

Gebäudebestand gasfrei machen

Untersuchung der technischen
Möglichkeiten, Bestandsgebäude
gasfrei zu machen

Erstellt im Auftrag der Energieplanung der Stadt Wien.

Wien, am 21. Dezember 2020

Magistratsabteilung 20 Energieplanung

Rathausstraße 14 16, 1010 Wien

E Mail: post@ma20.wien.gv.at

Web: www.energieplanung.wien.gv.at



Präambel

Im Lichte der von Wien verfolgten Dekarbonisierung des Energiesystems gibt es zahlreiche Herausforderungen zu meistern. Im Gebäudesektor geht es etwa darum, die Wärmeversorgung aus ihrer teilweisen Abhängigkeit von Gas zu lösen. Im Neubaubereich spielen Versorgungstechnologien mit Gasverbrennung im Gebäude kaum mehr eine Rolle. Die große Herausforderung besteht darin, den gasversorgten Gebäudebestand mit geeigneten Maßnahmen auf nachhaltige Systeme umzurüsten.

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel, bereits heute verfügbare technische Möglichkeiten aufzuzeigen, die geeignet sind, um Gebäude von einer gasbasierten Wärmebereitstellung und entsprechenden Verbrennungstechnologien unabhängig zu machen. Um auch ein Gefühl dafür zu vermitteln, welche Kosten mit der jeweiligen Umrüstung einhergehen können, werden in der Studie auf Gebäudeebene die Investitionskosten der jeweiligen Varianten abgeschätzt und gegenübergestellt. Laufende Kosten werden von der Analyse jedoch nicht berücksichtigt.

Die Studie liefert somit einen Beitrag zur aktuellen Diskussion über die Dekarbonisierung des Gebäudebestands und zeigt die technischen Möglichkeiten und ökonomischen Herausforderungen auf, die mit der Umrüstung einer gasbasierten Energieversorgung eines Gebäudes auf ein nachhaltiges System verbunden sind. Diese Erkenntnisse werden in die Erarbeitung der Dekarbonisierungsstrategie der Stadt Wien und in die Entwicklung damit einhergehender Umsetzungsinstrumente einfließen. Allgemein wird darauf hingewiesen, dass es immer sinnvoll ist, zuerst den bestehenden Bedarf durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen (z.B. Wärmedämmung) zu reduzieren. Damit lässt sich das Potenzial der anschließenden haustechnischen Maßnahmen als auch deren Wirtschaftlichkeit deutlich optimieren.

Aus energiewirtschaftlicher Sicht scheint es heute sehr sinnvoll, den Bestand nach einer Sanierung mit Fernwärme zu versorgen. Über die leitungsgebundene Infrastruktur können erneuerbare Energien und Abwärme sehr effektiv in die Bestandstadt geleitet werden, um dort Bedarfe nachhaltig zu bedienen. Mittels Fernwärme können auch solche Gebäude mit sauberer Energie versorgt werden, die nicht gedämmt werden können (z.B. Denkmalschutz), oder die sich aufgrund ihrer lokalen Gegebenheiten nicht für eine erneuerbare Aufbringung vor Ort eignen. Da sich aber die Realisierung einer Fernwärme-Infrastruktur nicht überall abbilden lässt, wird es auch künftig Gebäude geben, die nicht darauf zurückgreifen werden können. Die gegenständliche Studie liefert auch für jene Gebäude Lösungsvorschläge, von einer bestehenden Gasversorgung unabhängig zu werden, die nicht im Einzugsgebiet der Fernwärme liegen.



Mag. Bernd Vogl
Leiter der Energieplanung der Stadt Wien



Untersuchung der technischen Möglichkeiten, Bestandsgebäude gasfrei zu machen

Bestandsgebäude gasfrei machen

Im Auftrag der
Stadt Wien
Magistratsabteilung 20 - Energieplanung
Rathausstraße 14-16
1010 Wien

Bearbeitung:

Felix Wimmer BSc, DI Dr. Peter Holzer

in Zusammenarbeit mit IPJ Ingenieurbüro P. Jung
David Stuckey MSc, DI Matthias Kendlbacher

Wien, am 21.12.2020

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Hintergrund und Fragestellung | 4 |
| 2 | Studienaufbau und Methodik | 5 |
| 3 | Auswahl und Definition der untersuchten Gebäude | 6 |
| 4 | Grundlagenanalyse | 8 |
| 4.1 | Bauliche Strukturen | 8 |
| 4.2 | Eigentums- und Nutzungsstrukturen | 8 |
| 4.3 | Gebäudetechnische Strukturen | 9 |
| 4.4 | Energie- und Leistungsbedarf für Heizen und Warmwasser | 9 |
| 4.5 | Zusammenfassung Grundlagenanalyse | 10 |
| 5 | Planung | 12 |
| 5.1 | Energieträger | 12 |
| 5.2 | Wärmeerzeugung | 12 |
| 5.3 | Wärmeverteilung, -speicherung und -abgabe | 13 |
| 5.4 | Zusammenfassung Planung | 14 |
| 6 | Verallgemeinerung der Ergebnisse | 15 |
| 6.1 | Methodik der Ergebnisdarstellung | 15 |
| 6.2 | Umstellung einer bestehenden zentralen Gasheizung | 16 |
| 6.2.1 | Ersatz des zentralen Gaskessels durch Fernwärme | 17 |
| 6.2.2 | Ersatz des zentralen Gaskessels durch einen Pelletkessel | 18 |
| 6.2.3 | Ersatz des zentralen Gaskessels durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe | 19 |
| 6.2.4 | Ersatz des zentralen Gaskessels durch eine Erdwärmepumpe | 22 |
| 6.3 | Umstellung bestehender Gas-Etagenheizungen | 24 |
| 6.3.1 | Ersatz der Gasthermen durch Fernwärme | 24 |
| 6.3.2 | Ersatz der Gasthermen durch einen Pelletkessel | 26 |
| 6.3.3 | Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Luftwärmepumpe | 27 |
| 6.3.4 | Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Erdwärmepumpe | 30 |
| 6.3.5 | Ersatz der Gas-Etagenheizungen durch eine Gemeinschaftstherme | 32 |
| 6.3.6 | Ersatz der Gas-Etagenheizungen durch dezentrale Mini-Wärmepumpen | 34 |
| 6.4 | Umstellung bestehender Gas-Einzelöfen | 36 |
| 6.4.1 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch Fernwärme | 37 |
| 6.4.2 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch einen Pelletkessel | 39 |
| 6.4.3 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe | 40 |
| 6.4.4 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Erdwärmepumpe | 43 |

| | | |
|-----|---|----|
| 6.5 | Übersicht über die Maßnahmen und Kosten | 45 |
| 7 | Schlussfolgerungen | 47 |
| 7.1 | Technische Machbarkeit eines vollständigen Ausstiegs aus Gasheizungen | 47 |
| 7.2 | Punktuelle technische Ausschlussgründe für einzelne Technologien | 47 |
| 7.3 | Individuelle technische Erschwernisse..... | 48 |
| 7.4 | Wirtschaftlichkeit infrastruktureller Investition in Fernwärme | 48 |
| 7.5 | Soziale und rechtliche Herausforderungen | 49 |
| 7.6 | Empfehlung zu politischen Weichenstellungen..... | 49 |
| 8 | Literaturverzeichnis..... | 50 |

1 Hintergrund und Fragestellung

Mit dem Ziel der Dekarbonisierung sämtlicher Wirtschaftssektoren ist auch die Notwendigkeit eines Ersatzes von Heizungen mit fossilen Energieträgern verbunden.

Die Ziele zur Dekarbonisierung aller Wirtschaftssektoren und im Speziellen der Beheizung und Kühlung von Gebäuden sind sowohl auf regionaler als auch nationaler Ebene verbindlich verankert.

In Wien ist eine Senkung der CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb (Heizen, Kühlen, Warmwasser) um 2 % pro Kopf und Jahr in der Smart City Wien Rahmenstrategie verankert.¹

Auch auf Bundesebene sind im aktuellen Regierungsprogramm mit dem Titel „Aus Verantwortung für Österreich“ ambitionierte Ziele festgeschrieben. Ein klimaneutrales Österreich bis 2040 wird als klares Ziel definiert. Die dafür notwendigen Schritte, Maßnahmen und Gesetze werden derzeit ausgearbeitet. Dazu gehören die folgenden Themenfelder:²

- Klimaschutzorientierte Energieraumplanung
- Einführung eines sozial verträglichen Sanierungsgebots
- Phase-out für Öl und Kohle in der Raumwärme
- Schaffung gesetzlicher Grundlagen zum Ersatz von Gasheizsystemen

In Wien werden noch ca. 400.000 Haushalte mit Gas beheizt, überwiegend mit Gaskombithermen. Es besteht daher die Notwendigkeit der Umstellung auf klimafreundliche Systeme der Wärmebereitstellung, wofür sich in Wien insbesondere die Fernwärme oder Wärmepumpenanwendungen anbieten. Die technisch immerhin denkbare Möglichkeit eines Weiterbestands der Gasheizungen bei gleichzeitiger Umstellung der Gaserzeugung auf klimaneutrale Prozesse (Grünes Gas) wird in der gegenständlichen Studie ausdrücklich nicht berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die gegenständliche Studie der Fragestellung nach der universellen und realen Machbarkeit der Umstellung von Gasheizungen in Wiener Bestandsgebäuden auf alternative Heizsysteme.

Es wird in acht exemplarischen Wiener Bestandsgebäuden, die derzeit mit Gas beheizt werden, die konkreten technischen Möglichkeiten einer Umstellung untersucht. Es wird für jedes der Gebäude eine Planung des alternativen Wärmeversorgungssystems im Detaillierungsgrad eines Vorentwurfs samt Grobkostenschätzung vorgenommen und dokumentiert.

Zusätzlich zu den acht realen Gebäuden werden auch sechs fiktive, archetypisch konstruierte, Gebäude im selben Sinn untersucht.

¹ Siehe: Magistrat der Stadt Wien, 2019, Smart City Wien Rahmenstrategie – 2019–2050.

² Bundeskanzleramt Österreich, 2020, Aus Verantwortung für Österreich – Regierungsprogramm 2020 – 2024.

2 Studienaufbau und Methodik

Die Studie wird methodisch als Machbarkeitsstudie anhand acht realer und sechs konstruierter Fallbeispiele mit nachfolgender Verallgemeinerung, Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung durchgeführt. Mit folgendem Aufbau:

Auswahl und Definition der untersuchten Gebäude

Es werden mittels persönlicher Einladungen an private und gewerbliche Hausbesitzer*innen sowie auch Mieter*innen acht reale Gebäude ausgewählt. Kriterien für die Auswahl sind neben der Gasbeheizung eine repräsentative Bandbreite des Baualters, der Gebäudegröße und der Gebäudetechnik. Zusätzlich werden sechs fiktive Gebäude in Volumen und thermischem Standard definiert, anhand derer ebenfalls die Machbarkeit und die Kosten von Heizungsumstellungen systematisch untersucht werden.

Grundlagenanalyse

Für jedes Gebäude wird eine Grundlagenanalyse vorgenommen. Sie umfasst die Aufnahme und Dokumentation der baulichen Strukturen, der Eigentums- und Nutzungsstrukturen, der gebäudetechnischen Strukturen, des Energie- und Leistungsbedarfs für Heizen und Warmwasser sowie die Aufnahme der Veränderungspotenziale. Die Ergebnisse dieser Grundlagenanalysen aller untersuchten Gebäude sind im gegenständlichen Abschlussbericht vergleichend zusammengefasst.

Planung

Für jedes Gebäude wird eine Planung der Heizungsumstellung bis in die Ebene eines Vorentwurfs vorgenommen, bestehend aus einer Vorplanung in Varianten, einer Umsetzungsplanung, einer Kostenschätzung für Herstellung sowie einer abschließenden Diskussion. In einzelnen Gebäuden wird auch eine alternative Planung vorgenommen und dokumentiert. Die Ergebnisse dieser Planungen aller untersuchten Gebäude sind im gegenständlichen Abschlussbericht vergleichend zusammengefasst.

Verallgemeinerung der Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen

Aus den Planungen der Heizungsumstellungen in den acht realen Gebäuden und in den sechs konstruierten Gebäuden werden die Erkenntnisse verallgemeinert und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

3 Auswahl und Definition der untersuchten Gebäude

Es sind, mittels persönlicher Einladungen an private und gewerbliche Hausbesitzer*innen sowie auch Mieter*innen, acht reale Gebäude ausgewählt worden. Zusätzlich werden sechs fiktive Gebäude in Volumen und thermischem Standard definiert, anhand derer ebenfalls die Machbarkeit und die Kosten von Heizungsumstellungen systematisch untersucht werden.

Zur Wahrung des Datenschutzes werden in diesem Bericht die Gebäude nicht im Einzelnen dokumentiert, sondern es erfolgt eine zusammenfassende Erörterung ihrer Charakteristika.

Die acht realen Gebäude weisen Errichtungsjahre zwischen 1800 und 1975 auf und haben Nutzflächen zwischen 800 und 10.500 m². Ein Objekt ist im Baustil dem Biedermeier zuzuordnen. Drei Objekte sind typische Vertreter der Gründerzeit. Drei Objekte sind Wohnanlagen der 1950er und 1960er-Jahre. Ein Objekt ist eine Wohnanlage der 1970er-Jahre.

Alle acht Gebäude sind Wohnhäuser mit vereinzelt Büroanwendungen.

In allen acht Gebäuden besteht derzeit eine Wärmeerzeugung für Raumheizung und Warmwasser mit Gaskombithermen, in einer Ausnahme auch mit Gaskonvektoren und Elektro-Warmwasserboiler.

Sechs der Gebäude werden in Miete genutzt, zwei im Wohnungseigentum.

Zusätzlich zu den acht realen Gebäuden werden auch sechs fiktive Referenzgebäude in ihren Volumina und Wärmeschutzniveaus definiert und untersucht. Als Grundlage für die Referenzgebäude der vorliegenden Studie wird das Gebäudeportfolio der OIB-Kostenoptimalität herangezogen beziehungsweise auf deren Basis neue Varianten extrapoliert. Es wurden folgende Gebäude behandelt:

- MFH 12 /19 m, 2 Geschosse, gekuppelt
- MFH 10/15 m, 3 Geschosse, geschlossen
- GWB 12/31 m, 4 Geschosse, geschlossen
- GWB 12/20 m, 6 Geschosse, geschlossen
- GWB 12/20 m, 7 Geschosse, geschlossen [extrapoliertes Referenzgebäude]
- GWB 12/20 m, 8 Geschosse, geschlossen [extrapoliertes Referenzgebäude]

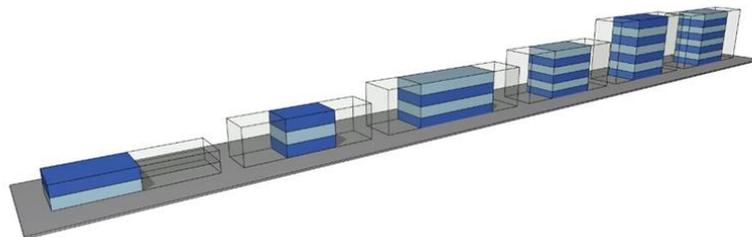


Abbildung 1: Geometrie und Bauweise der fiktiven, parametrischen Gebäude ³

³ © IBR&I ZT-GmbH in Anlehnung an Kostenoptimalitätsstudie, OIB Österreichisches Institut für Bautechnik, 2018

Die parametrischen Gebäude werden als Abbild des gasversorgten Wiener Gebäudebestands in zwei Bauphasen gegliedert, Gründerzeit und Nachkriegszeit. Neben den beiden Errichtungszeiträumen werden auch drei unterschiedliche Sanierungszustände betrachtet. Auf Basis dieser Festlegungen werden die Gebäude in Energieausweisen abgebildet und die Ergebnisse davon werden für eine Dimensionierung der erneuerbaren Energiebereitstellungssysteme herangezogen.

