauch nach Energieträgern Industrie.....	25
Abbildung 18: Wärmeverbrauch nach Energieträgern kommunale/öffentliche Einrichtungen.....	25
Abbildung 19: Entwicklung der Wärmeversorgung bis 2045 aus dem iKK (S.96)	26
Abbildung 20: Entwicklung Endenergiebedarf Wärme und Emissionen Szenario Trend 2045	27
Abbildung 21: Entwicklung Endenergiebedarf Wärme und Emissionen Szenario KN 2045	28
Abbildung 22: Altersstruktur der Wohnfläche in Würzburg	29
Abbildung 23: Heizwärmebedarf je m ² für Gebäude nach Ausführungsstandard.....	30
Abbildung 24: Absoluter Heizwärmebedarf für Gebäude nach Ausführungsstandard	31
Abbildung 25: Entwicklung Endenergiebedarf und THG-Emissionen Sektor Wohnen	32
Abbildung 26: Wohngebäude Sanierungspotenzial Szenario Trend 2045	34
Abbildung 27: Wohngebäude Sanierungspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045	34
Abbildung 28: Wärmebedarf für das Wärmekataster Szenario Trend 2045	35
Abbildung 29: Wärmebedarf für das Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045.....	36
Abbildung 30: Entwicklung spezifischer Wärmebedarfswerte Bestand, Szenario Trend 2045 und KN 2045.....	37
Abbildung 31: Plandarstellung Jahreswärmebedarf der Bestandsgebäude	38
Abbildung 32: Plandarstellung Sektoren für das Wärmekataster.....	39
Abbildung 33: Plandarstellung Wärmekataster im Bestand	40
Abbildung 34: Plandarstellung Wärmekataster im Bestand mit Wärme- und Erdgasnetzen.....	41
Abbildung 35: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario Trend 2045	43

Abbildung 36: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario Klimaneutralität 2045	44
Abbildung 37: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario KN 2045 mit bestehenden Wärmenetzen	46
Abbildung 38: Plandarstellung Quartiere im Szenario KN 2045	47
Abbildung 39: Wärmebereitstellung und Primärenergieanteile Wärmestrategie KN 2045	49
Abbildung 40: Wärmebereitstellung Erneuerbare Energien KN 2045	51
Abbildung 41: Wärmebereitstellung EE, Gegenüberstellung Ist-Bilanz / Szenario KN 2045	51
Abbildung 42: Potenzial Biomasse Waldholz, Stadtgebiet und Landkreis Würzburg	52
Abbildung 43: Standorteignung Oberflächennahe Geothermie	54
Abbildung 44: Standorteignung Tiefengeothermie	56
Abbildung 45: Entwicklung der Stromerzeugung bis 2045	59
Abbildung 46: Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaik bis 2045	61
Abbildung 47: Dachflächenkataster PV-Stromerzeugung	62
Abbildung 48: Gebietskulisse Windkraft, Erstbewertung windhöffiger Gebiete	63
Abbildung 49: Vorbehaltsgebiet in der Nachbargemarkung Rimpar	64
Abbildung 50: Kaltes Wärmenetz Baugebiet Lengfeld-Nord	66
Abbildung 51: Systematik Kalte Nahwärme	67
Abbildung 52: Systematik Kalte Nahwärme	67
Abbildung 53: Wöchentlicher Anteil der Windenergie 2021	75
Abbildung 54: Wöchentlicher Anteil der Solarenergie 2021	76
Tabelle 1: Erzeugungsanlagen für Fernwärmenetz Stadt Würzburg	13
Tabelle 2: Erzeugungsanlagen für Fernwärmenetz Stadt Würzburg	15
Tabelle 3: Sanierungsszenarien Trend 2045 und KN 2045	33
Tabelle 4: Quartiersbildung mit Wärmeanteilen der Versorgungskonzepte	48
Tabelle 5: Primärenergieanteile zur Wärmeerzeugung	49
Tabelle 6: PV-Dachflächenpotenzial	60
Tabelle 7: Auszug Indikatorentabelle zur Umsetzungskontrolle	78

Zusammenfassung

Der Würzburger Stadtrat hat im November 2019 ein umfassendes Klimaversprechen formuliert, um dem Klimaschutz und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels als zentrale Zukunftsaufgabe höchste Priorität einzuräumen und vielfältige Maßnahmen zu ergreifen. Zudem wurde das Ziel beschlossen, als Stadt bis spätestens 2045 klimaneutral zu sein. Auf dieser Grundlage wurde ein integriertes Klimaschutzkonzept (iKK) durch das Büro 4K | Kommunikation im Klimaschutz und das Leipziger Institut für Energie GmbH erarbeitet und im Januar 2022 vom Stadtrat beschlossen. Daran anknüpfend wurde die Energieagentur Nordbayern GmbH beauftragt, einen Energieleitplan zu erarbeiten. Auftraggeber war das Baureferat der Stadt Würzburg, vertreten durch die Fachabteilung Bauleitplanung.

Die Ergebnisse sollen als wichtige Grundlage für den Themenbereich Energie / Klima in den Neuaufstellungsprozess des Flächennutzungsplans eingebunden werden. Es sollen energetische Ziele für die weitere städtebauliche Planung, in Anlehnung an den Planungshorizont des Flächennutzungsplans 2035 / 2040 formuliert werden. Der Energieleitplan wurde in enger Abstimmung mit dem Fachbereich Umwelt und Klimaschutz sowie den lokalen Akteuren (Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH und Mainfrankennetze) erarbeitet und zeigt mit der Energiestrategie Klimaneutralität 2045 den Weg, um das Klimaversprechen umzusetzen.

Die zentralen Punkte sind der integrierte Quartiersansatz und die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung. Beim integrierten Quartiersansatz bietet das Quartier die Chance, Lösungen für die grundlegende Transformation der Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen Ausrichtung zu entwickeln. Gleichzeitig muss in die energetische Sanierung aller Gebäude investiert werden, um das große Potenzial der Energieeinsparung zu realisieren. Energie, die nicht benötigt wird, muss nicht erzeugt werden.

Grundlage für die Quartiersbildung ist das gebäudescharfe Wärmekataster. Dies zeigt die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte der Gebäude für einzelne Sektoren. Sektoren mit einer dichten Bebauung und größeren Gebäuden haben eine höhere Wärmedichte als solche mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Sektoren mit einer hohen Wärmedichte eignen sich für Nah- und Fernwärmelösungen, eine geringe Wärmedichte ist eher für dezentrale Wärmeversorgungskonzepte geeignet.

Ausgehend vom Wärmekataster für die Ist-Situation wurden zwei Gebäude-Sanierungsszenarien simuliert. Beim Szenario Trend 2045 wird von einer gleichbleibenden Sanierungsrate von 0,9 % ausgegangen, nach dem Motto „weiter so“. Der Sanierungsstandard wird in Richtung Komplettsanierung gedacht und nicht mehr nur in Einzelmaßnahmen wie z.B. Fenstertausch. Beim Szenario Trend ist eine Wärmeeinsparung von 12 % möglich. Für das Szenario Klimaneutralität 2045 muss die Sanierungsrate ab dem Jahr 2030 auf 1,75 % gesteigert werden. Das Sanierungsniveau entspricht derzeitigen Effizienzhausstandards. Diese entsprechen dem Stand der Technik und sind aufgrund der aktuellen Energiekrise und Diskussion um Energieeinsparung ein realistischer Ansatz. Mit diesen Annahmen ist beim angestrebten Szenario Klimaneutralität eine Wärmereduktion von 31 % möglich. Außerdem werden neue Wohnbauflächenpotenziale und Innenentwicklungspotenziale im Bestand berücksichtigt, ebenso

das Erweiterungsgelände der Uni-Kliniken sowie die bauliche Erweiterung und Nachverdichtung beim Campus Hubland.

Aus dem Wärmekataster Klimaneutralität 2045 wurden in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Würzburg 48 Quartiere gebildet und den drei Wärmeversorgungskonzepten Fernwärme, Nahwärme und Dezentrale Objektversorgung zugeordnet.

Fernwärmequartiere sind im Bereich der bestehenden Fernwärmeversorgung auszuweisen. Der Fernwärmeausbau soll einerseits durch Nachverdichtung der bereits versorgten Bereiche und durch Erweiterung in direkt angrenzende Quartiere mit hoher Wärmedichte erfolgen. Gleichzeitig muss eine Dekarbonisierung der Fernwärme stattfinden. Wasserstoff und Biomethan sollen hier mit jeweils 40 % einen entscheidenden Betrag leisten. Rund 10 % des Fernwärmebedarfs kann durch ein eigenes Biomasseheizwerk gedeckt werden, das durch das Kompostwerk Würzburg mit Brennstoff versorgt wird. Weitere 10 % der Wärme soll durch große Flusswasserwärmepumpen mittels Mainwasser erzeugt werden.

Nahwärmeversorgung wird in Quartieren entstehen, die eine hohe Wärmedichte aufweisen, aber aus technischen oder geografischen Gründen nicht, oder nur mit beträchtlichem Aufwand, an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen werden können. Rund 20 % der Wärme könnte hierbei jeweils durch feste Biomasse (Holzhackschnitzel) und Freiflächen-Solarthermie erfolgen, die restlichen 60 % sollten durch oberflächennahe Geothermie Nutzung erzeugt werden. Der hierfür nötige Wärmepumpenstrom muss durch objektnahe PV-Anlagen erzeugt werden.

Die **Dezentrale Objektversorgung** kommt überall da zum Einsatz, wo Fern- oder Nahwärme technisch oder wirtschaftlich nicht umsetzbar ist. Auch hier ist von rund 20 % fester Biomassenutzung auszugehen. Dies sind bei größeren Objekten üblicherweise Hackschnitzel, im Ein-Zweifamilienhausbereich werden eher Holzpellets zum Einsatz kommen. Die Aufdach-Solarthermie kann mit ca. 5 % einen unterstützenden Beitrag leisten. Die restliche Wärmebereitstellung wird durch Wärmepumpen erfolgen, je nach Gegebenheit durch Luft-, Erd- oder Wasserwärmepumpen. Auch hier kann eine Kombination mit PV-Dachanlage und Stromspeicher einen Großteil des Strombedarfs decken.

Die ermittelten Daten und Schlussfolgerungen der Energieleitplanung bilden eine erste wichtige Grundlage, um im Anschluss daran technisch und wirtschaftlich optimierte Quartierskonzepte zu entwickeln. Die Stadtwerke Würzburg werden als Folgeprojekt eine „Wärmeleitplanung“ auf Basis der Energieleitplanung für Würzburg erstellen und in dessen Rahmen die zukünftige, quartiersbezogene Umsetzung der Energieerzeugungs- und Netzstruktur detaillierter ermitteln und ausarbeiten.

Nun geht es darum, möglichst schnell mit ersten Maßnahmen wie beispielsweise Nachverdichtung der Fernwärme oder der Umsetzung von Quartierskonzepten zu beginnen. Umso länger Umsetzungsmaßnahmen hinausgezögert werden, desto teurer werden die Investitionen und der Zeithorizont bis 2045 wird knapper. Alle zukünftigen Investitionen müssen außerdem auf Klima- und Ressourcenschutz geprüft werden, um die finanziellen Mittel zielgenau zu investieren.

1 Einleitung und Bestandssituation

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Stadt Würzburg ist eine kreisfreie Stadt im bayerischen Regierungsbezirk Unterfranken mit rund 130.000 Einwohnern auf einer Fläche von 87,63 km². Die Stadt am Main ist in 13 Stadtbezirke unterteilt und bildet eines von drei Regionalzentren im Freistaat.

Im Jahr 2017 hat der Würzburger Stadtrat einen Grundsatzbeschluss darüber gefasst, den Flächennutzungsplan aus dem Jahr 1987 nunmehr in integrierter Form mit dem Landschaftsplan neu aufzustellen. Der Neuaufstellung vorgeschaltet war ein umfassender Prozess zur Formulierung strategischer Entwicklungsziele unter breiter Öffentlichkeitsbeteiligung unter dem Namen Raum.Perspektive.Würzburg. Im Februar 2020 wurde der formale Aufstellungsbeschluss gefasst. Ein Anspruch an den neuen Flächennutzungsplan der Stadt Würzburg ist es, die Fragen der Energieversorgung und -effizienz stärker und langfristig in der räumlichen Planung zu berücksichtigen und vorzubereiten.

Der Würzburger Stadtrat hat im November 2019 ein umfassendes Klimaversprechen formuliert, um dem Klimaschutz und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels als zentrale Zukunftsaufgabe höchste Priorität einzuräumen und vielfältige Maßnahmen zu ergreifen. Zudem wurde das Ziel beschlossen, als Stadt bis spätestens 2045 klimaneutral zu sein. Auf dieser Grundlage wurde ein integriertes Klimaschutzkonzept (iKK) durch das Büro 4K | Kommunikation im Klimaschutz und das Leipziger Institut für Energie GmbH erarbeitet und im Januar 2022 vom Stadtrat beschlossen. Dieses Konzept zeigt Wege auf, wie Klimaneutralität bis spätestens 2045 bzw. schon 2040 (novellierter Zielwert aufgrund des Stadtratsbeschlusses) erreicht werden kann. Daran anknüpfend wurde die Energieagentur Nordbayern GmbH, durch das Baureferat der Stadt Würzburg, vertreten durch die Fachabteilung Bauleitplanung, beauftragt, einen Energieleitplan zu erarbeiten.

Die Ergebnisse sollen als wichtige Grundlage für den Themenbereich Energie / Klima in den Neuaufstellungsprozess des Flächennutzungsplans eingebunden werden. Es sollen energetische Ziele für die weitere städtebauliche Planung, in Anlehnung an den Planungshorizont des Flächennutzungsplans 2035 / 2040 formuliert werden. Die Stadt Würzburg legt hierbei Wert auf visionären Anspruch der konzeptionellen Überlegungen, die jedoch auch hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit zu prüfen sind.

Der Energieleitplan wurde in enger Abstimmung mit dem Fachbereich Umwelt und Klimaschutz sowie den lokalen Akteuren (Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH und Mainfranken Netze GmbH) erarbeitet. Das integrierte Klimaschutzkonzept (iKK 2021) bildet bei der Bearbeitung die Grundlage für die energetischen Ausgangsdaten und die Zukunftsszenarien.

1.2 Trends, Hintergründe und Herausforderungen in der Energieplanung

„Jetzt erst recht! Bis 2045 wollen wir ein klimaneutrales Industrieland sein. Das machen wir für den Klimaschutz. Gleichzeitig gewinnen wir so Unabhängigkeit – ökonomisch und politisch“, sagt Bundeskanzler Olaf Scholz am 06.04.2022 bei der Befragung der Bundesregierung im Deutschen Bundestag.¹

¹ Quelle: Klimaschutz in Deutschland und weltweit | Bundesregierung

Die verschiedenen bisher existierenden Energiegesetze tragen nicht mehr in dem Maße zur Umsetzung der Energiewende bei als es notwendig ist, um die Ziele zur Erreichung nationaler Sicherheit zu erreichen und eine extreme Erderwärmung zu verhindern. Daher kam es Anfang April zu einer umfangreichen Novellierung der entsprechenden Gesetze. Umgesetzt durch das Osterpaket.

Ziel ist es hierbei, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien massiv beschleunigt wird. Das BMWK sagt, dass die Verdreifachung der Geschwindigkeit beim Ausbau der Erneuerbaren im öffentlichen Interesse und der öffentlichen Sicherheit liegt.

Die Verlegung des Schwerpunkts der Politik wird getrieben durch die fortschreitende Klimakrise und dem völkerrechtswidrigen Einmarsch Russlands in die Ukraine. Durch den Einmarsch Russlands in die Ukraine zeigt sich drastisch, wie essenziell der Ausbau der erneuerbaren Energie ist, um nationale Sicherheit zu erzielen.²

Die Zwischenziele zur Erreichung der Klimaneutralität 2045 wurden folgendermaßen definiert:

Bis 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf mindestens 80 Prozent steigen. Bis 2035 zielt die Bundesregierung auf eine nahezu treibhausgasneutrale Stromerzeugung ab.³ Der aktuelle Bericht des Weltklimarat (IPCC) vom 4. April 2022 hat auch noch mal dargestellt, dass es zwingend nötig ist, die CO₂-Neutralität schon Mitte des Jahrhunderts zu erreichen, da ansonsten eindeutig das 1,5 Grad Ziel überschritten wird und somit mit dramatischen Auswirkungen zu rechnen ist. Selbst wenn das 1,5 Grad Ziel erreicht wird, werden die Folgen der Erderwärmung für Jeden zu spüren sein.

Die durchschnittlichen jährlichen Treibhausgas-Emissionen /Greenhouse Gases in dem Zeitraum zwischen 2010 – 2019 waren höher als zu jedem anderen Zeitraum bisher. Ein kleiner Hoffnungsschimmer ist, dass die Wachstumsrate im selben Zeitraum niedriger als im Zeitraum von 2000 bis 2009 war.

Trotz alledem sagen die Wissenschaftler vorher, dass ohne drastische Erhöhung der politischen Maßnahmen die mittlere globale Erwärmung auf 3,2 Grad bis 2100 ansteigen wird. Wenn dies eintritt, werden große Teile der Welt nicht mehr bewohn- und bewirtschaftbar sein.⁴

Die Stadt Würzburg ist sich dem bewusst. Bereits 2019 hat der Würzburger Stadtrat basierend auf dem Pariser Klimaabkommen das Klimaversprechen der Stadt Würzburg beschlossen. Im Jahr 2021 wurde das „Integrierte Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg“ (iKK) erstellt und im Januar 2022 vom Stadtrat beschlossen. Anschließend an das iKK findet anhand des Energieleitplans eine konkrete räumliche Ermittlung und Bewertung des (Wärme-) Energiebedarfs und Potenzials statt. Außerdem wird eine langfristige Energiestrategie hinsichtlich Energieversorgung erarbeitet. Dies soll der Stadt Würzburg eine schnelle und sinnvolle Realisierung der Energiewende ermöglichen, um das Ziel der Bundesregierung von Treibhausgasneutralität sowie die Zielsetzungen des Klimaversprechens möglichst schnell zu erreichen.

² Überblickspapier Osterpaket 06.04.2022 | bmwi.de

³ Quelle: Klimaschutz in Deutschland und weltweit | Bundesregierung

⁴ Quelle: IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf S.63

1.3 Gebäudetypen und Flächennutzung

Als Grundlage für die kartografische Darstellung wurde durch die Stadt Würzburg die Digitale Flurkarte aus dem Amtlichen Liegenschaftskataser (ALKIS) und das Amtliche Topographische kartographische Informationssystem (ATKIS) zur Verfügung gestellt. Im ALKIS sind Gebäude-Nutzungsgruppen hinterlegt, die teilweise angepasst wurden. Im Plan erfolgt eine Einordnung als Wohngebäude, Gewerbegebäude, kommunale/öffentliche Gebäude und sonstige Bauwerke. Im ATKIS ist die jeweilige Flächennutzung hinterlegt und kann dementsprechend planerisch dargestellt werden.

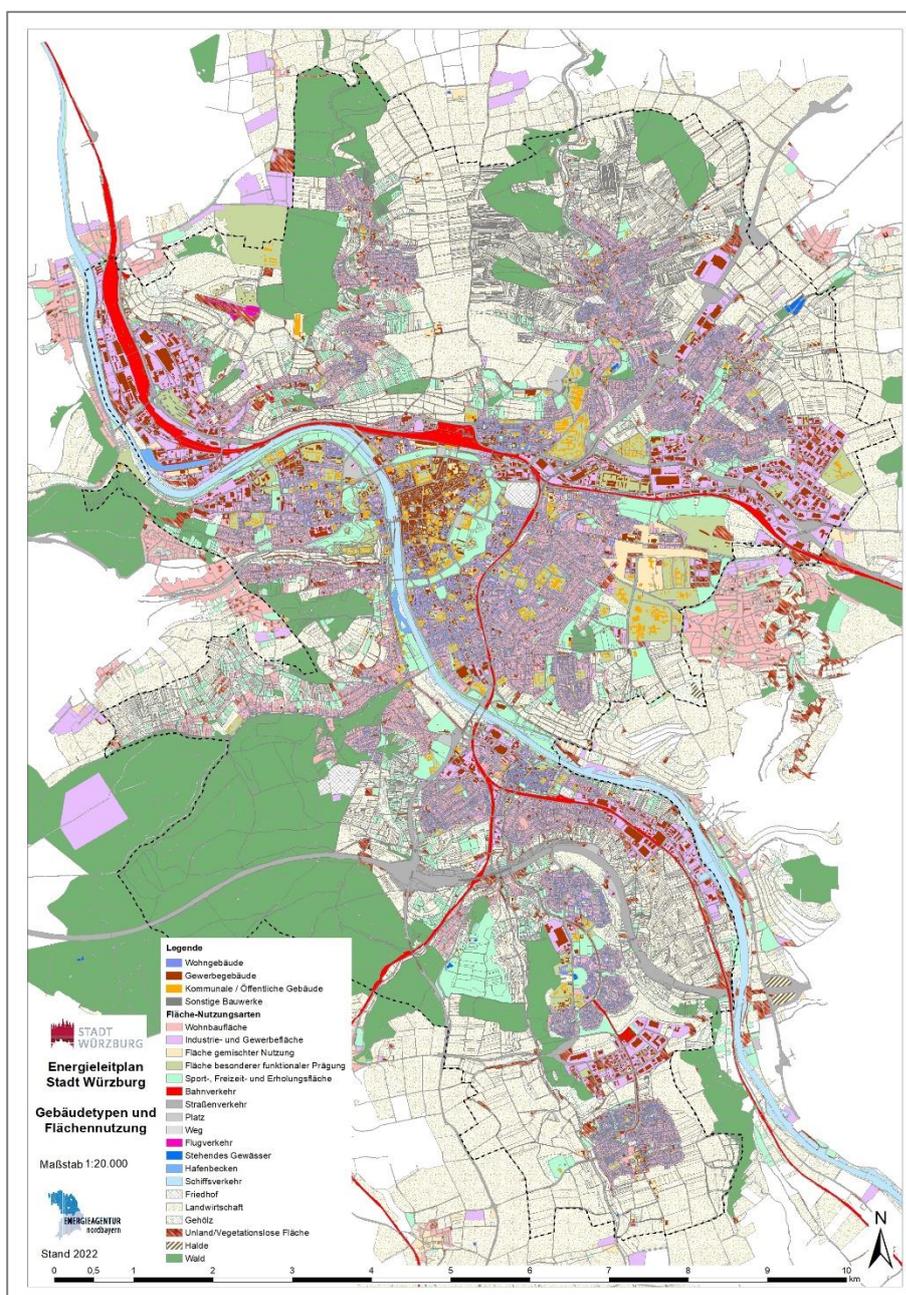


Abbildung 1: Plandarstellung Gebäudetypen und Flächennutzung Stadtgebiet Würzburg

1.4 Bevölkerungsentwicklung

In den letzten 10 Jahren ist die Bevölkerung in Würzburg um rund 5 % gestiegen. In der Langfristbetrachtung bis zum Jahr 2045 wird ein weiterer Anstieg von 3,6 % prognostiziert. Wobei die Bevölkerungsprognose der Stadt nur bis zum Jahr 2035 erstellt wurde und für den Horizont der Klimaneutralität 2045 dann konstant fortgeschrieben wird. Eine detailliertere Beschreibung der Bevölkerungsentwicklung ist im iKK ab Seite 58 nachvollziehbar.

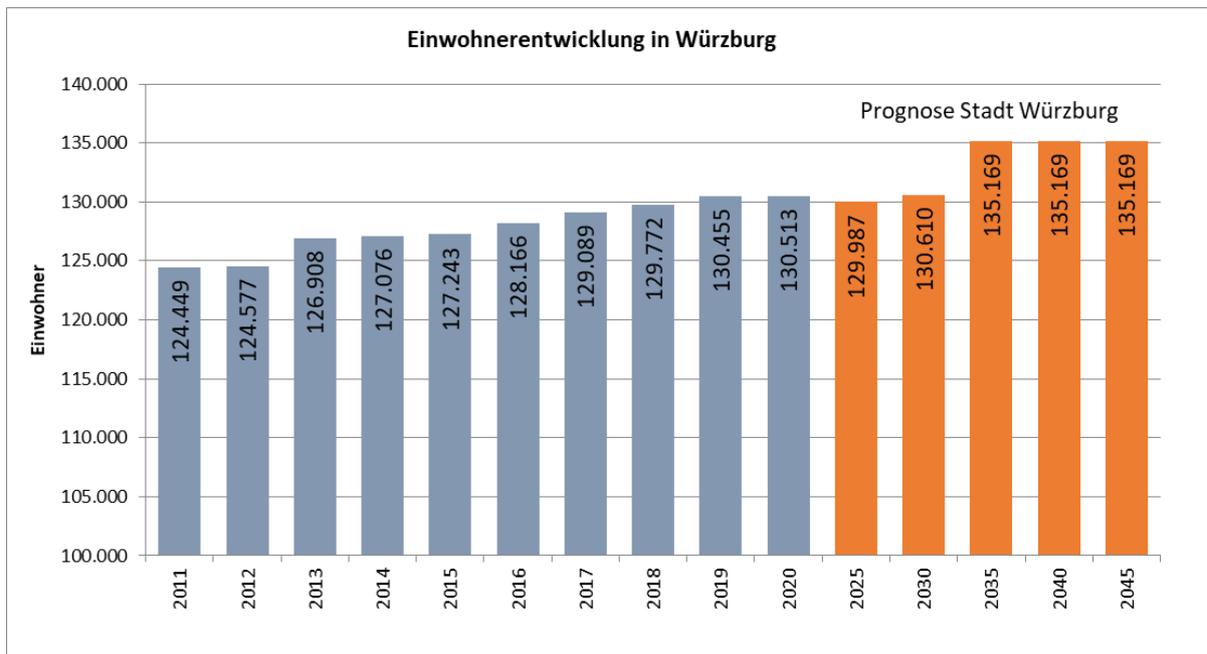


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Stadt Würzburg⁵

⁵ Quellen: Bis 2020 Bay. Landesamt für Statistik, ab 2025 Stadt Würzburg

1.5 Relevante Energiequellen im Stadtgebiet

Im Folgenden werden relevante Energiequellen zur Strom- und Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Würzburg beschrieben.

Im Stadtgebiet sind derzeit folgende vier größere Erzeugungsanlagen vorhanden, die in das zentrale Fernwärmenetz der Stadt einspeisen und teilweise gleichzeitig Strom erzeugen:

	Nennleistung elektrisch	Feuerungswär- meleistung	Technik	Energieträger
Heizkraftwerk an der Friedensbrücke	134 MW	335 MW	zwei GuD-Blöcke	Erdgas
Heizwerk Sanderau	---	21 MW	Großwasserraum- kessel	Erdgas
Heizwerk Elferweg	---	23 MW	Großwasserraum- kessel	Heizöl
Müllheizkraftwerk Gattinger Str.	28 MW	35 MW	zwei GuD-Blöcke	Abfall, Heizöl Klärschlamm,

Tabelle 1: Erzeugungsanlagen für Fernwärmenetz Stadt Würzburg⁶

⁶ Quelle: Umwelterklärungen 2019 und 2021 Stadtwerke Würzburg AG

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen den Energieinput und den Wärme- bzw. Stromoutput der Fernwärmeerzeugung. Das Heizkraftwerk an der Friedensbrücke erzeugt rund 80 % der Energiemengen, gefolgt vom Müllheizkraftwerk mit knapp über 16 %. Die Heizwerke Sanderau und Elferweg dienen als Redundanz und zur Spitzenlastabdeckung.

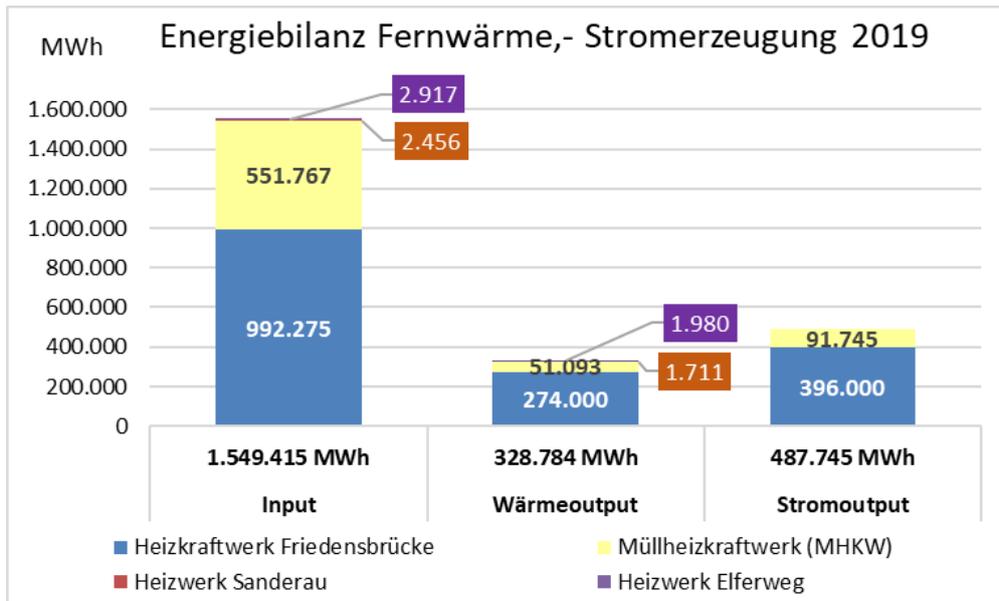


Abbildung 3: Energiebilanz Fernwärme, Input und Output⁷

Knapp 2/3 der eingesetzten Energiemengen ist Erdgas, und rund 1/3 Abfall:

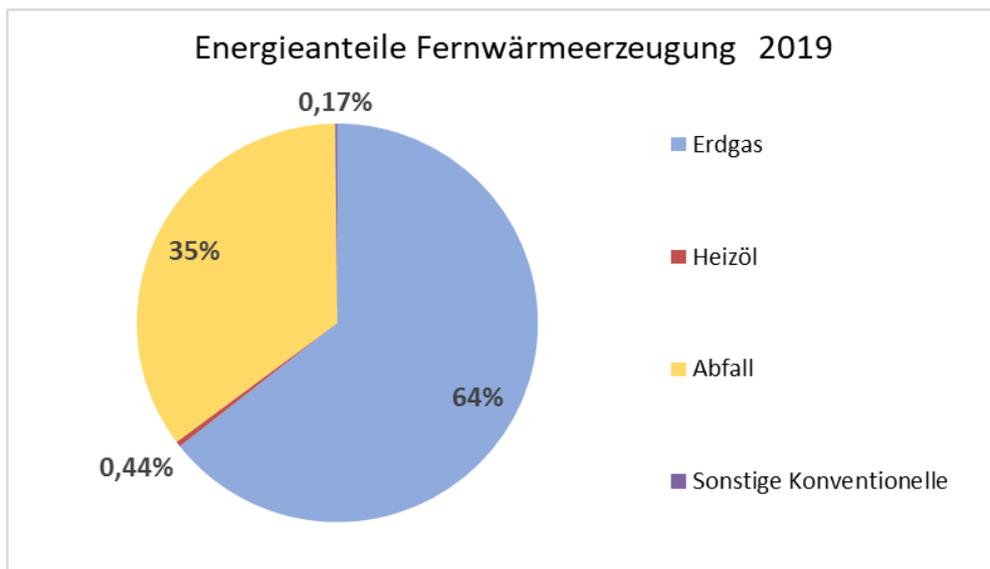


Abbildung 4: Primärenergieanteile bei der Fernwärmeerzeugung

⁷ Quellen: WVV, MFN und iKK S. 35 ff.

