

Stellungnahme zum Kommunalen Wärmeplan 2023 der Landeshauptstadt Stuttgart

Kurzfassung in Textform

Helmut Böhnisch

1 Vorbemerkung

Die ausführliche Stellungnahme zum kommunalen Wärmeplan der Stadt Stuttgart wurde in Form einer Power-Point-Präsentation verfasst. Den insgesamt sieben inhaltlichen Abschnitten ist eine Kurzfassung vorangestellt. Die hier vorliegende Kurzfassung in Textform basiert auf der ausführlichen Stellungnahme und der ergänzenden Kurzfassung. Sie soll an den Stellen Verwendung finden, an denen das Format einer Präsentation nicht angemessen und ein Textdokument besser geeignet ist.

Die Aussagen und die Berechnungen in der Stellungnahme beziehen sich auf die Inhalte und die in den Quartierssteckbriefen genannten Daten des Berichts „Kommunale Wärmeplanung 2023“ in der Fassung vom 14. Dezember 2023.

Da sich die in den Quartierssteckbriefen angegebenen Kosten der Energiezentralen für neue Wärmenetze im Vergleich zu den Daten, die Ende September 2023 veröffentlicht wurden, vielfach deutlich geändert haben, hatte das entscheidenden Einfluss auf die Höhe der berechneten Wärmekosten.

2 Zusammenfassung der Inhalte

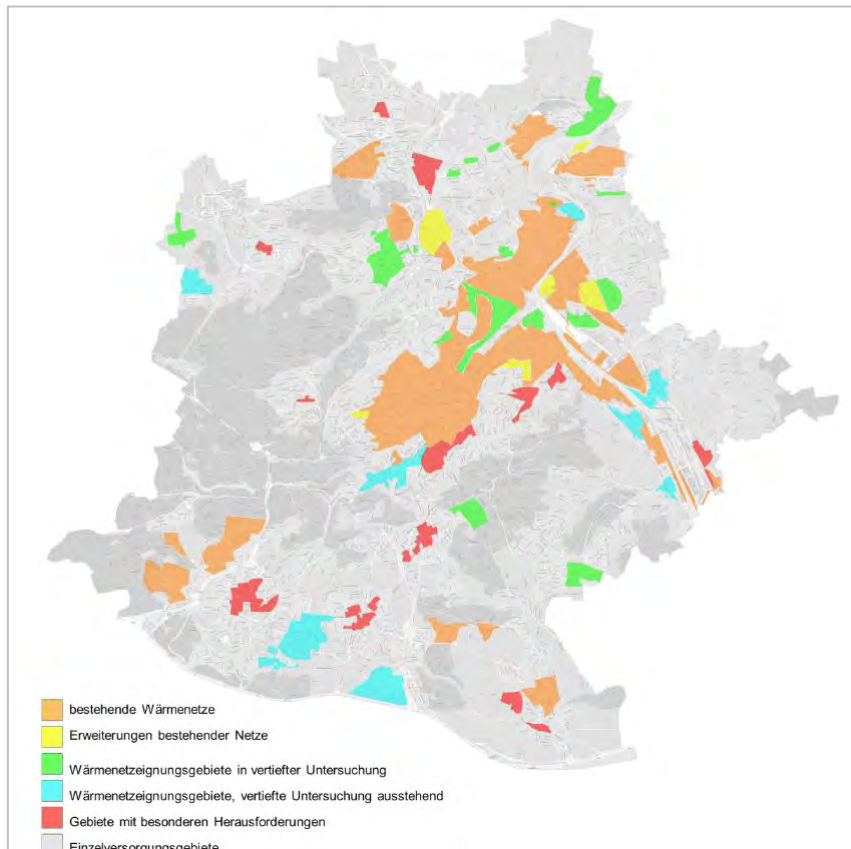


Abbildung 1: Bestehende Wärmenetze (orange) und neue Netzgebiete im Kommunalen Wärmeplan Stuttgart.
Quelle: Bericht Kommunale Wärmeplanung 2023, S. 68

Im kommunalen Wärmeplan wurden 43 Eignungsgebiete für neue Wärmenetze ausgewiesen. Deren Endenergieverbrauch im Jahr 2035 variiert sehr stark und bewegt sich in der Bandbreite zwischen 72 GWh/a und 0,7 GWh/a. Insgesamt 19 der 43 Gebiete weisen weniger als 10 GWh/a auf. Sechs Quartiere sind zur Erweiterung des EnBW-Fernwärmenetzes vorgesehen. (Abbildung 1).