Im Gegensatz zu den Realgebäuden wurden bei den parametrischen Gebäuden nicht die vorhandenen Potentiale ermittelt, sondern die erforderlichen Flächen ausgewiesen, die zur Errichtung der Energiebereitstellungssysteme notwendig sind und im Verhältnis zur Gebäudefläche dargestellt. Dies ermöglicht einen generalisierten Rückschluss auf unterschiedlichste reale Gebäude. Neben dem Flächenbedarf und Komponentengrößen werden die CO₂-Emissionen vor und nach einer Heizungsumstellung ausgewiesen, um die Wirksamkeit der Maßnahmen hinsichtlich der Dekarbonisierung des Gebäudebestands aufzuzeigen.

4 Grundlagenanalyse

4.1 Bauliche Strukturen

Die acht realen Gebäude stammen aus Errichtungsjahren zwischen 1800 und 1975. Sie weisen Nutzflächen zwischen 800 und 10.500 m² auf, haben zwei bis sechs Geschößen und mit insgesamt 10 bis 160 Wohneinheiten. Sechs der Gebäude werden in Miete genutzt, zwei im Wohnungseigentum.

- Ein Objekt ist im Baustil dem Biedermeier zuzuordnen.
- Drei Objekte sind typische Vertreter der Gründerzeit.
- Drei Objekte sind Wohnanlagen der 1950er und 1960er-Jahre.
- Ein Objekt ist eine Wohnanlage der 1970er-Jahre.

Von den vier Gebäuden aus der Gründerzeit und davor sind drei thermisch im Originalzustand, sowohl hinsichtlich der Fassaden als auch der Fenster. In einem Gebäude wurde eine thermische Sanierung mit hofseitiger Außenwanddämmung und ein Fenstertausch vorgenommen. In dreien der vier Häuser wurde ein Dachgeschoßausbau für Wohnungen vorgenommen. Alle vier Gebäude befinden sich in einem guten bis sehr guten Erhaltungszustand. Es sind aktuell keine baulichen Maßnahmen vorgesehen. Die Planungen im Zuge der vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Heizungsumstellung beziehen sich allesamt auf jeweils den vorliegenden thermischen Zustand.

Von den drei Wohnanlagen der 1950er und 1960er-Jahre wurde eine bereits thermisch saniert und stehen die beiden anderen unmittelbar zur thermischen Sanierung an. Die Planungen im Zuge der vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Heizungsumstellung beziehen sich daher auf den thermisch sanierten Zustand.

Die Wohnanlage der 1970er Jahre wurde in den 2010er-Jahren thermisch moderat verbessert. Die Anlage befindet sich in einem guten Erhaltungszustand. Es sind keine baulichen Maßnahmen vorgesehen. Die Planungen im Zuge der vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Heizungsumstellung beziehen sich auf diesen vorliegenden thermischen Zustand.

4.2 Eigentums- und Nutzungsstrukturen

Die vier Gebäude aus der Gründerzeit und davor befinden sich im Privatbesitz. In allen vier Gebäuden wohnen die Besitzer*innen auch selbst in den Häusern. Die übrigen Wohnungen sind durchwegs vermietet. Es kommt das MRG zur Anwendung. In wenigen Einzelfällen werden Wohnungen als Büros genutzt.

Von den drei Wohnanlagen der 1950er und 1960er-Jahre befindet sich eine, nämlich die bereits sanierte, im Wohnungseigentum. Es kommt das WEG zur Anwendung. Die beiden anderen, mit der bevorstehenden Sanierung, sind im Besitz gemeinnütziger Wohnbauvereinigungen. Es kommt das MRG zur Anwendung.

Die Wohnanlage der 1970er Jahre befindet sich im Wohnungseigentum. Es kommt das WEG zur Anwendung.

4.3 Gebäudetechnische Strukturen

In allen Gebäuden erfolgt die Raumheizung und Warmwasserbereitung derzeit mit Gasetagenheizungen. In einer einzigen Wohnung eines der Gründerzeitgebäude liegt noch eine Raumheizung mit Gaskonvektoren und elektrischer Warmwasserbereitung vor.

Es kann davon ausgegangen werden, dass in der überwiegenden Zahl der Wohnungen auch Gasherde zum Einsatz kommen. Das wurde aber im Zuge der vorliegenden Studie nicht im Einzelnen überprüft.

4.4 Energie- und Leistungsbedarf für Heizen und Warmwasser

Für alle Gebäude wurde der Energie- und Leistungsbedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung abgeschätzt. Abhängig von deren jeweiliger Verfügbarkeit kamen dabei folgende Informationsquellen zur Anwendung:

- Energieausweise der konkreten Gebäude,
- Verbrauchsdatenerfassungen einzelner Wohnungen in den konkreten Gebäuden,
- Energieausweise ähnlicher Gebäude
- Erfahrungswerte aus unserer eigenen Planungstätigkeit
- Literaturwerte, insbesondere die Studie Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, gbv, Eva Bauer, Wien, Oktober 2013

Es wird nachfolgend stets sprachlich präzise differenziert:

- Als Heizwärmebedarf wird der normgemäß berechnete Nutzwärmebedarf für Raumheizung bezeichnet. Der Heizwärmebedarf wird als Planungskenngröße stets bezogen auf einen Quadratmeter beheizter Bruttogrundfläche verwendet.
- Als Warmwasserwärmebedarf wird der normgemäß berechnete Nutzwärmebedarf für Warmwasser bezeichnet. Der Warmwasserwärmebedarf wird als Planungskenngröße stets bezogen auf einen Quadratmeter beheizter Bruttogrundfläche verwendet.
- Als Wärmeverbrauch RH+WW wird der prognostizierte Wärmeverbrauch für Raumheizung und Warmwasser bezeichnet, also die prognostizierte jährliche Wärmeabgabe eines zentralen Wärmeerzeugers. Der Wärmeverbrauch RH+WW wird als Planungskenngröße stets bezogen auf einen Quadratmeter beheizter Bruttogrundfläche verwendet.
- Als Heizlast wird die maximal erforderliche Wärmeleistung der Raumheizgeräte, in der Regel der Heizkörper, bezeichnet. Die Heizlast wird als Planungskenngröße stets bezogen auf einen Quadratmeter beheizter Raumnutzfläche verwendet.

Für die drei Gebäude aus der Gründerzeit und davor im thermischen Originalzustand ergeben sich in einer Bandbreite des Heizwärmebedarfs zwischen 107 und 140 kWh/(m².a). Unter Heranziehung realer Verbrauchsdaten sowie unter Heranziehung von Literatur über den Zusammenhang zwischen Wärmebedarf und Wärmeverbrauch zur Raumheizung von thermisch schlechten Gebäuden, ergeben sich daraus Bandbreiten des prognostizierten Wärmeverbrauch RH+WW von 100 bis 130 kWh/(m².a). Die maximal erforderlichen Heizleistungen werden in einer Bandbreite von 70 bis 80 W/m²_{WNF} abgeschätzt.

Das sanierte Gebäude aus der Gründerzeit weist, auf Basis realer Heizkostenabrechnungen, einen Wärmeverbrauch RH+WW von 65 kWh/(m².a) auf. Die maximal erforderliche Heizleistung wird mit einem Wert von 50 W/m²_{WNF} abgeschätzt.

Für die drei (sanierten) Wohnanlagen der 1950er und 1960er-Jahre ergibt sich eine Bandbreite des Heizwärmebedarfs zwischen 35 und 80 kWh/(m².a) und des prognostizierten Wärmeverbrauchs RH+WW von 65 bis 90 kWh/(m².a). Die maximal erforderlichen Heizleistungen werden in einer Bandbreite von 40 bis 80 W/m²_{WNF} abgeschätzt.

Für die (sanierte) Wohnanlage der 1970er Jahre ergibt sich ein Wärmeverbrauch RH+WW von 70 kWh/(m².a). Die maximal erforderliche Heizleistung wird mit einem Wert von 40 W/m²_{WNF} abgeschätzt.

4.5 Zusammenfassung Grundlagenanalyse

Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die zuvor dokumentierten Ergebnisse der Grundlagenanalyse.

Tabelle 1: Übersicht über die Grundlagenanalyse der realen Gebäude

| | | Nutz- fläche in m ² | Wohn- einheiten | Geschoße | HWB in kWh/m ² _{BGfA} | Wärme- verbrauch RH+WW in kWh/m ² _{BGfA} | Max. Heiz- leistung in W/m ² _{WNF} |
|----------|--|--------------------------------------|--------------------|----------|--|---|--|
| A | 60er Jahre Wohnanlage Thermisch saniert | 10.500 | 120 | 2-3 | 46 | 65 | 40 |
| B | Gründerzeit MFH Thermisch unverändert | 1.200 | 13 | 4-5 | 107 | 110 | 70 |
| C | Gründerzeit MFH Thermisch unverändert | 1.800 | 15 | 5-6 | 140 | 130 | 80 |
| D | 70er Jahre MFH Thermisch saniert | 4.200 | 60 | 5-6 | k. A. | 70 | 40 |
| E | 60er Jahre Wohnanlage Thermisch saniert | 8.300 | 140 | 4-5 | 35 | 65 | 35 |
| F | 50er Wohnanlage Thermisch saniert | 9.400 | 160 | 2-3 | 80 | 90 | 80 |
| G | Gründerzeit MFH Thermisch saniert | 800 | 10 | 5-6 | k. A. | 65 | 50 |
| H | Biedermeier MFH Thermisch unverändert | 900 | 15 | 3-4 | 130 | 100 | 70 |

Ergänzend zu den acht realen Gebäuden wurden sechs fiktive Gebäudevolumina parametrisch definiert. Auch für sie wurden Lösungen der Umstellung des Heizungssystems untersucht. Die Definition dieser parametrischen Gebäude erfolgte in enger Anlehnung an die Definition der Gebäude für die Ermittlung des kostenoptimalen Niveaus des Wärmeschutzes.

Tabelle 2: Übersicht über die untersuchten fiktiven Gebäude

| | | Errichtungs- periode | Bruttogrund- fläche in m ² | Geschoße | HWB in kWh/m ² _{BGFA} | Wärmeverbrauch RH+WW in kWh/m ² _{BGFA} |
|----------|--------------------------------|-------------------------|--|----------|--|--|
| 1 | MFH Nachkriegszeit saniert | 1945-1960 | 445 | 2 | 45 | 55 |
| 2 | MFH Gründerzeit teilsaniert | vor 1900 | 445 | 3 | 78 | 73 |
| 3 | GWB Gründerzeit unsaniert | vor 1900 | 1.469 | 4 | 133 | 96 |
| 4 | GWB Nachkriegszeit saniert | 1945-1960 | 1.470 | 6 | 32 | 46 |
| 5 | GWB Gründerzeit teilsaniert | vor 1900 | 1.715 | 7 | 61 | 65 |
| 6 | GWB Nachkriegszeit saniert | 1945-1960 | 1.960 | 8 | 30 | 45 |

5 Planung

Für jedes Gebäude wird eine Planung der Heizungsumstellung bis in die Ebene eines Vorentwurfs vorgenommen, bestehend aus einer Vorplanung in Varianten, einer Umsetzungsplanung, einer Kostenschätzung für Herstellung sowie einer abschließenden Diskussion. In einzelnen Gebäuden wird auch eine alternative Planung vorgenommen und dokumentiert.

Wie schon zuvor in der Grundlagenanalyse werden zur Wahrung des Datenschutzes die Planungsüberlegungen hier aggregiert und anonymisiert wiedergegeben.

5.1 Energieträger

Grundsätzlich war in allen acht Gebäuden die Entscheidung für einen Energieträger in Ersatz der Gasversorgung zu treffen. In Frage kommen Fernwärme, Wärmepumpensysteme oder Biomassensysteme.

5.2 Wärmeerzeugung

In einem der acht Projekte ist Fernwärme vor Ort verfügbar und soll auch eingesetzt werden. Nur im Sinne eines Vergleichsszenarios wurde dort zusätzlich auch eine Planung mit Wärmepumpenanwendung vorgenommen. In allen anderen Projekten bieten sich Möglichkeiten für Wärmepumpenlösungen an. Eine Anlage mit Biomasse wurde daher in keinem der Gebäude geplant. In weiteren vier Gebäuden wurde eine Entscheidung zugunsten einer zentralen Sole-Wasser-Wärmepumpenlösung getroffen, in Verbindung mit Erdsonden. Zum Ausgleich des winterlichen Wärmeentzugs und zur Wärmelieferung während der warmen und nur moderat kalten Jahreszeiten werden in drei dieser Gebäude ergänzend Luft-Sole-Wärmetauscher eingesetzt. Nur in einem einzigen Objekt wird anstelle des Luftwärmetauschers zur Vermeidung jeglicher akustischen Belastung eine thermische Solaranlage vorgesehen.

In weiteren zwei Gebäuden wurde die Entscheidung zugunsten zentraler bzw. semizentraler monovalenter Luft-Wasser-Wärmepumpen getroffen, in einem Fall wegen fehlenden Möglichkeiten zur Herstellung eines Erdsondenfelds, in einem weiteren Fall zur Vermeidung der Investitionskosten für ein Erdsondenfeld.

Im letzten der acht Gebäude wurde schließlich eine Entscheidung zugunsten dezentraler Luft-Wasser-WP getroffen. Die Begründung dieser Entscheidung ist insbesondere eine wohnrechtliche, wonach eine Einigung der derzeitigen Eigentümergemeinschaft auf eine gemeinsame Lösung nicht absehbar ist.

5.3 Wärmeverteilung, -speicherung und -abgabe

In allen Gebäuden wurden die baulichen Möglichkeiten der Herstellung von Steigleitungen vorgefunden. In der überwiegenden Zahl der Gebäude hat sich der Verbleib der bestehenden Heizkörper, die Versorgung derselben mit einem Zweileitersystem, die Anbringung eines Lastausgleichsspeicher zwischen Wärmepumpe und Steigleitung, sowie die Warmwasserbereitung mit Warmwasser-Bereitschaftsspeichern in den Wohnungen als die wirtschaftlichste und technisch günstigste erwiesen.