Im Stadtbezirk Heuchelhof ist eine weitere Energieerzeugungsanlage der Stadtwerke vorhanden, die Wärme in ein Wärmenetz einspeist und gleichzeitig Strom erzeugt:

	Nennleistung elektrisch	Feuerungswär- meleistung	Technik	Energieträger
BHKW Berner Str.	2,0 MW	4,9 MW	zwei Gasmotoren	Erdgas

Tabelle 2: Erzeugungsanlagen für Fernwärmenetz Stadt Würzburg⁸

Das BHKW Berner Straße speist jährlich ca. 9.600 MWh Wärme in das Stadtteilnetz ein und erzeugt rund 7.900 MWh Strom.

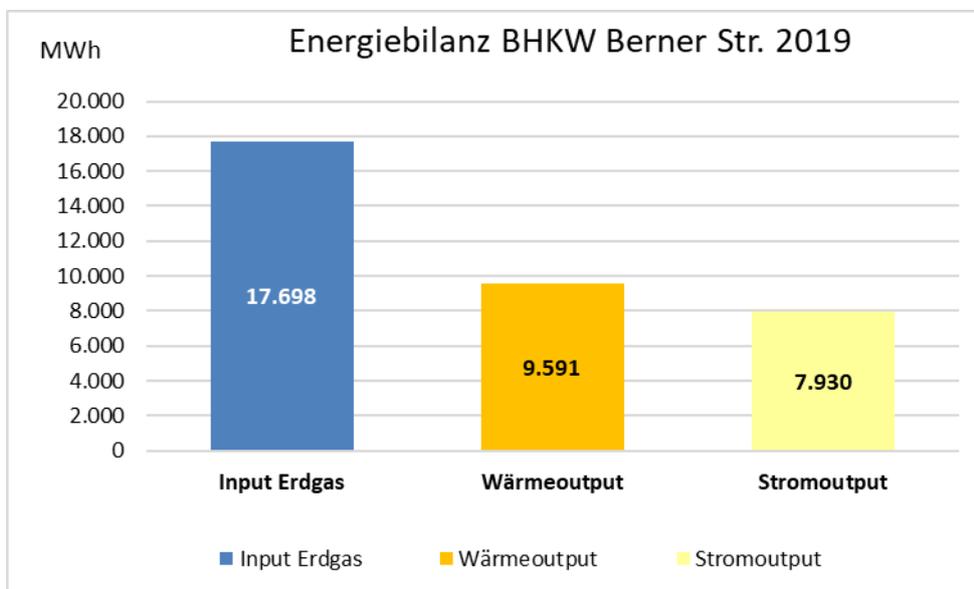


Abbildung 5: Energiebilanz BHKW Berner Str., Input und Output⁹

Die Anlage in der Berner Str. besteht neben den zwei Gasmotoren noch aus drei Kesselanlagen mit jeweils 2,3 MW Feuerungswärmeleistung und bivalenter Feuerung für Erdgas und Rapsöl.

⁸ Quelle: Umwelterklärungen 2019 und 2021 Stadtwerke Würzburg AG

⁹ Quellen: WVV, MFN und iKK S. 35 ff.

Des Weiteren gibt es im Stadtgebiet Würzburg noch Anlagen, die Strom mit Erneuerbaren Energien erzeugen und nach EEG einspeisen. Im Jahr 2019 wurden so rund 39.600 MWh Strom eingespeist.

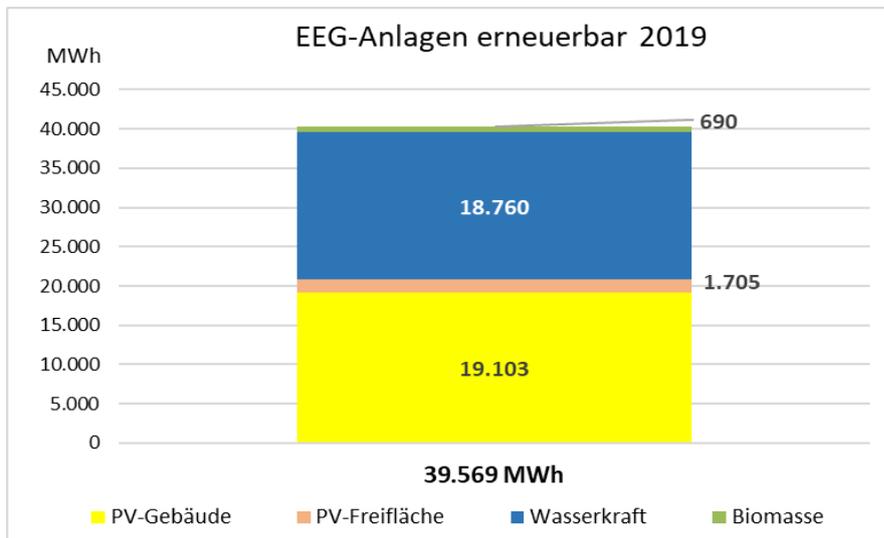


Abbildung 6: EEG-Anlagen Stromerzeugung¹⁰

Über 90 % der Erzeugung erfolgt zu beinahe gleichen Teilen durch Laufwasserkraftwerke an der unteren Mainmühle und in Randersacker sowie durch Dachflächen PV. Die drei Freiflächenanlagen (Flugplatz Würzburg-Schenkenturm, zwischen B 8 und Rosenmühlweg, Nähe Gartenamt/Forstbetrieb Stadt Würzburg) sowie eine private Biomasse-KWK Anlage spielen eine untergeordnete Rolle. Die genauen Standorte sind unter „www.energieatlas.bayern.de“ einsehbar.

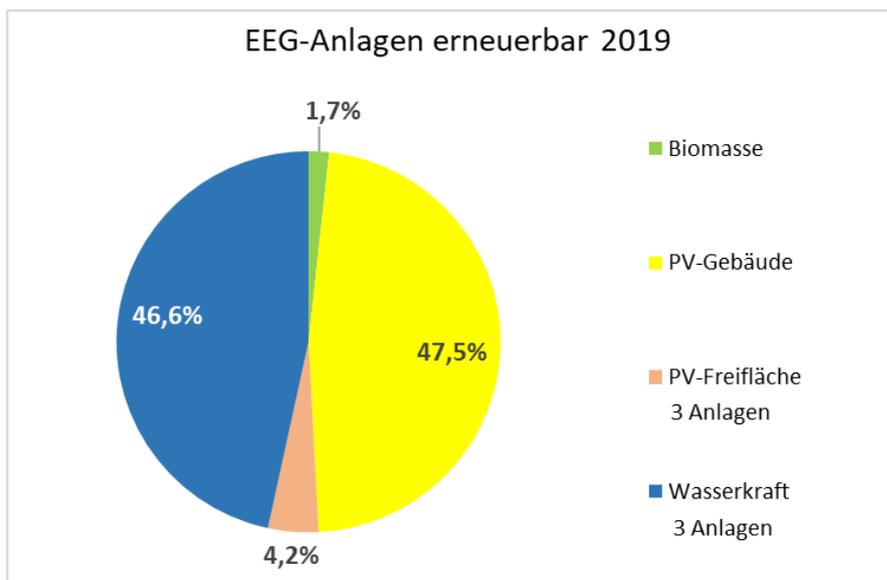


Abbildung 7: EEG-Anlagen Anteile

¹⁰ Quellen: WVV, MFN und iKK S. 36

1.6 Vorhandene Netze

Das bestehende Wärmenetz der Stadtwerke Würzburg AG erstreckt sich vom Stadtbezirk Zellerau über die Altstadt und nördliche Sanderau, durch das nördliche Frauenland, östliches Grombühl bis nach Lengfeld ins Gewerbegebiet. Das Wärmenetz des BHKW Berner Str. befindet sich unabhängig davon im Stadtbezirk Heuchelhof (Berner Straße). Das Erdgasnetz der Stadtwerke erstreckt sich nahezu über das gesamte Stadtgebiet. Folgende Abbildung zeigt die Wärmenetze mit den Standorten der Heiz(kraft)werke sowie das Erdgasnetz:

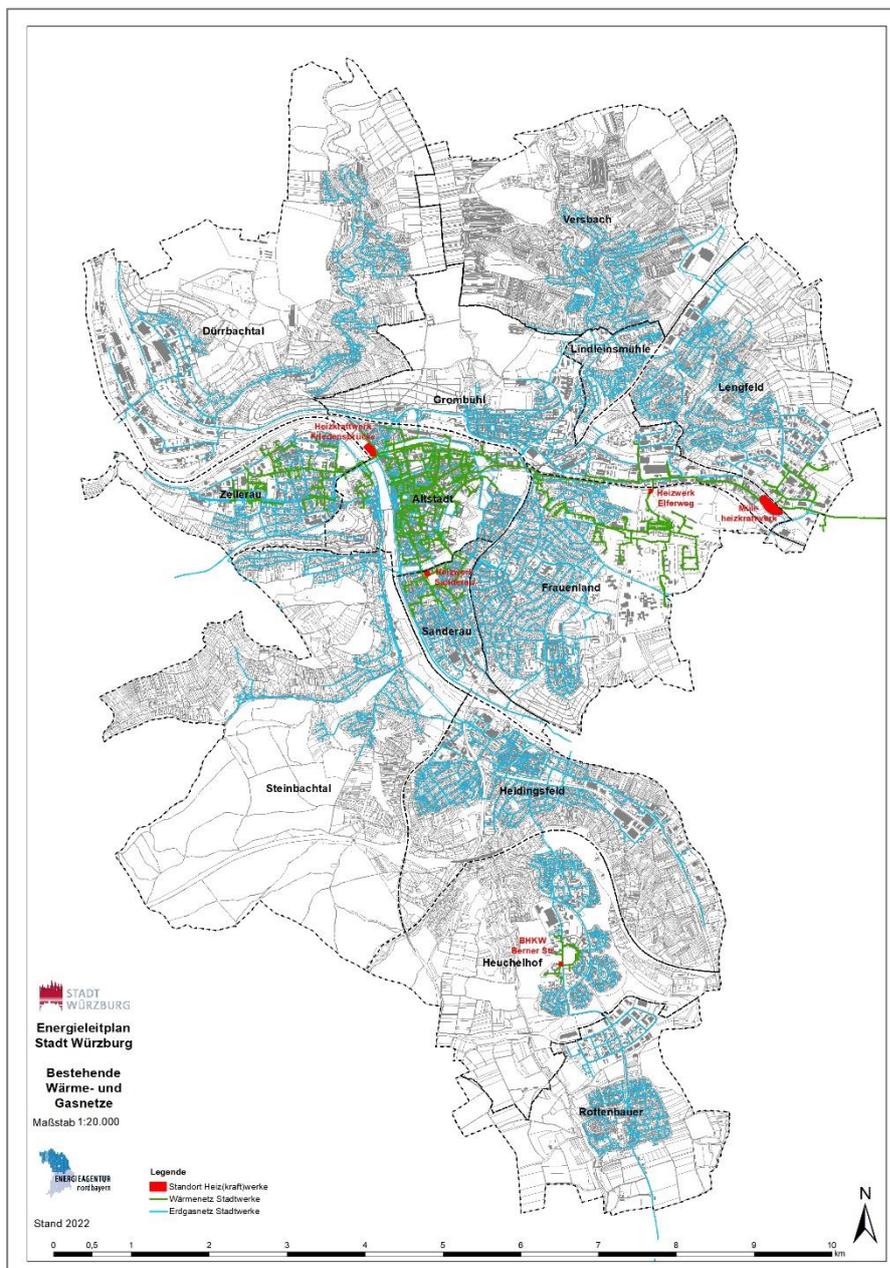


Abbildung 8: Plandarstellung Wärme- und Erdgasnetz Stadtwerke Würzburg (Quellen: WVW, MFN)

Die Stadtbezirke Zellerau, Altstadt und Sanderau werden über ein Heißwassernetz mit Wärme versorgt. Rund 2/3 des Wärmenetzes wird jedoch noch als Dampfnetz betrieben, aber kontinuierlich auf Warmwassernetz umgerüstet. Im Rahmen dieser Umrüstung bietet sich die Chance zur Nachverdichtung der Wärmeversorgung an.

Außerdem gibt es wenige, kleinere Wärmeverbände abseits der öffentlichen Wärmenetze wie z.B. den Wärmeverbund Universitätsklinikum mit eigenem BHKW.

1.7 Vorgehensweise

Energieverbrauch und Reduktionspotenzial

Das iKK 2021 stellt die Basis bei der Datenerhebung und für die Abschätzung der zwei Zukunftsszenarien dar. Die aktuellen Energieverbrauchsdaten wurden aus dem Klimaschutzplaner exportiert und sind die Grundlage für die Darstellung und Analyse des bestehenden Energieverbrauchs.

Das Szenario Trend 2045 geht von einem Energieverbrauch und einer Emissionsentwicklung ohne die Umsetzung besonderer Klimaschutzanstrengungen aus. Das Szenario Klimaneutralität 2045 zeigt die Anstrengungen und Annahmen auf, die erforderlich sind, um bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen.

Wärme- und Sanierungskataster

Für das Wärmekataster wurde in Abstimmung mit den Stadtwerken die „gelieferte Endenergie“ aus der Ist-Bilanz auf einen Wärmebedarf umgerechnet (u.a. abzüglich Erzeugungsverluste der dezentralen Heizkessel) um auf realistische Bedarfswerte für eine zukünftige zentrale Wärmeversorgung zu kommen. Nur so können die Stadtwerke ein realistisches Wärmeerzeugungskonzept erarbeiten.

Anhand der LoD2 Gebäudedaten wird aus der Gebäudehöhe und der Gebäudegrundfläche für jedes Gebäude eine überschlägige Nutz- bzw. Wohnfläche berechnet. Die Wohnfläche wird mit dem erhobenen statischen Wert abgeglichen. Durch die Stadt Würzburg wurde für über 70 % des Gebäudebestandes das exakte Baualter georeferenziert zur Verfügung gestellt. Dadurch konnten die spezifischen Wärmebedarfskennwerten der Baualtersklassen den Gebäuden zugeordnet und ein gebäudescharfer Jahreswärmebedarf berechnet werden.

Ausgehend von der geografischen Situierung und Clusterung der Gebäudetypen sowie der Baualtersklassen wurden 229 möglichst einheitliche Sektoren gebildet. Das gebäudescharfe Wärmekataster zeigt je Sektor die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte der Gebäude in Bezug auf die Fläche in Hektar an.

Für den Wohngebäudebestand wurden zwei Sanierungsszenarien definiert und berechnet. Die Sanierungsszenarien werden auch für die Nichtwohngebäude angewendet und je nach Baualtersklasse gebäudescharf in das GIS-System übertragen. Die Sanierungskataster Trend 2045 und Klimaneutralität 2045 zeigen die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung der einzelnen Sektoren.

Vom Wärmekataster zu Quartieren

Das Sanierungs- bzw. Wärmekataster KN 2045 bildet die Grundlage für die Wärmestrategie der Stadt Würzburg, mit der Zielsetzung bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Hieraus wurden in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Quartiere gebildet, die den Weg für eine zukünftige Wärmeversorgung aufzeigen und sich nach den Versorgungskonzepten Fernwärmeversorgung, Nahwärmeversorgung und dezentrale Objektversorgung gliedern.

Wärmestrategie Klimaneutralität 2045

Die Wärmestrategie zeigt auf, welche Primärenergieanteile in Zukunft benötigt werden, um für die drei Versorgungskonzepte (Fernwärme, Nahwärme, dezentrale Objektversorgung) in den Quartieren die nötige Wärme zu erzeugen.

Die Stadtwerke Würzburg erarbeiten aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Energieleitplan und dem iKK mit der Wärmeleitplanung Würzburg die zukünftige Energieerzeugungsstrategie.

Abstimmungstermine

Während der Erarbeitung des Energieleitplans sind regelmäßige Abstimmungstermine mit der Stadtverwaltung Würzburg erfolgt. Des Weiteren gab es mehrere Informations- bzw. Abstimmungstermine mit den Stadtwerken (WVV und MFN) sowie den staatlichen Einrichtungen Universität, Uni-Kliniken und der Hochschule für angewandte Wissenschaften (FHWS).

2 Energieverbrauch und Reduktionspotenzial

2.1 Bestehender Energieverbrauch

Als Datengrundlage und Ausgangsbasis für die weitere Untersuchung dient der Energieverbrauch der vier Sektoren private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie und kommunale Einrichtungen. In Abstimmung mit dem iKK wurden die folgenden Erhebungen aus dem Klimaschutzplaner exportiert:

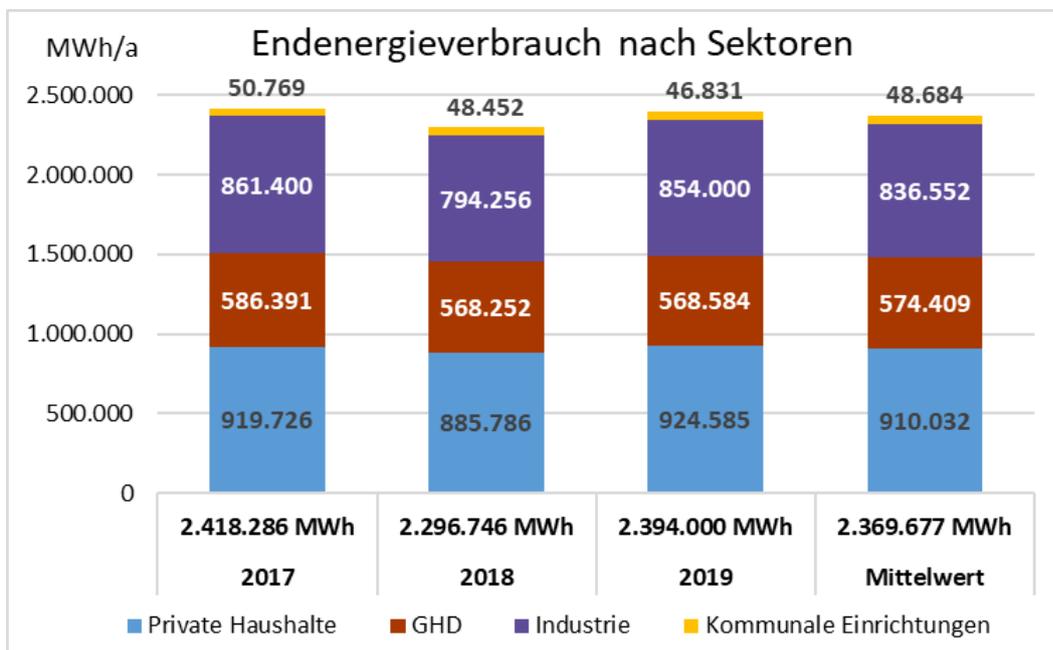


Abbildung 9: Absoluter Endenergieverbrauch nach Sektoren

Im Energieleitplan werden ausschließlich nicht witterungsbereinigte Verbrauchsdaten verwendet. Die Witterungsbereinigung im Klimaschutzplaner bezieht sich auf das langjährige Mittel bis 1970. Aufgrund der Klimaänderung werden die letzten Jahre überdurchschnittlich nach oben „korrigiert“ und liegen um rund 15 % über den tatsächlichen Verbräuchen. Für die weitere Betrachtung wird der Mittelwert der Jahre 2017/2018/2019 angesetzt, dieser beträgt für die vier Sektoren 2.370.000 MWh/a.

Den höchsten Energieverbrauch in Würzburg haben die privaten Haushalte mit 39 %, gefolgt von der Industrie mit 35 % und GHD mit 24 %. Die kommunalen Einrichtungen tragen einen Anteil von 2 % am Energieverbrauch. Die Aufteilung ist in nachfolgender Abbildung dargestellt:

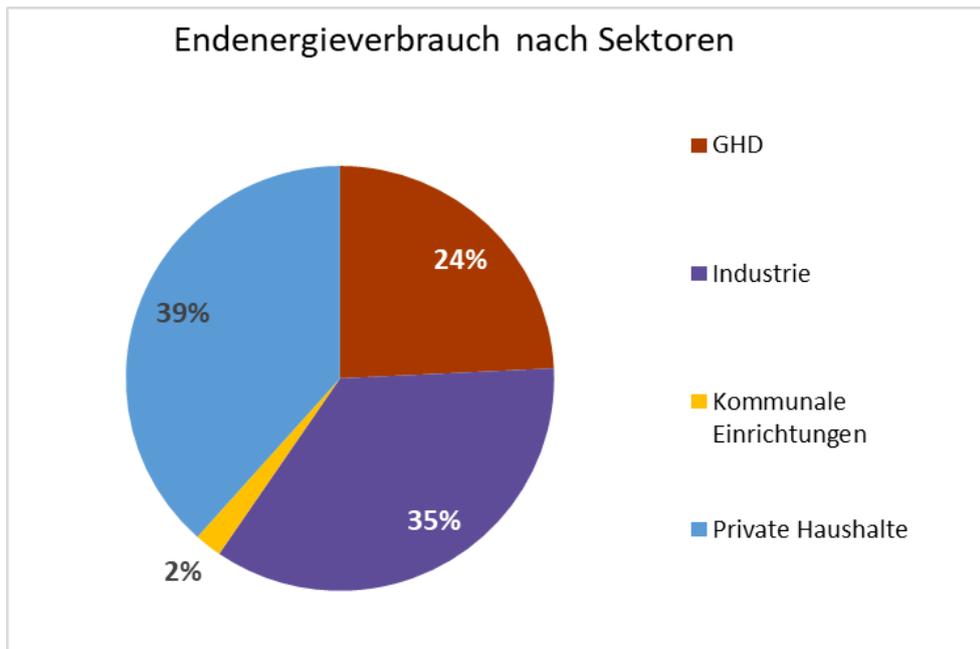


Abbildung 10: Anteiliger Endenergieverbrauch nach Sektoren

Der absolute Verbrauch nach den Energieträgern Strom, Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Fernwärme und erneuerbarer Wärmebereitstellung stellt sich wie folgt dar:

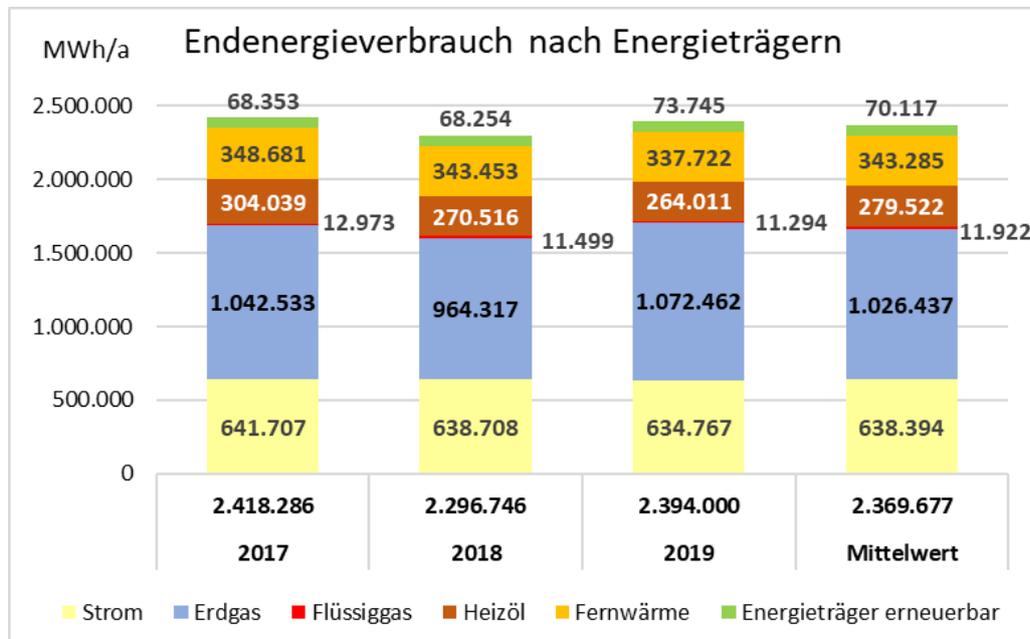


Abbildung 11: Absoluter Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Erdgas ist in Würzburg mit Abstand (43 %) der meistgenutzte Energieträger, der geringe Anteil an Flüssiggas wird in der weiteren Betrachtung Erdgas zugeordnet. Strom ist mit 27 % die zweithäufigste genutzte Energieform gefolgt von Fernwärme mit 14 % und knapp dahinter Heizöl mit 12 %. Erneuerbare Energieträger zur Wärmeerzeugung (Biomasse, Umweltwärme und Solarthermie) spielen in der Gesamtbetrachtung mit 3 % noch eine untergeordnete Rolle.

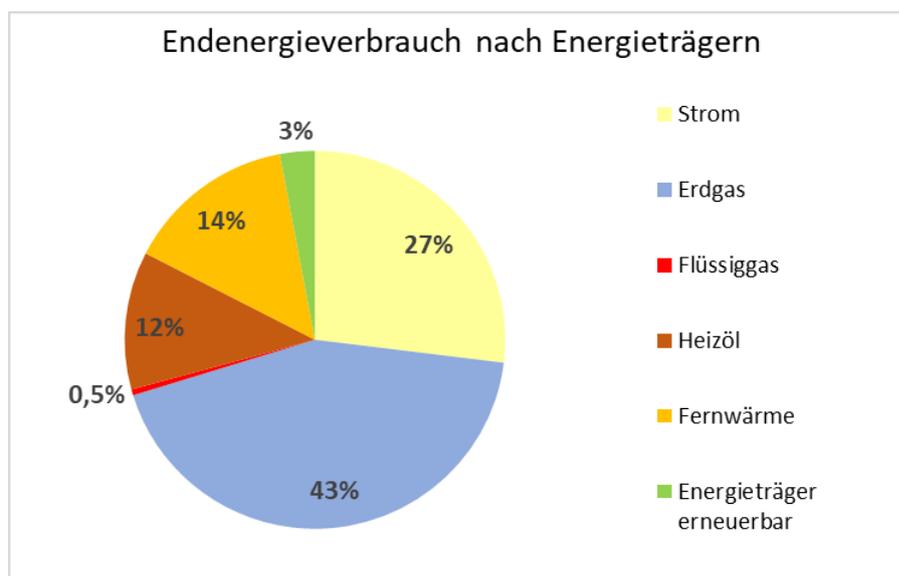


Abbildung 12: Anteiliger Endenergieverbrauch nach Energieträgern

2.2 Bestehender Wärmeverbrauch

Da im Energieleitplan der Betrachtungsschwerpunkt auf der Wärmeseite liegt, erfolgt die weitere Darstellung ohne den Energieträger Strom, der wärmeseitig nach IKK aktuell keine Rolle spielt:

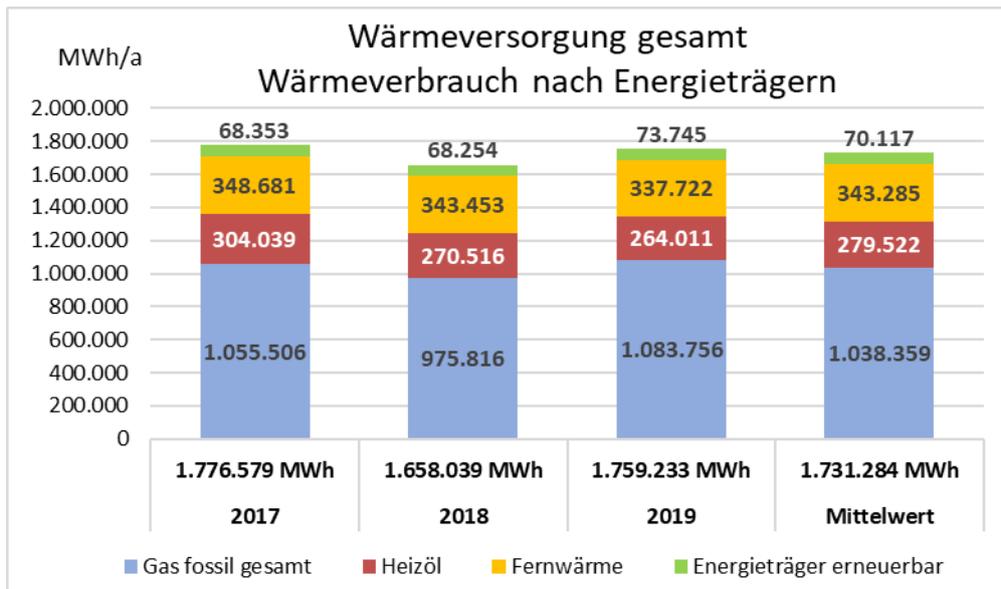


Abbildung 13: Absoluter Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Für die Wärmebereitstellung haben fossile Gase sogar einen Anteil von 60 %. Die Fernwärmequote beträgt 20 %, der Heizölanteil an der Wärmeerzeugung liegt bei 16 %. Erneuerbare haben in Würzburg aktuell einen Anteil von 4 % im Wärmebereich.