Vom Endenergieverbrauch im Jahr 2035 in Höhe von 4.179 GWh/a, der im Zielszenario berechnet wurde, sollen gut 57 % oder rund 2.400 GWh/a über Fernwärme gedeckt werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ziele für 2035 zur Versorgung mit Wärmenetzen gemäß Daten in den Quartierssteckbriefen

Art der Wärmenetze	Anteil Endenergie 2035	Anteil Flurstückfläche
Wärmenetze in neuen Netzgebieten	18,7 %	5,3 %
EnBW-Fernwärme (100 % Anschlussgrad)	30,6 %	7,0 %
Sonstige bestehende Wärmenetze	8,0 %	2,1 %
Summe Anteile	57,4 %	14,5 %
Absolute Gesamtwerte 2035	4.179 GWh/a	20.700 ha
Deckung mit Wärmenetzen 2035	2.399 GWh/a	3.002 ha

Das Fernwärmenetz der EnBW, in dem laut Wärmeplan der Anschlussgrad bis 2035 auf 100 % erhöht werden soll, trägt zum Endenergieverbrauch dann knapp 31 % bei. Gemessen am geplanten Fernwärmeanteil sind es mehr als die Hälfte oder gut 53 %. Der Deckungsanteil der neuen Wärmenetze beträgt knapp 19 %. Das heißt, das ist der Anteil bei der Transformation der Wärmeversorgung, um den sich die Stadt bzw. die Stadtwerke Stuttgart mit eigenen Investitionen kümmern wollen.

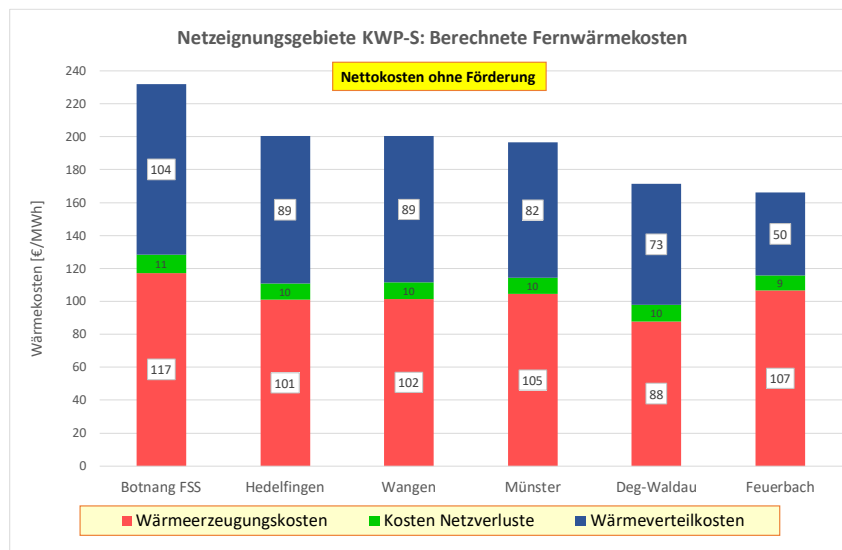


Abbildung 2: Fernwärmekosten für ausgesuchte Quartiere im Kommunalen Wärmeplan Stuttgart

Die berechneten Fernwärmekosten, die beispielhaft für eine Reihe von neuen im Wärmeplan ausgewiesenen Netzgebieten ermittelt wurden, setzen sich hauptsächlich aus den Wärmeerzeugungskosten in den Energiezentralen und den Wärmeverteilungskosten in den Wärmenetzen zusammen. Dazu kommen noch die Kostenanteile, die auf den Netzverlusten beruhen (siehe Abbildung 2 und Randbedingungen in Tabelle 4 im Anhang). Da keine Zahlen zum Nutzwärmeverbrauch vorlagen, beziehen sich die Wärmekosten hier auf Endenergie.