Nur in einem einzigen Gebäude wird von der Errichtung eines zentralen Verteilsystems abgesehen, was wohnrechtliche und keine technischen Gründe hat.

In zwei Gebäuden soll die Kühloption vorbereitet werden, weshalb dort die Planung mit einem Vierleitersystem in der vertikalen Wärmeverteilung vorzunehmen war.

5.4 Zusammenfassung Planung

Die folgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die zuvor dokumentierten Ergebnisse der Planung.

Tabelle 3: Übersicht über die Planung der realen Gebäude

| | | Wärmeerzeugung | Wärmeverteilung und -abgabe | Kosten-schätzung in EUR/m ² _{WNF} (brutto) |
|----------|---|--|---|--|
| A | 60er Jahre Wohnanlage Thermisch saniert | 26Stk x 22kW Sole-Wasser-WP mit Erdsonden und thermischer Solaranlage | 1 Paar Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Bereitschaftsspeichern | 180 |
| B | Gründerzeit MFH Thermisch unverändert | 43kW Sole-Wasser-WP, mit Erdsonden und Luftwärmetauscher | 2 Paare Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Frischwassermodulen, Vorbereitung der Kühloption | 180 (ohne allfälligem Heizkörperaustausch bei Kühlen) |
| C | Gründerzeit MFH Thermisch unverändert | 144kW Luft-Wasser-WP | 1 Paar Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Bereitschaftsspeichern | 152 |
| D | 70er Jahre MFH Thermisch saniert | 60Stk x 5kW dezentrale Luft-Wasser-WP | Versorgungsleitungen in den stillgelegten Kaminen, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Bereitschaftsspeichern | 188 |
| E | 60er Jahre Wohnanlage Thermisch saniert | 12Stk x 30kW Luft-Wasser-WP | 2 Paare Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Frischwassermodulen | 112 |
| F | 50er Wohnanlage Thermisch saniert | 716kW Heizzentrale mit Sole-Wasser-WP, mit Erdsonden und Luftwärmetauscher | 1 Paar Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Bereitschaftsspeichern inkl. E-Patrone für PV-Direktbetrieb im Sommer | 155 (ohne Wärmeleitung zwischen Heizzentrale und Gebäuden) |
| G | Gründerzeit MFH Thermisch saniert | 46kW Sole-Wasser-WP, mit Erdsonden und Luftwärmetauscher | 1 Paar Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Bereitschaftsspeichern | 181 |
| H | Biedermeier MFH Thermisch unverändert | 63kW Sole-Wasser-WP, mit Erdsonden und Luftwärmetauscher | 2 Paare Steigleitungen neu, Heizkörper Bestand, WW-Bereitung mit Frischwassermodulen, Vorbereitung der Kühloption | 228 (ohne allfälligem Heizkörperaustausch bei Kühlen) |

6 Verallgemeinerung der Ergebnisse

Im gegenständlichen Kapitel werden die Ergebnisse der Machbarkeitsanalyse zur Umstellung von Gasheizungen in acht realen und sechs fiktiven Gebäuden zusammenfassend und vergleichend dargestellt.

6.1 Methodik der Ergebnisdarstellung

In der Arbeit an den realen Gebäuden haben sich wiederkehrende, ähnliche Möglichkeiten und Erschwernisse einer Umstellung von Gasheizungen herauskristallisiert.

Der gegenständliche Bericht nimmt diese Beobachtung methodisch auf und stellt die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie als eine Typologie von Möglichkeiten und Erschwernissen dar, für welche die technischen Maßnahmen vorgestellt werden und für deren Umsetzung auch Kostenkennzahlen angegeben werden:

1. Es wird eine Basis-Konstellation für ein Gebäude mit Gasheizung definiert, welche die günstigste denkbare Variante für eine Umstellung der Heizung und Warmwasserbereitung auf ein nicht-fossiles System darstellt.
2. Für die Heizungsumstellung in dieser Basis-Konstellation werden mehrere Lösungen vorgestellt und mit Kostenkennzahlen bewertet.
3. Darauf aufbauend werden Erschwernisse beschrieben, welche eine Heizungsumstellung zwar nicht unmöglich machen, aber verteuern. Es wird auf die realen Erfahrungen aus den untersuchten Gebäuden Bezug genommen und es werden wieder Kostenkennzahlen angegeben.
4. Schließlich werden auch Chancen zur begleitenden Herstellung zusätzlicher Qualitäten beschrieben, wie etwa die sommerliche Temperierung der Wohnungen. Auch für diese Chancen werden Kostenkennzahlen angegeben.

Hinweis zu den Kostenschätzungen

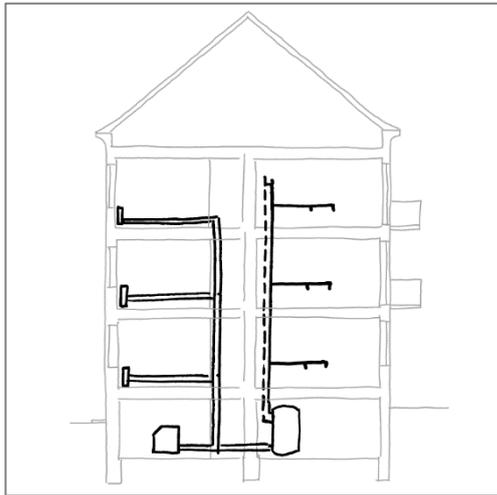
Sofern nicht anders angegeben, verstehen sich die folgenden Kostenschätzungen als durchschnittliche Brutto-Herstellungskosten, für 2020, im Großraum Wien.

Die angeführten Kostenschätzungen beziehen sich stets auf einen Quadratmeter Wohnnutzfläche, vor dem Hintergrund einer mittleren Wohnungsgröße von ca. $70 \text{ m}^2_{\text{WNF}}$, vor dem Hintergrund eines Bestandsgebäudes mit ca. 20 Wohnungen und somit $1.400 \text{ m}^2_{\text{WNF}}$, vor dem Hintergrund einer Heizlast inkl. Warmwasser von ca. $60 \text{ W/m}^2_{\text{WNF}}$ und somit 84 kW sowie vor dem Hintergrund Wärmebedarfs inkl. WW von ca. $90 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ und somit 158 MWh/a .

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den angegebenen Kostenkennwerten um Richtwerte handelt. Es besteht jedenfalls, abhängig von vielen Randbedingungen, eine erhebliche Bandbreite dieser Kosten. In realen Bauvorhaben können die tatsächlichen Kosten erheblich, in beide Richtungen, von diesen Richtwerten abweichen.

6.2 Umstellung einer bestehenden zentralen Gasheizung

Es wird als Basisannahme von der folgenden Konstellation ausgegangen, wobei in keiner der acht untersuchten realen Gebäude diese Konstellation vorgefunden wurde:



Es besteht eine zentrale Wärmezeugung mit einem ausreichend dimensionierten Heizraum im Keller des Gebäudes bzw. der Gebäude.

Es besteht eine zentrale Warmwasserbereitung, mit einem ausreichend dimensionierten Warmwasser- oder Wärmespeicher, ebenfalls im Keller des Gebäudes bzw. der Gebäude.

Es besteht sowohl für die Heizung als auch für das Warmwasser eine ausreichend dimensionierte und weiter verwendbare vertikale Wärmeverteilung.

Es besteht in den Wohnungen ein Wärmeabgabesystem, das in seiner Temperaturpaarung für den Betrieb mit Fernwärme oder mit einer zentralen Wärmepumpe geeignet ist.

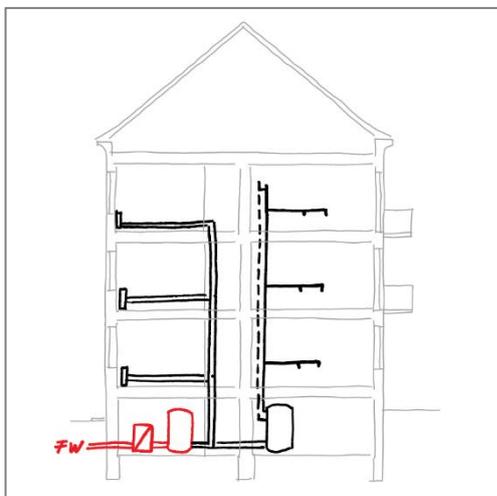
6.2.1 Ersatz des zentralen Gaskessels durch Fernwärme

Es wird eine Umstellung auf Fernwärme vorgenommen.

Voraussetzung ist naturgemäß die Verfügbarkeit eines Fernwärmeanschlusses. Erschwerend und damit vertuernd kann sich die Entfernung des verfügbaren Fernwärmeanschlusses auswirken.

1. Basismaßnahme des Ersatzes des Kessels durch eine Fernwärme Übergabestation
2. Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung

6.2.1.1 Basismaßnahme: Ersatz des Gaskessels durch Fernwärme



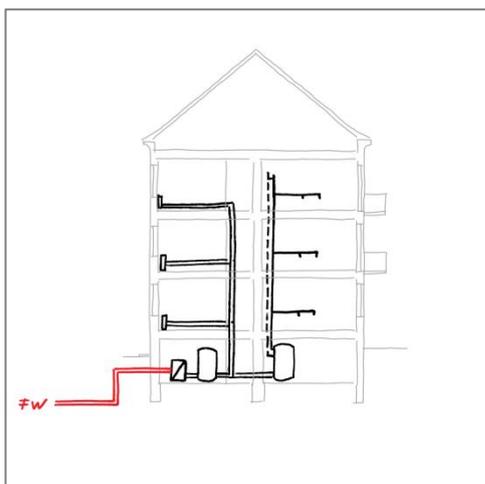
Der Gaskessel wird ersetzt durch eine Fernwärme Übergabestation mit Trenntauscher und integriertem Boiler-Ladesystem, bei kurzer Anschlussleitung

Die Warmwasserbereitung wird ebenfalls auf Fernwärme umgestellt.

Es wird angenommen, dass der bestehende Heizraum die Anforderungen an den neuen Platzbedarf erfüllt.

Kostenkennzahl: 35 EUR/m²_{WNF} oder 2.500 EUR/Whg

6.2.1.2 Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung



Die Länge der Anschlussleitung übersteigt einen Wert von max. 5 m.

Angenommen wird eine zusätzliche Länge der Anschlussleitung von weiteren 20 m.

Kostenkennzahl: plus 12 EUR/m²_{WNF} oder 840 EUR/Whg

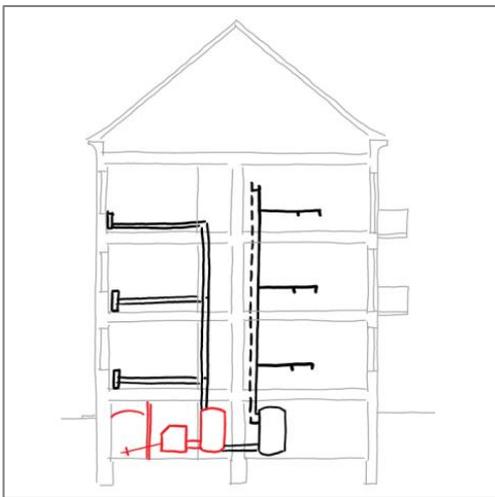
6.2.2 Ersatz des zentralen Gaskessels durch einen Pelletkessel

Es wird eine Umstellung auf einen zentralen Pelletkessel vorgenommen.

Voraussetzung ist die Verfügbarkeit geeigneter Räumlichkeiten für die Aufstellung des Kessels und für die Herstellung eines Lagerraums für die Pellets. Erschwerend und damit vertuernd kann sich eine gegebenenfalls erforderliche Kaminsanierung auswirken. Diese Erschwernis wird nicht explizit bewertet.

1. Basismaßnahme des Ersatzes des Kessels durch eine Fernwärme Übergabestation

6.2.2.1 Basismaßnahme: Ersatz des Gaskessels durch einen Pelletkessel



Der zentrale Gaskessel wird ersetzt durch einen Pelletkessel.

Es wird ein Lagerraum für Pellets errichtet, mit einem nutzbaren Volumen von ca. 30 m³ (bei zweimal jährlicher Befüllung).

Von einer Nutzbarkeit des bestehenden Wärmeverteilnetzes, sowohl hausseitig als auch wohnungsseitig, kann ausgegangen werden, da der Pelletkessel problemlos an alle gängigen Systemtemperaturen angepasst werden kann.

Kostenkennzahl: 50 EUR/m²_{WNF} oder 3.500 EUR/Whg

Zusatzkosten im Sinne einer Erschwernis 6.2.2.2 können entstehen, wenn eine Kaminsanierung oder –erneuerung erforderlich wird, etwa aufgrund des höheren Abgasvolumens des Holzkessels.

Größenordnung: plus 5 EUR/m²_{WNF}.

6.2.3 Ersatz des zentralen Gaskessels durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe

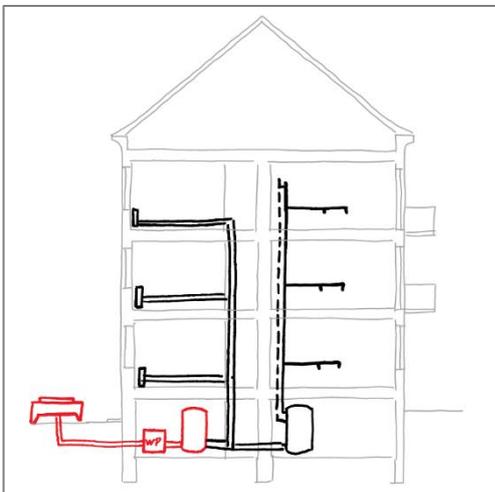
Es wird eine Umstellung auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe vorgenommen.

Für die Basismaßnahme wird die Verfügbarkeit räumlich und schalltechnisch verfügbarer Aufstellflächen für die Außenteile der Wärmepumpen als gegeben vorausgesetzt. Ebenso die Nutzbarkeit der bestehenden Heizkörper und Wärmeverteilsysteme. Für den Fall, dass dem nicht so ist, werden Erschwernisse definiert.

Anmerkung: Eine Umstellung auf Luft- Wasser-Wärmepumpen wird nur dann empfohlen, wenn kein Fernwärmeanschluss herstellbar ist. Es wird festgehalten, dass in dicht verbauten Wohngebieten der flächendeckende Ausbau der Fernwärmeanschlüsse gegenüber Lösungen mit Wärmepumpen eindeutig zu bevorzugen ist.