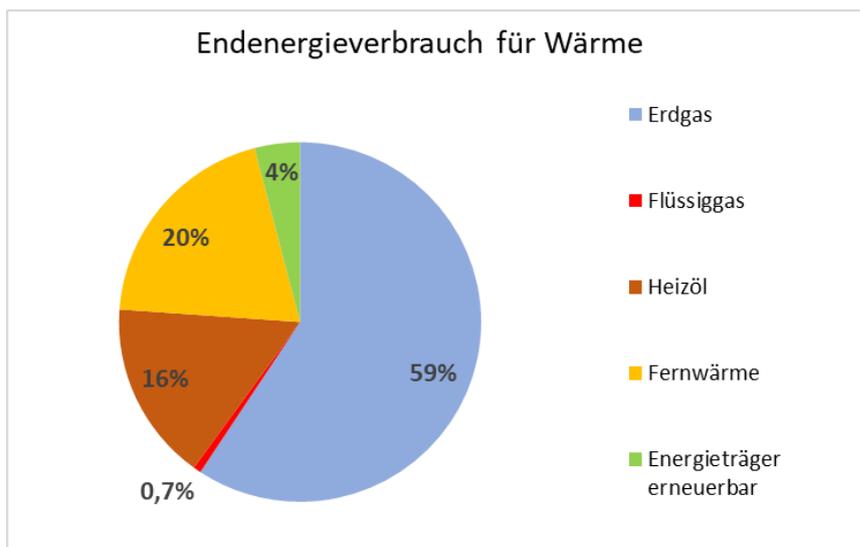


Abbildung 14: Anteiliger Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung

2.3 Bestehender Wärmeverbrauch nach Sektoren

Die folgenden Abbildungen zeigen den aktuellen Wärmeverbrauch, aufgeteilt nach Energieträgern für die vier Sektoren:

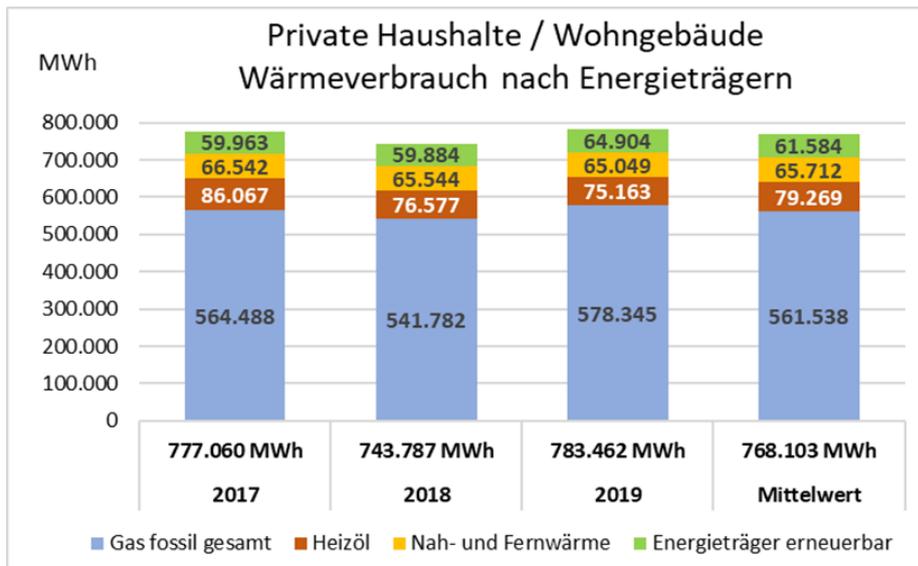


Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Energieträgern Wohngebäude

Wohngebäude werden zu über 70 % mit Erdgas beheizt. Erneuerbare Wärmeerzeugung hat bei den privaten Haushalten mit 8 % einen doppelt so hohen Anteil wie in der Gesamtbetrachtung.

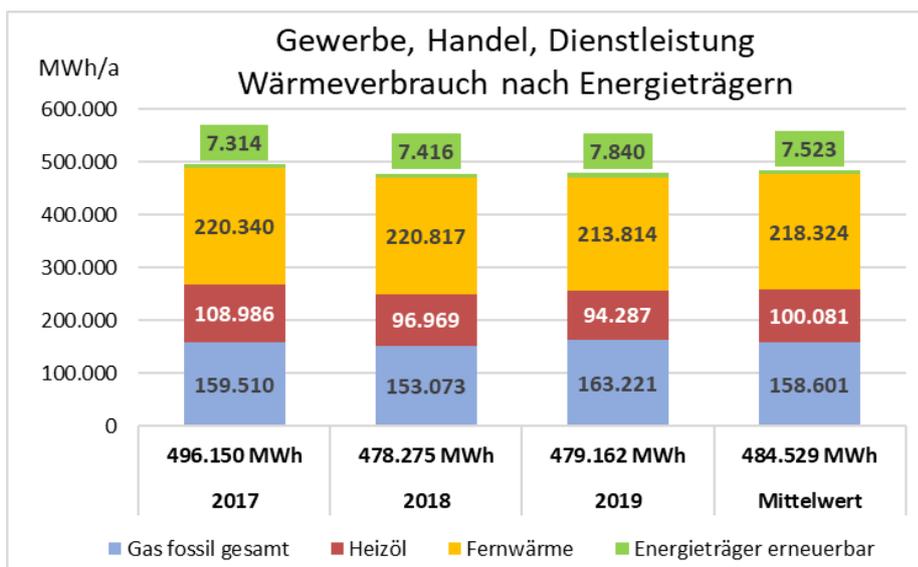


Abbildung 16: Wärmeverbrauch nach Energieträgern GHD

Im Sektor GHD spielt Fernwärme mit einem Anteil von 45 % die wichtigste Rolle, gefolgt von Erdgas mit 33 %.

Wie bei Wohngebäuden hat auch bei der Industrie das Erdgas einen Anteil von rund 70 %. Hiervon werden ca. 2/3 (200.000 MWh/a) für industrielle Prozesse und nicht zur Gebäudebeheizung genutzt.

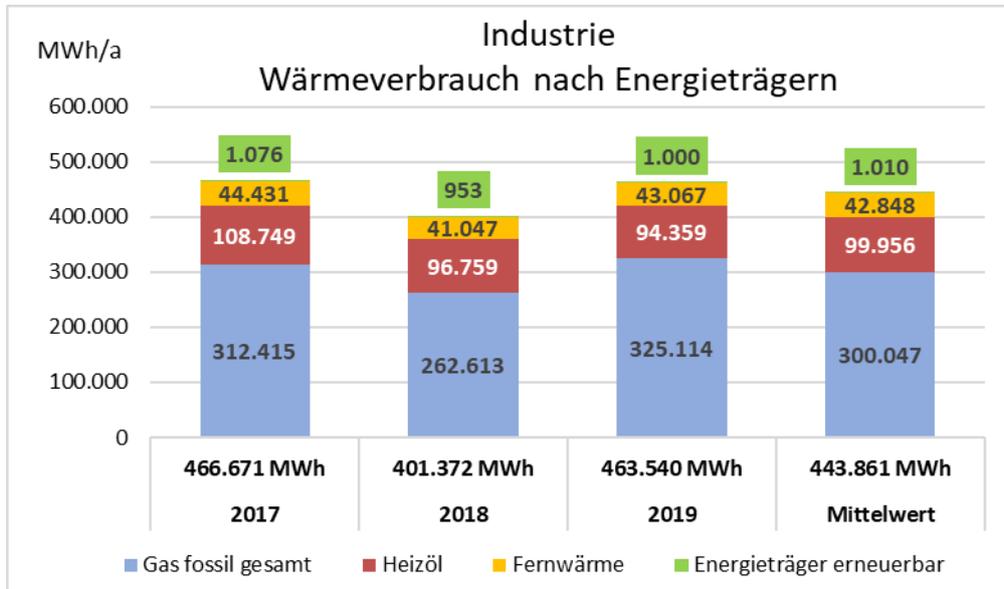


Abbildung 17: Wärmeverbrauch nach Energieträgern Industrie

Im kommunalen Sektor haben Erdgas mit 52 % und Fernwärme mit 47 % nahezu den gleichen Anteil. Erneuerbare Wärmebereitstellung ist hier nach Klimaschutzplaner nicht vorhanden.

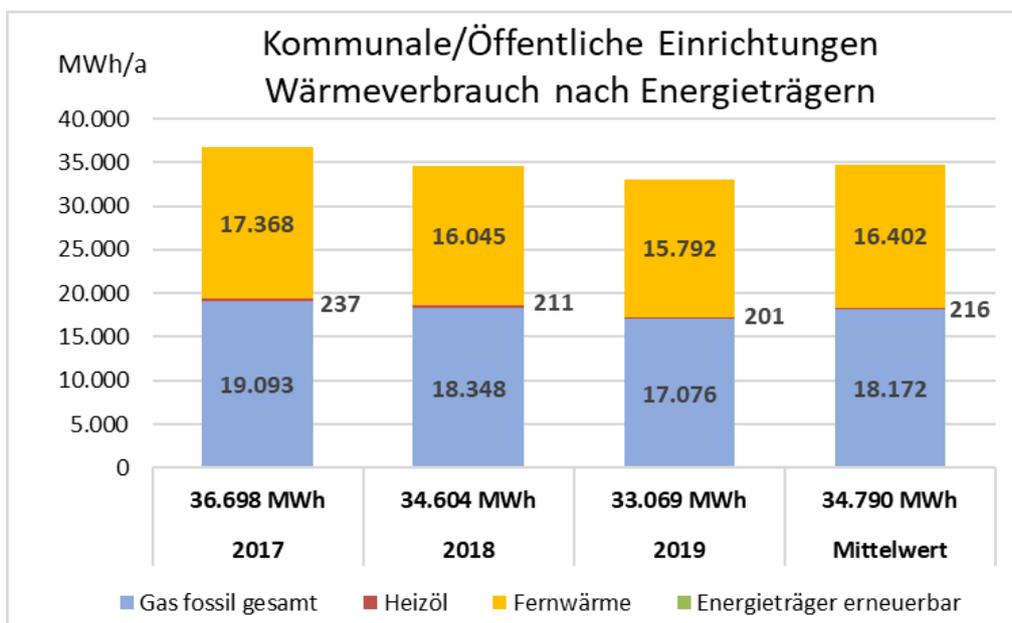


Abbildung 18: Wärmeverbrauch nach Energieträgern kommunale/öffentliche Einrichtungen

2.4 Reduktionspotenzial Wärmeversorgung

Die Reduktionspotenziale im Energieleitplan orientieren sich an den Ergebnissen / Zielsetzungen aus dem iKK. Hier wurden zwei Szenarien definiert:

- Das **Szenario Trend 2045**, dass von einem Energieverbrauch und einer Emissionsentwicklung ohne die Umsetzung besonderer Klimaschutzanstrengungen ausgeht und
- das **Szenario Klimaneutralität 2045**, das die Anstrengungen und Annahmen aufzeigt, die erforderlich sind, um bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen.

Für die Energieerzeugung und-versorgung im Wärmebereich sind die Potenziale und Szenarien im iKK ab Seite 82 bis Seite 96 erläutert. Folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme mit den witterungsbereinigten Werten:

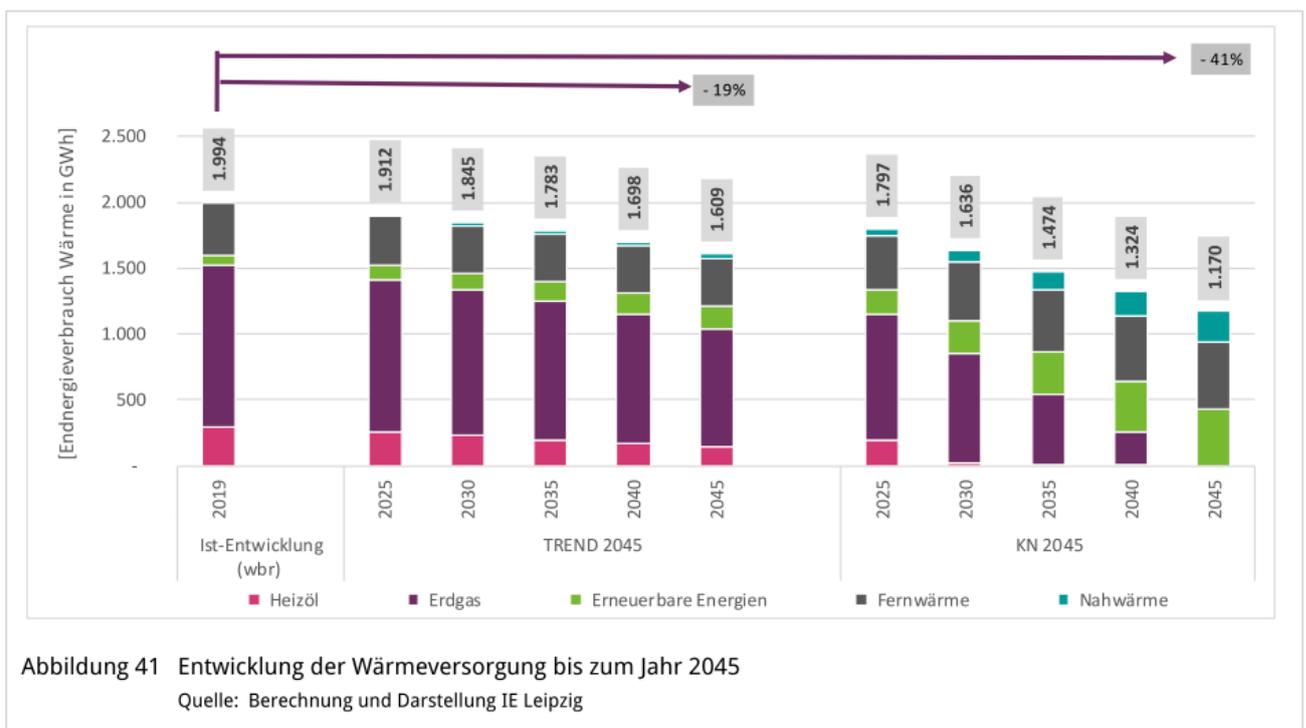


Abbildung 19: Entwicklung der Wärmeversorgung bis 2045 aus dem iKK (S.96)

Im Szenario Trend 2045 reduziert sich der Energieverbrauch für die Wärmeversorgung um 19 %. Die direkten fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas haben hier noch einen Anteil von 60 %. Die Fernwärme ist außerdem noch nicht klimaneutral umgestellt.

Im Szenario Klimaneutralität (KN) 2045 sind keine nennenswerten Anteile an fossilen Energien mehr in Bezug auf die Wärmeversorgung vorhanden. Die Fern- und Nahwärme werden klimaneutral erzeugt.

Im Folgenden werden die witterungsbereinigten Ergebnisse aus dem iKK auf die nicht witterungsbeinigten Verbrauchswerte übertragen:

2.4.1 Reduktionspotenzial Szenario Trend 2045

Im Szenario Trend 2045 reduziert sich der Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung um 19 %, die Treibhausgasemissionen reduzieren sich immerhin um knapp 50 %.

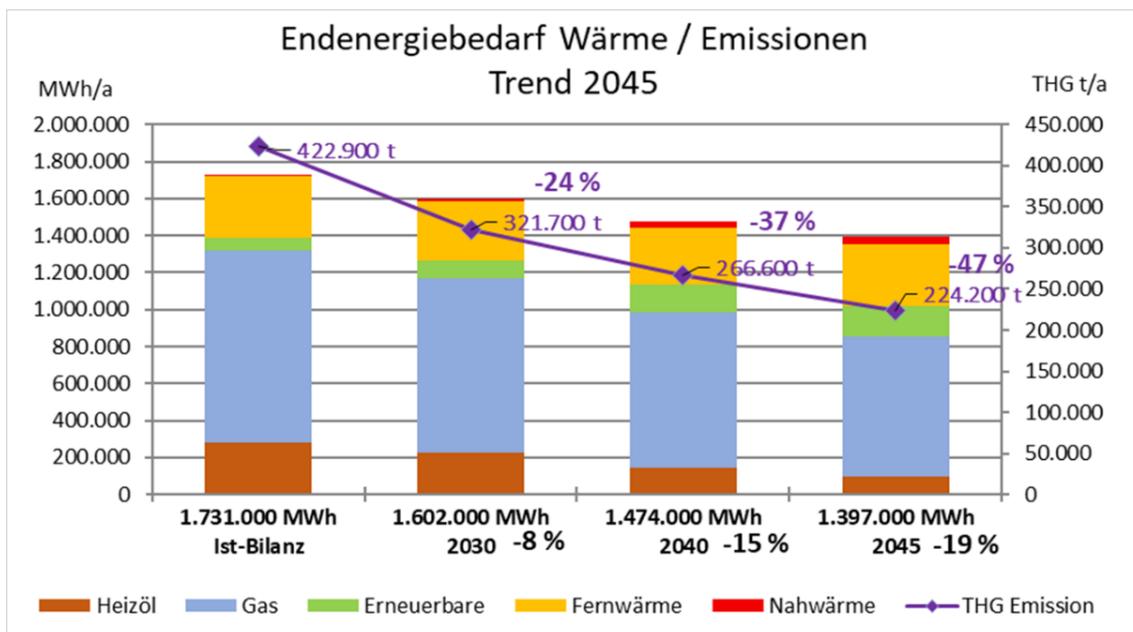


Abbildung 20: Entwicklung Endenergiebedarf Wärme und Emissionen Szenario Trend 2045

Die Wärmebereitstellung teilt sich wie folgt auf:

- Nahwärme: 3 %
- Fernwärme: 24 %
- Erneuerbare: 12 %
- Erdgas: 54 %
- Heizöl: 7 %

Die Fernwärme entspricht dem Anteil der zentralen Wärmeversorgung, der durch Erweiterung und Nachverdichtung des bestehenden Wärmenetzes der Stadtwerke versorgt wird.

Nahwärme bezeichnet Wärmenetze, die zusätzlich und unabhängig vom Fernwärmenetz entstehen und einzelne Stadtteile oder Quartiere mit Wärme versorgen sollen. Wie dies gegenwärtig schon am Heuchelhof stattfindet.

Die Angaben für Heizöl, Gas und Erneuerbare, entsprechen einer dezentralen Objektversorgung mit Wärme durch einzelne Heizkessel.

2.4.2 Reduktionspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045

Im Szenario Klimaneutralität (KN) 2045 reduziert sich der Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung um 41 % und die entsprechenden Treibhausgasemissionen um 94 %.

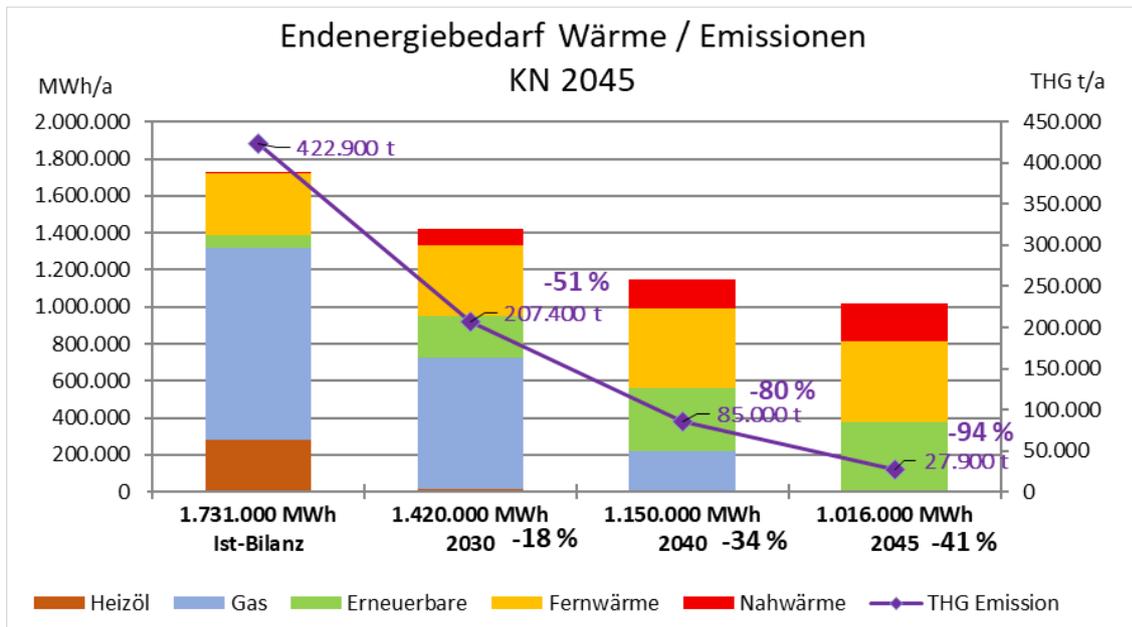


Abbildung 21: Entwicklung Endenergiebedarf Wärme und Emissionen Szenario KN 2045

Die Wärmebereitstellung teilt sich hier wie folgt auf:

- Nahwärme: 20 %
- Fernwärme: 43 %
- Erneuerbare: 37 %

Um das Szenario KN 45 zu erreichen, muss die Fernwärmequote von derzeit 20 % mehr als verdoppelt werden, gleichzeitig muss die Fernwärmeerzeugung klimaneutral erfolgen. Die Umstellung der Fernwärme auf klimaneutrale Erzeugung ist nicht Untersuchungsbestandteil des Energieleitplanes, sondern wird durch die Stadtwerke Würzburg im Rahmen der Wärmeleitplanung Würzburg erarbeitet.

Die für Nahwärme angedachten Gebiete müssen unabhängig von der Fernwärme ebenso klimaneutral versorgt werden. Dies kann beispielsweise durch Biomasseheizwerke oder Geothermieprojekte erfolgen.

Die dezentrale Objektversorgung muss ausschließlich durch Erneuerbare Energie wie z.B. Wärmepumpen oder Pelletheizungen sichergestellt werden.

2.5 Wohngebäudebestand und Entwicklung

Als Datengrundlage für das gebäudescharfe Wärme- und Sanierungskataster dient der Wohngebäudebestand, da hierfür eine detaillierte Datengrundlage zur Verfügung steht. Anhand der Altersstruktur des Wohngebäudebestandes mit unterschiedlichen Energiekennwerten, kann eine Hochrechnung auf den gesamten Gebäudebestand erfolgen und in das Wärmekataster übertragen werden. Folgende Abbildung zeigt die Wohnfläche (in m²) in Abhängigkeit der Baualtersklassen:

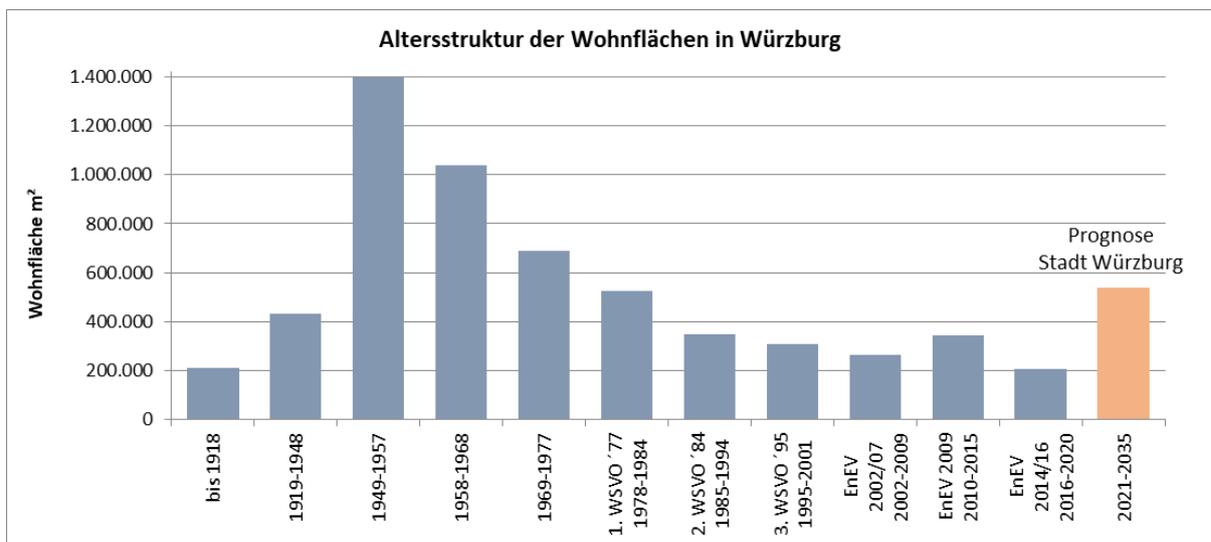


Abbildung 22: Altersstruktur der Wohnfläche in Würzburg¹¹

In den 50er und 60er Jahren hatte in Würzburg die größte Bautätigkeit stattgefunden und hat sich seit den 80er Jahren auf einem gleichmäßigen Niveau eingependelt.

Aktuell (stand 2020) gibt es in Würzburg 76.434 Wohnungen in 20.147 Wohngebäuden, dies entspricht 3,8 Wohneinheiten je Gebäude. Bei insgesamt 5,776 Mio. m² Wohnfläche sind dies durchschnittlich 76 m² je Wohnung.

Auf die derzeitige Einwohnerzahl von rund 130.500¹² bezogen sind dies 1,7 Bewohner je Wohnung, jeden Einwohner stehen 44 m² Wohnfläche zur Verfügung.

Bis 2035 wird von einem weiteren Zubau um 540.000 m² Wohnfläche bzw. rund 5.700 Wohnungen ausgegangen.

¹¹ Quellen: Bis 2020 Bay. Landesamt für Statistik, 2021 bis 2035 Stadt Würzburg

¹² Quelle: Kommunalstatistik, Stadt Würzburg

2.5.1 Heizwärmebedarf nach Baualtersklassen

Die Anforderungen an den Baustandard haben sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten deutlich erhöht. Folgende Abbildung zeigt den statistischen Heizwärmebedarf für den Gebäudebestand nach Ausführungsstandard:

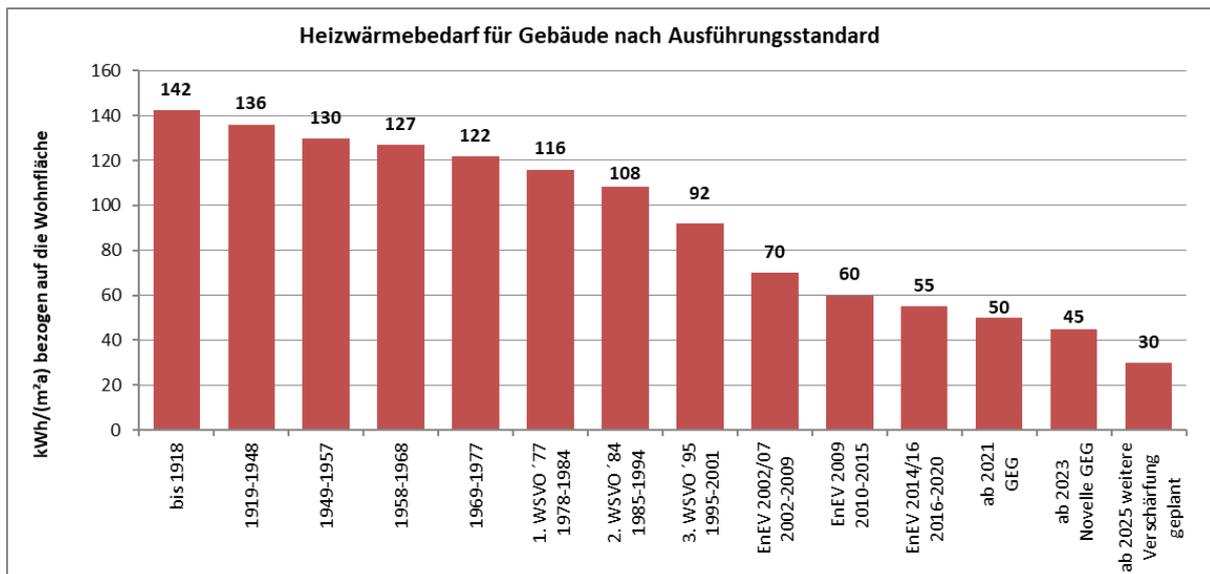


Abbildung 23: Heizwärmebedarf je m² für Gebäude nach Ausführungsstandard¹³

Während frühere Dämmvorschriften allein die Verhinderung von Schäden durch Kondensat Ausfall in den Bauteilen im Blickfeld hatten, sollte durch die Einführung der Wärmeschutzverordnung (WSVO) 1977 zum ersten Mal der Endenergiebedarf der Gebäude gesenkt werden. Die erste und zweite WSVO definieren erstmals Wärmeschutzstandards für einzelne Bauteile. Seit der 3. WSVO von 1995 wird für Neubauten der Jahres-Heizwärmebedarf auf ca. 92 kWh/a je m² Wohnfläche begrenzt. In der Energie-Einsparverordnung (EnEV) von 2002 werden die Regelwerke für die Qualität der Gebäudehülle und der Effizienz der Anlagentechnik zusammengefasst. Die EnEV definiert demzufolge einen einzuhaltenden Jahres-Primärenergiebedarf. Eine Novellierung der EnEV im Jahr 2009 und 2014 führte zu einer weiteren Verbesserung der Energiestandards im Gebäudebereich.

Seit November 2020 ersetzt das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) die EnEV. Hier kam es zu geringfügigen Änderungen für den Neubau und die Sanierung. Aufgrund der Verschärfung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 12.05.2021 und der aktuellen energiepolitischen Lage wurde das GEG novelliert. Ab Januar 2023 wird der aktuelle Effizienzhausstandard (EH) 55 für den Neubau Pflicht, ab 2025 ist eine weitere Verschärfung zu erwarten.

Zusätzlich zum Heizwärmebedarf sind unabhängig von der Baualtersklasse 20 bis 25 kWh/m² für die Warmwassererwärmung anzusetzen.

¹³ Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Institut für Wohnen und Umwelt IWU; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Folgende Abbildung zeigt den absoluten Heizwärmebedarf für die beschriebenen Baualtersklassen:

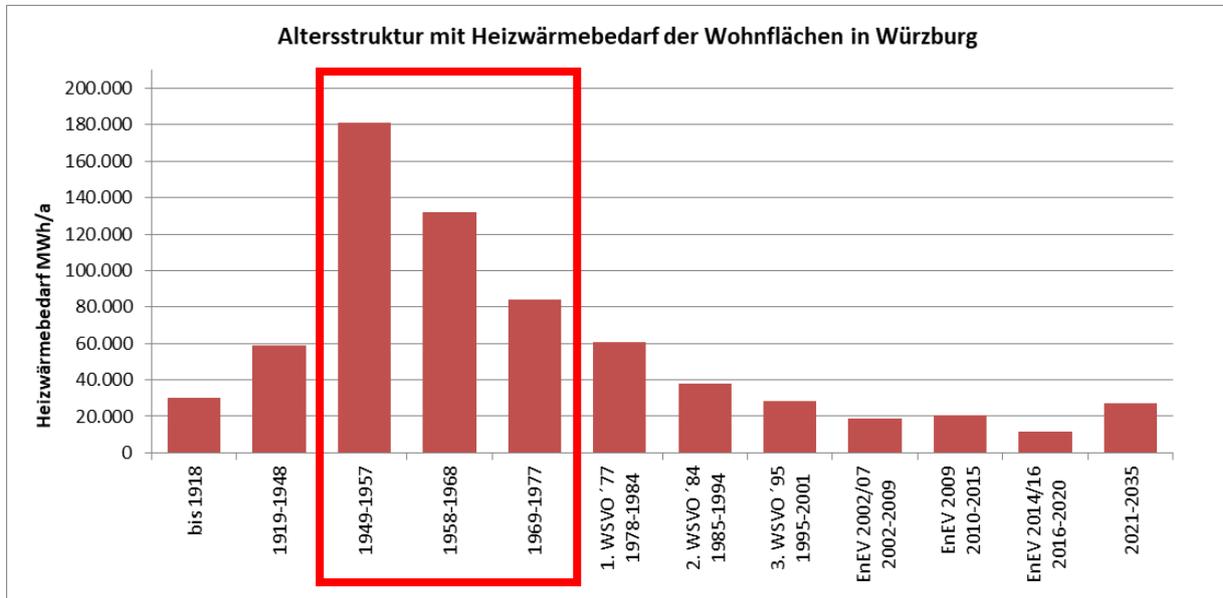


Abbildung 24: Absoluter Heizwärmebedarf für Gebäude nach Ausführungsstandard

Grundsätzlich ist auf Grund der schlechteren Energiekennwerte bei älteren Gebäuden ein höheres Einsparpotenzial durch eine energieeffiziente Gebäudesanierung möglich als bei Gebäuden, die ohnehin schon wenig Energie verbrauchen. Um die energiepolitischen Ziele zu erreichen, muss somit das Augenmerk auf die großflächige Sanierung des Altbestandes gelegt werden.