Die aufsummierten Fernwärmekosten erreichen relativ hohe Werte. Sie liegen in drei Fällen bei rund 200 €/MWh und in einem Fall sogar deutlich darüber. Auffallend ist zudem, dass die Wärmeverteilungskosten (blauer Anteil der Säulen) stark schwanken und im Falle von Botnang-FSS und Feuerbach sogar um mehr als den Faktor zwei auseinander liegen.

Neben der Außenluft, die überall verfügbar ist, wurden im kommunalen Wärmeplan sechs Wärmequellen für die Einspeisung in Wärmenetze untersucht bzw. kurz gestreift: Freiland-Solarthermie, Flusswasserwärme, Abwärme aus Klärwerken, oberflächennahe Geothermie, Abwärme aus Abwasserkanälen sowie Industrieabwärme. Eine Quantifizierung erfolgte jedoch nur bei den in Abbildung 3 analysierten Wärmequellen Freiland-Solarthermie und Neckarwärme. Die Zahlen zum Abwärmepotenzial der drei Klärwerke wurden von der Initiative 70599 Lebenswert in Plieningen berechnet.

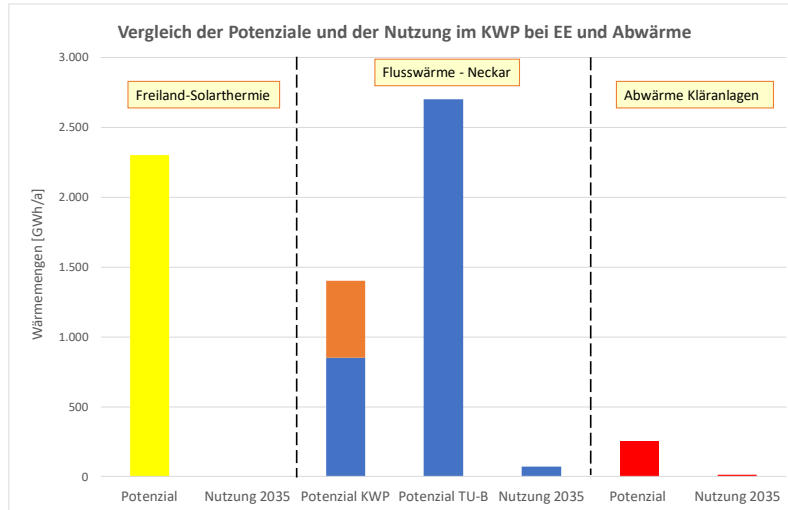


Abbildung 3: Grad der Nutzung von ausgesuchten Wärmepotenzialen im Kommunalen Wärmeplan Stuttgart

Für die Freiland Solarthermie wird zwar ein sehr großes Potenzial ausgewiesen, der Wärmeplan sieht jedoch keinerlei Nutzung dieser kostengünstigen Wärmequelle vor. Die Nutzung des sehr großen Potenzials der Flusswasserwärme bewegt sich lediglich im einstelligen Prozentbereich. Ähnliches gilt für die Abwärme aus Kläranlagen (Abbildung 3).

Bei der oberflächennahen Geothermie und bei der Abwärme aus Abwasserkanälen werden zwar Potenzialkarten dargestellt, aber daraus keine nutzbaren Wärmemengen abgeleitet. Die industrielle Abwärme spielt im kommunalen Wärmeplan der Stadt Stuttgart trotz der vielen Industriebetriebe praktisch keine Rolle. Die Aussage dazu lautet, dass nahezu keine nutzbaren Potenziale vorhanden wären.

Die Vorgaben zur Potenzialermittlung im Leitfaden Kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg werden deshalb nicht eingehalten.

Auf fast 86 % der Flurstückfläche in allen Stadtbezirken der Landeshauptstadt sind gemäß Wärmeplan Einzelheizungen mit dezentralen Wärmepumpen vorgesehen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ziele zum Ausbau der Einzelversorgung mit dezentralen WP gemäß Daten in den Quartierssteckbriefen

Teilgebiete	Anteil Endenergie 2035	Anteil Flurstückfläche
Nördliches Stuttgart	4,5 %	9,0 %
Mittleres Stuttgart	22,7 %	49,0 %
Südliches Stuttgart	15,3 %	27,5 %
Summe Anteile	42,6 %	85,5 %
Absolute Gesamtwerte 2035	4.179 GWh/a	20.700 ha
Deckung über Einzelversorgung 2035	1.780 GWh/a	17.700 ha

Bezogen auf den im Zielszenario für 2035 berechneten Endenergieverbrauch ist das ein Anteil von fast 43 % oder in absoluten Zahlen 1.780 GWh/a. Wie viele Gebäude (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) die Einzelversorgung betrifft, kann den Quartierssteckbriefen nicht entnommen werden.