1. Basismaßnahme des Ersatzes des Kessels durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe
2. Erschwernis durch Vorliegen von Hochtemperatur-Radiatoren
3. Erschwernis durch schallsensible Lage
4. Erschwernis durch mangelhaftes Raumangebot
5. Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung

6.2.3.1 Basismaßnahme: Ersatz des Gaskessels durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe



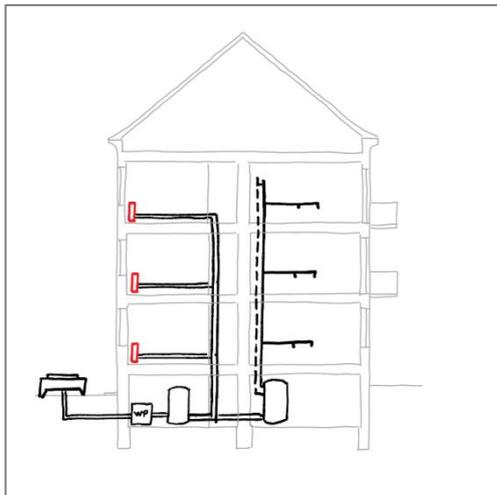
Es wird eine Umstellung auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe vorgenommen.

Der Gaskessel wird ersetzt durch eine oder mehrere zentrale Wärmepumpe(n), evtl. in kaskadischer Leistungsaufteilung.

Außeneinheiten werden als Kältemittelverdampfer oder als Glykol-Luft-Wärmetauscher oder auch als Monoblock-Wärmepumpen ausgeführt.

Kostenkennzahl: 110 EUR/m²_{WNF} oder 7.700 EUR/Whg

6.2.3.2 Erschwernis: Unpassende Heizkörper



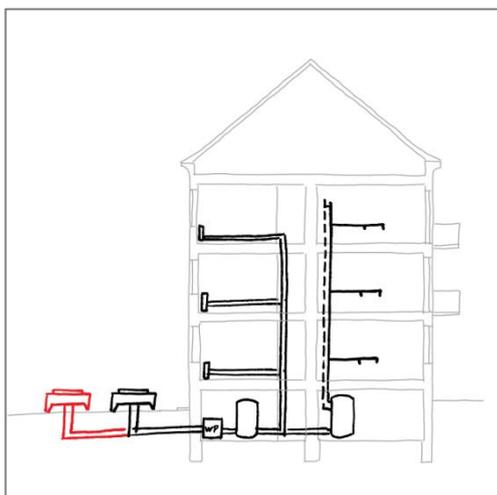
Es liegt eine Konstellation aus schlechter thermischer Gebäudequalität und kleinflächigen Heizkörpern vor, die eine Vorlauftemperatur der Raumheizung von mehr als 50°C erforderlich macht.

Die Heizkörper werden ersetzt durch Niedertemperaturheizkörper, gegebenenfalls auch durch Wärmepumpenkonvektoren. Es kann auch der Ersatz der Anbindeleitungen erforderlich werden.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.500 EUR/Whg

Unter Umständen muss auch die hausseitige vertikale Wärmeverteilung ersetzt werden, nämlich dann, wenn sie die höhere Durchflussmenge der Niedertemperaturheizung nicht aufnehmen kann. In diesem Fall treten zusätzlich auch die Kosten der Herstellung einer zentralen Heizungs-Wärmeverteilung, mit einer Kostenkennzahl von zusätzlich 25 EUR/m²_{WNF} oder 1.750 EUR/Whg (in Summe dann somit 60 EUR/m²_{WNF} oder 4.200 EUR/Whg).

6.2.3.3 Erschwernis: Schallsensible Lage

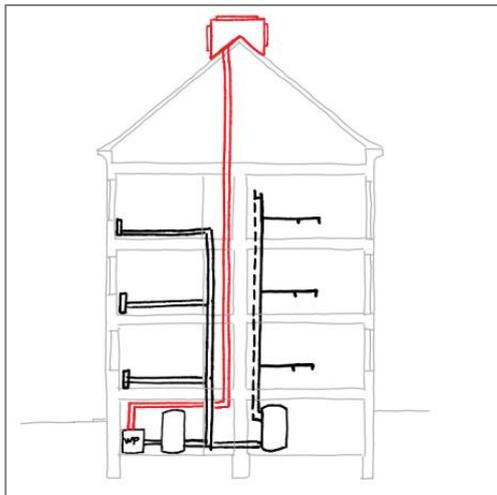


Wenn eine schallsensible Lage mit niedrigem Dauerschallpegel im Außenraum vorliegt, werden spezielle Maßnahmen zur Minderung von Schallemissionen der Luftwärmetauscher erforderlich.

Sämtliche Außeneinheiten von Luft-Wasser-WP werden mit gezielt niedrigen Schallemissionen ausgeführt. Sie werden demnach größer und teurer.

Kostenkennzahl: +30 EUR/m²_{WNF} oder +2.100 EUR/Whg

6.2.3.4 Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot



Es liegt eine Konstellation mit mangelhaftem Raumangebot für die Aufstellung der Luft-Wärmetauscher der Wärmepumpe vor.

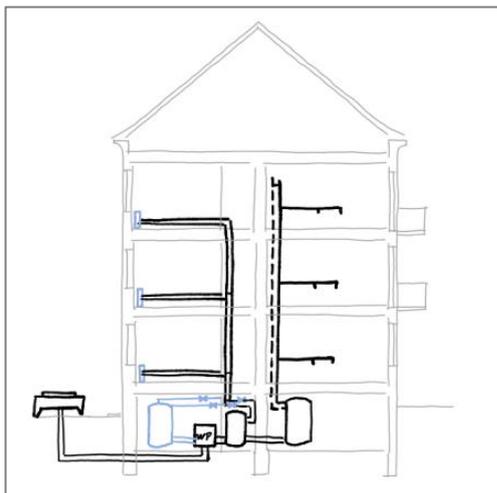
Es werden teurere Ersatzflächen genutzt bzw. geschaffen:

Etwa durch Anordnung der vollständigen WP im Außenbereich (Monoblock-Technologie). Etwa durch Errichtung von freistehenden Wärmezentralen im Außenbereich von Wohnanlagen. Etwa durch Nutzung von Dachräumen. Etwa durch Umnutzung und Ersatzvornahme existierender Räume.

Kostenkennzahl: +40 EUR/m²_{WNF} oder +2.800 EUR/Whg

6.2.3.5 Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung

Die Wohnungen werden, im Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung, moderat temperiert.



Es wird ein zusätzlicher Kältespeicher errichtet.

Es wird die Heizungsverteilung hydraulisch zum wechselweisen Betrieb aus dem Kältespeicher vorgerichtet.

Es werden, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht.

Eine Kühlung über das Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung hinaus ist auch gegen die Außenluft möglich, allerdings um den Preis des „Thermischen Abfalls“, also des Wärmeeintrags in die warme Außenluft.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.500 EUR/Whg⁴

⁴ 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.
17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.2.4 Ersatz des zentralen Gaskessels durch eine Erdwärmepumpe

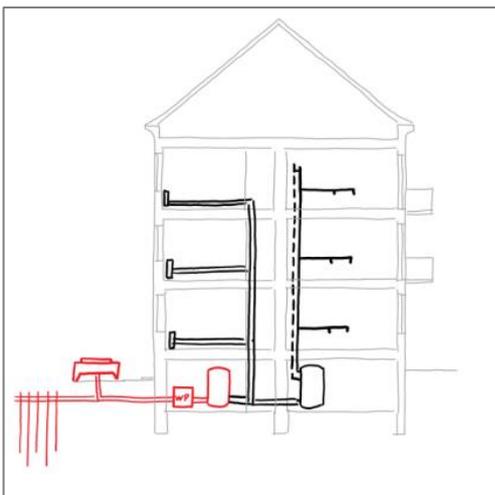
Es wird eine Umstellung auf eine Erdwärmepumpe vorgenommen.

Es ist dazu ein Erdsondenfeld zu errichten, mit ca. 0,7 m Sondenlänge pro Quadratmeter Nutzfläche. Es ist zusätzlich auch ein – gegenüber der Luftwärmepumpe deutlich kleinerer – Luft-Glykol-Wärmetauscher zu errichten, welcher sehr wirtschaftlich die Erdsonden entlastet. Wegen seiner deutlich kleineren Leistung wird eine Machbarkeit seiner Aufstellung ohne weitere Erschwernisse angenommen.

Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für Erdwärmesonden stellt ein Ausschlusskriterium dar.

1. Basismaßnahme des Ersatzes der Gasthermen durch eine Erdwärmepumpe
2. Erschwernis durch Vorliegen von Hochtemperatur-Radiatoren
3. Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

6.2.4.1 Basismaßnahme: Ersatz des Gaskessels durch eine Erdwärmepumpe



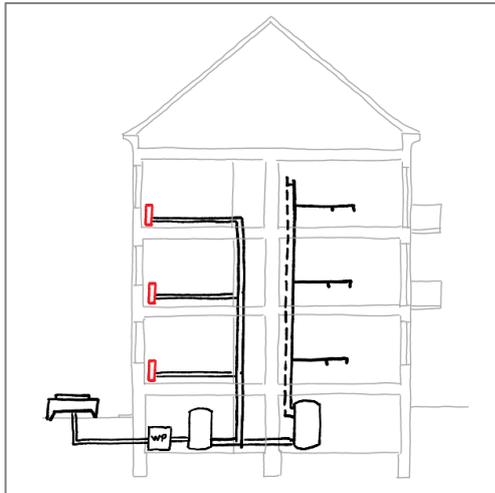
Errichtung einer zentralen Sole-Wasser-Wärmepumpe
Errichtung von Erdsonden in der Größenordnung von 0,7 m Sonden pro m² Nutzfläche.

Zusätzliche Errichtung eines Sole-Luft-Wärmetauschers, zur Versorgung der WP in Übergangszeiten und im Sommer.

Kostenkennzahl: 150 EUR/m²_{WNF} oder 10.500 EUR/Whg⁵

⁵ 110 EUR/m² für die Vergleichsmaßnahme einer zentralen Luftwärmepumpe.
40 EUR/m² für die Errichtung des Erdsondenfelds von 0,7 lfm/m²

6.2.4.2 Erschwernis: Unpassende Heizkörper



Es liegt eine Konstellation aus schlechter thermischer Gebäudequalität und kleinflächigen Heizkörpern vor, die eine Vorlauftemperatur der Raumheizung von mehr als 50°C erforderlich macht.

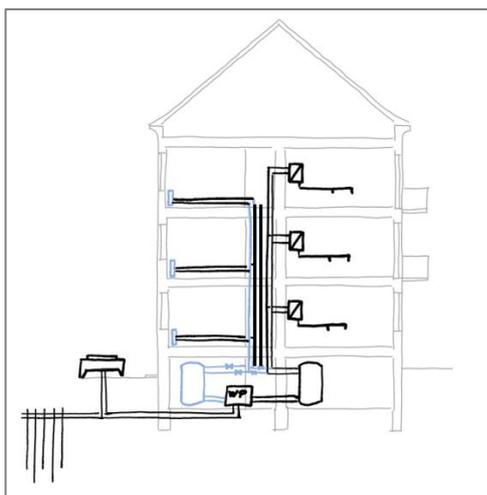
Die Heizkörper werden ersetzt durch Nieder-temperaturheizkörper, gegebenenfalls auch durch Wärmepumpenkonvektoren. Es kann auch der Ersatz der Anbindeleitungen erforderlich werden.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.500 EUR/Whg

Unter Umständen muss auch die hausseitige vertikale Wärmeverteilung ersetzt werden, nämlich dann, wenn sie die höhere Durchflussmenge der Nieder-temperaturheizung nicht aufnehmen kann. In diesem Fall treten zusätzlich auch die Kosten der Herstellung einer zentralen Heizungs-Wärmeverteilung, mit einer Kostenkennzahl von zusätzlich 25 EUR/m²_{WNF} oder 1.750 EUR/Whg (in Summe dann somit 60 EUR/m²_{WNF} oder 4.200 EUR/Whg).

6.2.4.3 Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

Die Wohnungen werden aus dem errichteten Erdsondenfeld sommerlich temperiert. Die gespeicherte Abwärme der sommerlichen Temperierung wird im Winter zur deutlichen Effizienzsteigerung der Wärmepumpe genutzt. Eine Kombination mit einer Fernwärmeversorgung ist gut möglich.



Es wird ein zusätzlicher Kältespeicher errichtet.

Es wird die Heizungsverteilung hydraulisch zum wechselweisen Betrieb aus dem Kältespeicher vorbereitet.

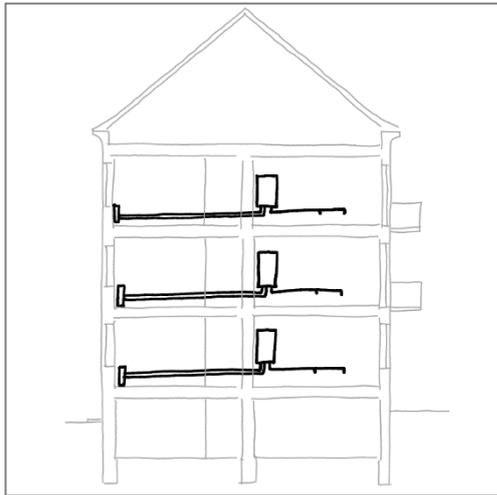
Es werden, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.500 EUR/Whg⁶

⁶ 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.
17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.3 Umstellung bestehender Gas-Etagenheizungen

Es liegt eine Konstellation mit dezentraler, wohnungsweiser, Wärmeerzeugung mit Gas-Kombithermen vor.



Als Basis-Konstellation wird angenommen, dass die Heizkörper und Anbindeleitungen, sowie auch die Stichleitungen des Warmwassersystems weiter genutzt werden können.

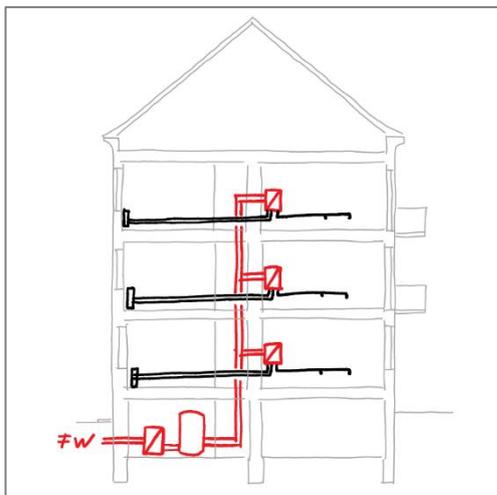
6.3.1 Ersatz der Gasthermen durch Fernwärme

Es wird eine Umstellung auf Fernwärme vorgenommen, mit Herstellung der Fernwärme-Übergabestation, einem Lastausgleichsspeicher, einer Steigleitung und Wohnungsstationen.

Voraussetzung ist naturgemäß die Verfügbarkeit eines Fernwärmeanschlusses. Erschwerend und damit vertuernd kann sich die Entfernung des verfügbaren Fernwärmeanschlusses auswirken.

1. Basismaßnahme: Herstellung von Fernwärme Übergabestation mit Lastausgleichsspeicher, Steigleitung und Wohnungsstation
2. Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung

6.3.1.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gaskombithermen durch Fernwärme



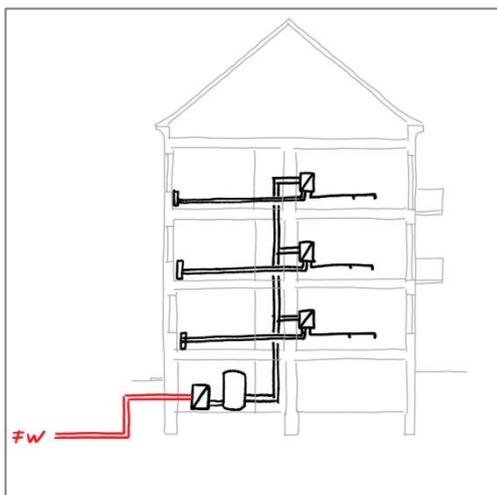
Die Gaskombithermen werden durch Wohnungsstationen ersetzt.

Es wird hausseitig eine zentrale vertikale Wärmeverteilung hergestellt.

Es wird eine Fernwärme-Übergabestation mit Lastausgleichsspeicher hergestellt, zur Versorgung der zentralen Wärmeverteilung.

85 EUR/m²_{WNF} oder 6.000 EUR/Whg⁷

6.3.1.2 Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung.



Die Länge der Anschlussleitung übersteigt einen Wert von max. 5 m.

Angenommen wird eine zusätzliche Länge der Anschlussleitung von weiteren 20 m.

Kostenkennzahl: +12 EUR/m²_{WNF} oder +840 EUR/Whg

⁷ 35 EUR/m² für den Fernwärmeanschluss, die Fernwärme-Übergabestation und den Lastausgleichsspeicher
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstation.

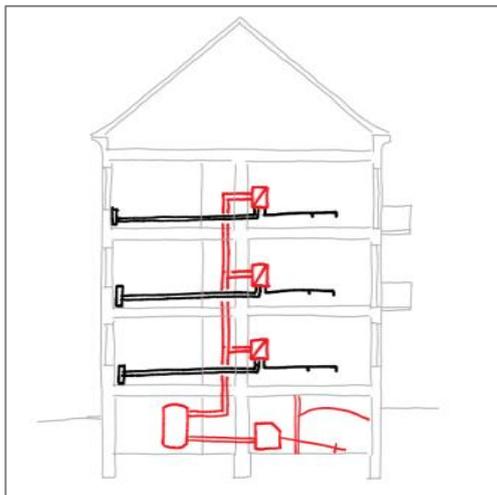
6.3.2 Ersatz der Gasthermen durch einen Pelletkessel

Es wird eine Umstellung auf einen zentralen Pelletkessel vorgenommen.

Voraussetzung ist die Verfügbarkeit geeigneter Räumlichkeiten für die Aufstellung des Kessels und für die Herstellung eines Lagerraums für die Pellets. Erschwerend und damit vertuernd kann sich eine gegebenenfalls erforderliche Kaminsanierung auswirken. Diese Erschwernis wird nicht explizit bewertet.

1. Basismaßnahme: Ersatz der Gasthermen durch einen Pelletkessel

6.3.2.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gasthermen durch einen Pelletkessel



Die Gaskombithermen werden durch Wohnungsstationen ersetzt.

Es wird hausseitig eine zentrale vertikale Wärmeverteilung hergestellt. Der zentrale Gaskessel wird ersetzt durch einen Pelletkessel.

Es wird ein Lagerraum für Pellets errichtet, mit einem nutzbaren Volumen von ca. 30 m³ (bei zweimal jährlicher Befüllung).

Von einer Nutzbarkeit des bestehenden Wärmeverteilnetzes, sowohl hausseitig als auch wohnungsseitig, kann ausgegangen werden.

Kostenkennzahl: 100 EUR/m²_{WNF} od. 7.000 EUR/Whg⁸

⁸ 50 EUR/m² für den Kessel, Lastausgleichsspeicher und Lagerraum.
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstationen.
evtl. 5 EUR/m² für die Kaminsanierung oder -erneuerung.

6.3.3 Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Luftwärmepumpe

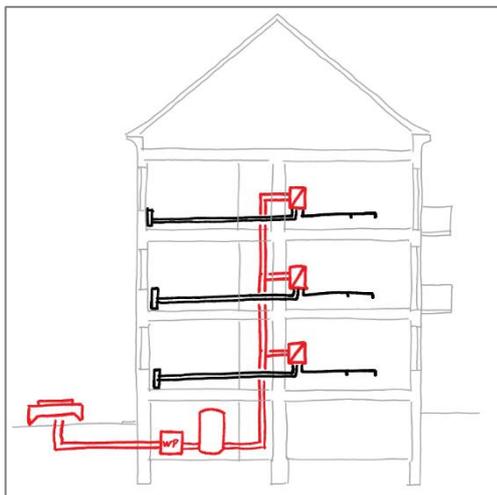
Es wird eine Umstellung auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe vorgenommen.

Für die Basismaßnahme wird die Verfügbarkeit räumlich und schalltechnisch verfügbarer Aufstellflächen für die Außenteile der Wärmepumpen als gegeben vorausgesetzt. Ebenso die Nutzbarkeit der bestehenden Heizkörper und Wärmeverteilsysteme. Für den Fall, dass dem nicht so ist, werden Erschwernisse definiert.

Anmerkung: Eine Umstellung auf Luft-Wasser-Wärmepumpen wird nur dann empfohlen, wenn kein Fernwärmeanschluss herstellbar ist. Es wird festgehalten, dass in dicht verbauten Wohngebieten der flächendeckende Ausbau der Fernwärmeanschlüsse gegenüber Lösungen mit Wärmepumpen eindeutig zu bevorzugen ist.

1. Basismaßnahme der Herstellung von Luft-Wasser-Wärmepumpe, Steigleitung und Wohnungsstationen
2. Erschwernis durch Vorliegen von Hochtemperatur-Radiatoren
3. Erschwernis durch schallsensible Lage
4. Erschwernis durch mangelhaftes Raumangebot
5. Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung

6.3.3.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Luftwärmepumpe



Die Gaskombithermen werden durch Wohnungsstationen ersetzt.

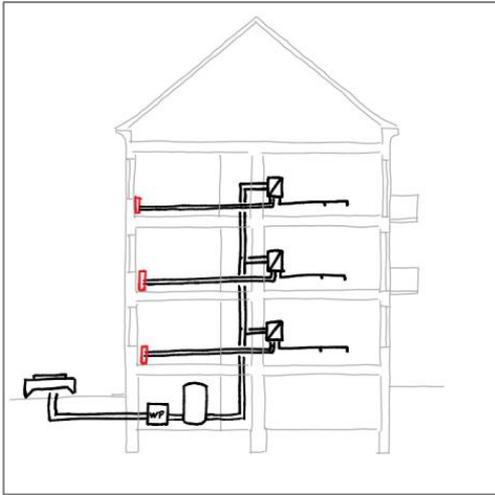
Es wird hausseitig eine zentrale vertikale Wärmeverteilung hergestellt.

Es wird eine zentrale Luft-Wasser-WP hergestellt, zur Versorgung der zentralen Wärmeverteilung.

160 EUR/m²_{WNF} oder 11.200 EUR/Whg⁹

⁹ 110 EUR/m² für die Luftwärmepumpe, Außenteile und Lastausgleichsspeicher.
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstationen.

6.3.3.2 Erschwernis: Unpassende Heizkörper

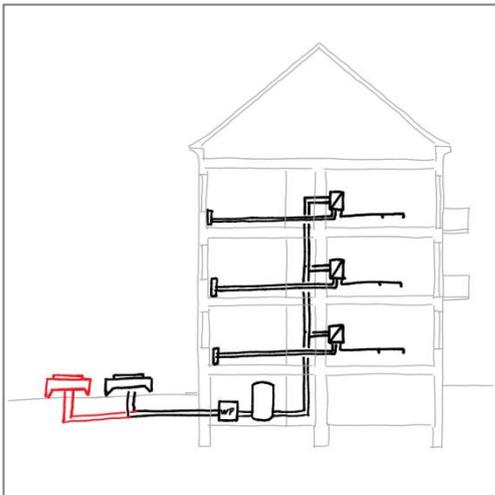


Es liegt eine Konstellation aus schlechter thermischer Gebäudequalität und kleinflächigen Heizkörpern vor, die eine Vorlauftemperatur der Raumheizung von mehr als 50°C erforderlich macht.

Die Heizkörper werden ersetzt durch Niedertemperaturheizkörper, gegebenenfalls auch durch Wärmepumpenkonvektoren. Es kann auch der Ersatz der Anbindeleitungen erforderlich werden.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.500 EUR/Whg

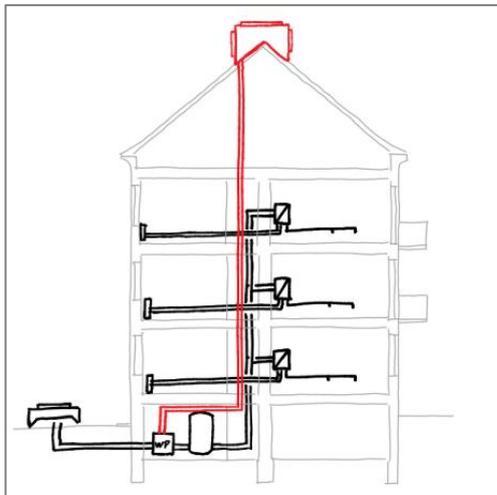
6.3.3.3 Erschwernis: Schallsensible Lage



Wenn eine schallsensible Lage mit niedrigem Dauerschallpegel im Außenraum vorliegt, werden spezielle Maßnahmen zur Minderung von Schallemissionen der Luftwärmetauscher erforderlich. Sämtliche Außeneinheiten von Luft-Wasser-WP werden mit gezielt niedrigen Schallemissionen ausgeführt. Sie werden demnach größer und teurer.

Kostenkennzahl: +30 EUR/m²_{WNF} oder +2.100 EUR/Whg

6.3.3.4 Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot



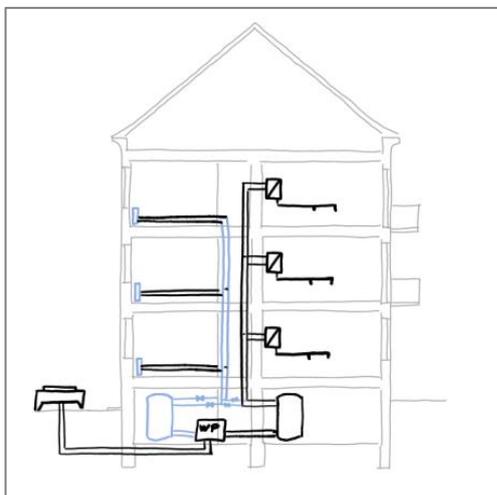
Es liegt eine Konstellation mit mangelhaftem Raumangebot für die Aufstellung der Luft-Wärmetauscher der Wärmepumpe vor.

Es werden teurere Ersatzflächen genutzt bzw. geschaffen:

Etwa durch Anordnung der vollständigen WP im Außenbereich (Monoblock-Technologie). Etwa durch Errichtung von freistehenden Wärmezentralen im Außenbereich von Wohnanlagen. Etwa durch Nutzung von Dachräumen. Etwa durch Umnutzung und Ersatzvornahme existierender Räume.

Kostenkennzahl: +40 EUR/m²_{WNF} oder +2.800 EUR/Whg

6.3.3.5 Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung



Die Wohnungen werden, im Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung, moderat temperiert.

Es wird ein zusätzlicher Kältespeicher errichtet.

Es wird ein zusätzliches Steigleitungspaar zur saisonal wechselnden Wärme- und Kälteversorgung errichtet.

Es werden, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht.

Eine Kühlung über das Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung hinaus ist auch gegen die Außenluft möglich, allerdings um den Preis des „Thermischen Abfalls“, also des Wärmeeintrags in die warme Außenluft.

Kostenkennzahl: +60 EUR/m²_{WNF} od. +4.200 EUR/Whg¹⁰

¹⁰ 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.
25 EUR/m² für die zusätzliche Steigleitung.
17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.3.4 Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Erdwärmepumpe

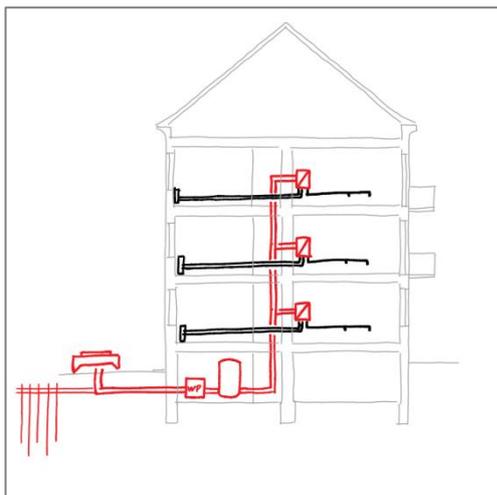
Es wird eine Umstellung auf eine Erdwärmepumpe vorgenommen.

Es ist dazu ein Erdsondenfeld zu errichten, mit ca. 0,7 m Sondenlänge pro Quadratmeter Nutzfläche. Es ist zusätzlich auch ein – gegenüber der Luftwärmepumpe deutlich kleinerer – Luft-Glykol-Wärmetauscher zu errichten, welcher sehr wirtschaftlich die Erdsonden entlastet. Wegen seiner deutlich kleineren Leistung wird eine Machbarkeit seiner Aufstellung ohne weitere Erschwernisse angenommen.

Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für Erdwärmesonden stellt ein Ausschlusskriterium dar.

4. Basismaßnahme des Ersatzes der Gasthermen durch eine Erdwärmepumpe
5. Erschwernis durch Vorliegen von Hochtemperatur-Radiatoren
6. Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

6.3.4.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gasthermen durch eine zentrale Erdwärmepumpe



Errichtung einer zentralen Sole-Wasser-Wärmepumpe. Errichtung von Erdsonden in der Größenordnung von 0,7 m Sonden pro m² Nutzfläche. Zusätzlich Errichtung eines Sole-Luft-Wärmetauschers, zur Versorgung der WP in Übergangszeiten und im Sommer.

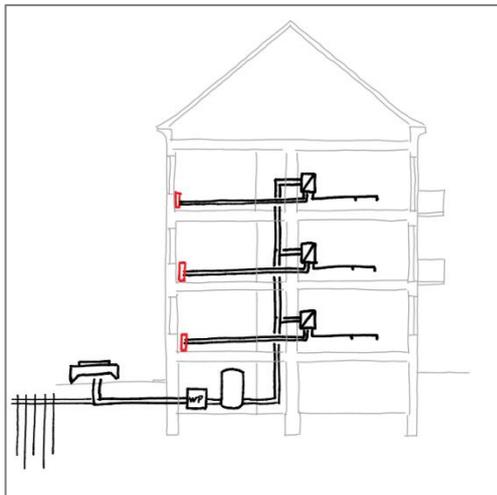
Es wird hausseitig eine zentrale vertikale Wärmeverteilung hergestellt.

Die Gaskombithermen werden durch Wohnungsstationen ersetzt.

Kostenkennzahl: 200 EUR/m²_{WNF} od. 14.000 EUR/Whg¹¹

¹¹ 110 EUR/m² für die Vergleichsmaßnahme einer zentralen Luftwärmepumpe.
40 EUR/m² für die Errichtung des Erdsondenfelds von 0,7 m/m²
25 EUR/m² für die Errichtung der Steigleitung
25 EUR/m² für die Errichtung der Wohnungsstationen

6.3.4.2 Erschwernis: Unpassende Heizkörper



Es liegt eine Konstellation aus schlechter thermischer Gebäudequalität und kleinflächigen Heizkörpern vor, die eine Vorlauftemperatur der Raumheizung von mehr als 50°C erforderlich macht.

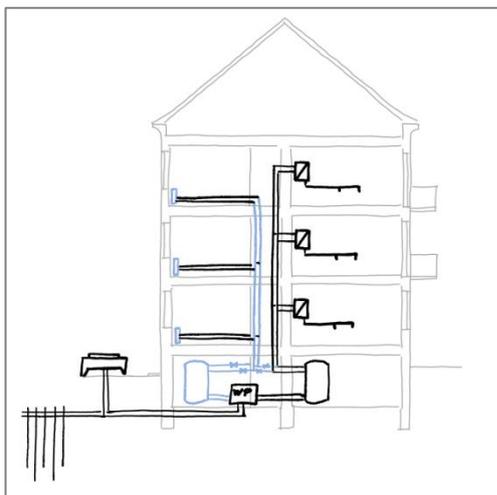
Die Heizkörper werden ersetzt durch Niedertemperaturheizkörper, gegebenenfalls auch durch Wärmepumpenkonvektoren. Es kann auch der Ersatz der Anbindeleitungen erforderlich werden.

Kostenkennzahl: +35 EUR/m²_{WNF} oder +2.800 EUR/Whg

6.3.4.3 Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

Die Wohnungen werden aus dem, für die Heizung, errichteten Erdsondenfeld sommerlich temperiert. Die gespeicherte Abwärme der sommerlichen Temperierung wird im Winter zur deutlichen Effizienzsteigerung der Wärmepumpe genutzt.

Eine Kombination mit Fernwärme ist gut möglich.



Es wird, wie zuvor, ein zusätzliches Steigleitungspaar errichtet.

Es werden, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht.

Kostenkennzahl: +60 EUR/m²_{WNF} oder +4.200 EUR/Whg¹²

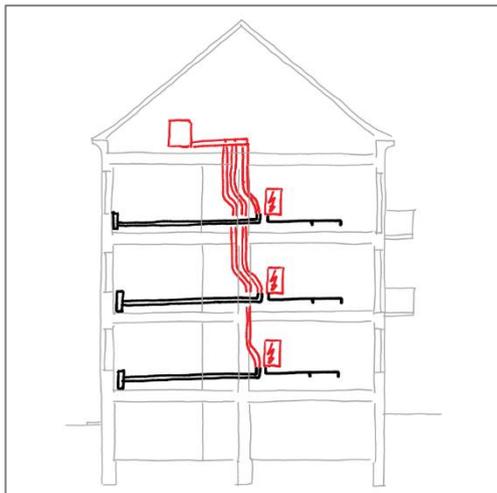
¹² 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.
25 EUR/m² für die zusätzliche Steigleitung.
17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.3.5 Ersatz der Gas-Etagenheizungen durch eine Gemeinschaftstherme

Es wird eine Umstellung auf eine Gemeinschaftstherme vorgenommen, nach dem System, welches vom gemeinnützigen Wohnbauträger Sozialbau entwickelt wurde und nach einem erfolgreichen Pilotversuch nun aktiv Mieter*innen angeboten wird.

Die Umstellung auf die Gemeinschaftstherme kann wohnungsweise und mit sehr geringem baulichem Aufwand vorgenommen werden. Mit der Umstellung werden die Mieter*innen von Kosten der Thermenwartung entlastet. Es werden auch gesundheitliche Risiken der Gasfeuerung in den Wohnungen vermieden. Und es wird insbesondere die Grundlage für eine spätere Umstellung auf eine zentrale, nicht-fossile Wärmeerzeugung geschaffen. Insofern stellt die Umstellung auf die Gemeinschaftstherme eine vorbereitende Maßnahme zu einer späteren Umstellung auf nicht-fossile Energieträger dar.

6.3.5.1 Vorbereitende Maßnahme: Ersatz der Gasthermen durch Gemeinschaftsthermen



Es werden die Kombithermen demontiert.

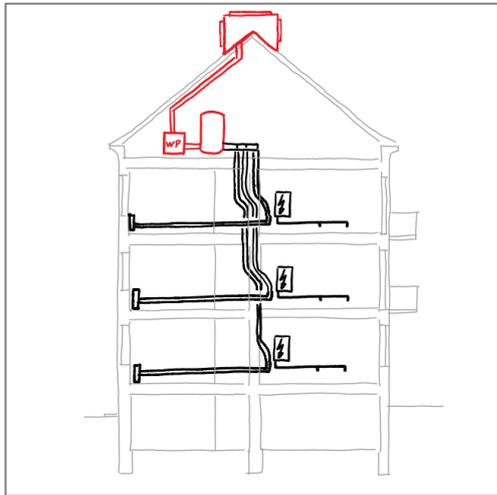
Es werden Heizleitungen durch die stillgelegten Kamine eingezogen, an welche die bestehenden Heizkörper über die bestehenden Anbindeleitungen versorgt werden.

Es werden Elektro-Warmwasserspeicher mit integrierten Rohrbündelwärmetauschern hergestellt.

Am Dachboden wird ein Gaskessel, die „Gemeinschaftstherme“ hergestellt.

Kostenkennzahl: 70 EUR/m²_{WNF} oder 4.900 EUR/Whg

6.3.5.2 Aufbauende Maßnahme: Ersatz der Gemeinschaftstherme durch eine Luft-Wärmepumpe



Aufbauen auf die vorbereitende Maßnahme, der Errichtung einer Gemeinschaftstherme, wird, für eine Umstellung auf nicht-fossile Energieträger, die Gemeinschaftstherme durch eine Luft-Wärmepumpe ersetzt.

Die neu errichtenden Steigleitungen, Anschlüsse und Speicher in der Wohnung werden dabei weiterverwendet, es wird wirklich ausschließlich die Gemeinschaftstherme ersetzt.

Der Aufwand und die Kosten sind vergleichbar, mit einer Umstellung von einem zentralen Gaskessel.

Kostenkennzahl: 110 EUR/m²_{WNF} oder 7.700 EUR/Whg

In Summe, inkl. der vorbereitenden Maßnahme, somit 180 EUR/m²_{WNF} oder 12.600 EUR/Whg.¹³

¹³ 70 EUR/m² für die vorbereitenden Maßnahmen
110 EUR/m² für die Luft-Wasser Wärmepumpe

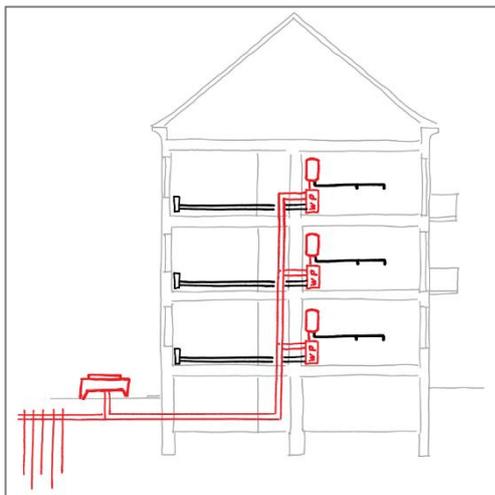
6.3.6 Ersatz der Gas-Etagenheizungen durch dezentrale Mini-Wärmepumpen

Es wird eine Umstellung auf dezentrale Mini-Wärmepumpen vorgenommen. Jede Wohnung erhält eine eigene Wärmepumpe, deren Abmessungen jenen einer Gastherme entsprechen. Über einen Bereitschaftsspeicher wird Warmwasser bereitet. Primärseitig wird die Mini-WP über ein Steigleitungspaar versorgt, welches aus einem Erdsondenfeld und/oder einem Luft-Wärmetauscher versorgt wird.

Im Falle einer Lösung mit Erdwärme ist dazu ein Erdsondenfeld zu errichten, mit ca. 0,7-1 m Sondenlänge pro Quadratmeter Nutzfläche. Es ist zusätzlich auch ein – gegenüber der Luftwärmepumpe deutlich kleinerer – Luft-Glykol-Wärmetauscher zu errichten, welcher sehr wirtschaftlich die Sonden entlastet. Wegen seiner deutlich kleineren Leistung wird eine Machbarkeit seiner Aufstellung ohne weitere Erschwernisse angenommen.

Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für Erdwärmesonden stellt ein Ausschlusskriterium für die Erdwärmenutzung dar. Für die Aufstellung von Luftwärmetauschern gelten die schon zuvor thematisierten Erschwernisse.

6.3.6.1 Basismaßnahme Variante 1: dezentrale Sole-Wärmepumpen und Erdsondenfeld



Es werden in jeder Wohnung eine Sole-Wärmepumpe und ein WW-Bereitschaftsspeicher hergestellt.

Es wird ein Steigleitungspaar für die primärseitige Versorgung der Mini-WP hergestellt.

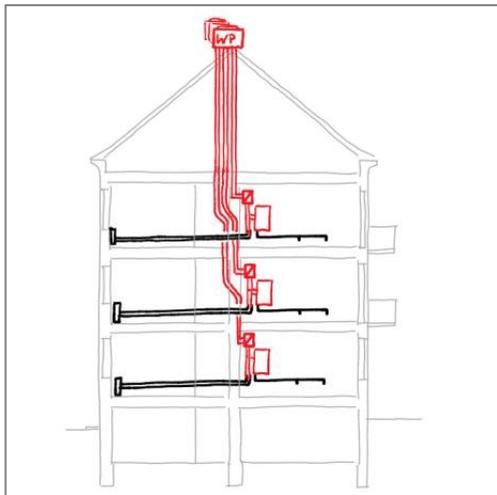
Es werden ein Erdsondenfeld mit ca. $1 \text{ lfm}/\text{m}^2_{\text{WNF}}$ und ein Luft-Glykol-WT hergestellt.

Mit den geeigneten Heizkörpern ist mit diesem System auch eine sommerliche Temperierung möglich.

Kostenkennzahl: $210 \text{ EUR}/\text{m}^2_{\text{WNF}}$ od.
 $14.700 \text{ EUR}/\text{Whg}^{14}$

¹⁴ 120 EUR/m² Herstellkosten für die Mini-WP plus Speicher und Steuerung.
25 EUR/m² Herstellkosten für die Steigleitung,
65 EUR/m² Herstellkosten für die Erdsonden und den Luftwärmetauscher

6.3.6.2 Basismaßnahme Variante 2: dezentrale Luftwärmepumpen



Es wird für jede Wohnung eine eigene Luft-Glykol-Wärmepumpe in Monoblock-Ausführung hergestellt und am Dach platziert.

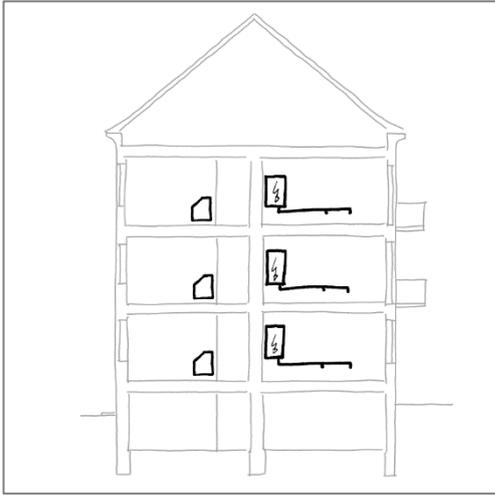
Die Wohnungen werden über die stillgelegten Kamine versorgt.

In den Wohnungen werden ein Trennwärmetauscher und ein Warmwasser-Bereitschaftsspeicher hergestellt.

Kostenkennzahl: 190 EUR/m²_{WNF} od.
13.300 EUR/Whg¹⁵

¹⁵ 130 EUR/m² für die dezentralen Luft-Glykol Wärmepumpen
35 EUR/m² für die Verteilungen.
25 EUR/m² für die Warmwasser-Bereitschaftsspeicher und hydraulische Verschaltung.

6.4 Umstellung bestehender Gas-Einzelöfen



Es liegt eine Konstellation mit Gas-Einzelöfen und mit Elektro-Warmwasserspeichern vor.

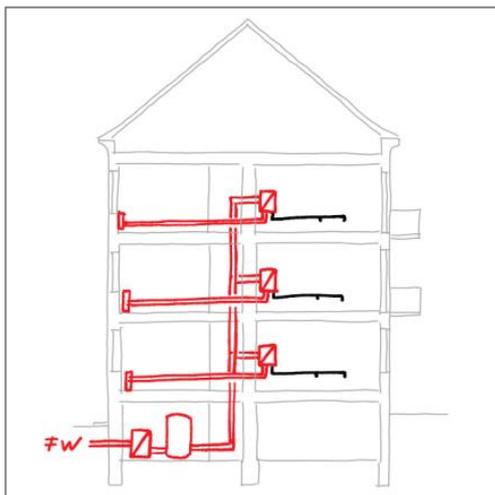
6.4.1 Ersatz der Gas-Einzelöfen durch Fernwärme

Es wird eine Umstellung auf eine zentrale Fernwärmeversorgung vorgenommen, mit Herstellung der Fernwärme-Übergabestation, einem Lastausgleichsspeicher, einer Steigleitung, Wohnungsstationen und wasserführenden Heizung in den Wohnungen.

Voraussetzung ist naturgemäß die Verfügbarkeit eines Fernwärmeanschlusses. Erschwerend und damit verteuern kann sich die Entfernung des verfügbaren Fernwärmeanschlusses auswirken.

1. Basismaßnahme: Herstellung von Fernwärme Übergabestation mit Lastausgleichsspeicher, Steigleitung, Wohnungsstationen und Warmwasserheizung in den Wohnungen.
2. Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung

6.4.1.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gas-Einzelöfen durch Fernwärme



Es wird ein Fernwärmeanschluss mit einer Fernwärme-Übergabestation und Lastausgleichsspeicher hergestellt.

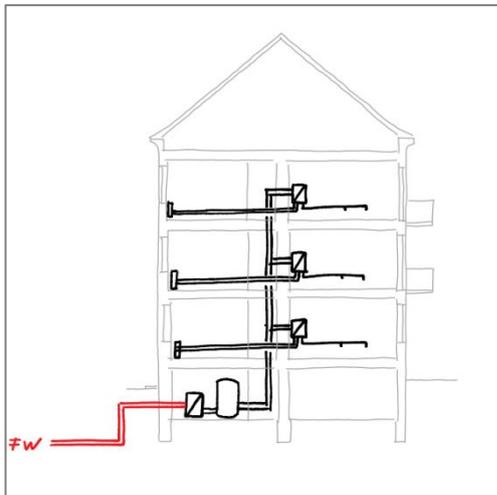
Es wird eine zentrale Wärmeverteilung mit Steigleitung und Wohnungsstationen hergestellt.

Es wird eine wassergeführte Wärmeverteilung und -abgabe in den Wohnungen hergestellt. Typischerweise mit Niedertemperaturradiatoren, oder mit Flächenheizungen.

Kostenkennzahl: 130 EUR/m²_{WNF} oder 9.100 EUR/Whg¹⁶

¹⁶ 35 EUR/m² für den Fernwärmeanschluss, die Fernwärme-Übergabestation und den Lastausgleichsspeicher
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstation.
45 EUR/m² für die Wärmeabgabe inkl. Verteilung in den Wohnungen

6.4.1.2 Erschwernis: Lange Fernwärme Anschlussleitung.



Die Länge der Anschlussleitung übersteigt einen Wert von max. 5 m.

Angenommen wird eine zusätzliche Länge der Anschlussleitung von weiteren 20 m.

Kostenkennzahl: +12 EUR/m²_{WNF} oder +840 EUR/Whg

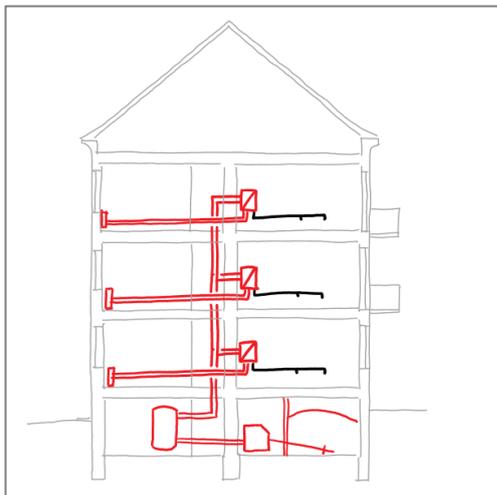
6.4.2 Ersatz der Gas-Einzelöfen durch einen Pelletkessel

Es wird eine Umstellung auf einen zentralen Pelletkessel vorgenommen.

Voraussetzung ist die Verfügbarkeit geeigneter Räumlichkeiten für die Aufstellung des Kessels und für die Herstellung eines Lagerraums für die Pellets. Erschwerend und damit verteuern kann sich eine gegebenenfalls erforderliche Kaminsanierung auswirken. Diese Erschwernis wird nicht explizit bewertet.

1. Basismaßnahme: Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine Wärmeversorgung mit einem zentralen Pelletkessel

6.4.2.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gas-Einzelöfen durch zentralen Pelletkessel



Es wird ein zentraler Pelletkessel errichtet.

Es wird ein Lagerraum für Pellets errichtet, mit einem nutzbaren Volumen von ca. 30 m³ (bei zweimal jährlicher Befüllung).

Es wird hausseitig eine zentrale vertikale Wärmeverteilung hergestellt.

In den Wohnungen werden die Gas-Einzelöfen durch wasserführende Heizungen und Wohnungsstationen ersetzt.

Kostenkennzahl: 145 EUR/m²_{WNF} oder 10.150 EUR/Whg¹⁷

¹⁷ 50 EUR/m² für den Kessel mit Lastausgleichsspeicher und Lagerraum.
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstationen.
45 EUR/m² für die Wärmeabgabe inkl. Verteilung in den Wohnungen
evtl. 5 EUR/m² für die Kaminsanierung oder -erneuerung

6.4.3 Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe

Es wird eine Umstellung auf eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe vorgenommen.

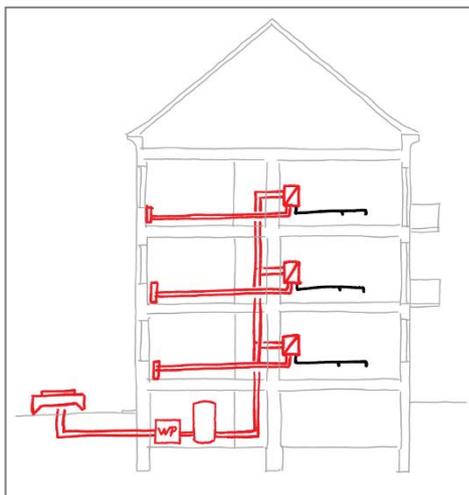
Für die Basismaßnahme wird die Verfügbarkeit räumlich und schalltechnisch verfügbarer Aufstellflächen für die Außenteile der Wärmepumpen als gegeben vorausgesetzt. Für den Fall, dass dem nicht so ist, werden Erschwernisse definiert.

Anmerkung: Eine Umstellung auf Luft-Wasser-Wärmepumpen wird nur dann empfohlen, wenn kein Fernwärmeanschluss herstellbar ist. Es wird festgehalten, dass in dicht verbauten Wohngebieten der flächendeckende Ausbau der Fernwärmeanschlüsse gegenüber Lösungen mit Wärmepumpen eindeutig zu bevorzugen ist.

Nachfolgend berücksichtigt werden:

1. Basismaßnahme der Herstellung der Luft-Wasser-Wärmepumpe, der Steigleitung, von Wohnungsstationen und Heizkörpern.
2. Erschwernis durch schallsensible Lage
3. Erschwernis durch mangelhaftes Raumangebot
4. Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung

6.4.3.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine Wärmeversorgung mit zentraler Luftwärmepumpe



Es wird eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe hergestellt.

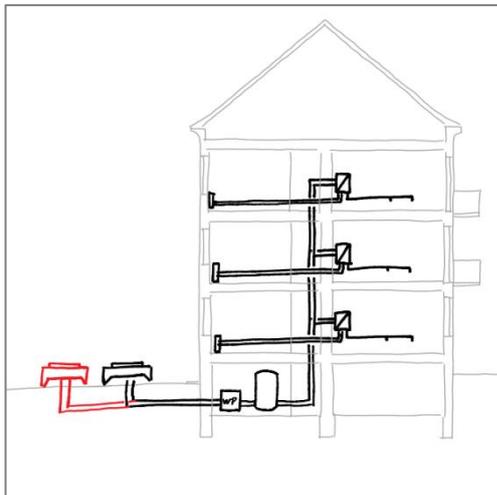
Es wird eine zentrale Wärmeverteilung für Raumheizung samt Frischwasserstationen in den Wohnungen hergestellt.

Es wird eine wassergeführte Wärmeverteilung und –abgabe in den Wohnungen hergestellt. Typischerweise mit Niedertemperaturradiatoren, oder mit Flächenheizungen.

Kostenkennzahl: 205 EUR/m²_{WNF} od.
14.350 EUR/Whg¹⁸

¹⁸ 110 EUR/m² für die Luftwärmepumpe, Außenteile und Lastausgleichsspeicher.
25 EUR/m² für die Steigleitung.
25 EUR/m² für die Wohnungsstationen.
45 EUR/m² für die Wärmeabgabe inkl. Verteilung in den Wohnungen

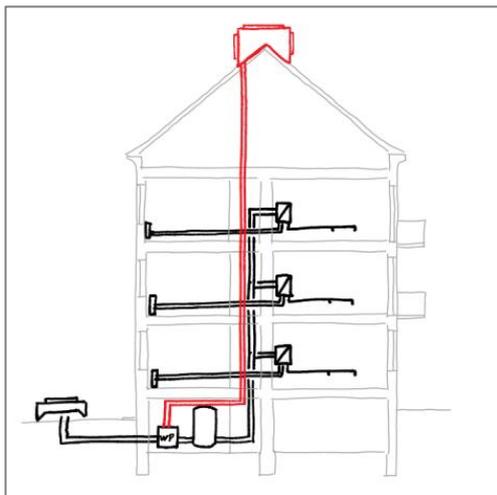
6.4.3.2 Erschwernis: Schallsensible Lage



Wenn eine schallsensible Lage mit niedrigem Dauerschallpegel im Außenraum vorliegt, werden spezielle Maßnahmen zur Minderung von Schallemissionen der Luftwärmetauscher erforderlich. Sämtliche Außeneinheiten von Luft-Wasser-WP werden mit gezielt niedrigen Schallemissionen ausgeführt. Sie werden demnach größer und teurer.

Kostenkennzahl: +30 EUR/m²_{WNF} oder +2.100 EUR/Whg

6.4.3.3 Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot



Es liegt eine Konstellation mit mangelhaftem Raumangebot für die Aufstellung der Luft-Wärmetauscher der Wärmepumpe vor.

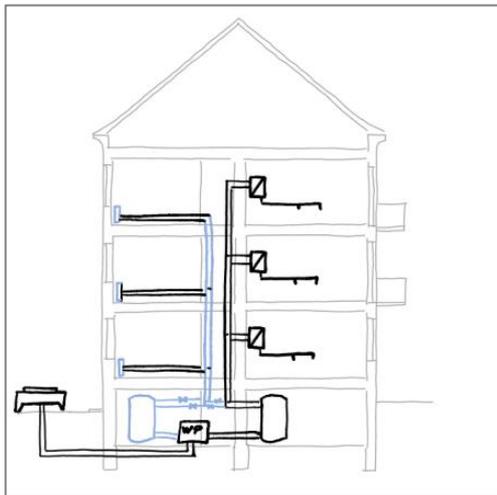
Es werden teurere Ersatzflächen genutzt bzw. geschaffen:

Etwa durch Anordnung der vollständigen WP im Außenbereich (Monoblock-Technologie). Etwa durch Errichtung von freistehenden Wärmezentralen im Außenbereich von Wohnanlagen. Etwa durch Nutzung von Dachräumen. Etwa durch Umnutzung und Ersatzvornahme existierender Räume.

Kostenkennzahl: +40 EUR/m²_{WNF} oder +2.800 EUR/Whg

6.4.3.4 Chance: Sommerliche Temperierung aus der Warmwasserbereitung

Die Wohnungen werden, im Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung, moderat temperiert.



Es wird ein zusätzlicher Kältespeicher errichtet.

Es wird die Heizungsverteilung hydraulisch zum wechselweisen Betrieb aus dem Kältespeicher vorgerichtet.

Es werden, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht.¹⁹

Eine Kühlung über das Ausmaß des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung hinaus ist auch gegen die Außenluft möglich, allerdings um den Preis des „Thermischen Abfalls“, also des Wärmeeintrags in die warme Außenluft.

Kostenkennzahl: +60 EUR/m²_{WNF} oder +4.200 EUR/Whg²⁰

¹⁹ In allen Wohnungen mit ohnehin neu errichteten Heizungen kann aber von einer bereits vorsorglich errichteten Flächenheizung ausgegangen werden.

²⁰ 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.
25 EUR/m² für die zusätzliche Steigleitung.
17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.4.4 Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Erdwärmepumpe

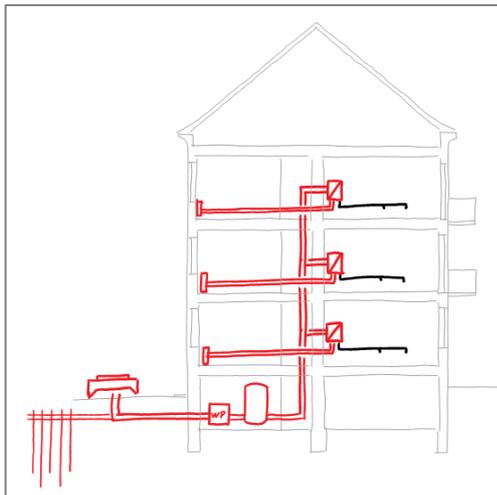
Es wird eine Umstellung auf eine Erdwärmepumpe vorgenommen.

Es ist dazu ein Erdsondenfeld zu errichten, mit ca. 0,7 m Sondenlänge pro Quadratmeter Nutzfläche. Es ist zusätzlich auch ein – gegenüber der Luftwärmepumpe deutlich kleinerer – Luft-Glykol-Wärmetauscher zu errichten, welcher sehr wirtschaftlich die Erdsonden entlastet. Wegen seiner deutlich kleineren Leistung wird eine Machbarkeit seiner Aufstellung ohne weitere Erschwernisse angenommen.

Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für Erdwärmesonden stellt ein Ausschlusskriterium dar.

1. Basismaßnahme des Ersatzes Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Erdwärmepumpe, Erdsondenfeld, verkleinertem Luftwärmetauscher, Lastausgleichsspeicher, Steigleitungen, Wohnungsstationen und wasserführenden Heizungen.
2. Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

6.4.4.1 Basismaßnahme: Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine zentrale Erdwärmepumpe



Errichtung einer zentralen Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Lastausgleichsspeicher. Errichtung von Erdsonden in der Größenordnung von 0,7 m Sonden pro m² Nutzfläche. Zusätzlich Errichtung eines Sole-Luft-Wärmetauschers, zur Versorgung der WP in Übergangszeiten und im Sommer.

Errichtung einer zentralen vertikalen Wärmeverteilung.

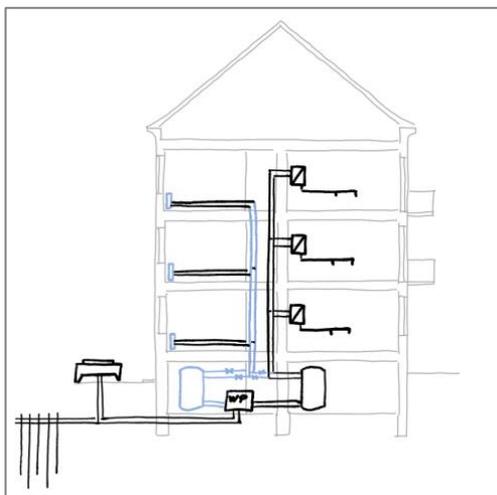
Errichtung von Wohnungsstationen und einer wasserführenden Heizung in den Wohnungen.

Kostenkennzahl: 245 EUR/m²_{WNF} od. 17.150 EUR/Whg²¹

6.4.4.2 Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme

Die Wohnungen werden aus dem, für die Heizung, errichteten Erdsondenfeld sommerlich temperiert. Die gespeicherte Abwärme der sommerlichen Temperierung wird im Winter zur deutlichen Effizienzsteigerung der Wärmepumpe genutzt.

Die Maßnahme ist gut mit Fernwärme kombinierbar.



Es wird ein zusätzliches Steigleitungspaar errichtet.

Es müssen, sofern kein Flächenheizsystem vorliegt, einzelne Radiatoren gegen Konvektoren ausgetauscht werden.

Kostenkennzahl: +60 EUR/m²_{WNF} oder +4.200 EUR/Whg²²

²¹ 110 EUR/m² für die Vergleichsmaßnahme einer zentralen Luftwärmepumpe.

40 EUR/m² für das Erdsondenfeld von 0,7 m/m²

25 EUR/m² für die Steigleitung

25 EUR/m² für die Wohnungsstationen

45 EUR/m² für die Wärmeabgabe inkl. Verteilung in den Wohnungen

²² 17,5 EUR/m² für den Kältespeicher und die hydraulischen Ergänzungen in der zentralen Anlage.

25 EUR/m² für die zusätzliche Steigleitung.

17,5 EUR/m² für die Konvektoren.

6.5 Übersicht über die Maßnahmen und Kosten

Wie in Kapitel 6.1 erläutert, handelt es sich bei den hier zusammengefassten Kostenschätzungen, sofern nicht anders angegeben, um durchschnittliche Brutto-Herstellungskosten, für 2020, im Großraum Wien.

Die angeführten Kostenschätzungen beziehen sich stets auf einen Quadratmeter Wohnnutzfläche (ausführliche Beschreibung der zugrundeliegenden Wohnungs-Annahmen siehe Kapitel 6.1.

Es wird wiederholt ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den angegebenen Kostenkennwerten um Richtwerte handelt. Es besteht jedenfalls, abhängig von vielen Randbedingungen, eine erhebliche Bandbreite dieser Kosten. In realen Bauvorhaben können die tatsächlichen Kosten erheblich, in beide Richtungen, von diesen Richtwerten abweichen.

| 6.2 | Umstellung bestehender zentralen Gasheizungen | EUR/m²_{WNF} | EUR/Whg |
|--------------|--|--|----------------|
| 6.2.1 | Ersatz des Gaskessels durch Fernwärme | | |
| 6.2.1.1 | Basismaßnahme | 35 | 2.500 |
| 6.2.1.2 | Erschwernis: Lange Anschlussleitung | + 12 | + 840 |
| 6.2.2 | Ersatz des Gaskessels durch einen Pelletkessel | | |
| 6.2.2.1 | Basismaßnahme | 50 | 3.500 |
| 6.2.2.2 | Erschwernis: Kaminsanierung oder –erneuerung | + 5 | 350 |
| 6.2.3 | Ersatz des Gaskessels durch eine Luftwärmepumpe | | |
| 6.2.3.1 | Basismaßnahme | 110 | 7.700 |
| 6.2.3.2 | Erschwernis: Unpassende Heizkörper | + 35 | + 2.500 |
| 6.2.3.3 | Erschwernis: Schallsensible Lage | + 30 | + 2.100 |
| 6.2.3.4 | Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot | + 40 | + 2.800 |
| 6.2.3.5 | Chance: Sommerliche Temperierung aus WW | + 35 | + 2.500 |
| 6.2.4 | Ersatz des Gaskessels durch eine Erdwärmepumpe | | |
| 6.2.4.1 | Basismaßnahme | 150 | 10.500 |
| 6.2.4.2 | Erschwernis: Unpassende Heizkörper | + 35 | + 2.500 |
| 6.2.4.3 | Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme | + 35 | 2.500 |
| 6.3 | Umstellung bestehender Gasetagenheizungen | EUR/m²_{WNF} | EUR/Whg |
| 6.3.1 | Ersatz der Gasthermen durch Fernwärme | | |
| 6.3.1.1 | Basismaßnahme | 85 | 6.000 |
| 6.3.1.2 | Erschwernis: Lange Anschlussleitung | + 12 | + 840 |
| 6.3.2 | Ersatz der Gasthermen durch einen Pelletkessel | | |
| 6.3.2.1 | Basismaßnahme | 100 | 7.000 |
| 6.3.3 | Ersatz der Gasthermen durch eine Luftwärmepumpe | | |
| 6.3.3.1 | Basismaßnahme | 160 | 11.200 |
| 6.3.3.2 | Erschwernis: Unpassende Heizkörper | + 35 | + 2.500 |
| 6.3.3.3 | Erschwernis: Schallsensible Lage | + 30 | + 2.100 |
| 6.3.3.4 | Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot | + 40 | + 2.800 |
| 6.3.3.5 | Chance: Sommerliche Temperierung aus WW | + 60 | + 4.200 |

| | | | |
|--------------|---|--|----------------|
| 6.3.4 | Ersatz der Gasthermen durch eine Erdwärmepumpe | | |
| 6.3.4.1 | Basismaßnahme | 200 | 14.000 |
| 6.3.4.2 | Erschwernis: Unpassende Heizkörper | + 35 | + 2.500 |
| 6.3.4.3 | Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme | + 60 | + 4.200 |
| 6.3.5 | Ersatz der Gasthermen durch eine Gemeinschaftstherme | | |
| 6.3.5.1 | Basismaßnahme | 70 | 4.900 |
| 6.3.5.2 | Chance: Tausch gegen eine Luftwärmepumpe | + 110 | + 7.700 |
| 6.3.6 | Ersatz der Gasthermen durch dezentrale WP | | |
| 6.3.6.1 | Basismaßnahme Variante 1: Sole-W-WP | 210 | 14.700 |
| 6.3.6.2 | Basismaßnahme Variante 2: Luft-W-WP | 190 | 13.300 |
| 6.4 | Umstellung bestehender Gas-Einzelöfen | EUR/m²_{WNF} | EUR/Whg |
| 6.4.1 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch Fernwärme | | |
| 6.4.1.1 | Basismaßnahme | 130 | 9.100 |
| 6.4.1.2 | Erschwernis: Lange Anschlussleitung | + 12 | + 840 |
| 6.4.2 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch einen Pelletkessel | | |
| 6.4.2.1 | Basismaßnahme | 145 | 10.150 |
| 6.4.3 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine L-W-WP | | |
| 6.4.3.1 | Basismaßnahme | 205 | 14.350 |
| 6.4.3.2 | Erschwernis: Schallsensible Lage | + 30 | + 2.100 |
| 6.4.3.3 | Erschwernis: Mangelhaftes Raumangebot | + 40 | + 2.800 |
| 6.4.3.4 | Chance: Sommerliche Temperierung aus WW | + 60 | + 4.200 |
| 6.4.4 | Ersatz der Gas-Einzelöfen durch eine Erdwärmepumpe | | |
| 6.4.4.1 | Basismaßnahme | 245 | 17.150 |
| 6.4.4.2 | Chance: Sommerliche Temperierung aus Erdwärme | + 60 | + 4.200 |

7 Schlussfolgerungen

7.1 Technische Machbarkeit eines vollständigen Ausstiegs aus Gasheizungen

Die vorliegende Machbarkeitsstudie hat ihre konkrete Fragestellung, ob nämlich technische Hindernisse für eine politische Setzung der vollständigen Umstellung von Gasheizungen im Wiener Gebäudebestand vorliegen, eindeutig beantwortet:

Aus technischer Sicht liegen keine Gründe vor, dauerhafte Ausnahmen von einer Umstellung von Gasheizungen und –warmwasserbereitungen im Wiener Wohnhausbestand zulassen zu müssen.

Mit Fernwärme, Biomasse, Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen stehen technologisch ausgereifte Systeme der nicht fossilen Wärmeversorgung bzw. –erzeugung zur Verfügung. In keinem der untersuchten realen oder parametrischen Gebäude haben sich Konstellationen abgebildet, in denen nicht eine Lösung aus dem Kreis dieser Technologien als Ersatz der bestehenden Gasheizungen technisch machbar wäre. Diese Feststellung erscheint uns, nach allen Erfahrungen aus der vorliegenden Machbarkeitsstudie heraus, allgemein gültig.

7.2 Punktuelle technische Ausschlussgründe für einzelne Technologien

Punktuell treten für eine oder mehrere der vier möglichen Gas-Ersatz-Technologien –Fernwärme, Biomasse, Luftwärmepumpen und Erdwärmepumpen – technische Ausschlussgründe auf:

Fernwärme muss ausgeschlossen werden, wenn ein Fernwärmeanschluss nicht zur Verfügung steht und vom Fernwärmeanbieter auch nicht hergestellt wird. Biomasse muss ggf. ausgeschlossen werden, wenn lufthygienische Gründe die Verbrennung von Biomasse für Heizzwecke an dem konkreten Standort nicht zulassen. Treffen beide Ausschlussgründe zusammen, muss auf eine Wärmepumpenanwendung zurückgegriffen werden.

7.3 Individuelle technische Erschwernisse

Ungeachtet der ausnahmslosen technischen Machbarkeit einer ausnahmslosen Umstellung von Gasheizungen auf nicht fossile Alternativen bestehen dennoch technische Erschwernisse, deren Auftreten im konkreten Anlassfall zu erheblichen baulichen Maßnahmen und damit erheblichen Mehrkosten führen kann.

In unserer Machbarkeitsstudie haben wir diese Erschwernisse stets aufbauend auf der Basismaßnahme einer günstigen Konstellation beschrieben und kostenseitig bewertet. Siehe dazu Kapitel 6. Typische technische Erschwernisse, die wir in der Machbarkeitsstudie angetroffen haben, betreffen etwa folgende Konstellationen:

- Große Entfernung zu einem grundsätzlich verfügbaren Fernwärmeanschluss
- Beschränktes Raumangebot zur Aufstellung neuer Komponenten der Wärmeerzeugung, -speicherung und -verteilung
- Herausfordernde Gegebenheiten hinsichtlich des Schallschutzes bei der Aufstellung von Außenteilen von Luftwärmepumpen.
- Herausforderungen hinsichtlich der Leitungsführung in den Gebäuden (es gibt sehr unterschiedliche Voraussetzungen).

7.4 Wirtschaftlichkeit infrastruktureller Investition in Fernwärme

Speziell in dicht bebauten Gebieten zeigen sich technisch und hinsichtlich der gebäudeseitigen Investitionskosten deutliche Stärken einer Fernwärmeversorgung. Nicht zuletzt deswegen, weil es gerade in diesen dicht bebauten Gebieten aufgrund von lufthygienischen Gründen zu Einschränkungen für Biomasse kommen kann und weil sich in diesen Gebieten für die Wärmepumpenlösungen häufig kostenintensive Erschwernisse ergeben können.

Auf Basis unserer Berechnungen könnten mit einem flächendeckenden Angebot an Fernwärme in dicht bebauten Gebieten, gegenüber individuellen Lösungen mit Wärmepumpen, gebäudeseitige Investitionskosten in der Größenordnung von 60 bis 135 EUR/m²_{WNF} eingespart werden.²³

Es sollte daher unserer Einschätzung nach der Herstellung eines umfassenden Fernwärmeangebots in dicht bebauten Stadtteilen mit Nachdruck erwogen werden.

Um das Ziel der Dekarbonisierung zu erreichen, stützt sich diese These darauf, dass Fernwärme mittel- bis langfristig weitestgehend unabhängig von direkter und indirekter fossiler Aufbringung sein muss. Bei der vorliegenden Untersuchung werden Kosten, die seitens der Energieversorgungsunternehmen aufzuwenden sind, um ihr Aufbringungs-Portfolio dahingehend umzugestalten, nicht berücksichtigt.

²³ Annahme von Mehrkosten von (a) einer Luftwärmepumpe ohne Erschwernisse gegenüber einem FW-Anschluss mit Erschwernis einer Zuleitung von bis zu 25m und von (b) einer Luftwärmepumpe mit den beiden Erschwernissen von lärmsensibler Lage und Platzmangel für die Aufstellung der Außenteile.

7.5 Soziale und rechtliche Herausforderungen

Die gegenständliche Machbarkeitsstudie hat, über ihren eigentlichen, technischen Fokus hinaus, klar gezeigt, dass es für eine wirtschaftlich vertretbare Umstellung von Gasheizungen flankierende soziale und rechtliche Rahmenbedingungen braucht.

Erstens ist die Umstellung von Gasheizungen mit zum Teil erheblichen Kosten verbunden. Bei Zusammentreffen einer ungünstigen Basiskonstellation mit ungünstigen und kostenintensiven Erschwernissen ergeben die Analysen Richtwerte der Umstellungskosten, beispielsweise von Gasthermen auf eine zentrale Luftwärmepumpe, von bis zu 265 EUR/m²_{WNF} oder von 18.550 EUR pro 70 m² Wohnung.²⁴ Und selbst das sind nur Richtwerte, von denen die realen Kosten, wie mehrfach erwähnt, deutlich, auch nach oben, abweichen können. Es stellt sich vehement das Erfordernis, diese Umstellungskosten sozial gerecht und verträglich zu verteilen. Eine Übertragung auf allein die Wohnungsnutzer*innen ist ausgeschlossen. Wir erachten zielgerichtete Förderungen für unumgänglich.

Zweitens ist in der Überzahl an Konstellationen die Umstellung von Gasheizungen mit baulichen Eingriffen in Wohnungen verbunden, in der Bandbreite von der Deinstallation von Gasthermen und Anschluss der bestehenden Gasetagenheizung an eine Wohnungsstation, bis hin zur Demontage von Gas-Einzelöfen und Errichtung einer neuen wasserführenden Heizung. Diese baulichen Maßnahmen sind, wenn sie in benutzten Wohnungen erfolgen, mit erheblichen Belastungen für die Bewohner*innen verbunden und müssen auch vor diesem Hintergrund sozial begleitet werden.

Drittens liegen wohnrechtliche Hindernisse vor: Die Freiwilligkeit, wonach Mieter*innen innerhalb der Dauer ihrer Miete einer Umstellung des Heizungssystems zustimmen, sie aber auch ablehnen können, ist strukturell hinderlich für eine vollständige und wirtschaftlich vertretbare Umstellung von Gasheizungen. Analoges gilt im Wohnungseigentum für die Freiwilligkeit und schwierige Mehrheitsbildung in Eigentümer*innen-Versammlungen. Hier bedarf es einer Weiterentwicklung oder Ergänzung der entsprechenden Rechtsmaterien, selbstverständlich unter Beachtung des zuvor benannten sozialen Aspekts der sozial verträglichen Kostenverteilung.

Viertens zeichnen sich schließlich weitere rechtliche Fragestellungen auch jenseits des Wohnrechts ab, etwa bei Interessenskonflikten mit dem Stadtbild- oder Denkmalschutz.

7.6 Empfehlung zu politischen Weichenstellungen

Aus den gewonnenen Erkenntnissen leitet sich die Empfehlung ab, politische Weichenstellungen für eine terminisierte, verbindliche und vollständige Umstellung von Gasheizungen auf klimafreundliche Heizungssysteme vorzunehmen.

²⁴ Beispiel für die Umstellung einer Gasetagenheizung auf eine Luftwärmepumpe mit den Erschwernissen unpassender Heizkörper, schallsensibler Lage und mangelhaftem Raumangebot für die Außenteile, laut Kapitel 6.3.3.

8 Literaturverzeichnis

Energie! Voraus. Energiebericht der Stadt Wien. Berichtjahr 2018. Magistratsabteilung 20 Energieplanung. Wien.2018.

Gasetagenheizungen im Licht der Dekarbonisierung des Energiesystems. Kurzstudie. E7 Energie Markt Analyse GmbH. Stadt Wien MA20. Wien. 2017.

Magistrat der Stadt Wien, 2019, Smart City Wien Rahmenstrategie – 2019–2050.

Bundeskanzleramt Österreich, 2020, Aus Verantwortung für Österreich – Regierungsprogramm 2020 – 2024.

OIB Österreichisches Institut für Bautechnik, 2018, Kostenoptimalitätsstudie.