In Würzburg ist bei den Baualtersklassen der 50er, 60er bis in die 70er Jahre das mit Abstand höchste Einsparpotenzial durch eine energieeffiziente Gebäudesanierung gegeben.

2.5.2 Bestehender Endenergiebedarf Wärme

Bei den folgenden Berechnungen ist zu berücksichtigen, dass von der Energiebedarfsseite ausgegangen wird. Unter Berücksichtigung des energetischen Standards des Gebäudebestandes und eines standardisierten Nutzerverhaltens wird der durchschnittliche Wärmebedarf der Gebäude ermittelt. Bei einer Sanierungsrate von 0,9 % in den letzten Jahren ergibt sich der bestehende Wärmeverbrauch aus der Ist-Bilanz.

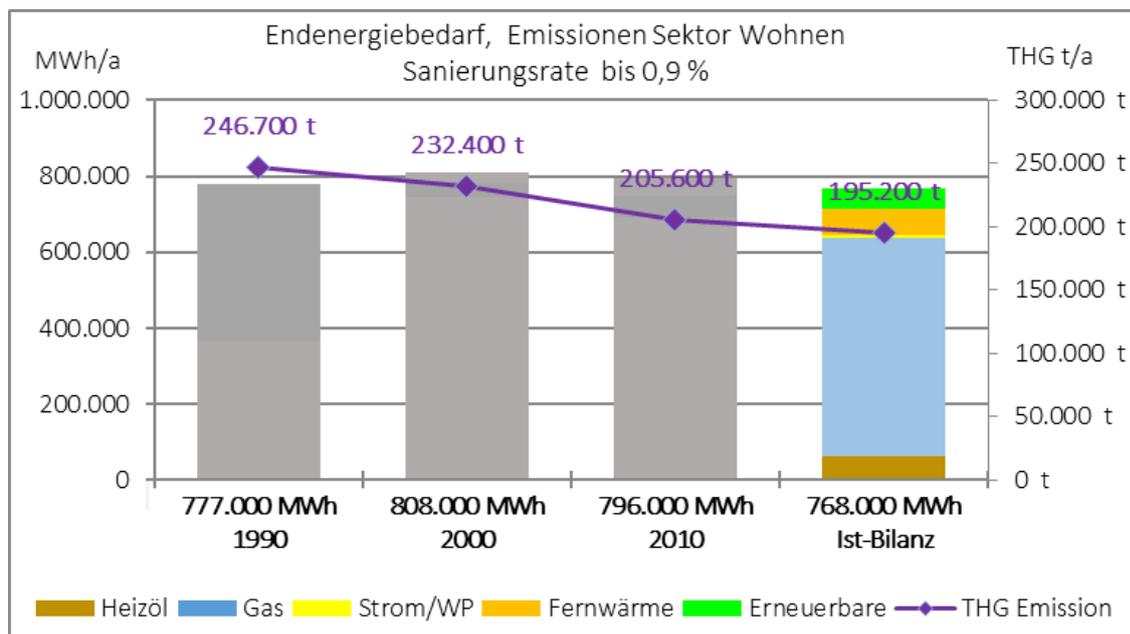


Abbildung 25: Entwicklung Endenergiebedarf und THG-Emissionen Sektor Wohnen

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes und die fortwährende Verbesserung der Heiztechnik wird der nötige Wärmebedarf immer effizienter erzeugt. Trotz eines Wohnflächenzuwachses von rund 30 % seit 1990 hat der Endenergiebedarf im Gebäudesektor den Wärmeverbrauch von 1990 leicht unterschritten.

Für die Ist-Bilanz ist hier der aktuelle Heizwärmemix dargestellt, der sich durch den steigenden Anteil an erneuerbarer Wärme und Fernwärme stetig verbessert hat. Die THG-Emissionen konnten dadurch um ca. 20 % seit 1990 reduziert werden.

2.6 Wohngebäude Sanierungspotenzial

Die THG-Emissionen im bundesweiten Gebäudesektor sind seit 1990 von ca. 210 Mio. t bis 2018 bereits um rund 44 % gesunken. 2018 lagen sie nach ersten Schätzungen bei 117 Mio. t. Im Jahr 2030 dürfen im Gebäudesektor noch höchstens 72 Mio. t emittiert werden. Dies entspricht einem Rückgang um 66 % gegenüber 1990¹⁴. Die Energieeinsparung im Gebäudebereich soll vor allem durch

¹⁴ Klimaschutzgesetz der Bundesregierung, 12.05.2021 und Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzgesetzes

zwei Maßnahmenpakete erreicht werden: Einerseits soll die Sanierungsrate der energetischen Sanierung von Gebäuden mindestens verdoppelt werden, andererseits wird der Einsatz von Erneuerbaren Energien wie Hackschnitzeln, Holzpellets oder Umweltwärme deutlich verstärkt.

Entsprechend den Anforderungen an den Neubau steigen auch die energetischen Anforderungen bei der Gebäudesanierung. Durch weiteren technologischen Fortschritt sinken in Zukunft aber auch gleichzeitig die Baukosten für hocheffiziente Maßnahmen wie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Passivhausfenster. Die Bundesregierung unterstützt zudem die energieeffiziente Gebäudesanierung durch die „Bundesförderung Energieeffiziente Gebäude“ (BEG) für Einzelmaßnahmen und Komplettsanierungen zum Effizienzhaus.

In Anlehnung an das iKK werden die Sanierungsszenarien wie folgt definiert:

	Trend 2045	KN 2045
Sanierungsrate	bleibt bei 0,9 %	bis 2030 1,60 % ab 2030 1,75 %
Sanierungsstandard	Erhöhte Anforderungen in Richtung Komplettsanierung	ab 2024 Effizienzhaus 70 ab 2030 Effizienzhaus 55
Heizwärmemix	2035 Anteil 79 %	2035 Anteil 43 %
Anteil fossile Brennstoffe	2045 Anteil 70 %	2045 Anteil 0%

Tabelle 3: Sanierungsszenarien Trend 2045 und KN 2045¹⁵

Beim Szenario Trend 2045 wird von einer gleichbleibenden Sanierungsrate ausgegangen, nach dem Motto „weiter so“. Der Sanierungsstandard wird in Richtung Komplettsanierung gedacht und nicht mehr nur in Einzelmaßnahmen wie z.B. Fenstertausch. Für das Szenario KN 2045 muss ab dem Jahr 2030 die Sanierungsrate fast verdoppelt werden. Eine große Herausforderung ist hier beim derzeitigen Fachkräftemangel zu sehen, der bis dahin gelöst sein muss. Die angenommenen Effizienzhausstandards beim Szenario KN 2045 sind technisch umsetzbar und aufgrund der aktuellen Energiekrise und Diskussion um Energieeinsparung ein realistischer Ansatz. Die Reduktion der fossilen Brennstoffe wird schon jetzt vorangetrieben und auch finanziell vom Staat gefördert.

¹⁵ Quelle: iKK Seite 63 ff.

2.6.1 Sanierungspotenzial Szenario Trend 2045

Im Szenario Trend 2045 reduziert sich der Wärmebedarf durch energieeffiziente Gebäudesanierung bis 2045 um 12 %. Bei gleichzeitiger Änderung des Heizwärmemix verringern sich die THG-Emissionen um knapp 40 %. Der Anteil fossiler Brennstoffe beträgt noch 70 %.

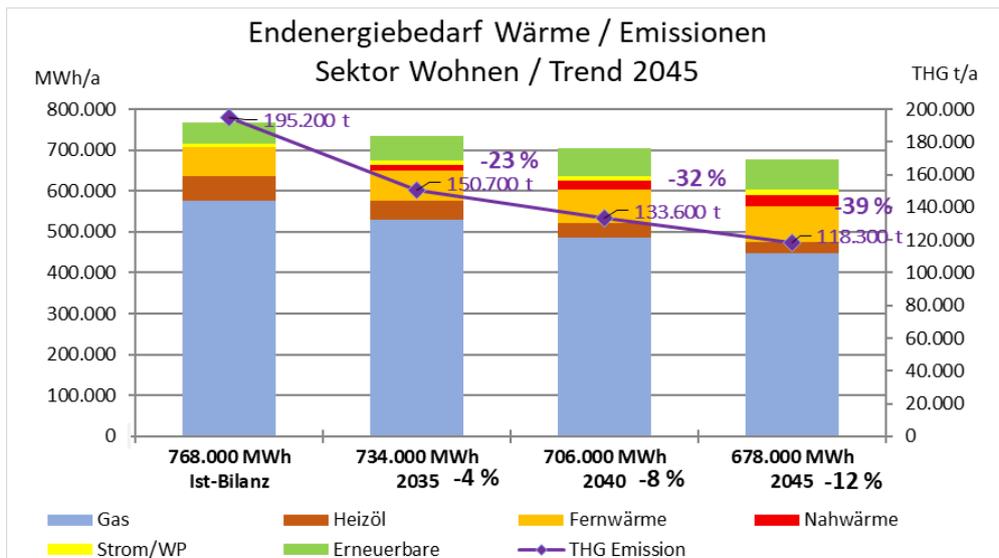


Abbildung 26: Wohngebäude Sanierungspotenzial Szenario Trend 2045

2.6.2 Sanierungspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045

Im Szenario KN 2045 muss sich der Wärmebedarf durch erhöhte Anstrengungen bei der Gebäudesanierung um bis zu 31 % reduzieren. Bei gleichzeitiger Wärmeversorgung ohne fossile Energieträger (auch bei Nah- und Fernwärme) sinken die THG-Emissionen um 94 %.

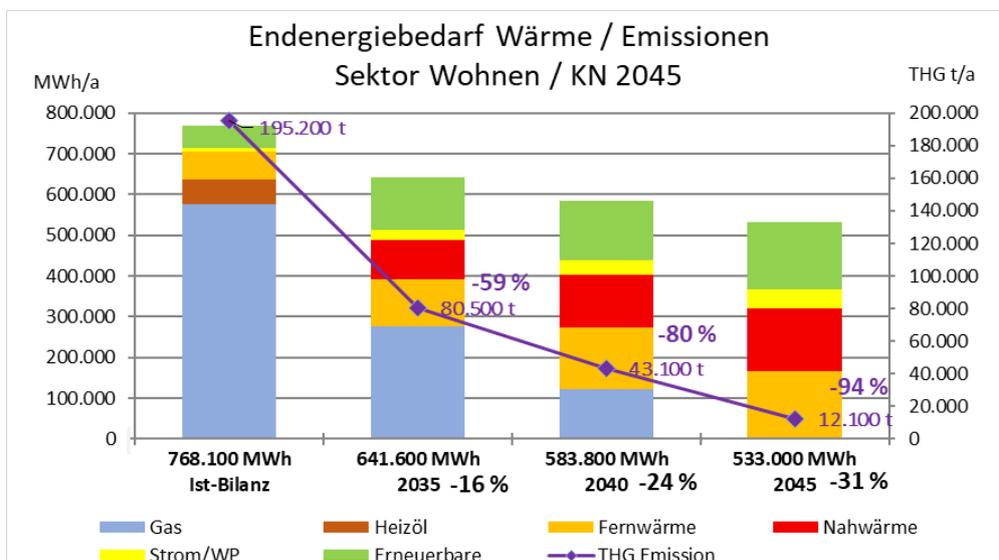


Abbildung 27: Wohngebäude Sanierungspotenzial Szenario Klimaneutralität 2045

3 Wärme- und Sanierungskataster

3.1 Vom Energieverbrauch zum Wärmebedarf

Das Wärmekataster soll den Stadtwerken als Arbeitsgrundlage für eine zukünftige Quartiersversorgung und Netzplanung mit Fern- und Nahwärme dienen. Um hierfür realistische Wärmebedarfsmengen aus dem Wärmekataster zu ermitteln, wurde in Abstimmung mit den Stadtwerken die „gelieferte Wärmeenergie“ aus der Endenergiebilanz auf einen Wärmebedarf für die Gebäudebeheizung umgerechnet. Folgende Parameter liegen der Berechnung zugrunde:

- Abzug 200.000 MWh Erdgas für Prozesswärme
- 85 % Wirkungsgrad für Erdgas und Heizöl (entspricht den Erzeugungsverlusten der Heizkessel)
- Reduktionspotenzial für die Szenarien nicht nach iKK, sondern aus dem Sanierungsszenario Wohngebäude
- Aufteilung Wärmebereitstellung analog iKK (siehe 2.4 Reduktionspotenzial Wärmeversorgung)

Die Sanierungsszenarien der Wohngebäude sind auf Nichtwohngebäude übertragbar und können somit auf die gesamte Wärmebedarfsentwicklung angewendet werden.

Beim Szenario Trend 2045 reduziert sich der Wärmebedarf für Würzburg um 12 %. Über 50 % der Wärme werden in diesem Szenario noch durch Erdgas erzeugt, auch Heizöl ist in dieser Prognose mit 7 % noch im Einsatz. Der Fernwärmeanteil erhöht sich von derzeit 20 % nur auf 24 %. Erneuerbare Einzelversorgung hat einen Anteil von 12 %, Nahwärme spielt mit 3 % eine untergeordnete Rolle.

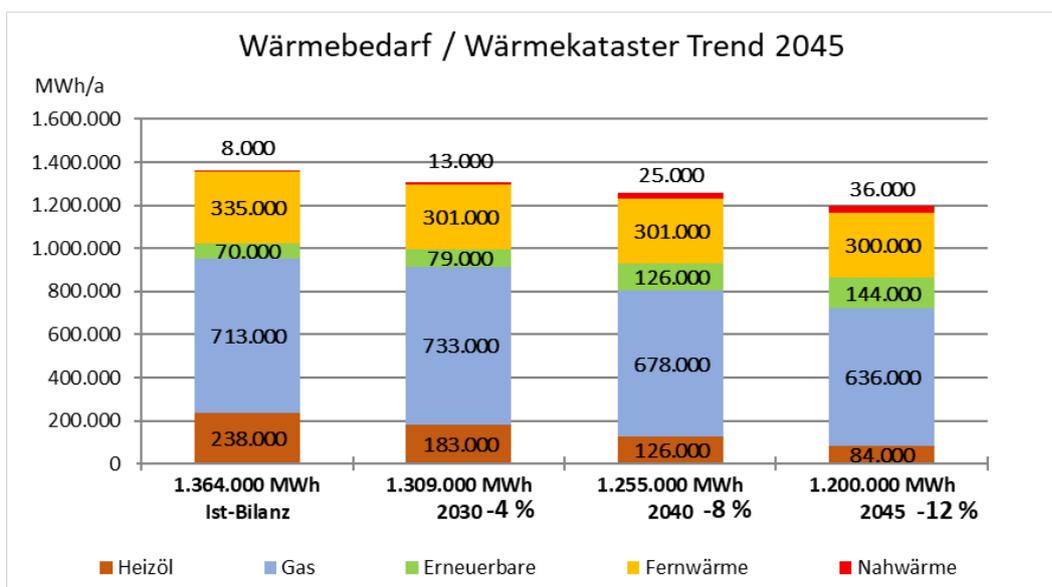


Abbildung 28: Wärmebedarf für das Wärmekataster Szenario Trend 2045

Im „Zielszenario“ Klimaneutralität 2045 muss sich der Wärmebedarf um 31 % reduzieren. Fossile Brennstoffe sind nicht mehr im Einsatz. Fernwärme soll mit 43 % knapp die Hälfte der nötigen Wärme zur Gebäudebeheizung bereitstellen, Nahwärme leistet einen Beitrag von 20 %. Erneuerbare Einzelversorgung hätte dann einen Anteil von 37 %.

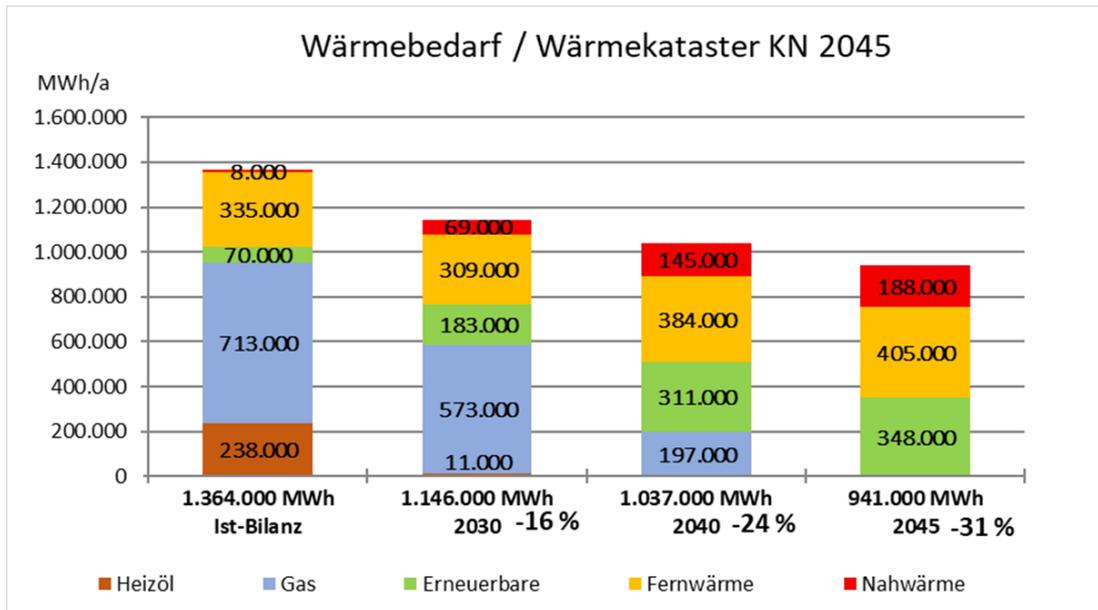


Abbildung 29: Wärmebedarf für das Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045

3.2 Wärmebedarfskennwerte der Baualtersklassen

Anhand der LoD2 Gebäudedaten wird aus der Gebäudehöhe und der Gebäudegrundfläche für jedes Gebäude eine überschlägige Nutz- bzw. Wohnfläche berechnet. In Abgleich mit der Altersstruktur beim Gebäudebestand (siehe Abbildung 22) und den gesamten Wärmebedarf der Stadt Würzburg, können die spezifischen Wärmebedarfskennwerte für Heizwärme und Warmwassererzeugung für die Ist-Bilanz und die Szenarien berechnet werden.

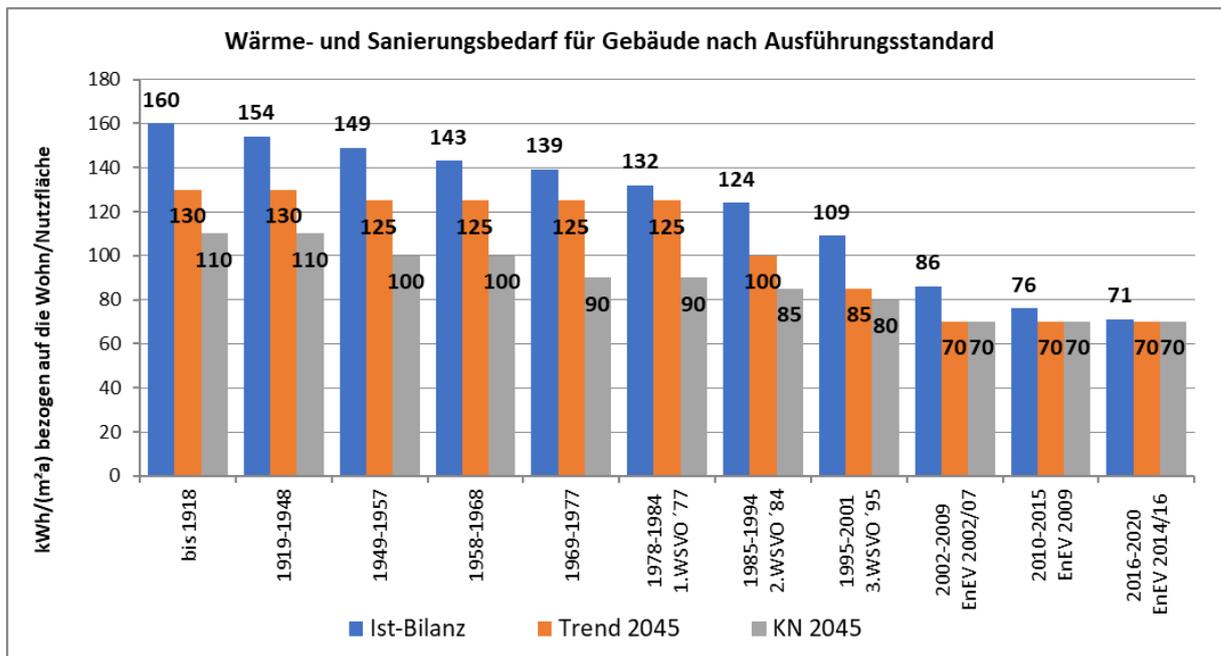


Abbildung 30: Entwicklung spezifischer Wärmebedarfswerte Bestand, Szenario Trend 2045 und KN 2045

Je nach Baualtersklasse ist der Zielkennwerte, der durch eine energieeffiziente Gebäudesanierung erreicht werden kann, unterschiedlich. Bei älteren Gebäuden ist zwar insgesamt das Einsparpotenzial höher, aufgrund der bestehenden Bausubstanz und möglicher technischer Einschränkungen ist der zu erreichende Energiekennwert aber meist schlechter als bei neueren Gebäuden.

Bei Gebäuden ab dem Baujahr 2010 sind nur wenige Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle sinnvoll möglich, wie beispielsweise Fenstertausch gegen 3-Scheiben-Verglasung. Hier liegt der Schwerpunkt ansonsten bei der Erneuerung der Anlagentechnik und Wechsel des Energieträgers weg von fossilen Brennstoffen.

3.3 Wärmebedarf Bestandsgebäude

Durch die Stadt Würzburg wurde für über 70 % des Gebäudebestandes das exakte Baualter georeferenziert zur Verfügung gestellt. Dadurch konnten die spezifischen Wärmebedarfskennwerte der Baualterklassen (kWh/m²) den Gebäuden zugeordnet und ein gebäudescharfer Jahreswärmebedarf berechnet werden. Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude in GIS wurde mit dem Wärmebedarf Ist-Bilanz abgeglichen.

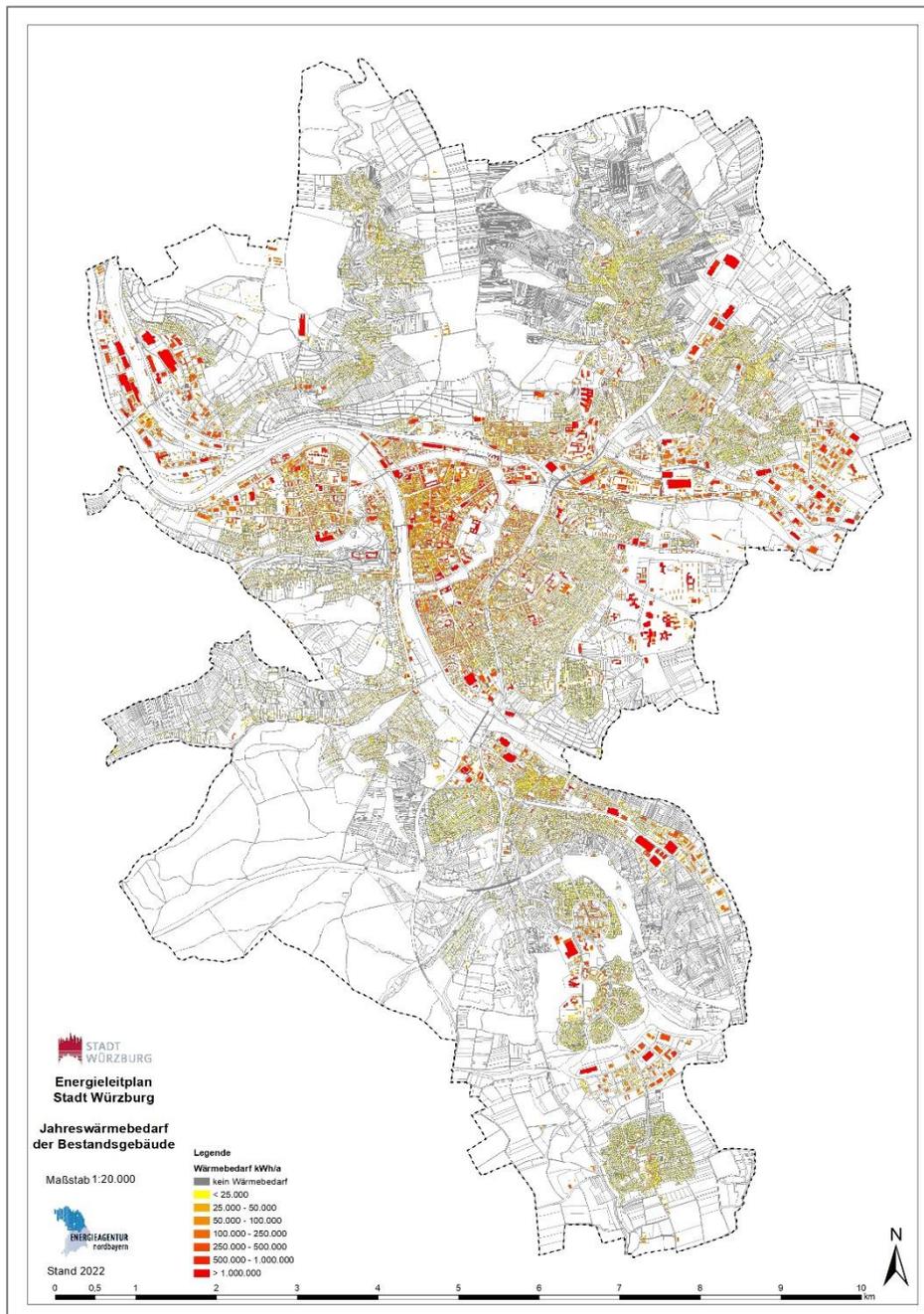


Abbildung 31: Plandarstellung Jahreswärmebedarf der Bestandsgebäude

3.4 Sektoren für das Wärmekataster

Ausgehend von der geografischen Situierung und Clustering der drei Gebäudetypen Wohnen, Gewerbe und Kommunal/Öffentlich sowie der Baualtersklassen wurden möglichst einheitliche Sektoren gebildet. So bildet beispielsweise ein Wohngebiet aus den 70er Jahren einen geeigneten Sektor. Auch sind zusammenhängende Gewerbegebiete einem einheitlichen Sektor zuzuordnen. Das Gelände der Unikliniken sowie der Campus Hubland sind ebenso eigene Sektoren. In Mischgebieten ist diese Vorgehensweise nicht immer möglich, dies ist aber für das Gesamtergebnis nicht entscheidend. Auf Basis dieser Vorgehensweise haben sich für das Wärmekataster folgende 229 Sektoren ergeben:

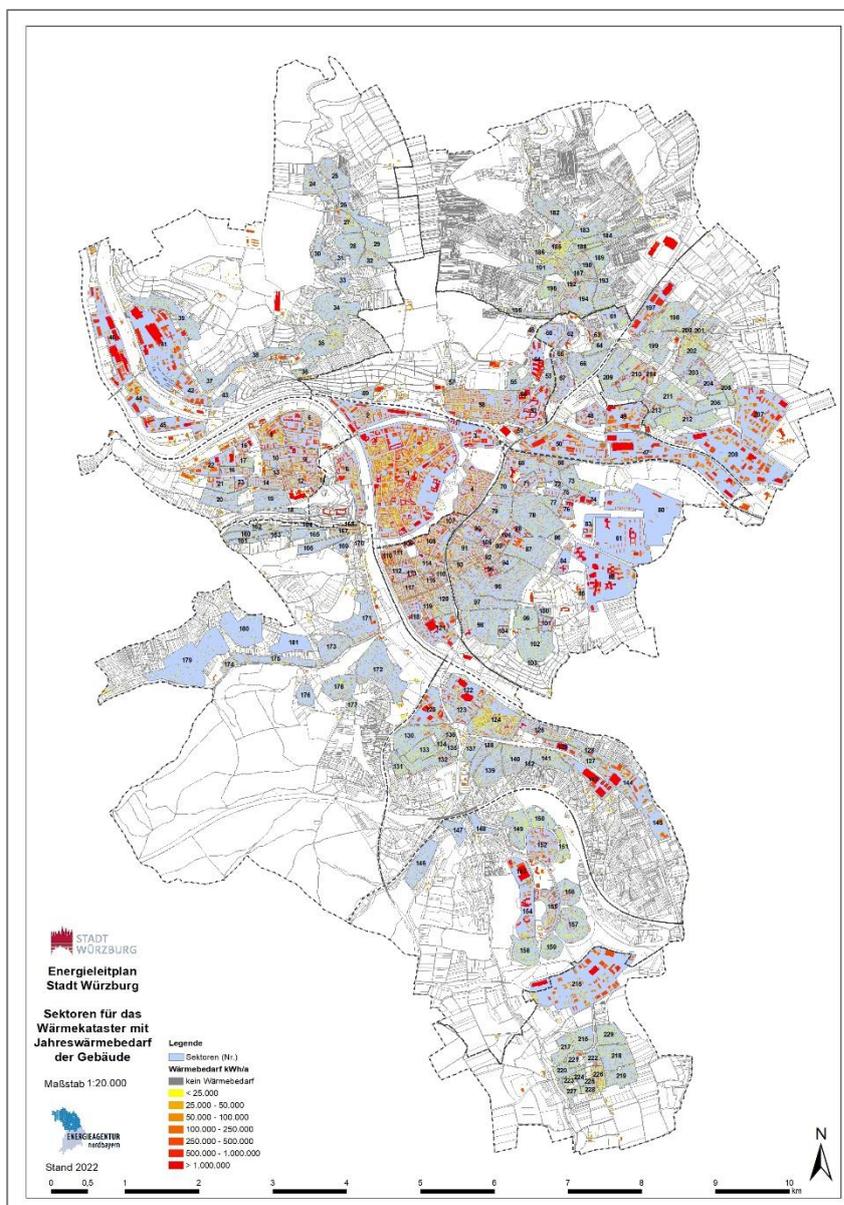


Abbildung 32: Plandarstellung Sektoren für das Wärmekataster

3.5 Wärmekataster Bestand

Das gebäudescharfe Wärmekataster zeigt je Sektor die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte der Gebäude (MWh) in Bezug auf die Fläche in Hektar (ha). Siedlungsgebiete mit einer dichten Bebauung und größeren Gebäuden haben eine höhere Wärmebedarfsdichte als Gebiete mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Sektoren mit einer hohen Wärmebedarfsdichte (über 300 MWh/ha) eignen sich für Nah- und Fernwärmelösungen, Sektoren mit einer geringen Wärmebedarfsdichte (bis 300 MWh/ha) sind eher für dezentrale Wärmeversorgungskonzepte geeignet.