Wie sich die zur Einzelversorgung ausgewiesenen Gebiete auf das Stadtgebiet verteilen, zeigt die Karte in Abbildung 4. Die verschiedenen Farben kennzeichnen die Bereiche nördliches (gelb), mittleres (blau) und südliches Stuttgart (rot).

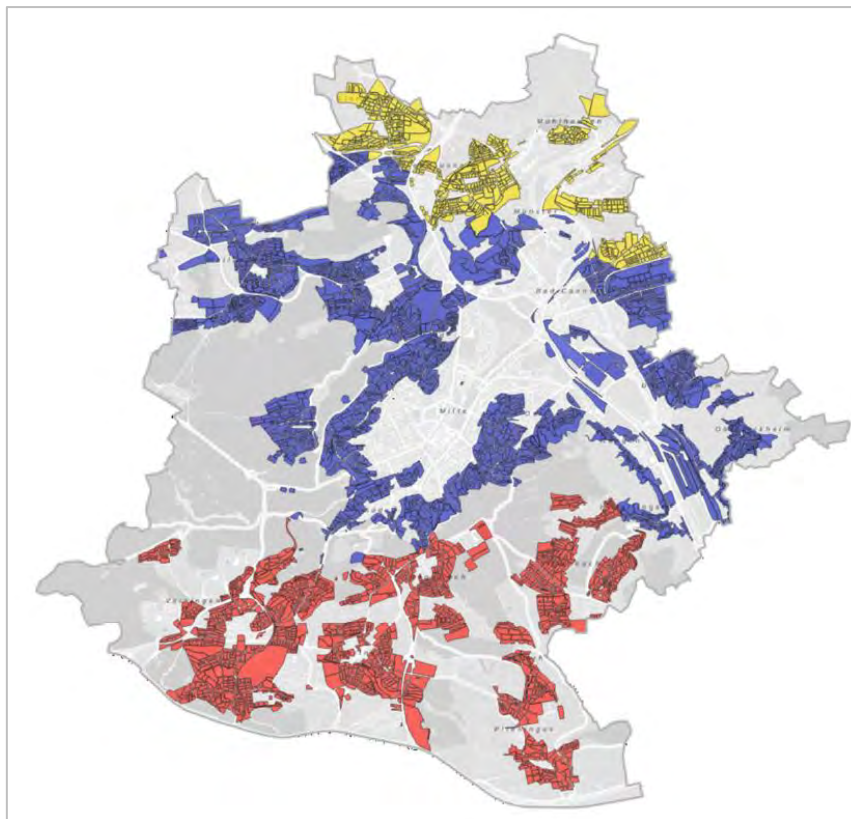


Abbildung 4: Gebiete für die Einzelversorgung mit dezentralen Wärmepumpen. Quelle: Bericht S. 69

Es werden folgende primäre Wärmequellen für Wärmepumpen vorgeschlagen: Außenluft, oberflächennahe Geothermie (Erdsonden), Umweltwärme (Energiezäune, Erdkollektoren, Absorberschläuche) sowie Abwärme von PV-Modulen in Kombination mit Außenluft (PV-T-Kollektoren).

Im Zielszenario für Stuttgart ist vorgesehen, dass ungefähr die Hälfte der notwendigen Wärmepumpen primärseitig mit Erdsonden gekoppelt werden sollen. Die Frage, wo dafür in Anbetracht der vielfach beengten Platzverhältnisse in der Stadt, die erforderliche Anzahl von Bohrungen für Erdsonden durchgeführt werden können, bleibt allerdings unbeantwortet.

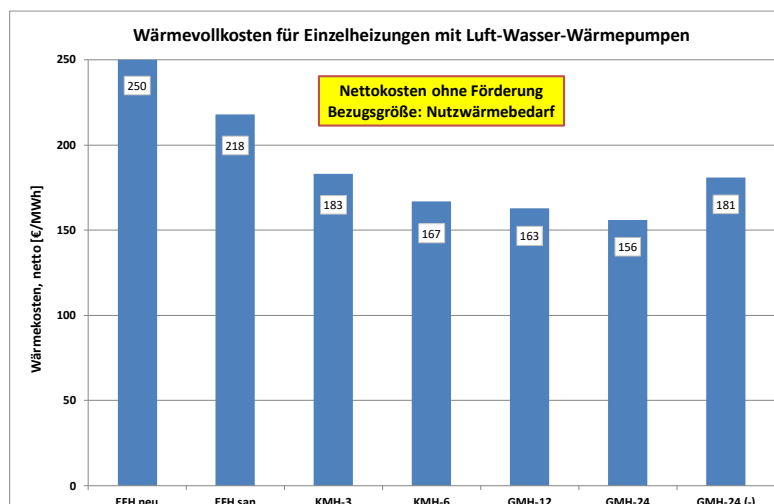


Abbildung 5: Wärmevollkosten von dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelversorgung

Die verschiedenen technischen Lösungen für den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen werden zwar in einem Technik-Steckbrief anhand der wichtigsten Basisdaten beschrieben, der Bericht zum kommunalen Wärmeplan enthält jedoch keine Kostenrechnungen, an denen sich die betroffenen Hauseigentümer in den Gebieten gemäß Abbildung 4 orientieren könnten.

Aus diesem Grund wurden eigene Kostenberechnungen für Luft-Wasser-Wärmepumpen durchgeführt (siehe Abbildung 5 und Randbedingungen in Tabelle 7 im Anhang). Die Zahl bei den kleinen (KMH) und großen Mehrfamilienhäusern (GMH) steht für die Anzahl der Wohneinheiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, im kommunalen Wärmeplan fehlt der Nachweis, dass die Einzelversorgung mit dezentralen Wärmepumpen so wie geplant technisch und ökonomisch machbar ist.



Abbildung 6: Siedlungsgebiet des Stadtbezirks Zuffenhausen (ohne Porsche-Areal) als Grundlage für den alternativen Planungsansatz

Der kommunale Wärmeplan für Stuttgart wurde unter der Prämisse erstellt, dass „...nur in wenigen Situationen die netzbasierte Versorgung die kostengünstigere Variante darstellt“ (Bericht Kommunale Wärmeplanung S. 58). Um zu untersuchen, ob diese Aussage zutrifft, wurden für vier ausgewählte Stadtbezirke Analysen mit einem alternativen Planungsansatz durchgeführt. Die vier Stadtbezirke sind: Zuffenhausen, Botnang, Hedelfingen und Degerloch. Das Siedlungsgebiet, das im Bezirk Zuffenhausen Gegenstand dieser Untersuchungen ist, zeigt beispielhaft Abbildung 6.

Die mittleren Wärmedichten sowie die Basisdaten der zugrunde gelegten Wärmenetze in allen vier Stadtbezirken sind in Tabelle 3 dokumentiert.

Tabelle 3: Daten zu den vier Bezirken die mit dem alternativen Planungsansatz untersucht wurden

Parameter	Zuffenhausen	Botnang	Hedelfingen	Degerloch
Wärmedichte (Nutzenergie)	633 MWh/ha*a	491 MWh/ha*a	440 MWh/ha*a	545 MWh/ha*a
Trassenlänge	78,4 km	44,5 km	28,1 km	45,9 km
Liniendichte 2035	1.999 kWh/m	1.596 kWh/m	1.403 kWh/m	1.608 kWh/m
AG-Entwicklung ¹	60 – 97 %	60 – 97 %	60 – 97 %	60 – 97 %
Spez. Kosten KWP	1.240 €/m	1.180 €/m	1.200 €/m	1.240 €/m
Spez. Kosten +10%	1.364 €/m	1.298 €/m	1.320 €/m	1.364 €/m
Investitionskosten	97.216.000 €	52.510.000 €	33.720.000 €	56.916.000 €

Die Ermittlung der Trassenlängen erfolgte mit Hilfe der Hotmaps-Toolbox¹. Die dort implementierte Methode, die auf statistischen Methoden beruht, gibt jedoch zu geringe Trassenlängen an. Diese wurden mit dem im Forschungsprojekt ANSWER-Kommunal² entwickelten Korrekturfaktor hochgerechnet.

Auf dieser Grundlage war es möglich, im ersten Schritt die Wärmeverteilungskosten für die ausgedehnten Wärmenetze zu ermitteln (siehe Abbildung 7 und Randbedingungen in Tabelle 4 im Anhang).

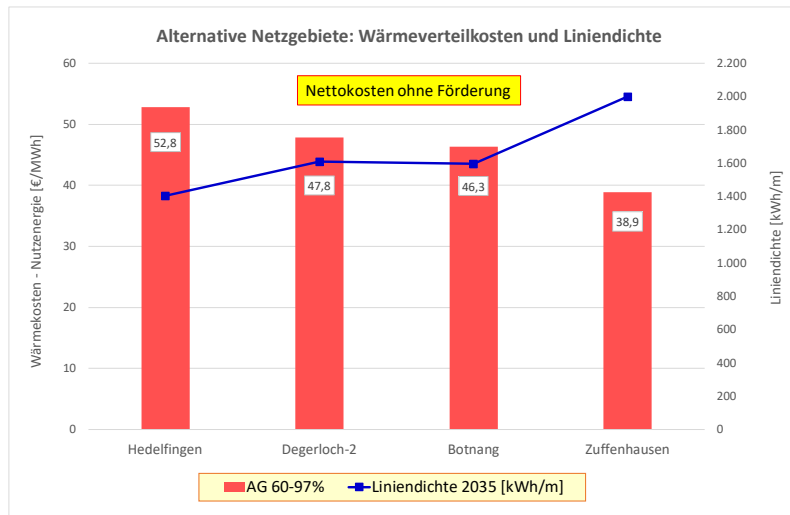


Abbildung 7: Wärmeverteilungskosten in den vier Stadtbezirken gemäß alternativem Planungsansatz

Die Liniendichten der Wärmenetze in Abbildung 7 sind im Allgemeinen deutlich höher, als in den neuen Netzgebieten des kommunalen Wärmeplans. Gleichzeitig sind als Folge davon die Fernwärmekosten deutlich niedriger (Abbildung 8).

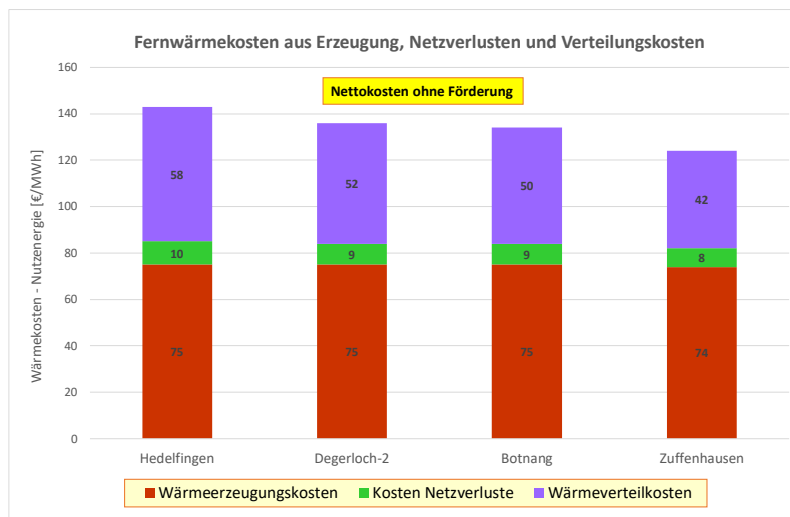


Abbildung 8: Fernwärmekosten in den vier Stadtbezirken gemäß alternativem Planungsansatz

Die Fernwärmekosten gemäß alternativem Planungsansatz setzen sich ebenso aus den Wärmeverteilungskosten, den Wärmeherstellungskosten sowie den Kosten für die Netzverluste zusammen. Die Kosten für die Wärmebereitstellung wurden beispielhaft auf der Grundlage der technischen Daten einer Großwärmepumpe von MAN Energy Solutions berechnet. Die derzeit üblichen spezifischen Investitionskosten für derartige Aggregate betragen rund 900 €/kW (siehe Tabelle 6 im Anhang).

¹ Quelle: <https://www.hotmaps.eu/map>

² https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/ANSWER-Kommunal_Ergebnisbericht.pdf

Der Vergleich zwischen den Fernwärmekosten, die aufgrund des alternativen Planungsansatzes ermittelt wurden, und den Wärmevollkosten für die Einzelversorgung mit dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen zeigt eindeutig, dass die Einzelversorgung für alle Gebäudetypen teurer ist (Abbildung 9).

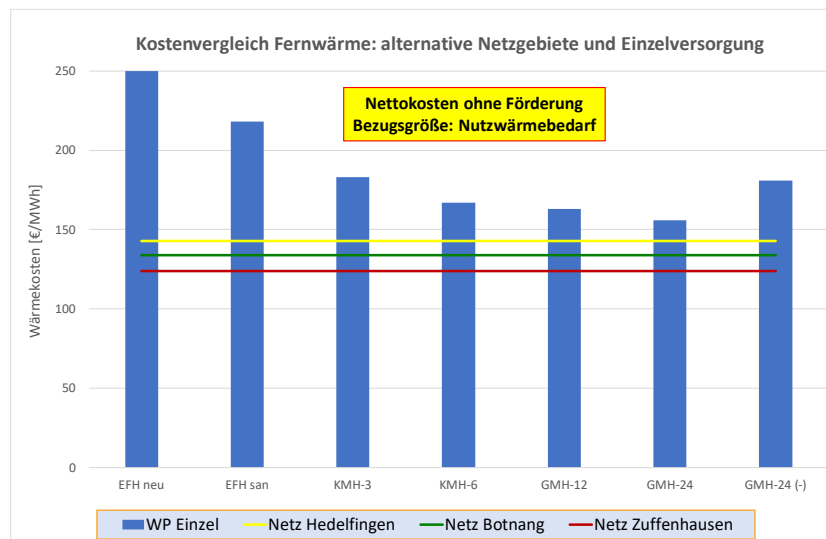


Abbildung 9: Vergleich der Fernwärmekosten gemäß alternativem Planungsansatz mit den Wärmevollkosten der Einzelversorgung mit dezentralen Wärmepumpen

Das Fundament, auf dem der kommunale Wärmeplan für Stuttgart aufbaut, ist aufgrund dieser Ergebnisse nicht tragfähig. Deshalb ist auf jeden Fall eine grundlegende Überarbeitung erforderlich.

Die Überarbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Landeshauptstadt Stuttgart muss unter den folgenden Randbedingungen erfolgen:

- Volle Ausschöpfung des Potenzials für neue Wärmenetze. Aufgrund der Berechnungen mit dem alternativen Planungsansatz ergibt das eine Trassenlänge für neue Netze von mindestens 1.500 km
- Volle Ausschöpfung der Potenziale der erneuerbaren Energien und des Potenzials aller Arten von Abwärme, die im Stadtgebiet verfügbar sind
- Aufbau eines integrierten Wärmeversorgungssystems gemeinsam mit den bestehenden Wärmenetzen inklusive der EnBW-Fernwärme

Ein notwendiger Bestandteil der Überarbeitung ist die systematische Suche nach Standorten für Großwärmepumpen in Relation zu den nutzbaren Wärmequellen in Form von erneuerbaren Energien und von Abwärme. Darüber hinaus werden Standorte für die Freiland-Solarthermie und für große Elektrolyseure benötigt sowie für die notwendigen Energiezentralen inklusive der thermischen Speicher.

Gleichzeitig sollte die Integration der bestehenden Wärmenetze einschließlich der EnBW-Fernwärme in die Netzgebiete Nord und Süd (gemäß dem Vorschlag von Ramboll) technisch und organisatorisch vorbereitet werden.

Die Überarbeitung des Wärmeplans muss bis 30. Juni 2026 erfolgen. Dies ist der Zeitrahmen, der laut Wärmeplanungsgesetz des Bundes für Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern vorgegeben ist.

3 Anhang

3.1 Tabellen zur Dokumentation der Randbedingungen für Kostenberechnungen

Tabelle 4: Randbedingungen zur Berechnung der Wärmeverteilungskosten von Wärmenetzen

Parameter	Wert
Laufzeit Kapitalflussrechnung	30 a
Kalkulationszinsfuß	3 %
Trassenlänge (KWP/Alternative Potenziale)	KWP-S/Hotmaps+ANSWER
Spezifische Netzkosten (inkl. HÜS)	KWP-S
Zeitliche Entwicklung Wärmeverbrauch	KWP-S
Jahr der Inbetriebnahme Wärmenetz	KWP-S
Anschlussgradientwicklung über 15 Jahre	60 – 97 %
Kosten für Wartung & Instandhaltung	2,0 €/MWh
Anteil Pumpenstrom an Wärmelieferung	1,5 %
Kosten für Pumpenstrom	0,2 €/MWh
Berechnete Wärmeverteilungskosten: netto, ohne Förderung	

Tabelle 5: Randbedingungen zur Berechnung der Wärmeerzeugungskosten im kommunalen Wärmeplan Stuttgart

Parameter	Wert
Laufzeit Kapitalflussrechnung	20 a
Kalkulationszinsfuß	3 %
Wärmequellen und Anlagentechnik	KWP-S
Kosten für Energiezentrale	KWP-S
Zeitliche Entwicklung Wärmeverbrauch	KWP-S
Jahr der Inbetriebnahme Wärmenetz + EZ	KWP-S
Anschlussgradientwicklung über 15 Jahre	60 – 97 %
Kosten Wartung & Instandhaltung	1 % p. a. (Invest)
Mittlere Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	3,2
Mittlere Kosten für Wärmepumpenstrom	0,15 €/MWh
Berechnete Wärmeerzeugungskosten: netto, ohne Förderung	

Tabelle 6: Randbedingungen zur Berechnung von Wärmeerzeugungskosten von Großwärmepumpen

Parameter	Wert
Laufzeit Kapitalflussrechnung	20 a
Kalkulationszinsfuß	3 %
Spez. Investitionskosten (leistungsabhängig)	870 - 930 €/kW
Betriebsgebäude, etc. (bezogen auf Invest)	5 - 7 %
Planungskosten (bezogen auf Investition)	9 %
Einfluss Wärmedämmung auf Energielieferung	KWP-S
Anschlussgradientwicklung über 15 Jahre	60 – 97 %
Kosten Wartung & Instandhaltung (variabel)	1,7 €/MWh
Kosten Wartung & Instandhaltung (fix)	2.000 €/MW
Mittlere Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	3,4
Mittlere Kosten für Wärmepumpenstrom	0,15 €/MWh
Berechnete Wärmeerzeugungskosten: netto, ohne Förderung	

Tabelle 7: Randbedingungen zur Berechnung der Wärmeevollkosten von dezentralen Wärmepumpen

Parameter	Wert
Nutzungsdauer Annuitätenrechnung	18 a (KEA-BW)
Zinssatz Annuitätenrechnung	3 %
Anteil Energieerzeugung Luft-Wasser-WP	95 %
Anteil Energieerzeugung elektr. Heizstab	5 %
Jahresarbeitszahl (JAZ) Luft-Wasser-WP	3,5
JAZ Heizstab / Resultierende JAZ	1,0 / 3,11
Spez. Investitionskosten (bezogen auf WP-Leistung)	ab 2.700 €/kW
Kosten Wartung & Instandhaltung	Technikkatalog KEA-BW
Kosten für Wärmepumpenstrom (Tarif Öko SWS)	23,3 €/MWh (netto)
Berechnete Wärmeevollkosten: netto, ohne Förderung	

3.2 Informationen zur Person des Autors

1982 – 1991: Windenergieforschung (Uni Stuttgart, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)

1991 – 2007: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung; Fachgebiet Systemanalyse

2007 – 2020: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW)

- Leiter des Bereichs Wärmenetze, ab 2015 Leiter des Kompetenzzentrums Wärmenetze
- 2017/2018 Mitbegründer des Deutsch-Dänischen Dialogs Wärmenetze in Baden-Württemberg
- Ab Januar 2018 Projektkoordinator des Forschungsprojekts ANSWER-Kommunal (Thema: Kommunale Wärmeplanung)
- 2019 – 07/2020 Projektleiter für den Leitfaden Kommunale Wärmeplanung im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg
- 09/2020 – 06/2022: Freier Mitarbeiter bei KEA-BW

Seit 1978 Einwohner von Stuttgart; seit 1987 im Stadtbezirk Hedelfingen