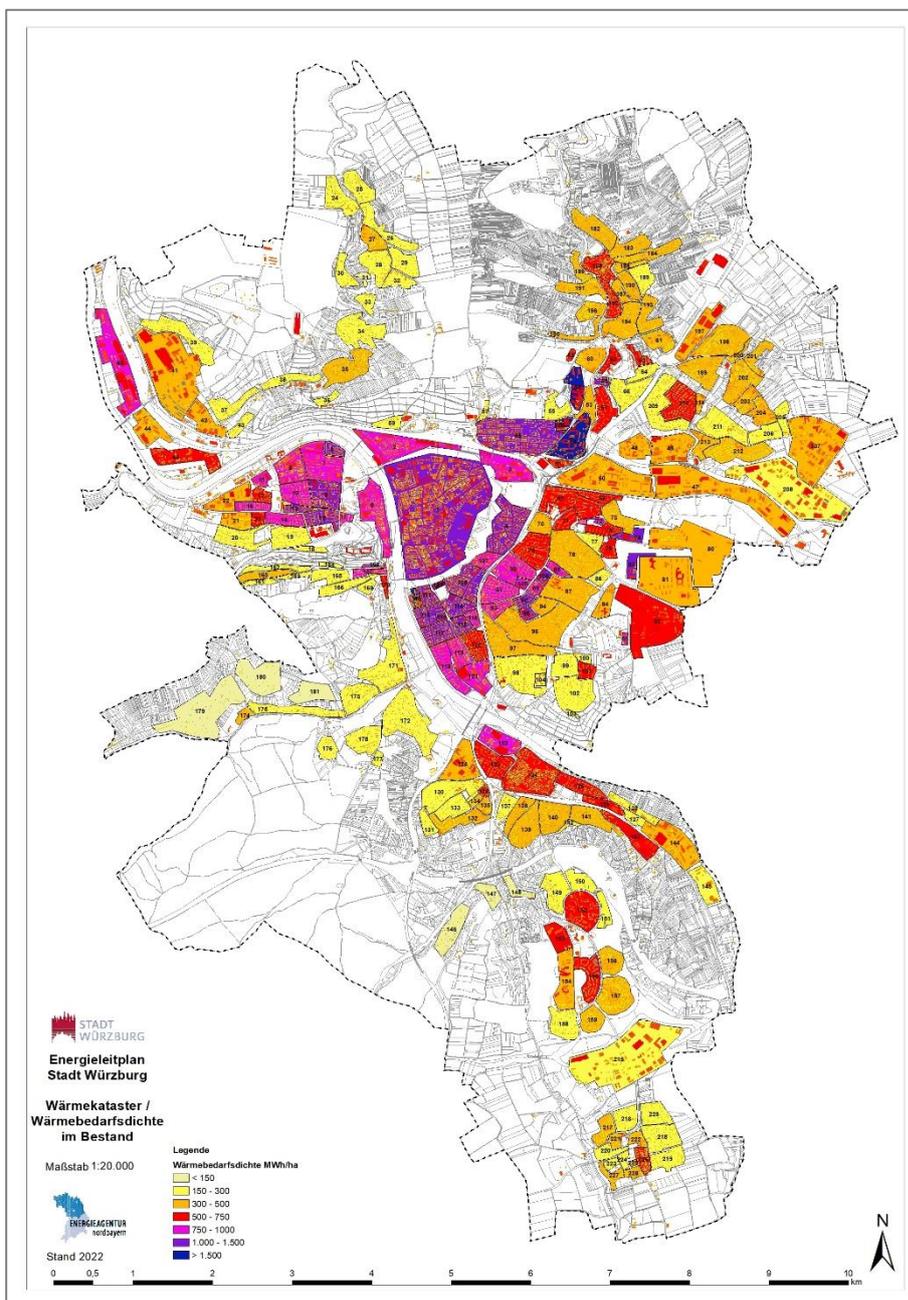


Abbildung 33: Plandarstellung Wärmekataster im Bestand

Folgende Abbildung zeigt das Wärmekataster mit den bestehenden Wärme- und Erdgasnetzen der Stadtwerke:

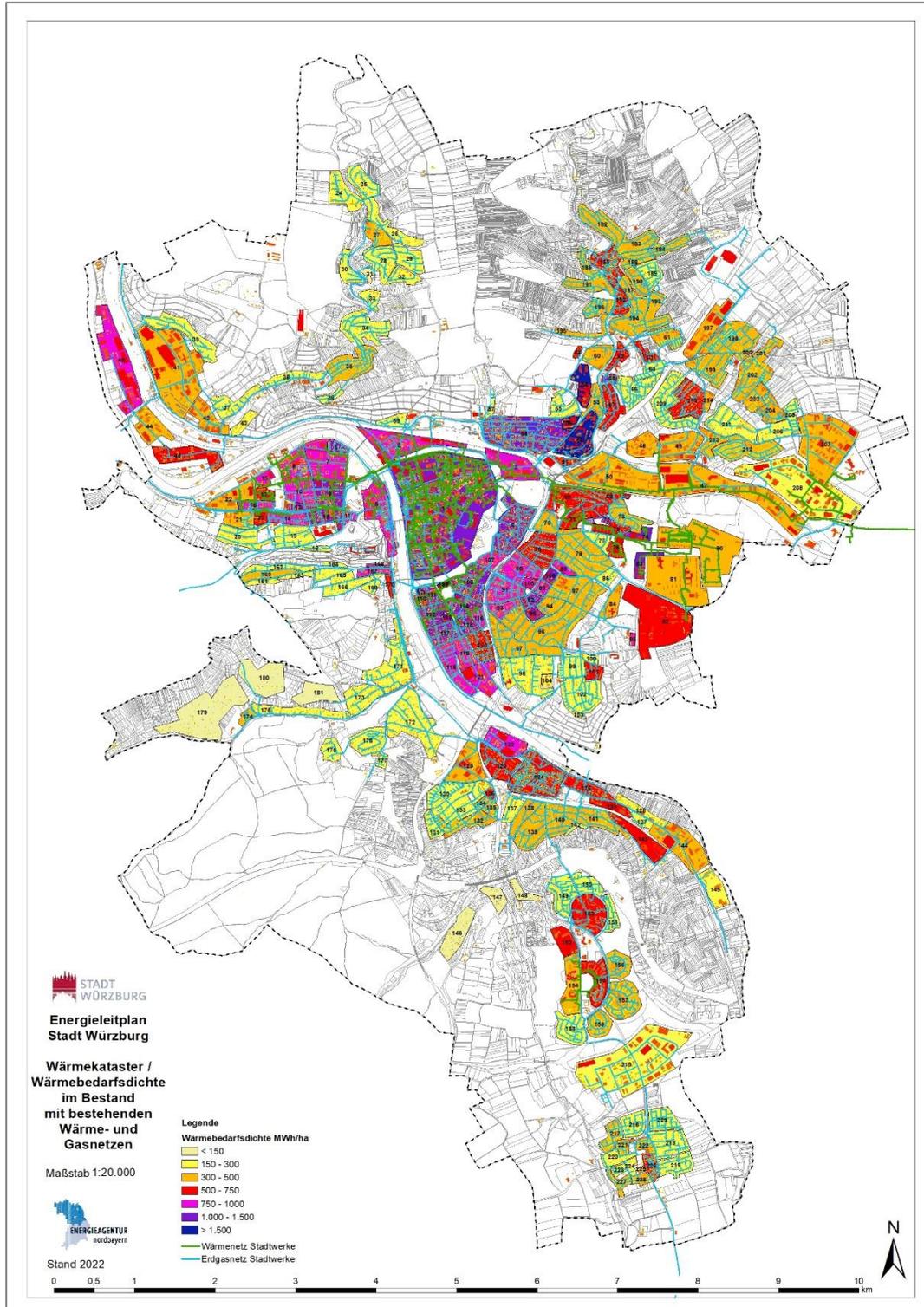


Abbildung 34: Plandarstellung Wärmekataster im Bestand mit Wärme- und Erdgasnetzen

3.6 Vom Sanierungspotenzial zum Wärmekataster Szenarien Trend und KN 2045

Die in Abbildung 30 dargestellten Wärmebedarfswerte werden für die Szenarien Gebäudescharf in das GIS-System übertragen. Der daraus resultierende Gesamtwärmebedarf wird für die 229 Sektoren aktualisiert und die Wärmebedarfsdichte in den Wärmekatastern der Szenarien Trend und KN 2045 dargestellt.

Die Stadt Würzburg hat kurzfristige, mittelfristige und langfristige Wohnbauflächenpotenziale mit einem Planungshorizont bis 2035 definiert. Hierbei handelt es sich einerseits um Innenentwicklungspotenziale in bestehenden Quartieren und um Neuentwicklungen im Außenbereich. Relevant sind dabei Potenziale in einem Umfang von mehr als 50 Wohneinheiten, da unterhalb dieser keine messbare Auswirkung auf Wärmebedarfsdichten vorhanden ist. Anhand der angegebenen Wohneinheiten wurde eine mögliche Wohnfläche in m² abgeschätzt und über Wärmebedarfskennwerte der jeweilige Wärmebedarf ermittelt.

Neuentwicklungen entsprechen ab dem Jahr 2023 dem aktuellen Effizienzhausstandard (EH) 55 mit einem spezifischen Wärmebedarf von 50 kWh/m² und ab 2025 dem Standard EH 40 mit 35 kWh/m². Bei den Innenentwicklungspotentialen soll ab 2025 ebenfalls Standard EH 40 erreicht werden.

Die Innenentwicklungspotenziale sind in den Sanierungsszenarien und den jeweiligen Sektoren berücksichtigt. Die größeren Neubaugebiete werden in den Plänen Wärmekataster Szenario Trend und KN 2045 gekennzeichnet.

Mit den staatlichen Einrichtungen der Universität, Uni-Klinik und der Hochschule für angewandte Wissenschaften (FHWS) gab es einen intensiven Austausch hinsichtlich der geplanten Erweiterungen. Die Uni-Klinik mit den Sektoren 52, 54 und 56 plant ein Erweiterungsgelände westlich von Sektor 54. Die FHWS plant für den Campus Hubland Nord und Süd (Sektor 82 und 82) eine bauliche Erweiterung und Nachverdichtung. Diese Maßnahmen zeigen sich auch im Wärmekataster Szenario Trend und KN 2045.

3.6.1 Wärmekataster Szenario Trend 2045

Folgende Abbildung zeigt das Wärmekataster für das Szenario Trend 2045 inkl. der Wohnbauflächenpotenziale und Erweiterungspläne der staatlichen Einrichtungen. Der gesamte Wärmebedarf ist gegenüber der Bestandssituation um 12 % reduziert. Dies zeigt sich in der Farbdarstellung bei einigen Sektoren hin zu einer geringeren Wärmebedarfsdichte. Lediglich bei den bestehenden Sektoren 81 und 82 erhöht sich durch Nachverdichtung die Wärmebedarfsdichte.

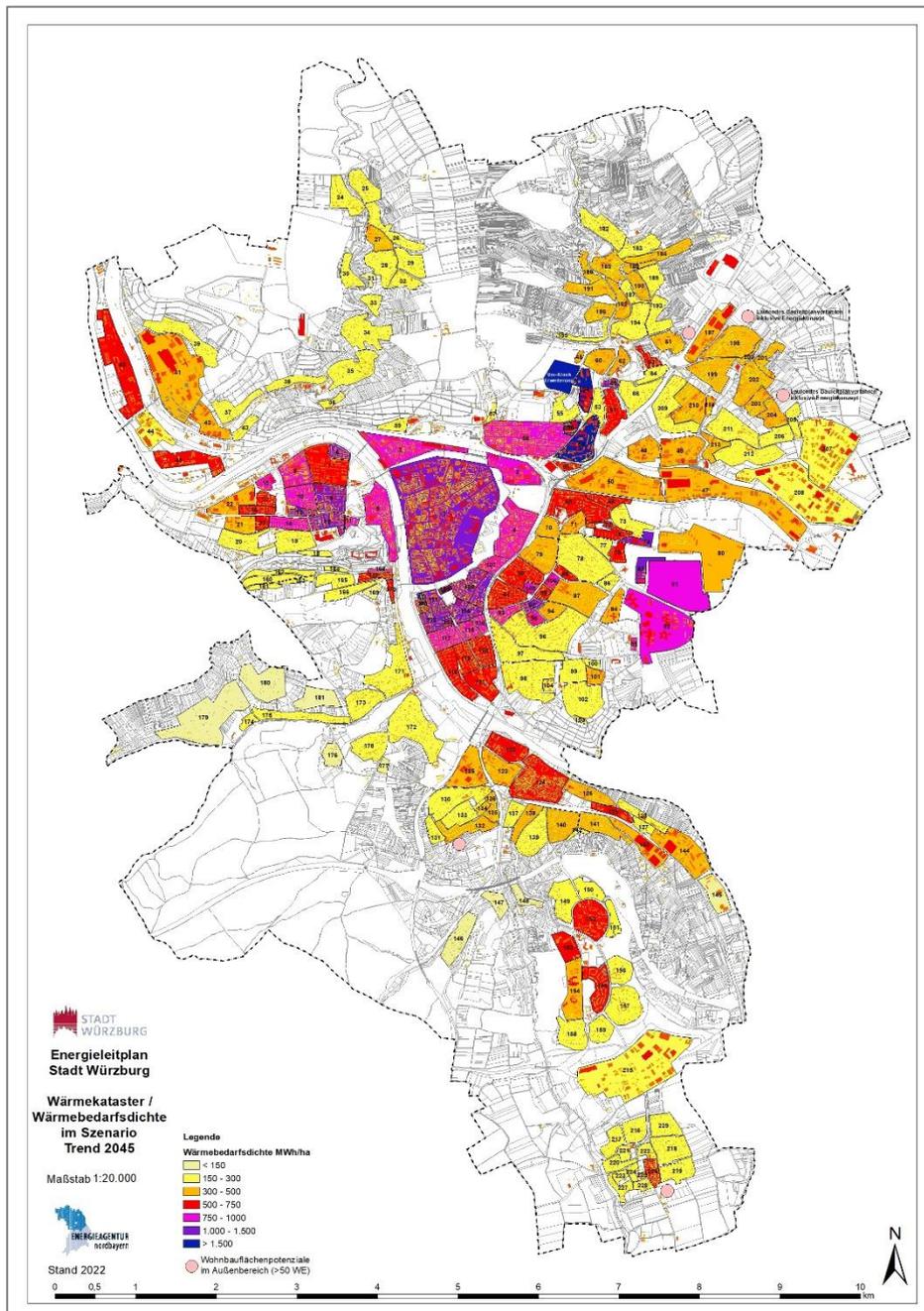


Abbildung 35: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario Trend 2045

3.6.2 Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045

Folgende Abbildung zeigt das Wärmekataster für das Szenario KN 2045. Der gesamte Wärmebedarf ist gegenüber der Bestandssituation um 31 % reduziert. Bei nahezu allen Sektoren (außer bei den Erweiterungsgebieten) hat sich die Wärmebedarfsdichte sichtbar reduziert.

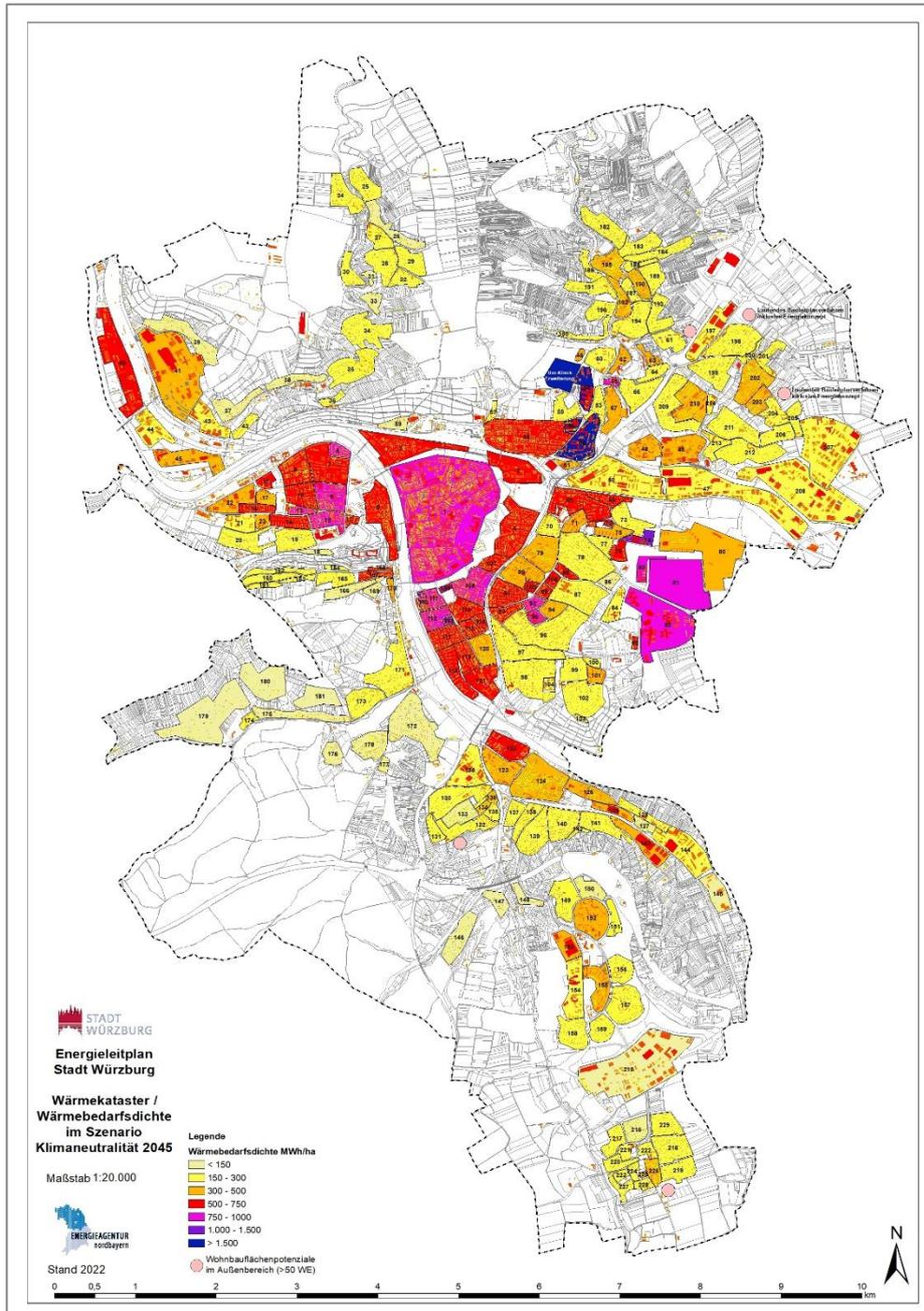


Abbildung 36: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario Klimaneutralität 2045

4 Energiestrategie Klimaneutralität 2045

Der Würzburger Stadtrat hat im November 2019 ein umfassendes Klimaversprechen formuliert, um dem Klimaschutz und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels als zentrale Zukunftsaufgabe höchste Priorität einzuräumen und vielfältige Maßnahmen zu ergreifen. Zudem wurde das Ziel beschlossen, als Stadt bis spätestens 2045 klimaneutral zu sein.

Aus diesem Grund baut die Energiestrategie im Energieleitplan auf dem Szenario Klimaneutralität 2045 auf. Das Szenario Trend 2045 wird hier nicht weiter vertieft.

Die Stadtwerke Würzburg erarbeiten aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Energieleitplan und dem iKK mit der Wärmeleitplanung Würzburg eine zukünftige Energieerzeugungs- und Umsetzungsstrategie.

4.1 Wärmekataster Szenario KN 2045 von Sektoren zu Quartieren

Das Wärmekataster KN 2045 bildet die Grundlage für die Wärmestrategie der Stadt Würzburg, um bis 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Hieraus wurden in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Quartiere gebildet, die den Weg für eine zukünftige Wärmeversorgung aufzeigen. Wie auch schon im iKK definiert, sind die drei zukünftigen Versorgungskonzepte:

- Fernwärmeversorgung
- Nahwärmeversorgung
- Dezentrale Objektversorgung

Für alle gilt, die Wärme muss klimaneutral erzeugt werden! Wie dies in den kommenden Jahren umgesetzt wird, wird Thema der Wärmeleitplanung Würzburg.

Auf den nachfolgenden Grundsätzen erfolgten die Quartiersbildung und Zuordnung:

- Fernwärmequartiere sind im Bereich der bestehenden Fernwärmeversorgung auszuweisen. Der Fernwärmeausbau soll einerseits durch Nachverdichtung der bereits versorgten Bereiche und durch Erweiterung in direkt angrenzende Quartiere mit hoher Wärmedichte erfolgen.
- Nahwärmeversorgung soll in Quartieren entstehen, die eine hohe Wärmedichte (> 300 MWh/ha) aufweisen, aber aus technischen oder geografischen Gründen nicht, oder nur mit beträchtlichem Aufwand, an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen werden können.
- Einzelversorgung der Gebäude wird in Quartieren mit geringer bis sehr geringer Wärmedichte (< 300 MWh/ha) das Wärmeversorgungskonzept der Zukunft bleiben, aber selbstverständlich auch auf Basis erneuerbarer Energien.
- Für Neubaugebiete, die nicht bereits an Fernwärme anliegen, müssen aufgrund des sehr geringen Wärmebedarfs maßgeschneiderte Wärmeversorgungslösungen erarbeitet werden. Siehe auch Kapitel „Modellprojekt Neubaugebiete“. Diese sind daher nicht Teil der Quartiersbildung.

4.1.1 Wärmekataster KN 2045 mit bestehenden Wärmenetzen

Wie beschrieben werden Sektoren, die bereits an Fernwärme anliegen, zu Quartieren zusammengefasst. Angrenzende Sektoren mit hoher Wärmedichte (> 300 MWh/ha) werden auch einer Fernwärmeversorgung zugeordnet. Das bestehende Wärmenetz des BHKW Berner Str. im Stadtbezirk Heuchelhof wird der Nahwärme zugeordnet und kann möglicherweise auch erweitert werden. Die hellgelben und gelben Sektoren (< 300 MWh/ha) bilden meist Quartiere für Einzelversorgung der Gebäude. Innenentwicklungspotenziale sind im Sanierungsszenario des jeweiligen Bestandsektors berücksichtigt.

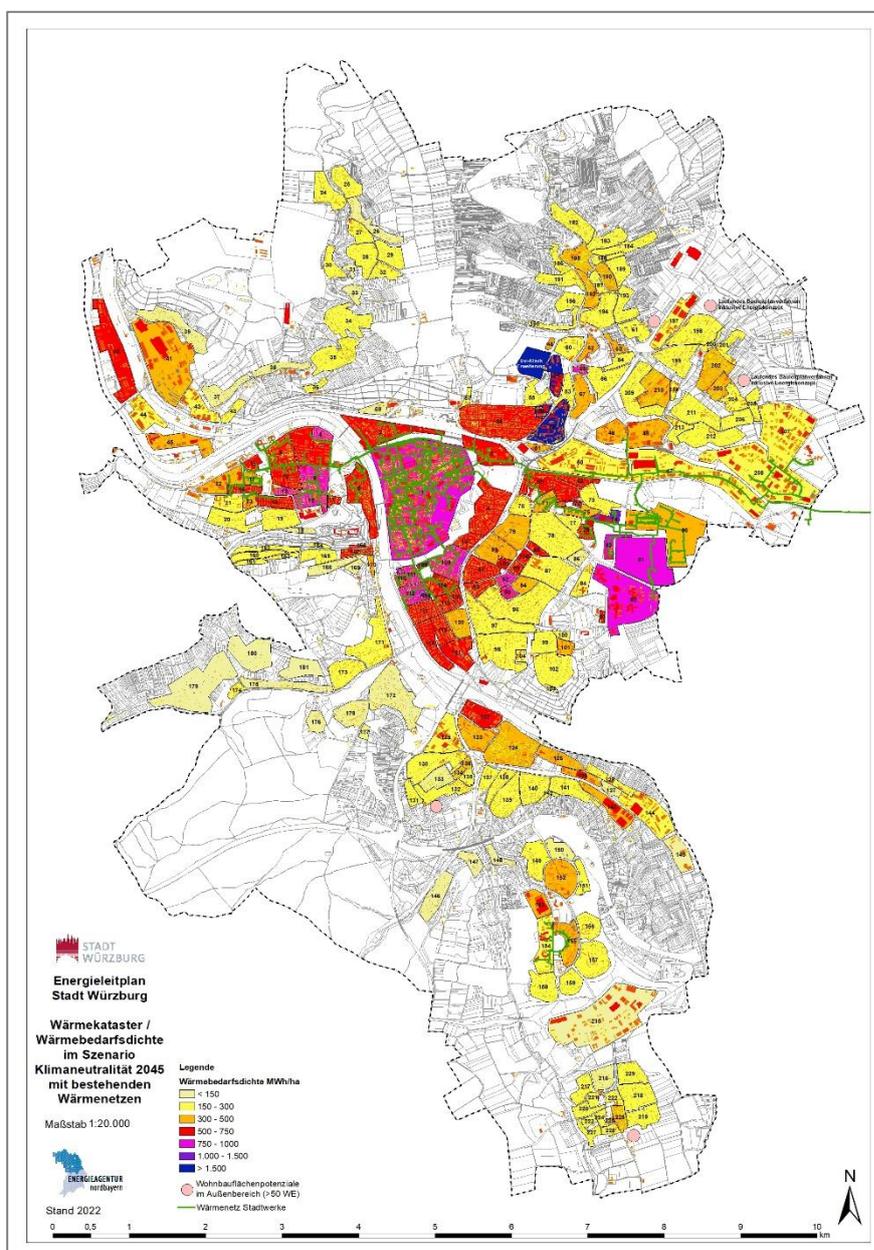


Abbildung 37: Plandarstellung Wärmekataster im Szenario KN 2045 mit bestehenden Wärmenetzen

4.1.2 Quartiere 2045 für Fernwärme, Nahwärme und Einzelversorgung

Aus den 229 Sektoren wurden 48 Quartiere gebildet. Die Innenentwicklungspotenziale sind darin enthalten bzw. zugrunde gelegt. Der Neubau der Uniklinik wird wie das bestehende Uni-Klinik Quartier Nr. 8 ein eigener Nahwärmeverbund der Uni-Kliniken werden.

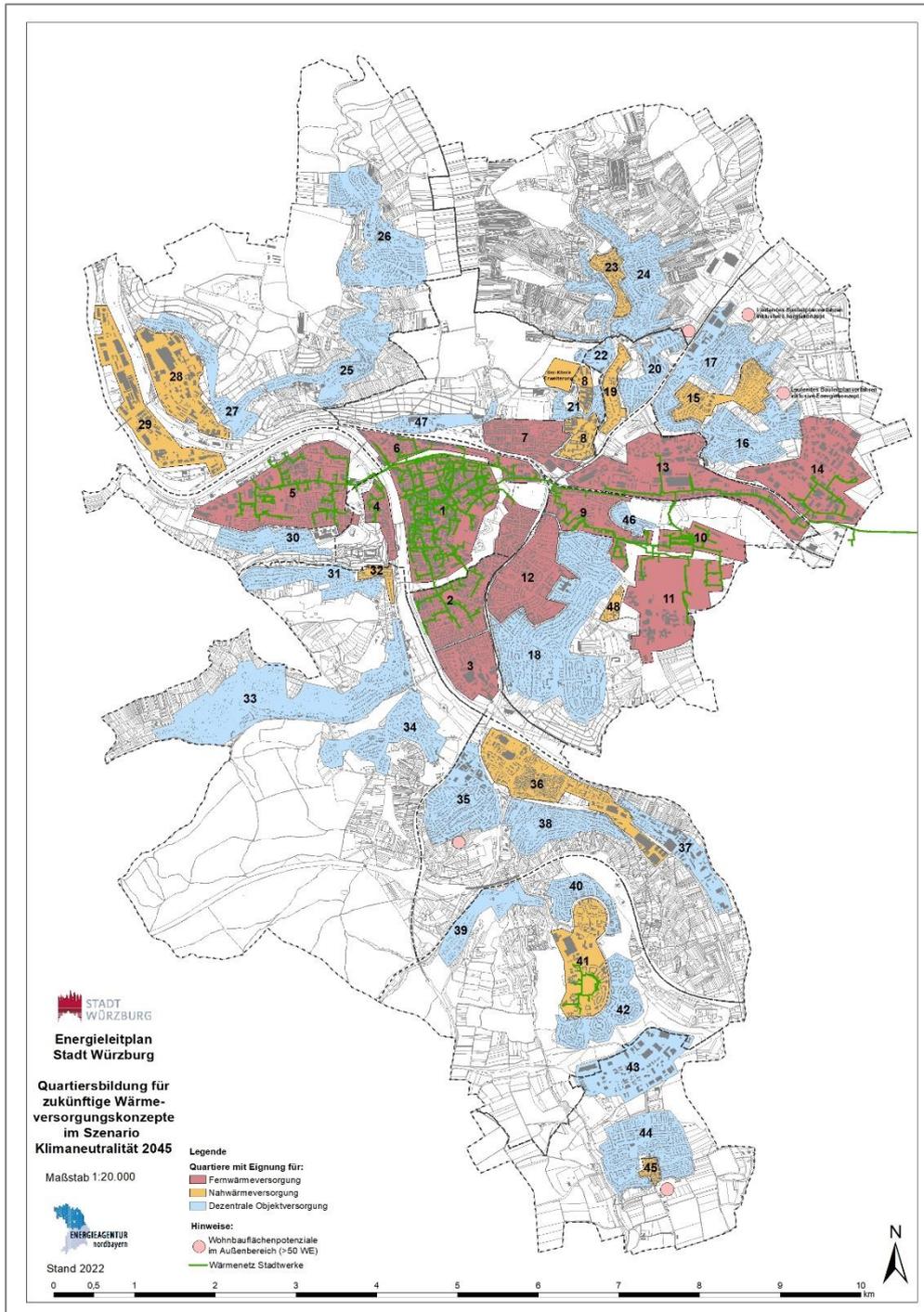


Abbildung 38: Plandarstellung Quartiere im Szenario KN 2045

Aus der im Plan dargestellten Quartiersbildung ergibt sich folgende Aufteilung für die Wärmestrategie bei einem jährlichen Wärmebedarf von rund 1. Mio. MWh. Aufgrund der Nachverdichtung Campus Hubland und geplanter Neubaugebiete mit vorhandener Fernwärmeanbindung (Quartiere 10 und 11) ist der gesamte Wärmebedarf um rund 60.000 MWh größer als in Abbildung 29: Wärmebedarf für das Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045. Zudem erhöhte sich der Fernwärmebedarf im Zuge der Quartiersbildung um weitere 83.000 MWh und beträgt somit 548.000 MWh. Eine technische und wirtschaftliche Prüfung zur Umsetzung der geplanten Fernwärmeverdichtung bzw. -erweiterung erfolgte im Rahmen dieser Studie nicht. Dies wird u.a. ein wesentlicher Bestandteil des Projekt Wärmeleitplanung der Stadtwerke Würzburg sein.

	Anzahl Quartiere	Wärmebedarf KN 2045 MWh/a	Anteile
Fernwärmeversorgung	13	548.000	55%
Nahwärmeversorgung	11	220.000	22%
Dezentrale Objektversorgung	24	234.000	23%
gesamt	48	1.002.000	

Tabelle 4: Quartiersbildung mit Wärmeanteilen der Versorgungskonzepte

Das Ergebnis unterscheidet sich von der Wärmestrategie im iKK (Seite 85 ff.), da im iKK noch mit einem sehr theoretischen Ansatz gearbeitet wurde. Im Energieleitplan konnten die konkreten künftigen Wärmebedarfe räumlich zusammengefasst und den drei Versorgungskonzepten zugeordnet werden. Die Abweichungen bewegen sich im Rahmen der technischen Möglichkeiten.

- Fernwärme: 43 % + 12 %
- Nahwärme: 20 % + 2 %
- Dezentrale Objektversorgung: 37 % - 14 %

Das Fernwärme Ausbaupotenzial ist nach der Quartiersbildung um 12 % größer, demgegenüber ist die Objektversorgung um 14 % geringer. Die Nahwärme unterscheidet sich lediglich um 2 %. Die Aufteilung nach der Quartiersbildung ist mit den Stadtwerken abgestimmt, kann sich aber im Rahmen einer detaillierten Umsetzungsstrategie auch noch deutlich verschieben. Wesentliche Einflussfaktoren für die künftig notwendigen Anpassungen der Quartiersflächen werden die Optionen einer nahezu treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung darstellen, die erst im Projekt „Wärmeleitplanung“ konkret erarbeitet werden.

4.1.3 Wärmestrategie Szenario Klimaneutralität 2045

In der Wärmestrategie aus dem iKK sind folgende Primärenergieanteile zur Wärmeerzeugung definiert:

Primärenergieanteile				
KN 2045 ¹⁶	Fernwärme	Nahwärme	Objektversorgung	gesamt
Wasserstoff	40,0%	0,0%	0,0%	22,0%
Biogas/Biomethan	40,0%	0,0%	0,0%	22,0%
Biomasse	10,0%	20,0%	20,0%	15,0%
Solarthermie	0,0%	20,0%	5,0%	6,0%
Umweltwärme	7,0%	43,0%	55,0%	26,0%
Strom (WP)	3,0%	17,0%	20,0%	9,0%

Tabelle 5: Primärenergieanteile zur Wärmeerzeugung

Die dargestellte Aufteilung beruht auf ersten Schätzungen, eine Detaillierung erfolgt im Rahmen der Wärmeleitplanung.

Folgende Abbildung zeigt die Wärmestrategie aus der Quartiersbildung mit den Primärenergieanteilen zur Wärmebereitstellung:

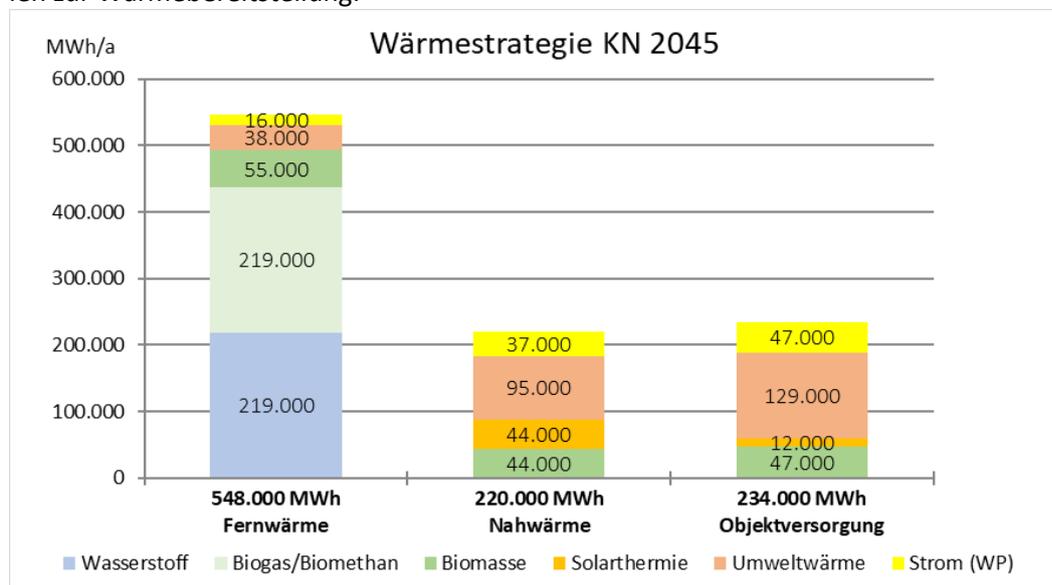


Abbildung 39: Wärmebereitstellung und Primärenergieanteile Wärmestrategie KN 2045

- Fernwärmeversorgung:

Aktuell werden jährlich 343.000 MWh Fernwärme bereitgestellt. Die Fernwärmequote beträgt 20 %. Die bestehende Fernwärme muss kontinuierlich nachverdichtet, erweitert und die

¹⁶ Quelle: iKK Seite 85 ff.

Erzeugung um 60 % gesteigert werden. Gleichzeitig muss eine Dekarbonisierung der Fernwärme erfolgen.

Wasserstoff soll hierbei mit einem Anteil von 40 % einen entscheidenden Beitrag leisten. Seitens der Übertragungsnetzbetreiber gibt es konkrete Überlegungen, die Ferngas-Hochdruckleitung, die durch Würzburg Nord läuft, bis ca. 2035 auf Wasserstoff umzurüsten.

Biogas und/oder Biomethan soll ebenso mit einem Anteil von 40 % zur Dekarbonisierung beitragen. Für eine dauerhafte Nutzung ist der Aufbau einer funktionierenden Versorgungskette unter Einbeziehung des Landkreises nötig. Grundsätzlich ist der Einsatz von importiertem Biogas als eine von mehreren Optionen zur Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung denkbar. In einem Exkurs dazu wurden im iKK ab Seite 88 ff. (Wasserstoff und andere emissionsarme Gase) die möglichen Rahmenbedingungen für importiertes Biogas dargestellt.

Rund 10 % des Fernwärmebedarfs kann durch ein eigenes Biomasseheizwerk gedeckt werden, das durch das Kompostwerk Würzburg mit Brennstoff versorgt wird. Weitere 10 % der Wärme könnten durch große Flusswasserwärmepumpen mittels Mainwasser erzeugt werden, hierfür ist anteilig Erneuerbarer Strom nötig.

- Nahwärme:

Der Ausbau von Nahwärmenetzen auf Basis Erneuerbarer Energie wird für die Zukunft ein wichtiges Handlungsfeld der Stadtwerke Würzburg sein. Rund 20 % der Wärme könnte hierbei jeweils durch feste Biomasse (Holzhackschnitzel) und Freiflächen-Solarthermie erfolgen (siehe auch Punkt „Potenzial Erneuerbare Wärmebereitstellung“). Die restlichen 60 % sollten durch oberflächennahe Geothermie Nutzung erzeugt werden. Der hierfür nötige Wärmepumpenstrom kann durch objektnahe PV-Anlagen mit Stromspeichern erzeugt werden.

- Erneuerbare Objektversorgung:

Die Dezentrale Objektversorgung kommt überall da zum Einsatz, wo Fern- und Nahwärme technisch oder wirtschaftlich nicht umsetzbar ist. Auch hier ist von rund 20 % fester Biomasse-nutzung auszugehen. Dies sind bei größeren Objekten üblicherweise Hackschnitzel, im Ein-Zweifamilienhausbereich werden eher Holzpellets zum Einsatz kommen. Die Aufdach-Solarthermie kann mit ca. 5 % einen unterstützenden Beitrag leisten. Die restliche Wärmebereitstellung wird durch Wärmepumpen erfolgen, je nach Gegebenheit durch Luft-, Erd- oder Wasserwärmepumpen. Auch hier kann eine Kombination mit PV-Dachanlage und Stromspeicher einen Großteil des Strombedarfs decken.

4.1.4 Wärmebereitstellung Erneuerbare Energien

Folgende Abbildung zeigt, dass in der Wärmestrategie KN 2045 56 % Wärmebereitstellung aus nicht gasförmigen Erneuerbaren Energien (EE) erfolgen soll:

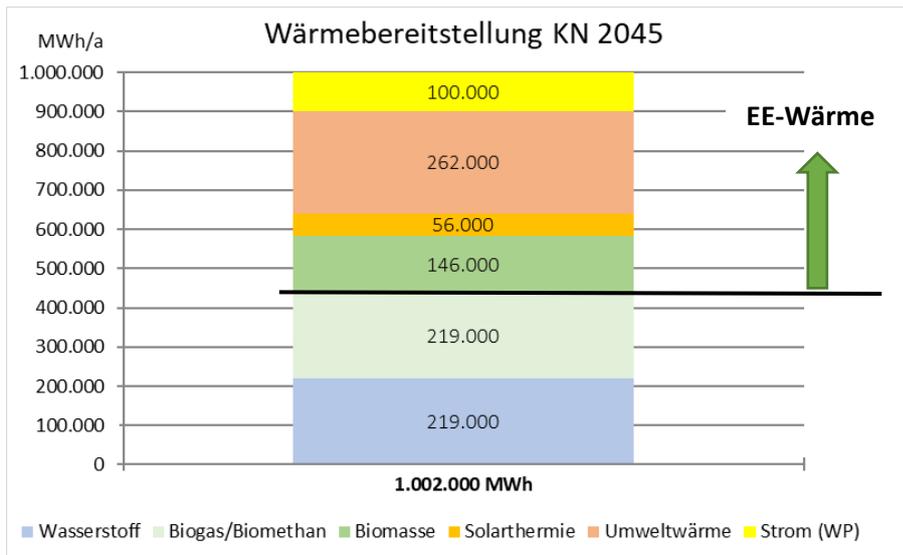


Abbildung 40: Wärmebereitstellung Erneuerbare Energien KN 2045

Hierzu ist eine enorme Steigerung zur aktuellen Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien nötig.

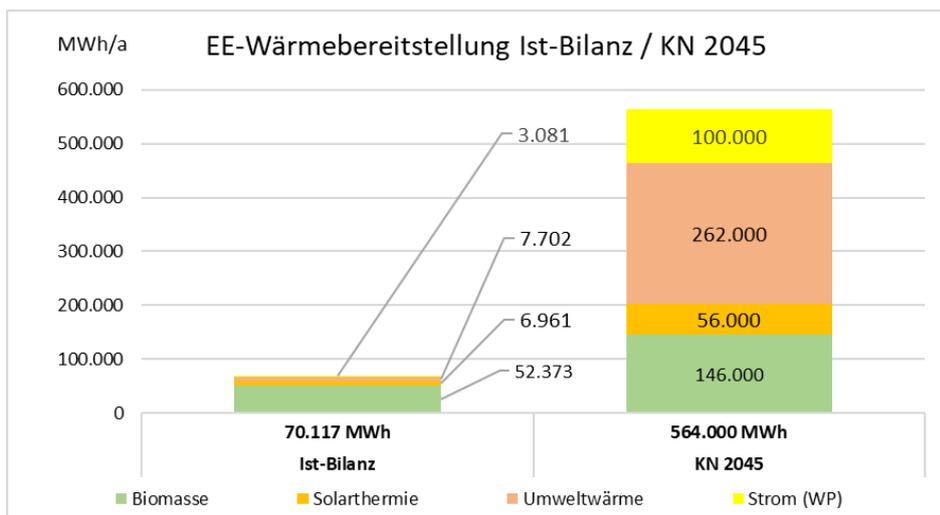


Abbildung 41: Wärmebereitstellung EE, Gegenüberstellung Ist-Bilanz / Szenario KN 2045

Der Einsatz fester Biomasse aus Holz müsste verdreifacht und die Solarthermie Nutzung knapp verachtacht werden. Das größte Steigerungspotenzial ist bei Nutzung der Umweltwärme nötig, aber auch möglich. Wie schon mehrfach erwähnt, ist hierbei ein gleichzeitiger Ausbau der PV notwendig, um den nötigen Strombedarf anteilig zu decken. Auch hier ergeben sich die Details in der Wärmeleitplanung.

4.2 Potenzielle Erneuerbare Wärmebereitstellung

Im Folgenden werden die Potenziale zur erneuerbaren Wärmebereitstellung ermittelt und dargestellt. Für die „Feste Biomasse“ kann eine messbare Größe berechnet werden, bei den anderen Energiequellen werden Rahmenbedingungen und Kenngrößen zu deren Nutzung beschrieben. Zwar könnte beispielsweise ein gesamtes Geothermiepotenzial berechnet werden, dies ist aber wenig hilfreich, da das Gesamtpotenzial in der Realität nicht umfassend genutzt werden kann. Hier muss ausgehend von der Wärmebedarfsseite das nutzbare Potenzial ermittelt werden. Siehe auch Kapitel 4.4 Modellprojekt Neubaugebiet.

Die Potenzialanalyse und -darstellung umfasst die Punkte:

- Feste, holzartige Biomasse
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefengeothermie
- Wasser (Main / Abwasser)
- Freiflächen Solarthermie
- Abwärme

4.2.1 Feste Biomasse

Das nutzbare Waldholzpotenzial wurde mit dem Forstbetrieb der Stadt Würzburg abgestimmt.

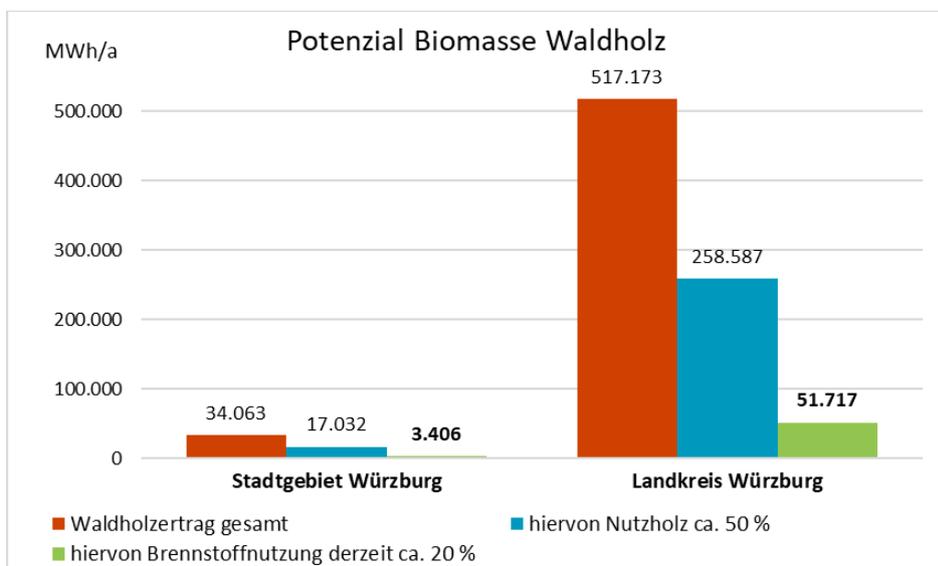


Abbildung 42: Potenzial Biomasse Waldholz, Stadtgebiet und Landkreis Würzburg

Vom gesamten Waldholzertrag stehen rund 50 % als Nutzholz zur Verfügung, der Rest verbleibt als Totholz im Wald. Derzeit werden vom Nutzholz ca. 20 % als Brennstoff verwendet, dies entspricht im

Stadtgebiet 3.400 MWh und im Landkreis 51.700 MWh. Grundsätzlich ist eine Steigerung der Brennstoffnutzung möglich, diese konkurriert aber mit der Bau- und Papierindustrie.

Wie beschrieben, beträgt der aktuelle Biomassebedarf im Stadtgebiet 52 000 MWh/a, im Landkreis ist es vermutlich mehr als das Doppelte. Der prognostizierte Bedarf an Biomasse im Stadtgebiet mit 146.000 MWh kann also nicht allein durch Waldholz gedeckt werden.

Das Kompostwerk Würzburg kann das Biomasseheizwerk für die Fernwärmeerzeugung beliefern (ca. 55.000 MWh/a), es werden aber auch regionale Importe für Hackschnitzel und insbesondere für Holzpellets notwendig sein.

Ein weiteres, wenn auch begrenztes Potenzial bieten Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen. Hierbei werden schnellwachsende, wiederausschlagende Baumarten (z.B. Weide, Aspe, Balsampappel) in Umtrieben von üblicherweise 4 Jahren geerntet und zu Hackschnitzeln verarbeitet. Gegenüber Biogaserzeugung besteht für diese Baumarten kein Düngemittelbedarf. Würden hierfür 10 % der aktuellen Landwirtschaftsfläche im Stadtgebiet genutzt, könnten jährlich ca. 3.100 MWh Wärme erzeugt werden, im Landkreis entsprechend rund 85.000 MWh.

4.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Folgende Abbildung zeigt das Potenzial für die Nutzung oberflächennaher Geothermie im Stadtgebiet Würzburg und Umgebung. Diese Wärmequelle steht sowohl für Nahwärmenetze als auch für die Objekt-Einzelsversorgung zur Verfügung.

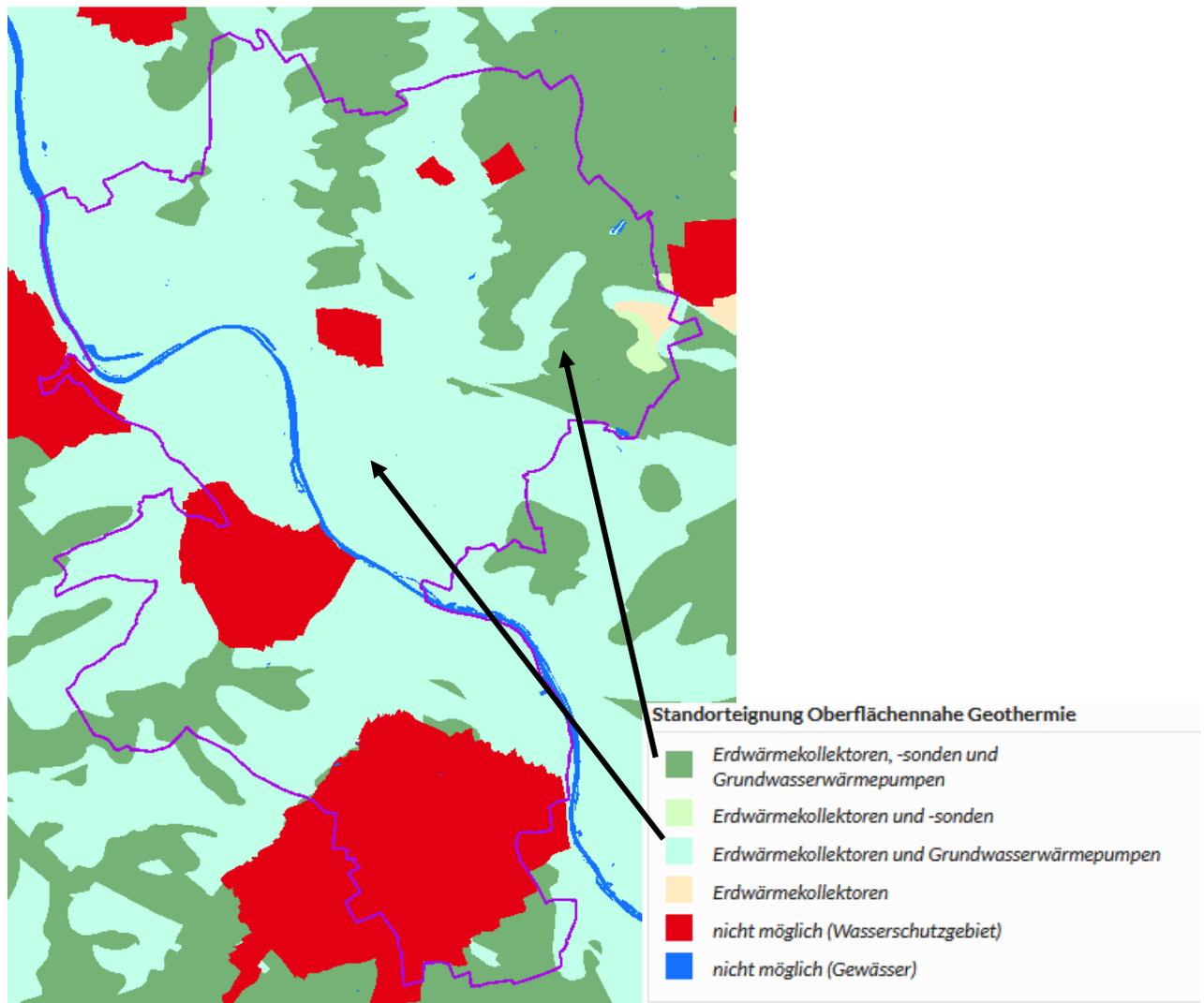


Abbildung 43: Standorteignung Oberflächennahe Geothermie¹⁷

In einem Großteil des Stadtgebietes besteht Nutzungspotenzial für Erdwärmekollektoren und Grundwasserwärmepumpen. Im Nordosten sind außerdem Erdwärmesonden möglich. Die Standorteignung bedarf aber immer einer Einzelfallprüfung. In den Stadtgebieten Heuchelhof, Rottenbauer und Teilen des Steinbachtals ist aufgrund der rechtlich festgesetzten Wasserschutzgebiete keine Nutzung zulässig. Auch im innerstädtischen Bereich besteht teilweise Wasserschutz durch die Bahnstrecken.

¹⁷ Quelle: www.energieatlas.bayern.de

Das Wärmeerzeugungspotenzial hängt stark von der Bodenbeschaffenheit ab und beträgt bei Erdwärmesonden ca. 10-20 lfm Sondenlänge je MWh, dies entspricht bei 60 m Bohrtiefe ca. 8 m² je MWh. Bei Erdwärmekollektoren sind je nach Bodenbeschaffenheit 15 m² bis 25 m² für eine MWh nötig.

Die Geothermie Wärme kann sowohl in „Kalten Nahwärmenetzen“ als auch in Hochtemperaturnetzen > 60 °C genutzt werden. Kalte Nahwärme ist eine technische Variante eines Wärmeversorgungsnetzes, das mit niedrigen Übertragungstemperaturen im Bereich von ca. 10 °C arbeitet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Wärmenetzen erfolgen Warmwassererzeugung und Gebäudeheizung nicht über herkömmliche Hausübergabestationen, sondern durch Sole-Wasser-Wärmepumpen. Siehe auch Kapitel 4.4 Modellprojekt Neubaugebiet. Bei Hochtemperaturnetzen mit Geothermie kommen Großwärmepumpen zum Einsatz, deren Leistung und Temperatur ausreicht, um direkt in ein Wärmenetz einzuspeisen¹⁸. Bei den Wärmeabnehmern sind hierbei gebräuchliche Hausübergabestationen installiert.

¹⁸ Quelle: Praxisleitfaden Großwärmepumpen, AGFW Juni 2020

4.2.3 Tiefengeothermie

Folgende Abbildung zeigt das Potenzial für die Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern:



Abbildung 44: Standorteignung Tiefengeothermie¹⁹

In Bayern sind lediglich im südbayerischen Raum geeignete geologische Verhältnisse vorhanden. In Nordbayern stehen keine Potenziale der Tiefengeothermie zur Verfügung. Entsprechend ergibt sich auch kein Potenzial für die Stadt Würzburg.

¹⁹ Quelle: www.energieatlas.bayern.de

4.2.4 Freiflächen Solarthermie

Alternativ zur Geothermie Nutzung kann für Nahwärmelösungen auch die Freiflächen-Solarthermie zum Einsatz kommen.

Die Solarthermie ist eine stark witterungsabhängige Erzeugungstechnologie. Leistung und Ertrag hängen unmittelbar von den Witterungsverhältnissen ab. Die thermische Leistung ist in den Sommermonaten am höchsten und in den Wintermonaten am geringsten. Große Freiflächen-Solarkollektorfelder können erneuerbare thermische Energie mit bis zu 100 °C liefern. In Kombination mit anderen Wärmeerzeugern (z.B. Biomassekessel) sind Solarthermieanlagen ideal geeignet, um den gesamten Wärmebedarf im Sommer und Teilen der Übergangszeit zu decken. Für 1.000 MWh Wärmebereitstellung sind ca. 2.100 m² Kollektorfläche nötig. Der Platzbedarf entspricht in etwa der doppelten Kollektorfläche.

Thermische Speicher können die Wärmeerzeugung zeitlich vom Wärmebedarf entkoppeln. Im Kurzzeitbereich kann eine solarthermische Wärme in die Abend- und Nachtstunden transferiert und nutzbar gemacht werden, im Langzeitbereich kann Solarwärme aus den Sommermonaten in die Übergangszeit bis in die Wintermonate gespeichert werden. Übers Jahr gesehen sind solare Deckungsanteile von bis zu 80 % möglich. Insbesondere in Dänemark werden zur Langzeitspeicherung sogenannte saisonale Wärmespeicher aufgebaut, die in der Regel als große isolierte Erdbeckenspeicher realisiert werden²⁰. Saisonalspeicher benötigen in etwa doppeltes bis dreifaches Volumen wie die m² Kollektorfläche beträgt.

4.2.5 Wasser (Main / Abwasser)

In Würzburg kann durch eine große Flusswasserwärmepumpe ein Beitrag zum Ausbau der Fernwärmebereitstellung erfolgen. Aufgrund des konstanten Temperaturniveaus des Mainwasser ist bei dieser Wärmepumpe eine hohe Energieeffizienz mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 5 zu erwarten. Das heißt, mit einer kWh Strom können 5 kWh Wärme erzeugt werden. Bei Luftwärmepumpen beträgt die JAZ üblicherweise 3.

Beispielweise entsteht derzeit in Mannheim eine der größten Flusswärmepumpen Europas, die ab 2023 klimaneutrale Fernwärme aus dem Rheinwasser liefern soll.

Eine weitere Praxisanwendung ist das Gewinnen von Wärme aus Abwasser. Auch damit funktioniert das Prinzip gut, denn in Siedlungsabwasser steckt viel Wärmeenergie, wenn man beispielsweise an das ablaufende Warmwasser aus Spül- und Waschmaschinen denkt oder das Warmwasser beim Duschen. Die Abwasserwärmenutzung ist bei entsprechenden Voraussetzungen für größere Bauten oder Quartiere in der Umgebung von Sammelkanälen oder Kläranlagen wirtschaftlich und

²⁰ Quelle: Praxisleitfaden Solarthermie, AGFW März 2021

konkurrenzfähig. Zur Wärmenutzung muss kontinuierlich genügend Abwasser zur Verfügung stehen, dies muss im Rahmen von Quartierskonzepten im Detail untersucht werden.

4.2.6 Abwärmenutzung

Im Rahmen des Energieleitplanes wurde eine Fragebogenaktion bei den energieintensivsten 55 ortsansässigen Firmen durchgeführt. Schwerpunkt war hier die Erhebung möglicher Abwärmepotenziale für die Nah/Fernwärmenutzung. 19 Rückmeldungen sind erfolgt und konnten ausgewertet werden. Hierbei konnte jedoch kein nutzbares Abwärmepotenzial ermittelt werden.

Grundsätzliche Hemmnisse bei der Abwärmenutzung sind:

- Das Temperaturniveau ist für eine externe Wärmenutzung nicht geeignet.
- Keine Übereinstimmung von Wärmeangebot und -nachfrage.
- Die Abwärme steht nicht dauerhaft zur Verfügung.
- Geeignete Abwärme wird bereits betriebsintern genutzt.
- Unternehmen haben häufig Bedenken bezüglich des Betriebsablaufs und der Produktionssicherheit während der technischen Installations-/Umrüstungsphase und während des laufenden Betriebs.
- Sobald Abnehmer und Lieferant von Abwärme nicht dieselbe Person sind, entstehen oft Hemmnisse durch technische und/oder abrechnungsrelevante Schnittstellen.
- Lange Vertragslaufzeiten bei Wärmelieferverträgen (mind. 10 Jahre) sind für Unternehmen nicht kalkulierbar.

Auch im Hinblick auf die Kläranlage in der Zellerau ist die Nutzung von Abwärme grundsätzlich denkbar. Aktuell ist durch den Entwässerungsbetrieb Würzburg eine Machbarkeitsstudie beauftragt, die diese Potenziale untersuchen soll. Inwieweit mögliche Abwärmepotenziale dann tatsächlich auch extern nutzbar werden, hängt jedoch maßgeblich vom Gesamtkontext und der Umsetzungsplanung ab, womit auch weitere Auflagen verbunden sein können. Daher kann an dieser Stelle im Energieleitplan nur auf ein theoretisches Potenzial verwiesen werden.

4.3 Potenzial Erneuerbare Stromerzeugung

Im iKK werden ab Seite 97, ausführlich die Stromerzeugungspotenziale aus Erneuerbaren Energien beschrieben. Im Rahmen des Energieleitplanes wurde hierfür das Dachflächenpotenzial ermittelt und ein Dachflächenkataster erstellt. Im Gegensatz zum bestehenden Solarkataster, das die Solareinstrahlung pro m² zeigt, wird im Dachflächenkataster das mögliche Stromerzeugungspotenzial je Dachfläche dargestellt. Des Weiteren wird auf das Potenzial Windkraft eingegangen.

4.3.1 Gesamte Erneuerbare Stromerzeugung

Es ist davon auszugehen, dass der Strombedarf in Würzburg von derzeit ca. 678.000 MWh um 44 % auf 979.000 MWh jährlich steigen wird. Nachfolgende Abbildung zufolge steigt der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung am Strombedarf von derzeit 6 % (ca. 40.000 MWh) auf 27 % im Szenario KN 2045, dies entspricht ca. 266.000 MWh.

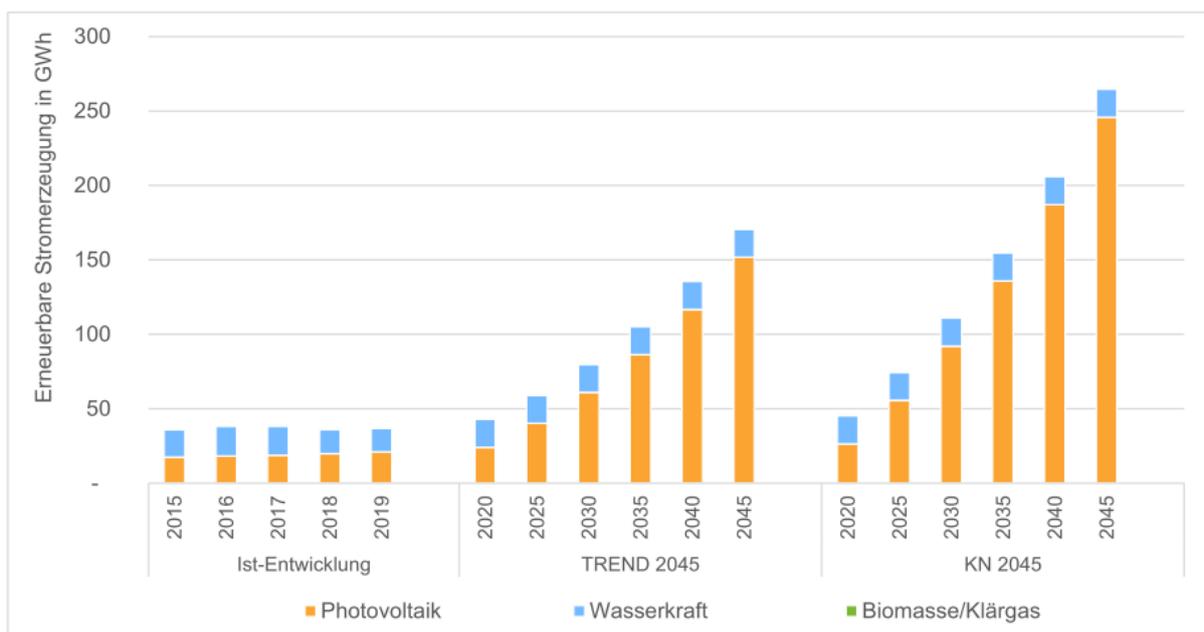


Abbildung 45: Entwicklung der Stromerzeugung bis 2045²¹

Nach den Prognosen des iKK wird die PV einen Anteil von ca. 90 % an der gesamten erneuerbaren Stromerzeugung haben. Bei den drei bestehenden Laufwasserkraftwerken ist aus umweltverträglicher Sicht kein Ausbau zu erwarten. Ein Neubau von Wasserkraftanlagen wird in Bayern nicht angestrebt,

²¹ Quelle: iKK Seite 107

hier setzt man auf Ertüchtigung von bestehenden Anlagen sowie auf einen umweltverträglichen Ausbau an bestehenden Querbauwerken.²²

Die Biogaspotenziale in der Stadt Würzburg sind begrenzt. Bereits die Potenzialanalyse aus dem Klimaschutzkonzept 2012 hat gezeigt, dass Biogas nur im begrenzten Umfang zur Verfügung steht, ein Ausbau der Stromerzeugung aus Biogas wird nicht angestrebt. Siehe auch iKK Seite 106 ff.

4.3.2 PV-Stromerzeugungspotenzial und Dachflächenkataster

Anhand der LoD2 Gebäudedaten können in GIS die geeigneten Dachflächen (Dachneigung, Himmelsrichtung) herausgefiltert werden. Folgende Tabelle zeigt die nutzbaren Dachflächen über 50 m²:

	Summe Dachflächen m ²	PV- Flächenanteil	nutzbare Dachfläche m ²	kWp	kWh/kWp	Stromerzeugungspotenzial MWh/a
Flachdächer	2.342.532	50%	1.171.266	167.324	950	158.958
Geneigte Dächer Südausrichtung	933.512	60%	560.107	80.015	950	76.015
Geneigte Dächer S/O Ausrichtung	606.342	60%	363.805	51.972	750	38.979
Geneigte Dächer S/W Astausrichtung	661.942	60%	397.165	56.738	750	42.553
gesamt	4.544.328		2.492.344	356.049		316.505

Tabelle 6: PV-Dachflächenpotenzial

Nach der dargestellten Erhebung besteht auf Würzburger Dachflächen ein gesamtes Stromerzeugungspotenzial von jährlich 316.500 MWh.

²² Quelle: www.stmwi.bayern.de/energie/erneuerbare-energien/wasserkraft/ (Stand Aug. 2022)

Im iKK wurden von dem gesamten Dachflächenpotenzial im Szenario Trend 2045 30 % und im Szenario KN 2045 50 % angesetzt. Für das gesamte Stromerzeugungspotenzial aus PV ergibt sich folgendes Ergebnis:

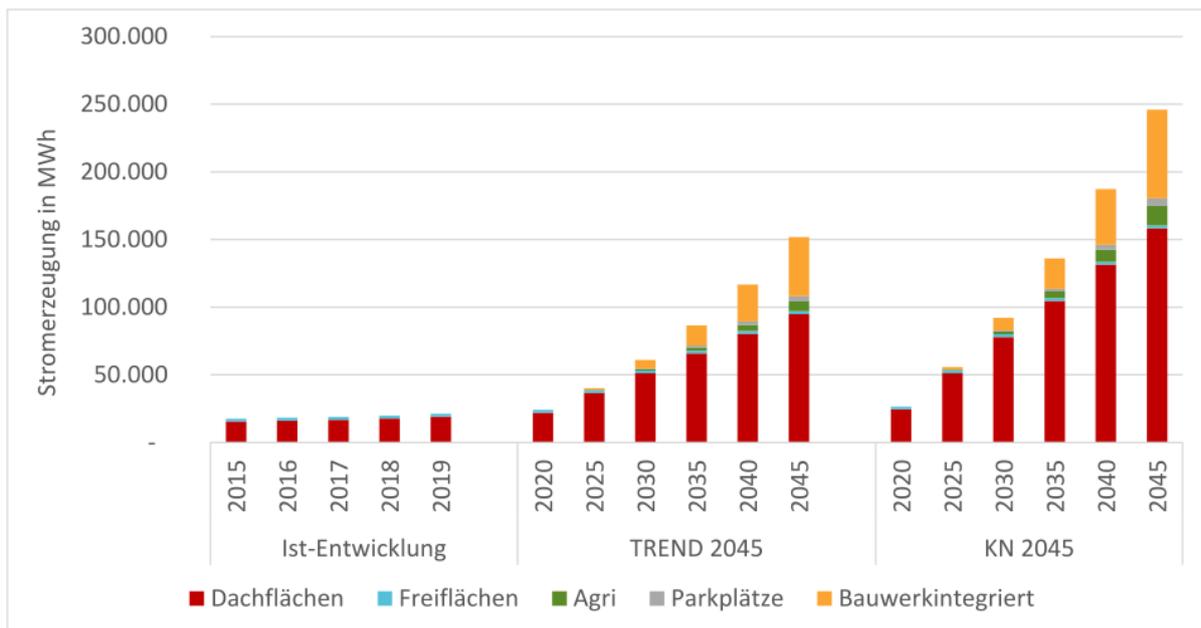


Abbildung 46: Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaik bis 2045²³

Die Dachflächen-PV spielt mit über 60 % die wichtigste Rolle beim PV-Ausbau, aber auch die bauwerksintegrierte (Gebädefassaden) Stromerzeugung wird in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Freiflächen und Agri-PV (auf Landwirtschaftsflächen) spielen nach der Prognose aktuell eine untergeordnete Rolle. Dennoch lässt die Stadt Würzburg im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans mit integriertem Landschaftsplan aktuell ein Strukturkonzept zur Errichtung von Freiflächen PV erarbeiten. Das Konzept liefert eine kartographische Bewertung zu potenziellen Freiflächen PV-Standorten und bildet dann die Grundlage für weitere Standortüberlegungen, um nach Möglichkeit auch über die Freiflächen PV-Anlagen einen wirksamen Beitrag zur erneuerbaren Stromerzeugung zu leisten. Einen weiteren kleineren Beitrag kann PV auf überdachten Parkplätzen (Carports) erbringen.

Das Dachflächenkataster zeigt das PV-Stromerzeugungspotenzial aus obiger Tabelle „PV-Dachflächenpotenzial“. Hier sind auch Dachflächen von denkmalgeschützten Gebäuden berücksichtigt. Der Entwurf zum EEG 2023 sieht vor, die Bedeutung der Erneuerbaren Energien gesetzlich zu verankern und entsprechende Rahmenbedingungen festzulegen (siehe Kapitel 4.6.3 Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für PV). Die Stadt Würzburg lässt in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege ein Kommunales Denkmalkonzept erstellen. Ziel dessen ist es, Lösungsstrategien

²³ Quelle: iKK Seite 103

für die Vereinbarkeit von Denkmalschutz und regenerativer solarer Energiegewinnung zu entwickeln und durch die Umsetzung von Pilotprojekten allgemein gültige Leitlinien zu definieren.

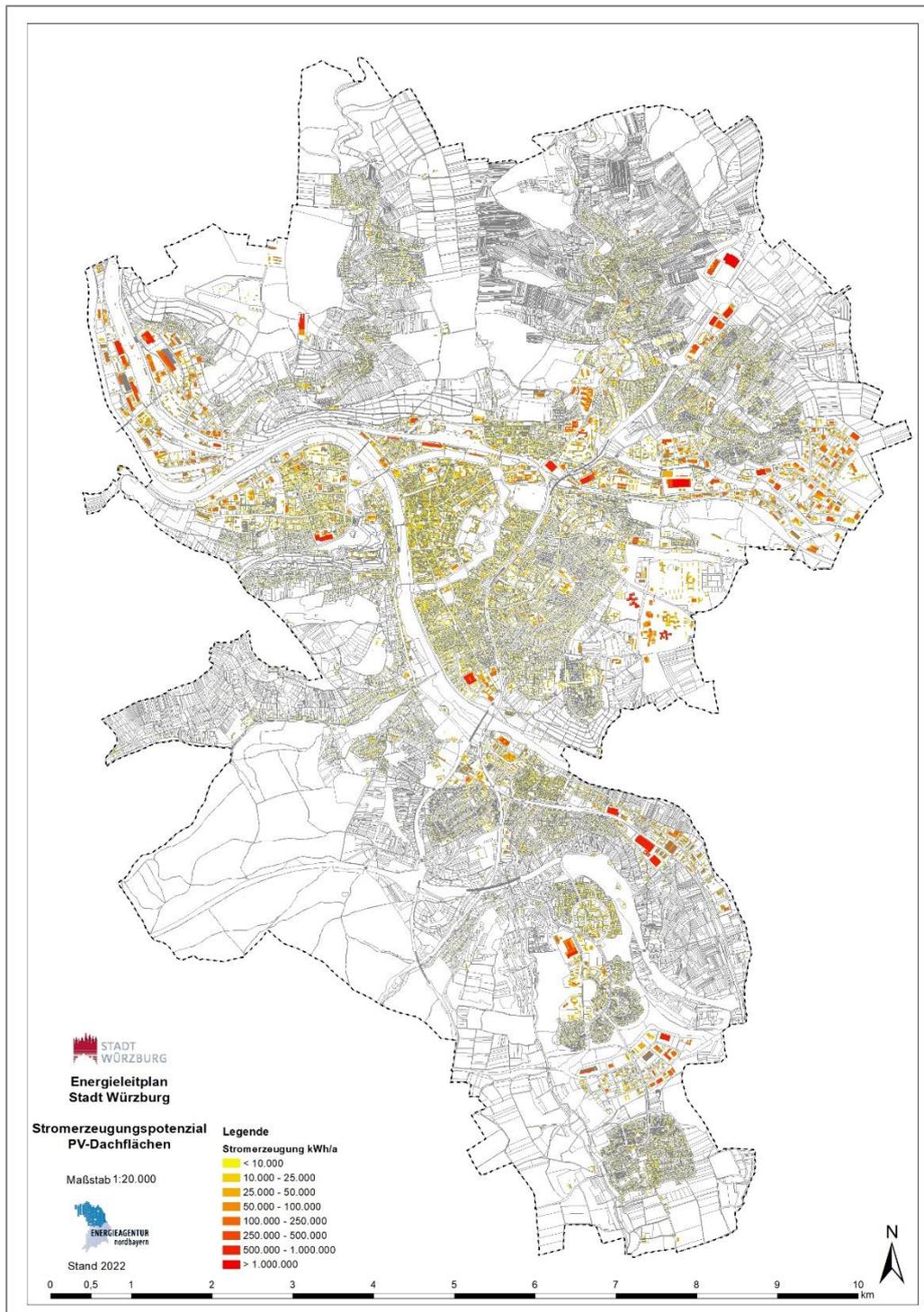


Abbildung 47: Dachflächenkataster PV-Stromerzeugung

4.3.3 Windkraft

Die Gebietskulisse Windkraft zeigt im Stadtbezirk Versbach zwei kleinere Gebiete, die aufgrund Windhöflichkeit und Windgeschwindigkeit für Windenergieanlagen vermutlich geeignet sind. Hier könnte vom Platzbedarf her jeweils eine Anlage stehen.

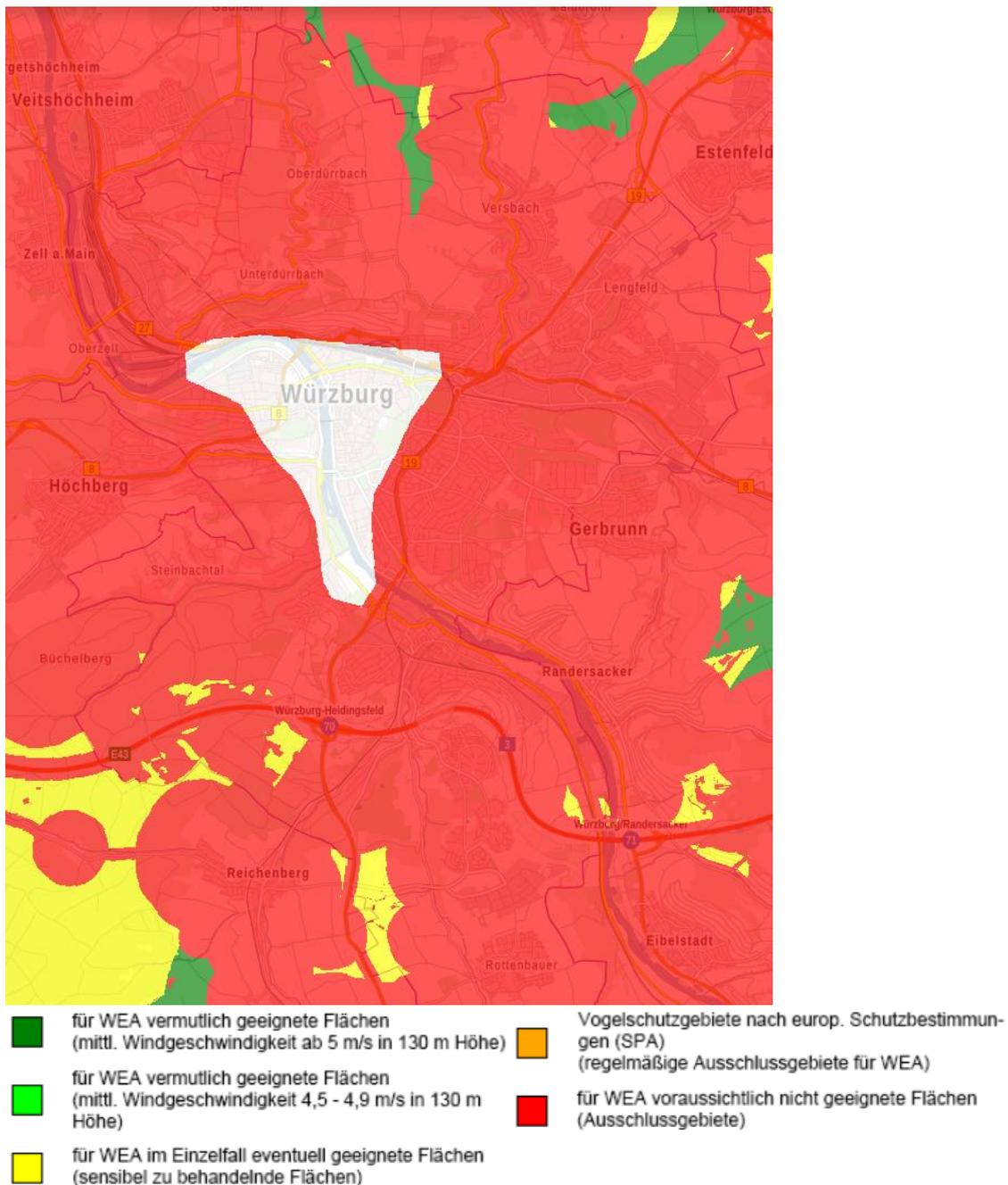


Abbildung 48: Gebietskulisse Windkraft, Erstbewertung windhöflicher Gebiete

Der Regionalplan „Region Würzburg 2“ weist auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Würzburg allerdings gegenwärtig kein Vorbehalts- und Vorranggebiet für die Nutzung der Windkraft aus. Nördlich von Oberdürrbach, auf dem Gemarkungsgebiet des Marktes Rimpar weist der Regionalplan eine Vorbehaltsfläche (rote x) aus, die gute Rahmenbedingungen hat.

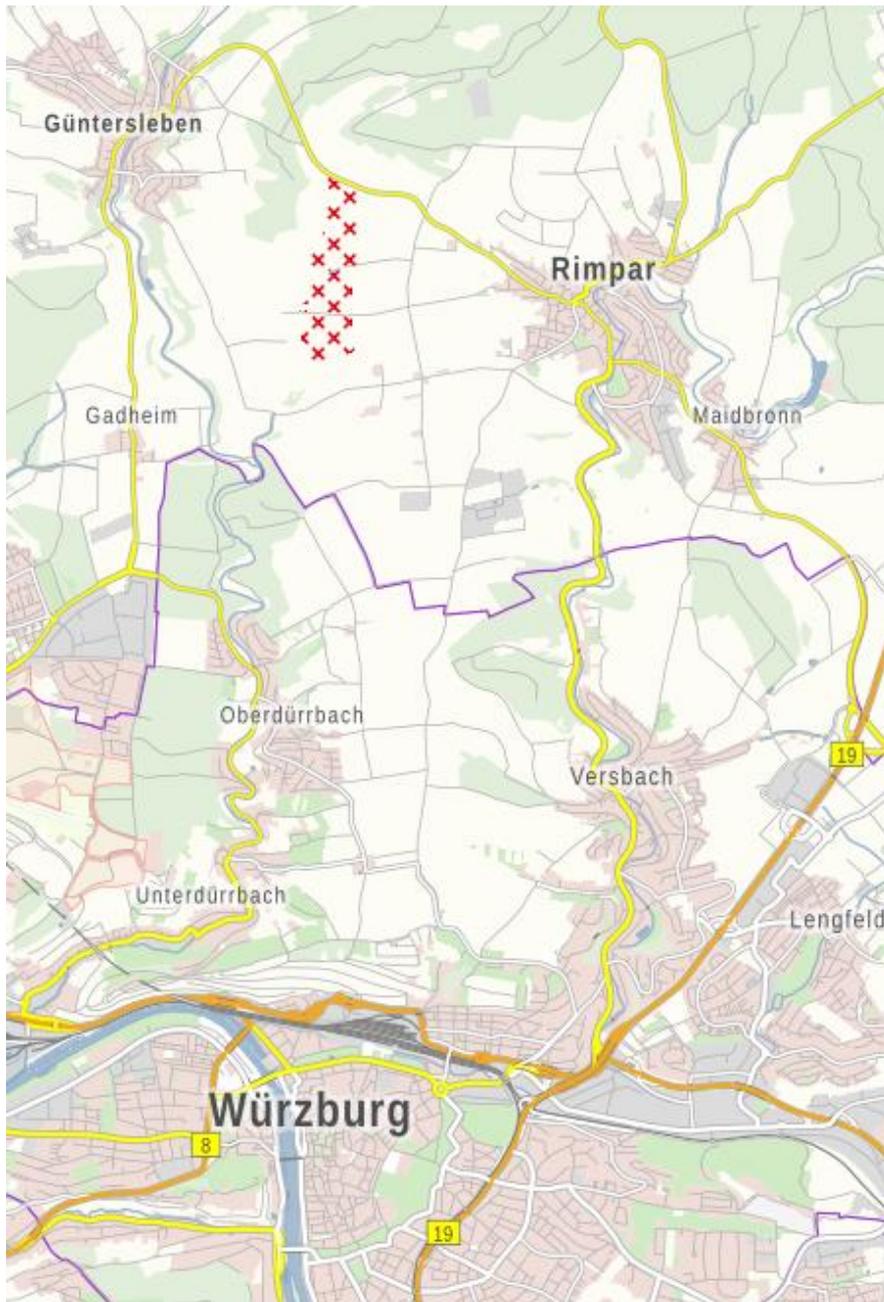


Abbildung 49: Vorbehaltsgebiet in der Nachbargemarkung Rimpar²⁴

²⁴ Quelle: www.energieatlas.Bayern.de

Hier könnte eine interkommunale Zusammenarbeit angestrebt werden und die Stadt Würzburg mit der Nachbargemeinde Rimpar über einen interkommunalen Ansatz zur Umsetzung von Windkraft sprechen, um den Kommunen und den betroffenen Bürgern in Rimpar und Würzburg eine Beteiligungsmöglichkeit zu eröffnen. Genauer müsste in enger Abstimmung mit der Nachbarkommune und idealerweise mit dem für Unterfranken zuständigen Windkümmerer (neutraler Berater, beauftragt durch das bayerische Wirtschaftsministerium) erfolgen.

Inwieweit die Windkraft im Stadtgebiet Würzburg eingesetzt werden kann, ist von den politischen Rahmenbedingungen und dem politischen Willen abhängig (siehe Kapitel 4.6.4 Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für Windkraft).

4.4 Modellprojekt Neubaugebiete

Neubaugebiete stellen bei der Wärmeversorgung eine besondere Herausforderung dar. Die Wärmeversorgung sollte nicht nur klimaneutral, sondern auch wirtschaftlich sein. Jedes Neubaugebiet ist individuell zu betrachten und sollte durch ein Energiekonzept begleitet werden, das auf Basis der spezifischen Anforderungen und lokalen Voraussetzungen die beste / sinnvollste Lösung aufzeigt. Die Stadt Würzburg hat bereits für die zwei Neubaugebiete Wohngebiet Carl-Orff-Str. sowie Wohn- und Mischgebiet Lengfeld Nord Energiekonzepte erstellen lassen. Das Ergebnis ist, in beiden Neubaugebieten innovative „Kalte Nahwärme“ mit Geothermie umzusetzen.

Beispiel Wohn- und Mischgebiet Lengfeld Nord

Das Baugebiet Lengfeld-Nord hat eine Gesamtgröße von ca. 13,6 ha und ist für 850 bis 1.050 Einwohner vorgesehen. Die geplanten 70 Wohngebäude verteilen sich auf 46 Einzel- und Doppelhäuser sowie 24 Geschosswohnungsbauten. Insgesamt werden 340 bis 410 Wohneinheiten mit ca. 32.200 m² Wohnfläche entstehen. Die 9 Nichtwohngebäude (Kita, Büros, Hotel, Einzelhandel) haben eine Nutzfläche von ca. 15.000 m². Insgesamt beträgt somit die Wohn-/Nutzfläche 47.200 m² bei 22.400 m² bebauter Bruttogrundfläche (BGF). Aufbauend auf dem Energiekonzept ist geplant, das Neubaugebiet über ein „Kaltes Nahwärmenetz“ mit insgesamt 2.300 Trassenmetern durch Geothermie Wärme zu versorgen.

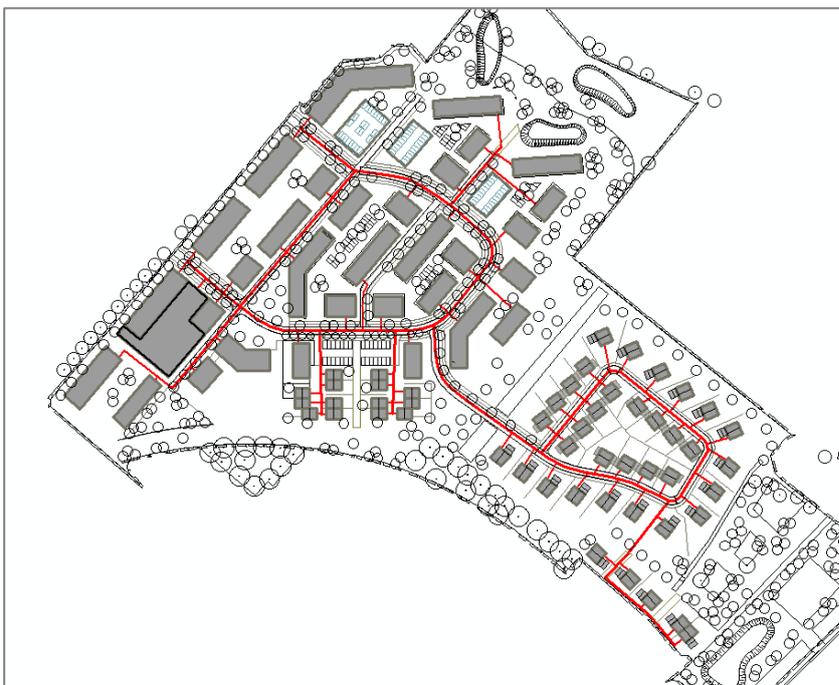


Abbildung 50: Kaltes Wärmenetz Baugebiet Lengfeld-Nord²⁵

²⁵ Quelle: Energiekonzept Lengfeld-Nord Seite 27

Kalte Nahwärme ist eine technische Variante eines Wärmeversorgungsnetzes, das mit niedrigen Übertragungstemperaturen in der Nähe der Umgebungstemperatur arbeitet und daher sowohl Wärme als auch Kälte bereitstellen kann. Üblich sind mit Erdwärmesonden Übertragungstemperaturen im Bereich von ca. 10 C, wodurch diese Systeme mit Temperaturen deutlich unterhalb herkömmlicher Wärmenetzsysteme arbeiten. Die Rohrleitungen sind ungedämmt, sodass beim kalten Wärmenetz sogar Wärmegewinne durch das Erdreich entsteht. Die Sonden können üblicherweise auf dem Baugebiet im Bereich der Grünflächen erstellt werden.

Abbildung 51: Systematik Kalte Nahwärme

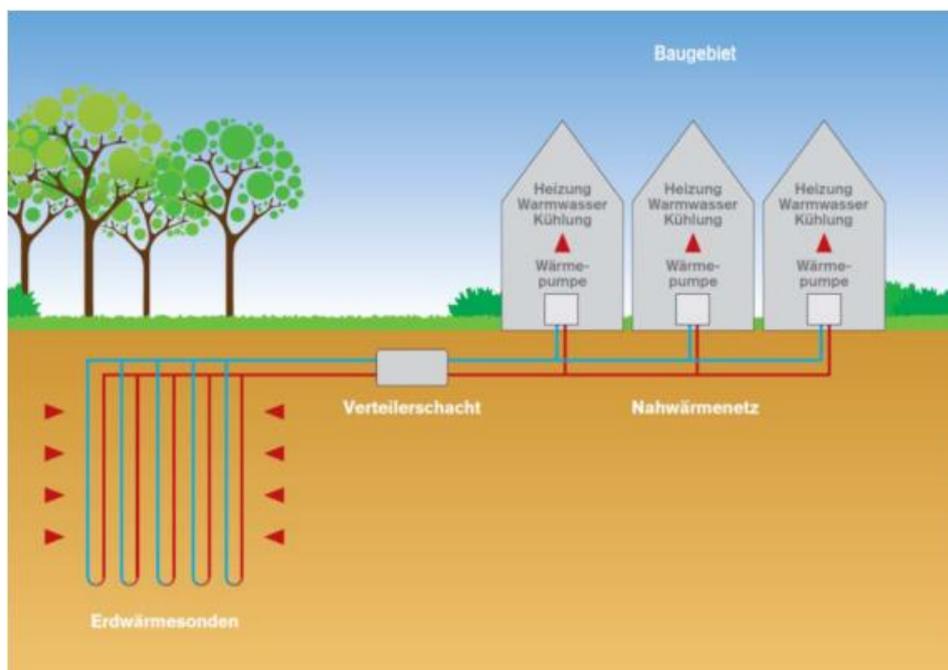


Abbildung 52: Systematik Kalte Nahwärme²⁶

Im Gegensatz zu herkömmlichen Wärmenetzen erfolgen Warmwassererzeugung und Gebäudeheizung nicht über herkömmliche Hausübergabestationen, sondern durch Sole-Wasser-Wärmepumpen, die aufgrund der konstanten Temperatur im Wärmenetz deutlich effizienter arbeiten können als Luft-Wasser-Wärmepumpen. Bei diesem System kann die Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von ca. 4,5 erreichen. PV-Dachanlagen mit Stromspeicher sind eine optimale Ergänzung für dieses Versorgungskonzept.

²⁶ Quelle: BauGrund Süd GmbH

4.5 Energie- und klimaeffiziente Gewerbegebiete

In Gewerbegebieten gibt es aufgrund der räumlichen Konzentration von Unternehmen vielfältige Optionen für kooperative Geschäftsmodelle, speziell auch für den Energiebereich. So lassen sich etwa durch die Eigenstromproduktion, z. B. mittels Solarstromanlagen auf den Hallendächern, die durch Letztverbraucher zu zahlenden Stromnetzentgelte reduzieren bzw. sogar ganz vermeiden. Insofern bietet ein „grünes“ Gewerbegebiet, neben den ökologischen Vorteilen, dem langfristigen Imagegewinn und der höheren Standortattraktivität für die einzelnen Betriebe, auch handfeste ökonomische Vorteile.

Voraussetzung sind geografisch begrenzte Stromnetze („Arealnetze“) im Sinne des EnWG, die die Voraussetzungen eines geschlossenen Verteilnetzes nach § 110 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) erfüllen müssen. Dann wäre der Vorteil aus wirtschaftlicher Sicht, dass die Kosten für die Netzregulierung bei dieser Art von Netzen nicht im vollen Umfang anfallen.

In Gewerbegebieten mit vielen voneinander unabhängigen Unternehmen kann ein geschlossenes Verteilnetz nach dem EnWG nur erreicht werden, wenn nahezu alle Kunden an dem Netzbetreiber beteiligt sind (§ 110 Abs. 2 Nr. 2 EnWG). Ob die Voraussetzungen nach § 110 EnWG erreicht werden könnten, hängt nicht zuletzt von den angesiedelten Unternehmen, ihrer Bereitschaft zur Nutzung eines solchen Netzes und der Anzahl der Unternehmen insgesamt ab. Da nach dem Energiewirtschaftsgesetz jedem angeschlossenen Letztverbraucher vom Netzbetreiber ermöglicht werden muss, Strom bei einem Lieferanten seiner Wahl zu beziehen, würde die Wirtschaftlichkeit des Versorgungskonzeptes vermutlich eingeschränkt sein, wenn nur wenige Letztverbraucher im Netzgebiet den Strom kaufen, der vor Ort bereitgestellt wird.

Eine weitere interessante Frage wäre, inwieweit in Gewerbegebieten eine Power to Gas-Anlage zur Umwandlung überschüssiger Energie zu Wasserstoff realisiert und den angesiedelten Unternehmen damit beispielsweise Treibstoff für eine Wasserstofftankstelle oder für Prozesse zur Verfügung gestellt werden könnte.

4.6 Rechtliche Möglichkeiten zur Umsetzung einer Energiestrategie

Rechtliche Möglichkeiten zur Umsetzung einer Energiestrategie können sein:

- Leitlinien für die Bauleitplanung
- Anschluss- und Benutzungszwang in Neubaugebieten
- Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für Windkraft
- Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für PV

4.6.1 Leitlinien für die Bauleitplanung

Neue Leitlinien für die Bauleitplanung lassen sich durch die Verschärfung energetischer Anforderungen im Neubau und Bestand realisieren. So ist bereits in der aktuellen Novelle des GebäudeEnergieGesetzes (GEG) ab 2023 das Effizienzhaus 55 und am 2025 das Effizienzhaus 40 als Neubaustandard definiert. Als Perspektive sollte ab 2040 das Null-Energiehaus und spätestens ab 2045 als Plus-Energie Haus Neubaustandard werden. Für den Bestand ist derzeit in der GEG Novelle noch keine Verschärfung des Sanierungsniveaus vorgesehen. Hier könnte z.B. ab 2025 die Pflicht zum Effizienzhaus 70 und ab 2030 die Pflicht zum Effizienzhaus 55 eingeführt werden. Eine schrittweise Erhöhung der Sanierungsrate bis 2030 auf 1,6 % und ab 2030 auf 1,75 % trägt maßgeblich zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bei.

Darüber hinaus ist die Erarbeitung konkreter Umsetzungsstrategien in Bezugnahme auf den Quartiersansatz sowie die Weiterentwicklung des Ordnungs- und Förderrechts notwendig. Im klimaneutralen Gebäudebestand ist auf kreislauffähige Gebäude, ökologische Baustoffe sowie eine Umstellung der Wärmeversorgungssysteme zu achten.

Abwärme sollte verstärkt direkt zur Gebäudeheizung genutzt werden, bei Abwärmeüberschuss ist die Einbindung in Nahwärmenetze zu prüfen.

In Würzburg wird derzeit in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege ein Kommunales Denkmalkonzept erarbeitet, um Lösungsstrategien für die Vereinbarkeit von Denkmalschutz und regenerativer solarer Energiegewinnung zu entwickeln und Leitlinien zu definieren, um den PV-Ausbau auch im innerstädtischen Bereich voranzutreiben.

Im Sektor Verkehr sind der Ausbau der P+R/B+R Anlagen, der Straßenbahn, sowie der Radinfrastruktur künftig umzusetzen. Dringend empfohlen ist eine Verdichtung des ÖPNV-Netzes und eine Stärkung des Rad- und Fußverkehrs. Wesentlich ist auch eine Reduzierung bzw. Schwächung des motorisierten Individualverkehrs z. B. durch reduzierte Parkraumangebote.

Das Vorgehen in der Energieleitplanung gliedert sich künftig in das Aufstellen einer räumlich ausdifferenzierten Wärmeplanung bzw. Wärmestrategie, einer Stärkung des energetischen Quartiersansatzes

sowie einem Ausbau der Sanierungsberatung und dem Vorantreiben der energetischen Quartierssanierung.

4.6.2 Anschluss- und Benutzungszwang in Neubaugebieten

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, in einem Baugebiet von Seiten der Stadt eine hohe Anschlussdichte an eine Nahwärmeversorgung zu erreichen. Nachfolgend werden zuerst die Möglichkeiten eines Anschluss- und Benutzungszwang erläutert. Als dritte Möglichkeit wird die Ausgestaltung eines ökonomischen „Zwangs“ für eine zentrale Wärmeversorgung beschrieben:

- Öffentlich-rechtliche Satzung mit Anschluss- und Benutzungszwang auf Grundlage der bayerischen Gemeindeordnung
- Privatrechtliche Regelung über den Verkauf der Grundstücke (setzt Grundstückseigentum voraus)
- Schaffung von wirtschaftlichen Anreizen

Öffentlich-rechtliche Satzung mit Anschluss- und Benutzungszwang

Die Rahmenbedingungen für eine Satzung auf Basis der bayerischen Gemeindeordnung ist ein Anschluss- und Benutzungszwang auf Grundlage von Art. 24 der bayerischen Gemeindeordnung und kann vom Grundsatz her in Verbindung mit § 109 GEG des Bundes insbesondere für Neubaugrundstücke auch zum Zweck des Klima- und Ressourcenschutzes zur Pflicht gemacht werden. Zu vertiefen wäre insbesondere noch die Frage, ob und auf welchem Weg ggf. trotz des in Art. 24 BayGO geregelten Ausnahmetatbestands (Grundstücke mit emissionsfreien Heizeinrichtungen) eine möglichst hohe Anschlussdichte erreicht werden kann. So wird z. B. teils vertreten, dass diese Ausnahmen in Neubaugebieten nicht anzuwenden seien. Hierzu die weitere Rechtsentwicklung zu vertiefen bzw. zu beobachten kann sich also lohnen. Hier ist vor allem die auf elektrischer Energie basierende Luft-Wasser-Wärmepumpe als problematisch zu sehen, da sie in vielen Neubaugebieten sehr verbreitet ist. Sollten Bauherren nicht an das Wärmenetz anschließen (müssen), sondern auf eine „emissionsfreie“ Lösung mit einer Luft-Wärmepumpe setzen (dürfen), würde damit möglicherweise das Ziel einer hohen Anschlussdichte in einem Wärme-/Kaltnetz verfehlt.

Privatrechtliche Regelung über den Verkauf der Grundstücke

Ist die Stadt Würzburg nicht Eigentümerin der Neubaugrundstücke, ist eine privatrechtliche Regelung im Grundstücksverkauf aktuell nicht möglich. Die Stadt sollte in diesem Fall die Grundstücke von den aktuellen Eigentümern erwerben. Dann könnte die Stadt allerdings in den privatrechtlichen Kaufverträgen die Nutzung der Nahwärme vorschreiben.

Schaffung von wirtschaftlichen Anreizen

Ein Anschluss- und Benutzungszwang löst bei Bauherren möglicherweise erst einmal eine ablehnende Haltung aus. Einfacher könnte es evtl. sein, dem/der Bauwilligen die freie Wahl zu lassen und die Nahwärmeversorgung ökonomisch so interessant auszugestalten, dass alle alternativen Versorgungsvarianten aus wirtschaftlicher Sicht uninteressant sind. Wenn mit der (erweiterten) Erschließung die Verlegung der Wärmenetze und evtl. die Hausübergabestationen von den Grundstückskäufern ohnehin bezahlt werden müssen und jedem Grundstückseigentümer anschließend ohne weitere eigene Investitionen zur Verfügung stehen, kommt genau dieser Effekt zum Tragen. Da die Nahwärme schon „vor der Haustür“ liegt und zu keinen weiteren Investitionen führt, ist die Errichtung einer Einzelheizung ökonomisch uninteressant. Somit kann ein Anschlusszwang ggf. entbehrlich werden, da sich die durch den Kostenvorteil die Vorzugswürdigkeit zu den Alternativvarianten fast zwangsläufig ergibt. Ob und mit welchen rechtlichen Instrumentarien dieses in der Würzburger Situation hinreichend effektiv zu erreichen wäre, müsste ggf. vertieft werden.

Des Weiteren sind mit einer zentralen Wärmeversorgung auch Qualitätsvorteile verbunden, auf die man ergänzend hinweisen kann (Versorgungssicherheit, Wartung/Instandhaltung durch Dritte, geringere Preisschwankung).

4.6.3 Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für PV

Die Photovoltaik in Deutschland soll massiv ausgebaut werden. Nachdem im vergangenen Jahr rund 5,3 GW neue Anlagen aufgebaut wurden, sollen es dieses Jahr 7, nächstes Jahr 9 und ab 2026 ganze 22 GW pro Jahr werden. Je zur Hälfte sollen Freiflächen und Dächer belegt werden.

Die Änderungen des EEG 2023 haben teils sofortige Auswirkungen, der größte Teil der Änderungen wirkt jedoch erst zum 01.01.2023. Bis dahin gelten viele Regelungen des EEG 2021 weiter, obwohl schon die neuen Regeln verabschiedet sind. Und mit „sofort“ ist natürlich auch nicht heute gemeint, sondern der Tag nach der kommenden Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt.

- Der Bau von regenerativen Anlagen wird zum „öffentlichen Interesse“ erklärt, gewinnt damit in der juristischen Abwägung verschiedener Interessen an Gewicht.
- Netzbetreiber müssen zukünftig ein Portal für Netzanfragen zur Verfügung stellen, die Netzanfragen werden digitalisiert und beschleunigt. Auch eine bundesweite Vereinheitlichung wird angestrebt.
- Die EEG-Umlage entfällt: Sämtliche 20 Paragraphen dazu sind aus dem EEG ersatzlos gestrichen worden.
- Auch gestrichen: Die bislang geforderte Leistungsbegrenzung auf 70 % bei Anlagen bis 25 kWp entfällt ersatzlos.

- Die fundamentalste Änderung: Die Höhe der Vergütung ist zukünftig abhängig davon, ob eine Eigenversorgungs- oder Volleinspeiseanlage betrieben wird.
- Die Vergütungssätze wurden angehoben: Anlagen bis 10 kWp erhalten 8,2 Cent pro kWh. Ist die Anlage größer, erhält der Anlagenteil ab 10 kWp (bis 40 kWp) 7,1 Cent pro kWp. Die Sätze bei Eigenversorgungsanlagen wurden damit gegenüber dem bisherigen Gesetzesverfahren nochmals angehoben. Volleinspeiseanlagen erhalten noch deutlich höhere Vergütungssätze.
- Die Degression (monatliche Absenkung der Vergütungssätze) wird bis Januar 2024 ausgesetzt.
- Anlagen bis 20 kWp werden zukünftig auch auf dem Grundstück vergütet, wenn sich das Hausdach nicht eignet (Garten, Carport etc.)
- Die Begrenzung bei Mieterstrom auf 100 kWp entfällt.
- Der Randstreifen bei Freiflächenanlagen wird von 200 auf 500 m verbreitert
- Für große Bürgerenergieanlagen (bis 6 MW) wurde der zeitliche Abstand zweier Projekte reduziert.

Denkmalschutz

Der Entwurf zum EEG 2023 sieht vor, die besondere Bedeutung der Erneuerbaren Energien gesetzlich zu verankern. Dort steht:

„Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die Erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Satz 2 gilt nicht gegenüber Belangen der Landes- und Bündnisverteidigung.“

Wie weit die Rechtswirkungen in das Denkmalrecht hinreichen könnten, ist unklar. Denn der Bund verfügt auf dem Gebiet des Denkmalschutzes nur in eng begrenzten Sonderbereichen über Rechtssetzungsbefugnisse. Die Stadt Würzburg lässt in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege ein kommunales Denkmalkonzept erstellen. Ziel dessen ist es, Lösungsstrategien für die Vereinbarkeit von Denkmalschutz und regenerativer solarer Energiegewinnung zu entwickeln und durch die Umsetzung von Pilotprojekten allgemein gültige Leitlinien zu definieren.

Neue Vergütungsart

PV-Anlagen bis 20 kWp im Garten oder Nebengebäuden, wenn Hausdach für PV ungeeignet ist. (FF-Vergütung Gartenanlage, Gebäudevergütung Nebengebäude) Achtung: Gartenanlage genehmigungspflichtig. Konsequenz unterschiedlich hoher Vergütungssätze in der Praxis: Es werden oft zwei Anlagen parallel in Betrieb gehen, um Dächer voll zu belegen, v.a. bei DV-Quoten unter 35%: 1. Anlage zur Volleinspeisung; 2.(kl.) Anlage für PV-Direktverbrauch mit Überschusseinspeisung „dv-optimiert“ (70-100%).

Wegfall der EEG-Umlage für PV-Betreiberkonzepte aller Art

Eigenversorgung, PV-Stromdirektlieferung, Mischformen ab 01.07.2022. Gilt für Neu- wie für Bestandsanlagen sowie für alle Anlagenarten und -größen. Damit entfällt auch Pflicht für PV-Erzeugungszähler mit Ausnahme folgender Konstellationen: Anlage(n) aus Marktintegrationsmodell 04/2012 bis 07/2014 >10 kWp; Mieterstromzuschlag; vergüteter Selbstverbrauch 01/2009 bis 03/2012); Kaskadenmessungen PV/BHKW). §58 bis 69 „ersatzlos weg“.

Mieterstrom

Der Mieterstromzuschlag degradiert bis 12/2022, um danach bis 01/2024 eingefroren zu werden. Die Mieterstromzuschlagfördersätze für 2023 stehen noch nicht fest. Strenge EnWG-Fördervoraussetzungen beim „Fördermodell“ bleiben bestehen. „Der „kleine“ (ungeförderte) Mieterstrom wird liberalisiert und stark entbürokratisiert.

Bürgerenergiegenossenschaften

Bürgerenergiegenossenschaften (mit erhöhten Anforderungen als bisher) können PV-Freiflächenanlagen ohne Ausschreibung bis zu 6 MWp umsetzen (AW Solar hier ca. 5,5 Ct/kWh). NEU: Randstreifen für förderfähige Freiflächenanlagen auf 500 Meter (!) deutlich ausgeweitet.

Agri-PV Anlagen

Agri- und Floating-PV kommen ins normale EEG, fixe Marktprämie entfällt, horizontale Agri-PV mit 1,2 Ct/kWh Extra-Zuschlag für IBN 2023.

Zusammenfassung

- Zielwert für 2030: 200 GW gesamt: Für 2040: 400 GW (verstetigt)
- Zubaupfade für PV durchschnittlich 16 GW pro Jahr bis 2030. (7 GW für 2022, 9 GW 2023, 13 GW 2024, 18 GW 2025, 22 GW 2026, 22 GW 2027, 22 GW 2028 ff).
- Förder-Degressionsmechanismus: Bis Januar 2024 keine Förderdegression. Um 0,5 bis 1,5 Ct erhöhte Vergütungssätze für Überschusseinspeisung im Vgl. zu Werten von April 2022.
- Ab 2024 Förderdegressionen nur halbjährlich je (01.02. und 01.08.) mit je 1 % als fixe Absenkung.
- Neue erhöhte Fördersätze für Volleinspeiseanlagen ab Inbetriebnahme nach Veröffentlichung des EEG 2023 im Bundesgesetzblatt.

4.6.4 Rechtliche- und technische Rahmenbedingungen für Windkraft

Aktuell haben sich die Randbedingungen für die Windkraftnutzung erheblich verbessert. So hat der Bund ein Windenergieanlagen-an-Land-Gesetz (WaLG) beschlossen. Es umfasst verschiedene Änderungen im EEG, Baugesetzbuch (BauGB), Raumordnungs-Gesetz (ROG) und ein neues Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG). Daraus ergeben sich für die Bundesländer und somit auch für Bayern eine klar definierte Handlungsschiene:

- bis 31. Mai 2023 Herausnahme der Windenergiegebiete aus der 10H-Regelung (Vorang-, Vorbehalts- und Sondergebiete in Regionalplan, Flächennutzungs- und Bebauungsplänen)
- bis 31. Mai 2024 Nachweis der verbindlichen Flächenzielvorgaben
- bis 31. Dezember 2027 Umsetzung Ausweisung 1,1 % der Landesfläche
- bis 31. Dezember 2032 Umsetzung Ausweisung 1,8 % der Landesfläche

Wenn diese Ziele erreicht werden, erfolgt eine Privilegierung der Windenergie in diesen Flächen, außerhalb dieser Flächen kann eine individuelle Regelung im Einzelfall nach Baugesetzbuch §35 Absatz 2 zulässig sein.

Sollte Bayern diese Zielvorgabe nicht erfüllen oder die Fristen verstreichen lassen, wird die 10H-Regelung gestrichen. Dies wäre für die Realisierung von Windkraftanlagen mit kommunaler und Bürgerbeteiligung evtl. von Nachteil, da durch die Privilegierung die kommunale Planungshoheit stark eingeschränkt wird.

Auch der Freistaat Bayern will die 10H-Regelung anpassen und hat den dazu notwendigen Gesetzgebungsprozess gestartet. Dazu sind verschiedene Flächen von 10H ausgenommen, wenn sie einen Mindestabstand von 1.000 Metern zur nächsten Wohnbebauung einhalten. Diese Flächen sind:

- in existierenden Vorbehalts- und Vorranggebieten,
- Abstand bis 2.000 m zu Gewerbe/Industrie, wenn Stromversorgung maßgeblich für diese Betriebe,
- Korridor von 500 m zu vorbelasteten Gebieten (Autobahn, Haupteisenbahn, mehrstreifige Bundesstraßen),
- Windkraft auf militärischen Übungsgeländen,
- Windkraft im Wald,
- Repowering;

Abschließend ist zu bemerken, dass der massive Ausbau der erneuerbaren Energien und daraus folgend auch der On-Shore Windkraft essenziell für das Gelingen der Energiewende ist. Vor allem muss man bei der Bewertung der Windkraft bedenken, dass bei Umsetzen der Sektor Koppelung (mehr Strom in die Mobilität, mehr Strom in die Raumwärmebereitstellung) die Windkraft Vorteile hat, da sie im Gegensatz zu PV (Spitzenlast im Sommer) hauptsächlich in den Zeiträumen Energie liefert, die zukünftig Heizstrom notwendig werden lassen. Dazu kann im Vergleich die Lastkurve des Jahres 2021 für Windkraft und PV betrachtet werden:

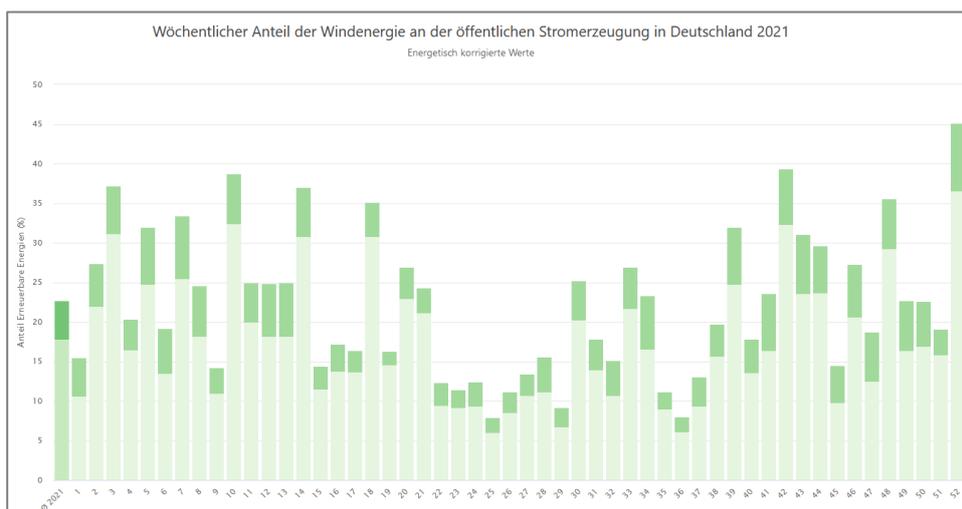


Abbildung 53: Wöchentlicher Anteil der Windenergie 2021²⁷

²⁷ Quelle: www.energy-charts.info

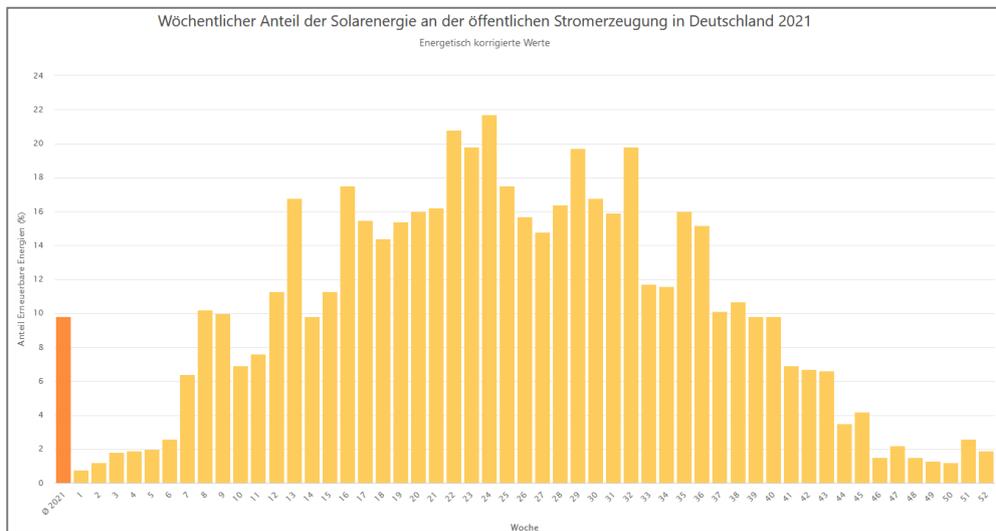


Abbildung 54: Wöchentlicher Anteil der Solarenergie 2021²⁸

Klar zu erkennen ist die unterschiedliche Liefercharakteristik. Wenn wir in Zukunft sehr stark mit elektrischer Energie heizen werden (Wärmepumpen), dann wird dafür der Strom vor allem im Winter benötigt. Hier liefert die Windkraft die höheren Anteile. Eine Energiewende ohne massiven Ausbau der Windkraft in allen Bundesländern ist somit nicht möglich.

4.6.5 Stromversorgung eines Gewerbegebietes außerhalb des öffentlichen Netzes

Die vom öffentlichen Netz getrennte Versorgung eines Gewerbe- oder Industriegebietes kann noch auf Basis der Behandlung als Kundenanlage erfolgen oder als geschlossene Verteilernetz.

Das geschlossene Verteilernetz (§ 110 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)) stellt ein reguliertes eigenes Energieversorgungsnetz unterhalb der Kategorie des öffentlichen Netzes dar. Der Betreiber unterliegt weniger weitreichenden Regularien als ein Energieversorgungsnetz der allgemeinen Versorgung.

Kundenanlagen (§3 Nr. 24a, Nr. 24b EnWG) unterliegen diesen Regulierungen des Energiewirtschaftsrechts allerdings gar nicht. Innerhalb der Kundenanlage fallen keine Netzentgelte und daran geknüpfte Abgaben an und es muss kein Antrag bei der Regulierungsbehörde gestellt werden, wie bei einem geschlossenen Verteilernetz. Insofern ist es, wenn regulatorischer Ballast vermieden werden soll und auf Netzentgelte verzichtet werden kann, attraktiver eine Kundenanlage zu betreiben als ein geschlossenes Verteilernetz.

Unter Kundenanlage versteht man eine Energieanlage, die sich auf einem räumlich zusammengehörigen Gebiet befindet. Es kommt dabei auf die objektive Erscheinung des Gebietes als Einheit an. Von Bedeutung sind vor allem topografische Eingrenzungen. Eine Einheitlichkeit kann sich aus Böschungen,

²⁸ Quelle: www.energy-charts.info

Gräben, Wasserläufen, Nutzungsart oder auch Verkehrswegen oder Bauwerken ergeben. Durchquert eine öffentliche Straße das Gebiet, die nicht zu dessen Erschließung gebaut wurde, kann man z.B. nicht mehr von einer Einheitlichkeit sprechen. Das Gebiet kann aber mehrere Grundstücke unabhängig von ihren Eigentumsverhältnissen umfassen. Handelt es sich um eine Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung, kann das Gebiet sich über weite Flächen erstrecken.

Eine Kundenanlage, die nicht der betrieblichen Eigenversorgung dient, muss für den Wettbewerb unbedeutsam sein. Davon geht man aus, wenn die Anlage ihrem wirtschaftlichen Gewicht und ihrer Größe nach ungeeignet ist, den Wettbewerb zu beeinflussen und daher reguliert werden muss. Je mehr Letztverbraucher in dem Gebiet vorhanden sind, je mehr Strom aus der Anlage verbraucht wird und je größer der geografische Bezugsraum aus der Anlage ist, desto eher muss man von einer Bedeutsamkeit für den Wettbewerb ausgehen.

Eine Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung, die größere Energieverbräuche und Dimensionen aufweisen kann, muss zur Sicherstellung der niedrigen Bedeutung für den Wettbewerb fast ausschließlich dem betriebsnotwendigen Energietransport innerhalb des eigenen oder verbundener Unternehmens oder dem der Bestimmung des Betriebs geschuldeten Abtransport in ein Energieversorgungsnetz dienen. Es kommt also darauf an, wie viel Strom durch Dritte verbraucht wird, die nicht dem Betreiber der Anlage zugeordnet werden können (z.B. Hausmeisterwohnungen, Kantinen etc.). Man geht hierbei davon aus, dass die Grenze bei einem Verbrauch durch Dritte von ca. 5 – 10 % überschritten ist. Die in dem Gewerbegebiet ansässigen Unternehmen sollten somit vom Anlagenbetreiber selbst dominiert werden.

Besonders bedeutsam ist das Kriterium der diskriminierungsfreien und unentgeltlichen Bereitstellung der Anlage. Jeder Letztverbraucher muss seinen Stromlieferanten frei wählen können. Anderen Energielieferanten muss daher ermöglicht werden, Zugang zur Kundenanlage zu erhalten, um Energie zu liefern. Weder gegenüber anderen Energielieferanten noch gegenüber den Letztverbrauchern darf ein gesondertes Entgelt für die Netzdurchleitung erhoben werden. Dass die Infrastrukturkosten in Miet- oder Pachtverträgen einkalkuliert sind, ist aber möglich.

4.7 Indikatoren zu Umsetzungskontrolle

Der Energieverbrauch einer Kommune wird maßgeblich von den spezifischen Bezugsgrößen wie Bevölkerung, Erwerbstätige oder der Wohnfläche bestimmt. Große Zuwächse bei diesen Parametern können vorhandene Effizienzgewinne oftmals überkompensieren, sodass sich bei den absoluten Zahlen Zuwächse ergeben, obwohl die Energieeffizienz gestiegen ist. Deshalb macht es in der Umsetzungskontrolle Sinn, einfach abzufragende Energieverbrauchswerte wie Erdgas und Fernwärme, jährlich zu erfassen und auch als spezifische Angaben pro Bezugseinheit anzugeben. Neben dem Vergleich der absoluten Werte bietet die Analyse der spezifischen Verbrauchswerte eine Möglichkeit zur Bewertung von Effizienzgewinnen und der Wirksamkeit von Maßnahmen. Der Stadt Würzburg wird hierfür eine geeignete Excel-Tabelle zur Verfügung gestellt.

							Trend 2045	KN 2045
Indikatoren	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2025	2025
Einwohner (EW)	130.510						129.990	129.990
Wohnfläche (WF) m ²	5.775.600						5.953.800	5.953.800
Erwerbstätige (ET)	127.500						127.500	127.500
Erdgas gesamt [MWh]	1.026.000						986.000	868.000
Erdgas Wohnen [MWh]	562.000						551.000	466.667
Erdgas Nichtwohnen [MWh]	464.000	0	0	0	0	0	435.000	401.333
Erdgas gesamt/EW [kWh]	7.861						7.585	6.677
Erdgas Wohnen/WF [kWh/m ²]	97						93	78
Erdgas Nichtwohnen/ET [kWh]	3.639						3.412	3.148
Fernwärme gesamt [MWh]	343.000						332.000	363.000
Fernwärme Wohnen [MWh]	66.000						68.000	82.333
Fernw. Nichtwohnen [MWh]	277.000	0	0	0	0	0	264.000	280.667
Fernw. gesamt/EW [kWh]	2.628						2.554	2.793
Fernw. Wohnen/WF [kWh/m ²]	11						11	14
Fernw. Nichtwohnen/ET [kWh]	2.173						2.071	2.201
Summe gesamt [MWh]	1.369.000						1.318.000	1.231.000
Summe Wohnen [MWh]	628.000						619.000	549.000
Summe Nichtwohnen [MWh]	741.000	0	0	0	0	0	699.000	682.000
Summe gesamt/EW [kWh]	10.490						10.139	9.470
Summe Wohnen/WF [kWh/m ²]	109						104	92
Summe Nichtwohnen/ET [kWh]	5.812						5.482	5.349

Tabelle 7: Auszug Indikatorentabelle zur Umsetzungskontrolle

Die Daten können dann in den Jahren 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045 mit den Prognosen aus dem iKK für die Szenarien Trend 2045 und Klimaneutralität 2045 abgeglichen werden.

5 Fazit und Ausblick

Der Energieleitplan zeigt mit der Energiestrategie Klimaneutralität 2045 den Weg, um das Klimaverprechen des Stadtrates vom November 2019 umzusetzen.

Die ermittelten Daten und Schlussfolgerungen der Energieleitplanung bilden eine erste wichtige Grundlage, um im Anschluss daran technisch und wirtschaftlich optimierte Quartierskonzepte zu entwickeln.

Die Stadtwerke Würzburg werden als Folgeprojekt eine „Wärmeleitplanung“ auf Basis der Energieleitplanung für Würzburg erstellen und in dessen Rahmen die zukünftige, quartiersbezogene Umsetzung der Energieerzeugungs- und Netzstruktur detaillierter ermitteln und ausarbeiten.

Nun geht es darum, möglichst schnell mit ersten Maßnahmen wie beispielsweise Nachverdichtung der Fernwärme zu beginnen. Umso länger Umsetzungsmaßnahmen hinausgezögert werden, desto teurer werden die Investitionen und der Zeithorizont bis 2045 wird knapper.

Alle zukünftigen Investitionen müssen außerdem auf Klima- und Ressourcenschutz geprüft werden, um die finanziellen Mittel zielgenau zu investieren.

6 Pläne

1. Gebäudetypen / Flächennutzung
2. Bestehende Wärme- und Gasnetze
3. Jahreswärmebedarf Bestandsgebäude
4. Sektoren für das Wärmekataster
5. Wärmekataster Bestand
6. Wärmekataster Bestand mit Wärme- und Erdgasnetzen
7. Wärmekataster Szenario Trend 2045
8. Wärmekataster Szenario Klimaneutralität 2045
9. Wärmekataster Szenario KN 2045 mit bestehenden Wärmenetzen
10. Quartiere Szenario KN 2045
11. Stromerzeugungspotenzial PV-Dachflächen

7 Abkürzungen

AW Solar	Der Anzulegende Wert dient – gemeinsam mit den durchschnittlichen Strombörsenpreisen (Marktwert) – der Berechnung der Marktprämie. Er stellt den primären Fördersatz für Erneuerbare Energien dar, der über die EEG-Umlage finanziert wird.
BHKW	Blockheizkraftwerk
EE	Erneuerbare Energien
EH	Effizienzhaus
EEG	Energie-Einspeise-Gesetz
EnEV	Energie-Einspar-Verordnung
GEG	GebäudeEnergieGesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
iKK	integriertes Klimaschutzkonzept
KN	Klimaneutralität
MFN	Mainfanken Netze GmbH
WVV	Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH