

Urbaner Kältebedarf Österreich 2030/2050

E5.3 Machbarkeitsstudie Stadtquartier 3

Wien Neubau

(geschlossene dichte innerstädtische Bauweise / 19. Jhdt.)

K. Eder; B. Beigelböck

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

05/2024

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Urbaner Kältebedarf Österreich 2030/2050

E5.3 Machbarkeitsstudie Stadtquartier 3

Wien Neubau

(geschlossene dichte innerstädtische Bauweise / 19. Jhdt.)

DI Dr. Katharina Eder

VASKO+PARTNER Ingenieure | Ziviltechniker für Bauwesen und
Verfahrenstechnik GesmbH

DI Barbara Beigelböck

VASKO+PARTNER Ingenieure | Ziviltechniker für Bauwesen und
Verfahrenstechnik GesmbH

Wien, Mai 2024

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	Quartiersbeschreibung	6
1.1.	Stadtquartier 3 (Wien Neubau)	6
1.1.1.	Fact Sheet	6
1.1.2.	Übersicht.....	6
1.1.3.	Flächenwidmung.....	9
1.1.4.	Lärmkataster.....	9
1.1.5.	Bestehende Wärmeversorgung.....	10
1.2.	Ähnliche Quartiere.....	11
2	Grundlagen.....	12
2.1.	Flächenermittlung aus GIS	12
2.2.	Nutzung.....	13
2.3.	U-Werte	14
2.4.	Fenster/Beschattung.....	14
2.5.	Lüftung.....	14
2.6.	Sanierungsgrad	15
2.7.	Kühlgradtage.....	15
2.8.	Raumtemperatur-Sollwerte.....	15
3	Ermittlung Kältekennzahlen	16
3.1.	Kühllast.....	16
3.1.1.	Referenzjahr 2030	16
3.1.2.	Vergleichsjahr 2050	17
3.1.3.	Kühllast 2030 vs. 2050	19
3.2.	Kühlbedarf.....	19
3.2.1.	Referenzjahr 2030	19
3.2.2.	Vergleichsjahr 2050	21
3.2.3.	Kühlbedarf 2030 vs. 2050	22
4	Machbarkeitsanalyse für die Kältebereitstellung	23
4.1.	Ausgangslage	23
4.2.	Systemübersicht.....	23
4.3.	Mögliche Kälteerzeugungssysteme	26
4.3.1.	Allgemeines	26
4.3.2.	Variante 1 - Fernkälte	27
4.3.3.	Variante 2 – Kältemaschine	28
4.4.	Mögliche Kälteabgabe	28
4.4.1.	Flächenkühlung.....	28
4.4.2.	Gebläsekonvektoren/Wärmepumpenheizkörper	30

4.5. Mögliches Verteilnetz	31
4.6. Technische Umsetzung	32
4.6.1. Variante 1: Fernkälte	32
4.6.2. Variante 2: kombinierte Wärmepumpe / Kältemaschine mit Geothermie und zusätzliche luftgekühlte Rückkühler	34
5 Grobkostenschätzung	37
5.1. Randbedingungen Kostenermittlung	37
5.2. Grobkosten Kältesystem – Kostengruppe 3 Bauwerk Technik	37
5.3. Grobkosten für Betrieb	41
6 Verzeichnisse	42

1 Quartiersbeschreibung

1.1. Stadtquartier 3 (Wien Neubau)

1.1.1. Fact Sheet

- Lage: Wien Neubau (Burggasse/Kirchengasse/Siebensterngasse/Stuckgasse)
- Google Maps: <https://goo.gl/maps/LEGaqiaBjCPTFhm36>
- Bauweise: geschlossen, nachverdichtet
- Baujahr: 18./19. Jhdt.
- Geschoßanzahl: 4 bis 6
- Untersuchungsgebiet: 1,4 Hektar
- Bebaute Grundfläche: 9.200 m²
- Nutzfläche näherungsweise: 30.600 m²
- Nutzung: 45 % Wohnbau, 30 % Büro, 25 % gewerblich genutzt (Annahme)

Sämtliche Informationen wurden öffentlich zugänglichen Medien entnommen. Die Quartiere wurden beispielhaft herangezogen. Eine Abstimmung mit den Gebäudeeigentümern hat nicht stattgefunden.

1.1.2. Übersicht

In Tabelle 1 sind die wesentlichen Eckdaten des 3. Beispielquartiers zusammengefasst. Es handelt sich um das am dichtesten bebaute der betrachteten Quartiere.

Tabelle 1: wesentliche Eckdaten des Stadtquartiers

Stadt-quartier	Stadt	Bau-Periode	Bauweise	Anzahl Gebäude	Geschoße	Nutz-fläche	Nutzung
3	Wien	19. Jhdt.	innerstädtisch dicht	19	3-6	30.600 m ²	45 % Wohnbau, 30 % Büro, 25 % gewerblich genutzt

Abbildung 1 **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** zeigt die Lage des 3. Beispielquartiers begrenzt von Burggasse, Kirchengasse, Siebensterngasse und Stuckgasse.

Abbildung 1: Lage des Stadtquartiers in Wien Neubau (Quelle: Google Maps)



Abbildung 2 zeigt die Lage des Quartiers im Kontext der Stadt sowie Abbildungen der Fassaden. Hier sind Geschosshöhen und Fensteranteil der Fassade ersichtlich. Das Gebiet liegt zwischen Ring und Gürtel in der Nähe des Museumsquartiers. Rechts oben im Luftbild ist der Donaukanal ersichtlich.

Abbildung 2: Verortung Stadtquartier 3 Wien Neubau (Quelle: Google Maps)



Abbildung 3 zeigt eine Luftbildaufnahme des Quartiers, aus dem die Dachlandschaft sowie die kleinen Innenhöfe gut ersichtlich sind.

Abbildung 3: Luftbildaufnahme (Quelle: ViennaGIS / Stadtplan Wien Luftbild)



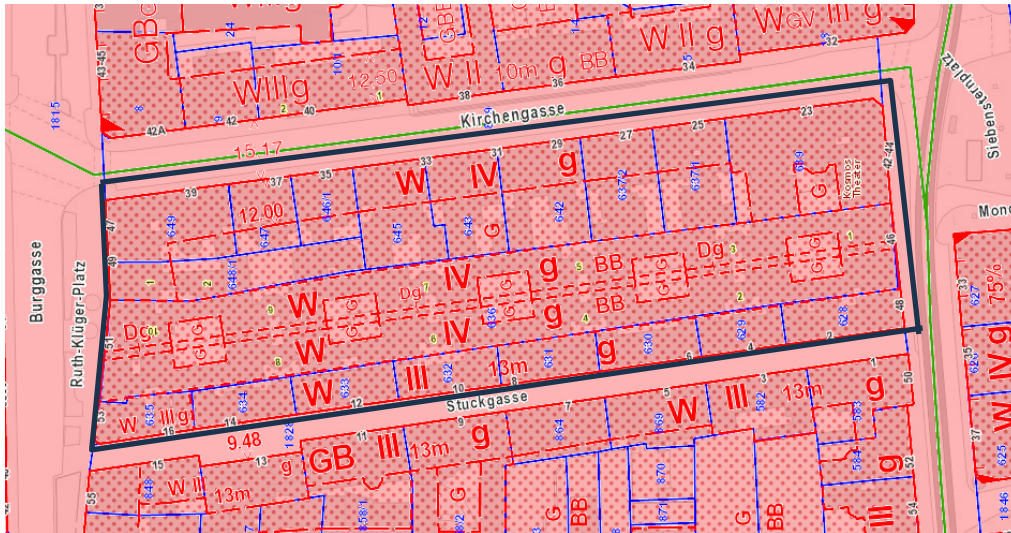
Abbildung 4: Fassadenansicht Kirchengasse (links) und Burggasse (rechts)



1.1.3. Flächenwidmung

Abbildung 5 zeigt einen Auszug aus dem Flächenwidmungsplan. Bis auf die mittlere Zone besteht das Quartier aus vielen einzelnen Grundstücken und befindet sich in einer Schutzzone.

Abbildung 5: Auszug aus dem Flächenwidmungsplan der Stadt Wien (Quelle: wien.gv.at)



1.1.4. Lärmkataster

Angaben zum Umgebungsschallpegel sind relevant für die Installation von luftgekühlten Geräten, da deren Schallemission nicht höher als der Umgebungsschallpegel sein darf. Abbildung 6 zeigt einen Auszug aus der Lärmkarte und farblich den Umgebungsschallpegel im 24-Mittel im Jahr 2022.

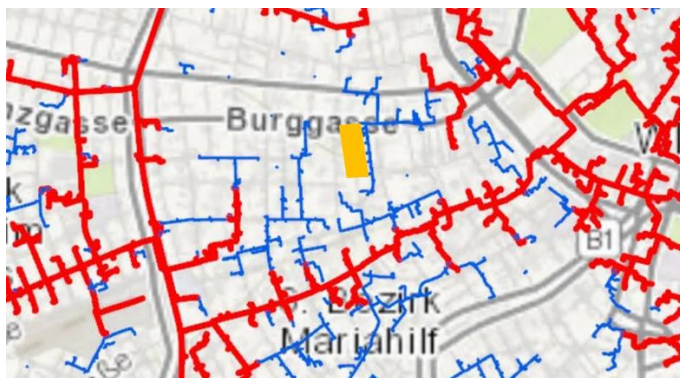
Abbildung 6: Auszug aus der Lärmkarte 24-Durchschnitt 2022 Summenkarte (Quelle: maps.laerminfo.at)



1.1.5. Bestehende Wärmeversorgung

Die Gebäude, die an die Kirchengasse, die Burggasse und die Siebensterngasse grenzen, sind mit Fernwärme versorgt. Die Objekte der Stuckgasse haben einen Gasanschluss. Es ist davon auszugehen, dass in diesen innerstädtischen Bereichen die Fernwärme im Zuge des Gasausstiegs auch die weiteren Objekte in diesem Gebiet anschließt. Abbildung 7 zeigt in Gelb das Quartier und das Fernwärmenetz des umliegenden Gebiets im 7. Bezirk. Es ist gut ersichtlich, dass die Gebäude in der Kirchengasse jeweils einen eigenen Anschluss an das Sekundärnetz der Fernwärme haben und es keine gemeinsame Versorgung für den Gebäudeblock gibt.

Abbildung 7: Fernwärme-Leitungsnetz im Umkreis des Quartiers (gelbe Fläche) (Quelle: Open Government Data)



Die Wärmeabgabe in den Wohnungen erfolgt mittels Heizkörpern, die auf Vorlauftemperaturen von 65 bis 70 °C ausgelegt sind.

Das nachfolgende Kapitel zeigt, dass ähnliche Quartier in anderen Städten Österreichs vor allem in den inneren Städten und Altstädten zu finden sind, während in Wien mehrere Bezirke in dieser Bebauungsart vorkommen.

1.2. Ähnliche Quartiere



Innsbruck Innere Stadt

(Quelle: Google Maps)



Salzburg Altstadt

(Quelle: Google Maps)



Graz Innere Stadt

Quelle : Google Maps)



Linz Altstadt

(Quelle: Google Maps)

2 Grundlagen

2.1. Flächenermittlung aus GIS

Das Stadtquartier Wien enthält 19 Gebäude. Abbildung 8 sind die Daten zu Gebäudehöhe, Grundfläche, Geschoßanzahl und Wohnnutzfläche zu entnehmen. In Summe sind 9.200 m² an bebauter Grundfläche mit einer davon abgeleiteten Nutzungsfläche von ca. 30.600 m² vorhanden.

Für die Berechnung der Nutzfläche wurde als Basis die Masterarbeit von Vujicic, D. (1) herangezogen, die im Zuge von Auswertungen von Bestandsobjekten feststellt, dass sich bei Büro- und Verwaltungsgebäuden der durchschnittliche Anteil der Nutzungsfläche an der Bruttogeschoßfläche (BGF) bei ca. 60 bis 70 % und bei Wohngebäuden bei ca. 62 bis 76 % bewegt. Für das gegenständliche Projekt wurde aufgrund der massiven Bauweise und der Nutzung ein Prozentsatz von 65% angenommen.

Die Gebäude mit 3 bis 6 Geschoßen sind im 18. und 19. Jahrhundert erbaut worden.

Abbildung 8: Daten zu den einzelnen Gebäuden (Quelle: WebGIS + eigene Berechnung)

Lfd. Nr.	OBJECTID	Gebäudehöhe (m)	Grundfläche (m ²)	Geschoße	BGF (m ²)	WNF ber. (m ²)*
1	137133	13,8	276	3	829	539
2	148361	23,0	367	5	1.833	1.192
3	148150	24,2	225	6	1.349	877
4	148154	22,4	222	5	1.110	721
5	148175	25,1	224	6	1.347	875
6	148411	24,4	458	6	2.749	1.787
7	148415	21,0	405	5	2.027	1.318
8	148438	23,7	270	5	1.352	879
9	148069	23,7	329	5	1.644	1.068
10	148071	20,8	354	5	1.771	1.151
11	148078	26,9	838	6	5.031	3.270
12	148300	24,2	412	6	2.469	1.605
13	148084	16,8	225	5	1.127	732
14	148088	24,1	371	6	2.227	1.448
15	148098	17,0	199	4	796	517
16	148099	17,8	230	4	922	599
17	148102	12,3	249	3	747	486
18	148110	18,7	240	5	1.200	780
19	148115	20,8	3301	5	16.504	10.728
Summe Flächen gerundet:			9200		47.000	30.600

*Faktor Nutzungsfläche zu BGF = 0,65

In Abbildung 9 ist die Übersicht der einzelnen Gebäude mit OBJECTID aus dem GIS dargestellt. Die Gebäude sind in einer geschlossenen Blockbauweise mit nachverdichtetem Innenhof voneinander getrennt.

Abbildung 9: Übersicht der einzelnen Gebäude (Quelle: WebGIS)



2.2. Nutzung

Für die Studie wurde von einer Wohnbaunutzung von 45 %, 30 % Büronutzung und 25 % gewerblicher Nutzung ausgegangen.

Tabelle 2 zeigt die entsprechenden Nutzflächen an.

Tabelle 2: Flächen je Nutzung

Nutzung	Anteil	Nutzfläche in m ²
Büro	30 %	9.180
Wohnfläche	45 %	13.770
Gewerbe	25 %	7.650
SUMME	100 %	30.600

2.3. U-Werte

Für die Berechnung der Kältebedarfsmatrix und der darauf basierenden Kältekennzahlen wurden im Zuge des Projekts für die Außenwände bei Objekten mit Baujahr vor 1945 die folgenden U-Werte festgelegt:

- Bestand: 1,5 W/m²K
- Saniert: 0,35 W/m²K

Die Herleitung dieser U-Werte befindet sich im Bericht E2.1 Bildungsfaktoren des Kältebedarfs in Kapitel 3.1.

2.4. Fenster/Beschattung

Für die Berechnung der Kältebedarfsmatrix und der darauf basierenden Kältekennzahlen wurde im Zuge des Projekts der Kennwert Gesamtenergiedurchlass der Fassade $g_{\text{total,Fassade}}$ entwickelt. Es handelt sich dabei um eine Kombination aus g-Wert des Fensters, Verschattungsfaktor des Sonnenschutzes bzw. gebauter Strukturen und Glasflächenanteil der Fassade. Der Wert wird unterteilt in die Klassen 5 %, 10 % und 15 %. Je niedriger der Wert, desto besser ist das Gebäude vor solarer Einstrahlung geschützt. Die genaue Erläuterung dieses Kennwerts findet sich im Bericht E 2.1 Bildungsfaktoren des Kältebedarfs in Kapitel 3.1.

Für **Wohngebäude**, die vor 1945 errichtet wurden, wurde in den Projektberechnungen für das Referenzjahr 2030 davon ausgegangen, dass 48 % einen $g_{\text{total,Fassade}}$ von 5 % und 52 % einen $g_{\text{total,Fassade}}$ von 10 % haben. Für das Vergleichsjahr 2050 sind die Annahmen: 85 % mit $g_{\text{total,Fassade}}$ von 5 % und 15 % mit $g_{\text{total,Fassade}}$ von 10 %.

Für **Bürogebäude**, die vor 1945 errichtet wurden, wurde in den Projektberechnungen für das Referenzjahr 2030 davon ausgegangen, dass 53 % einen $g_{\text{total,Fassade}}$ von 5 %, 32 % einen $g_{\text{total,Fassade}}$ von 10 % und 15 % einen $g_{\text{total,Fassade}}$ von 15 % haben. Für das Vergleichsjahr 2050 sind die Annahmen: 70 % mit $g_{\text{total,Fassade}}$ von 5 %, 15 % mit $g_{\text{total,Fassade}}$ von 10 % und 15 % mit $g_{\text{total,Fassade}}$ von 15 %.

Im Zuge dieser Studie wurden die Anteile aliquot zu den Nutzflächen berücksichtigt.

2.5. Lüftung

Im Zuge des Projekts wurde als Basis für die Berechnungen festgelegt, dass Wohnungen über keine mechanische Lüftung / kontrollierte Wohnraumlüftung verfügen. Der hygienische Mindestluftwechsel wird über Fensterlüftung bereitgestellt.

2.6. Sanierungsgrad

Im Zuge des Projekts wurde als Basis für die Berechnungen für alle Bauperioden und Gebäude ein Sanierungsgrad basierend auf dem Stand von 2021 (50 %) mit entsprechender Indexierung für die Jahre 2030 und 2050 festgelegt. Für die Machbarkeitsstudie wurde als Referenzjahr das Jahr 2030 herangezogen und als Vergleichsjahr 2050.

Da es sich bei diesem Quartier um einen Gebäudemix unterschiedlicher Baujahre sowie um verschiedene Eigentümer handelt, ist davon auszugehen, dass der für das Projekt angenommene Sanierungsschlüssel auch auf dieses Quartier umgelegt werden kann.

Für Gebäude, die vor 1945 errichtet wurden, wurde für das Referenzjahr 2030 unabhängig von der Nutzung festgelegt, dass 68 % der Gebäude bereits saniert sind.

Im Vergleichsjahr 2050 geht man davon aus, dass Bürogebäude, die vor 1945 errichtet wurden, zu 80 % saniert sind und bei Wohngebäuden zu 85 %.

2.7. Kühlgradtage

Als Basis für die Berechnung der spezifischen Kältekennzahlen mit Hilfe der Kältematrix sind die Kühlgradtage anzusetzen.

Für das Projekt wurden die Kühlgradtage 18,3/18,3 °C vom Projekt Climamap adaptiert (entsprechend den Entwicklungen der letzten Jahre erhöht). Eine genaue Erläuterung dazu findet sich im Ergebnisbericht E3.2 Kältebedarfsmodellierung und -karten.

Für dieses Beispielquartier mit dem **Standort Wien Neubau** ergeben sich für das Referenzjahr 2030 558,4 Kühlgradtage; für das Vergleichsjahr 2050 steigt diese Zahl auf 661,1 Kühlgradtage.

2.8. Raumtemperatur-Sollwerte

Für Wohnen wird in dieser Studie ausschließlich das generelle Komfortmodell mit einer fixen Raumtemperaturgrenze von 26 °C festgelegt.

Für Büros wird die Arbeitsstättenverordnung gem. § 28 Abs. 2 mit einer maximalen Innenraumtemperatur von 25 °C berücksichtigt.

3 Ermittlung Kältekennzahlen

3.1. Kühllast

In der Berechnung der Kältekennzahlen wird der Anteil für das Gewerbe nicht berücksichtigt. Als Basis für die spezifischen Kälteleistungen dient die im Projekt entwickelte **Kältematrix UKÖ 2030-2050 Nutzerinnen (E3.1)**.

In Abhängigkeit von den Kühlgradtagen und dem Baujahr ergeben sich die in den nachstehenden Tabellen angeführten spezifischen Werte.

3.1.1. Referenzjahr 2030

Tabelle 3 zeigt die Berechnung der spezifischen gewichteten Kühllast bezogen auf die Nutzfläche für Büros in vor 1945 errichteten Objekten. Die Gewichtung erfolgte anhand des angegebenen Anteils der Büros im Quartier, wobei diese Anteile in Summe 100 % ergeben, während der Büroanteil im Quartier 30 % beträgt.

Tabelle 3: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Büroflächen (Referenzjahr 2030)

Nutzung		Büro					
Baujahr		vor 1945					
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %		15 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Büroflächen im Quartier		17 %	36 %	10 %	22 %	4,8 %	10,2 %
spezifische Kälteleistung	W/m ²	41,4	36,6	45,7	41,3	49,9	47,3
gewichtete spez. Kälteleistung	W/m²	41,09					

Tabelle 4 zeigt die Berechnung der gewichteten spezifischen Kühllast bezogen auf die Wohnnutzflächen. Die Gewichtung erfolgte anhand des angegebenen Anteils der Wohnungen im Quartier, wobei diese Anteile in Summe 100 % ergeben, während der Wohnungsanteil im Quartier 45 % beträgt.

Tabelle 4: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Referenzjahr 2030

Nutzung		Wohnen (generell)			
Baujahr		vor 1945			
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Wohnfläche im Quartier		15 %	33 %	17 %	35 %
spezifische Kälteleistung	W/m ²	33,1	29,6	41,2	36,6
gewichtete spez. Kälteleistung	W/m²	34,53			

Die Gesamtkühlleistung für das Referenzjahr 2030 ergibt sich aus dem Flächenanteil für Büronutzung von 30 % und dem Anteil von 45 % für Wohnungen. Die Gewerbeflächen werden in der Gesamtkühlleistung nicht berücksichtigt, da diese oft andere Temperaturniveaus benötigen bzw. eigenständige Kühlsysteme installieren. Für die Berechnung der Gesamtkühlleistung wurde das generelle Komfortmodell angenommen.

Für das Gebäude ergibt sich damit gemäß der Berechnung in Tabelle 5 für das Referenzjahr 2030 eine Gesamtkühlleistung von ca. 850 kW. Das entspricht einer spezifischen Kühlleistung von ca. 37 W/m² bezogen auf die Nutzfläche von Wohnen und Büro (nicht auf die gekühlte Fläche).

Tabelle 5: Berechnung der Gesamtkühlleistung für das Referenzjahr 2030

Nutzung	Anteil	Nutzfläche (m ²)	spezifische Leistung (W/m ²)	Leistung (kW)
Büro	30 %	9.180	41,1	377
Wohnfläche	45 %	13.770	34,5	476
Gewerbe	25 %	-	0	-
SUMME	100 %	22.950	37,2	853

3.1.2. Vergleichsjahr 2050

Tabelle 6 zeigt die Berechnung der spezifischen gewichteten Kühlleistung bezogen auf die Nutzfläche für Büros in vor 1945 errichteten Objekten für das Vergleichsjahr 2050. Durch den höheren Sanierungsgrad (mehr Anteil an Flächen mit U-Wert von 0,35 W/(m²K)) fällt die spezifische Kühlleistung geringer aus als im Referenzjahr 2030.

Tabelle 6: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Büroflächen (Vergleichsjahr 2050)

Nutzung		Büro					
Baujahr		vor 1945					
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %		15 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Büroflächen im Quartier		14 %	56 %	3 %	12 %	3 %	12 %
spezifische Kälteleistung	W/m ²	41,9	36,6	45,6	40,6	49,1	46,3
gewichtete spez. Kälteleistung	W/m²	39,64					

Tabelle 7 zeigt die Berechnung der gewichteten spezifischen Kühllast bezogen auf die Wohnnutzflächen. Auch hier zeigt sich eine geringfügige Reduktion im Vergleich zu 2030.

Tabelle 7: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Vergleichsjahr 2050

Nutzung		Wohnen (generell)			
Baujahr		vor 1945			
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Wohnfläche im Quartier		13 %	72 %	2 %	13 %
spezifische Kälteleistung	W/m ²	35,4	31,7	42,9	38,9
gewichtete spez. Kälteleistung	W/m²	33,36			

Die Gesamtkühllast für das Vergleichsjahr 2050 ergibt sich aus dem Flächenanteil für Büronutzung von 30 % und dem Anteil von 45 % für Wohnungen. Die Gewerbeflächen werden in der Gesamtkühllast nicht berücksichtigt, da diese oft andere Temperaturniveaus benötigen bzw. eigenständige Kühlsysteme installieren. Für die Berechnung der Gesamtkühllast wurde das generelle Komfortmodell angenommen.

Für das Gebäude ergibt sich damit gemäß der Berechnung in Tabelle 8 für das Referenzjahr 2050 eine Gesamtkühlleistung von ca. 825 kW. Das entspricht einer spezifischen Kühlleistung von ca. 36 W/m² bezogen auf die Nutzfläche von Wohnen und Büro (nicht auf die gekühlte Fläche).

Tabelle 8: Berechnung der Gesamtkühlleistung für das Referenzjahr 2050

Nutzung	Anteil	Nutzfläche (m ²)	spezifische Leistung (W/m ²)	Leistung (kW)
Büro	30 %	9.180	39,6	364
Wohnfläche	45 %	13.770	33,4	459
Gewerbe	25 %	-	0	-
SUMME	100 %	22.950	35,9	823

3.1.3. Kühlleistung 2030 vs. 2050

Aufgrund des erhöhten Standards der Gebäude im Jahr 2050 infolge von Sanierung (höherer Sanierungsgrad von 80 bzw. 85 % gegenüber 68 %) und damit verbundenen besseren U-Werten und einem geringeren Gesamtenergiedurchlass durch die Fassade durch Fenstertausch und Verschattung nimmt die erforderliche Gesamtkühlleistung (basierend auf den Berechnungen der Kältematrix) für 2050 gegenüber 2030 um 50 kW ab.

3.2. Kühlbedarf

3.2.1. Referenzjahr 2030

Tabelle 9 zeigt die Berechnung des spezifischen gewichteten Kühlbedarfs bezogen auf die Bruttogrundfläche für Büros in vor 1945 errichteten Objekten. Die Gewichtung erfolgte anhand des angegebenen Anteils der Büros im Quartier, wobei diese Anteile in Summe 100 % ergeben, während der Büroanteil im Quartier 30 % beträgt.

Tabelle 9: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Büroflächen (Referenzjahr 2030)

Nutzung	Büro		
Baujahr		vor 1945	
g _{total;Fassade}	5 %	10 %	15 %

Nutzung		Büro					
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Büroflächen im Quartier		17 %	36 %	10 %	22 %	4,8 %	10,2 %
spez. Kühlbedarf	kWh/m ² /a	21,4	18,9	25,7	23,5	30,3	28,9
gewichteter spez. Kühlbedarf	kWh/m²/a	22,58					

Tabelle 10 zeigt die Berechnung des gewichteten spezifischen Kühlbedarfs bezogen auf die Bruttogrundfläche.

Tabelle 10: Berechnung des spezifischer Kühlbedarfs für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Referenzjahr 2030

Nutzung		Wohnen			
Baujahr		vor 1945			
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Wohnfläche im Quartier		15 %	33 %	17 %	35 %
spez. Kühlbedarf	kWh/(m ² a)	12,0	9,8	16,0	13,5
gewichteter spez. Kühlbedarf	kWh/(m²a)	12,48			

Der Gesamtkühlbedarf für das Referenzjahr 2030 ergibt sich aus dem Flächenanteil für Büronutzung von 30 % und dem Anteil von 45 % für Wohnungen. Die Gewerbeflächen werden im Gesamtkühlbedarf nicht berücksichtigt, da diese oft andere Temperaturniveaus benötigen bzw. eigenständige Kühlsysteme installieren.

Für das Gebäude ergibt sich damit gemäß der Berechnung in Tabelle 11 für das Referenzjahr 2030 ein Jahreskühlbedarf von ca. 580 MWh/a. Das entspricht einem spezifischen Kühlbedarf von ca. 17 kWh/(m²a) bezogen auf die Bruttogrundfläche (nicht auf die gekühlte Fläche) von Wohnen und Büro.

Tabelle 11: Berechnung des Gesamtkühlbedarfs für das Referenzjahr 2030

Nutzung	Anteil	BGF (m ²)	spez. Kühlbedarf (kWh/m ² /a)	Kühlbedarf (MWh/a)
Büro	30 %	14.100	22,6	318
Wohnfläche	45 %	21.150	12,5	264
Gewerbe	25 %	-	0	-
SUMME	100 %	35.250	16,5	582

3.2.2. Vergleichsjahr 2050

Tabelle 12 zeigt die Berechnung des spezifischen gewichteten Kühlbedarfs bezogen auf die Bruttogrundfläche für Büros in vor 1945 errichteten Objekten. Die Gewichtung erfolgte anhand des angegebenen Anteils der Büros im Quartier, wobei diese Anteile in Summe 100 % ergeben, während der Büroanteil im Quartier 30 % beträgt.

Tabelle 12: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Büroflächen (Vergleichsjahr 2050)

Nutzung		Büro					
Baujahr		vor 1945					
g _{total} ; Fassade		5 %		10 %		15 %	
U-Wert	W/(m ² K)	1,5	0,35	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Büroflächen im Quartier		14 %	56 %	3 %	12 %	3 %	12 %
spez. Kühlbedarf	kWh/(m ² a)	24,9	21,6	29,6	26,7	34,4	32,4
gewichteter spez. Kühlbedarf	kWh/(m ² a)	24,62					

Tabelle 13 zeigt die Berechnung des gewichteten spezifischen Kühlbedarfs bezogen auf die Bruttogrundfläche des Wohnanteils.

Tabelle 13: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Vergleichsjahr 2050

Nutzung		Wohnen			
Baujahr		vor 1945			
$g_{\text{total;Fassade}}$		5 %		10 %	
U-Wert	W/m ² K	1,5	0,35	1,5	0,35
Anteil an Wohnfläche im Quartier		13 %	72 %	2 %	13 %
spez. Kühlbedarf	kWh/(m ² a)	15,1	12,3	19,8	16,6
gewichteter spez. Kühlbedarf	kWh/(m ² a)	13,36			

Der Gesamtkühlbedarf für das Referenzjahr 2030 ergibt sich aus dem Flächenanteil für Büronutzung von 30 % und dem Anteil von 45 % für Wohnungen.

Für das Gebäude ergibt sich damit gemäß der Berechnung in Tabelle 14 für das Vergleichsjahr 2050 ein Jahreskühlbedarf von ca. 630 MWh/a. Das entspricht einem spezifischen Kühlbedarf von ca. 18 kWh/(m²a) bezogen auf die Bruttogrundfläche (nicht auf die gekühlte Fläche) von Wohnen und Büro.

Tabelle 14: Berechnung des Gesamtkühlbedarfs für das Vergleichsjahr 2050

Nutzung	Anteil	BGF (m ²)	spez. Kühlbedarf (kWh/m ² /a)	Kühlbedarf (MWh/a)
Büro	30 %	14.100	24,6	347
Wohnfläche	45 %	21.150	13,4	283
Gewerbe	25 %	-	0	-
SUMME	100 %	35.250	17,9	630

3.2.3. Kühlbedarf 2030 vs. 2050

Aufgrund des erhöhten Standards der Gebäude im Jahr 2050 infolge von Sanierung (höherer Sanierungsgrad von 85 % gegenüber 68 %) und damit verbundenen besseren U-Werten und einem geringeren Gesamtenergiedurchlass durch die Fassade durch Fenstertausch und Verschattung nimmt der Gesamtkühlbedarf (basierend auf den Berechnungen der Kältematrix) für 2050 gegenüber 2030 um lediglich 8 % zu, während die Kühlgradtage um 18 % ansteigen.

4 Machbarkeitsanalyse für die Kältebereitstellung

4.1. Ausgangslage

Das Quartier befindet sich in einer Schutzzone, das bedeutet, sichtbare Veränderungen an Fassade und Dach sowie die sichtbare Aufstellung von Geräten ist grundsätzlich zu vermeiden bzw. muss im Vorfeld mit der MA 19 (Architektur und Stadtgestaltung) abgestimmt werden.

Die Leistungen für die Kälteerzeugungsanlagen werden so ausgelegt, dass alle Nutzflächen des Objekts angeschlossen werden können.

4.2. Systemübersicht

Die Erläuterung sämtlicher genannter technischer Systeme befindet sich im **Bericht E4.1 Technologieprofile**.

Abbildung 10 zeigt mögliche passive Systeme (gem. Bericht E4.1 Technologieprofile Kapitel 1 „Vermeidung von Wärmeeinträgen in Innenräume“).

Abbildung 10: Systemübersicht passive Maßnahmen

Passive Maßnahmen	Verschattung	Sonnenschutzverglasung	Kühlende Hüllmaterialien	Hinterlüftete Fassaden	Gebäudebegrünung
Relevanz in Österreich	hoch	mittel	niedrig	niedrig bis mittel	niedrig für Gebäude, hoch für Mikroklima
Platzbedarf	gering	keiner	keiner	dickere Außenwände	Platz für Bepflanzung
Vorteile	keine Zugluft; keine Lärmemission, keine Antriebsenergie, keine ökologisch nachteilige Wirkung am Einsatzort; keine Hitzeemission im Außenraum				
	individuell Regelbar		einfach bei Sanierung umzusetzen		wirkt positiv auf die Umgebung
Nachteile	- Nachrüstung oft teuer und vom Gebäudeeigentümern zu genehmigen - bei Hochhäusern nur mit vorgesetzter Fassade möglich	- schlechtere Nutzung solarer Gewinne im Winter - keine Regelbarkeit - kann Farbwiedergabe beeinflussen	- Wirkung wird durch Verschmutzung stark reduziert	- im Bestand oft nicht nachrüstbar - Platzbedarf - bei schlechter Durchströmung gegensätzlicher Effekt	

Die Verschattung und die Sonnenschutzverglasung wurden bereits über den Kennwert $g_{total, Fassade}$ bei der Ermittlung der Kühllasten und des Kühlbedarfs zu einem bestimmten Anteil berücksichtigt.

Die Effekte von kühlenden Hüllmaterialien und hinterlüfteten Fassaden stellen optische Veränderungen an der Fassade dar, die in diesem Quartier nicht umgesetzt werden können.

Gebäudebegrünung hat einen positiven Effekt auf das Außenklima und wäre somit ggf. bei den Kühlgradtagen zu berücksichtigen, wird hier jedoch nicht in die Auswertung miteinbezogen.

Abbildung 11 gibt eine Übersicht, welche Systeme grundsätzlich für die Kälteversorgung eines Objekts zur Verfügung stehen (gem. Bericht E4.1 Technologieprofile Kapitel 3 „Physikalischer Wärmeentzug aus Innenräumen“, wobei nicht übliche Technologien wie Absorptionskältemaschinen etc. in der grundsätzlichen Systemübersicht nicht berücksichtigt wurden).

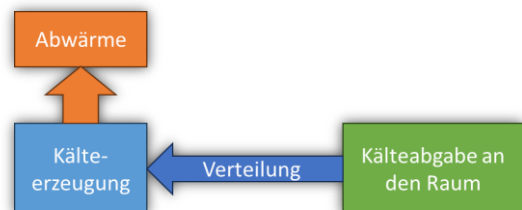
Aufgrund von Einschränkungen durch die Bestandsstruktur wurden nicht mögliche Systeme bereits im Vorfeld aufgrund der der Tabelle nachstehenden Erläuterungen ausgeschlossen.

Abbildung 11: Systemübersicht Kälteerzeugung / Kälteabgabe / Kälteverteilung

Kälteerzeugung	Fernkälte	Kompressionskälte quartiers- bzw. gebäudezentral						dezentrale Splitklimategeräte
		alle nachstehenden	Luft-Rückkühler	Geothermie	Brunnenwasser	Rückkühlung in Fernwärmenetz	RK in Energie-netz ("kalte Fernwärme")	
Abwärme								
Einschränkung	Anschlussmöglichkeit nicht oft gegeben; große Anschlussleistungen für wirtschaftlichen Anschluss erforderlich	größerer Platzbedarf als Fernkälte;	Rückkühlung Aufstellung im Außenbereich erforderlich	Flächenbedarf für Erdsonden muss vorhanden sein	Grundwasserverfügbarkeit; Abstand zwischen Brunnen (Entnahme und Rückgabe) ist erforderlich	wenn Fernwärme vorhanden, Zustimmung/Abstimmung Fernwärme erforderlich		Aufstellung im Außenbereich; nicht mit Heizungssystem oder Flächenkühlung kombinierbar;
Schallemission Rückkühlung (RK)	nein	-	ja	nein	nein	nein	nein	ja
Vorteile	- keine Kälteerzeugung im Gebäude --> geringer Technikflächenbedarf - kein Rückkühler am Standort erforderlich --> kein Aufstellfläche erforderlich, keine Schallemissionen		- erprobtes System	- keine Produktion von "Umweltwärme" - Nutzung natürlicher Ressourcen	- keine Aufstellflächen für Rückkühler erforderlich - keine Produktion von "Umweltwärme"	- keine Aufstellflächen für Rückkühler erforderlich - keine Produktion von "Umweltwärme"	- Minimierung des Erdsondenfeldes - keine Aufstellflächen für Rückkühler erforderlich - keine Produktion von "Umweltwärme"	- geringe Verteilverluste
Nachteile	- hohe Betriebskosten - keine Regeneration für Geothermie Wärmepumpe (GT-WP) - Verteilverluste Fernkältenetz		- Schallemissionen - Produktion von "Umweltwärme" durch Rückkühlung - Flächenbedarf Technik	- Errichtungskosten - Flächenbedarf (Technik / Erdsonden)	- Wasserverbrauch		- zusätzliches Leitungsnetz erforderlich	- Einzeltisierung --> viele Geräte; kein Synergieeffekt

Kälteabgabe	Bautellaktivierung	Kühllendecke / Kühlsegel	Fußbodenheizung / Fußbodenkühlung change-over	Gebälsekonvektoren	"Fassadenkühlung"	mechanische Lüftung mit Kühlregister
Einschränkung	im Neubau möglich	ausreichende Raumhöhe erforderlich	bei vorhandene Fußbodenheizung	geringere Leistungen ohne Kondensatanschluss	bei Fassadensanierung	große Lüftleistungen notwendig
Wärmeträgermedium	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser oder Kältemittel	Wasser	Luft
Schallemission	nein	nein	nein	ja	nein	ja

Kälteverteilung	Bestandsheizungsleitung	Neue Leitungen		
		Kamin	Stiegenhaus	Fassade
Einschränkung	im Change-over-Betrieb; nur möglich wenn Warmwasserbereitung separat erfolgt; Dimensionen müssen ausreichend sein hohe Vorlauftemperaturen zur Vermeidung von Kondensat erforderlich --> geringerer Kühleffekt	nur möglich, wenn keine Nutzung für gas- oder holzbeheizte Anlagen vorhanden sind.	zusätzlicher Platzbedarf/neue Steigstränge erforderlich; Einhaltung der Fluchtwege	Erscheinungsbild, in Schutzgebieten/Denkmalchutz nicht möglich. Sinnvoll in Verbindung mit neuer Wärmedämmung



Auf Seiten der Kälteerzeugung wurden dezentrale Splitklimategeräte als eine mögliche Variante ausgeschlossen. Diese Systeme benötigen für jede Wohn- bzw. Mieteinheit ein eigenständiges Außengerät. Die Objekte verfügen über keine Balkone, auf denen diese aufgestellt werden könnten – im Hinblick auf die Lage innerhalb einer Schutzzone wäre dies, ebenso wie eine Aufstellung am Dach, ohnehin vermutlich nicht vertretbar, da eine wesentliche Beeinträchtigung des Stadtbilds damit verbunden wäre.

Für den Abtransport der Abwärme von Kompressionskältemaschinen stehen grundsätzlich mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Das Gebiet wäre grundsätzlich für Grundwassernutzung zugelassen,

liegt jedoch außerhalb des mit der Donau verbundenen Grundwasserkörpers. Gemäß Flächenwidmungsplan der Stadt Wien sind keine nennenswerten Leistungen über das Grundwasser abzuführen. Außerdem gibt es aufgrund der dichten Bebauung kaum die Möglichkeit zur Errichtung von Entnahme- und Schluckbrunnen mit ausreichendem Abstand und dazwischen liegenden Verbindungsleitungen. Die Brunnenwassernutzung wird daher in den weiteren Ausarbeitungen nicht näher betrachtet.

Sämtliche Gebäude an den Fassadenfronten stammen aus der Biedermeierzeit. Dementsprechend charakteristisch sind die Fassaden ausgeführt. Eine außen liegende Dämmung – oder eine Fassadenkühlung – ist daher für diese Objekte ebenso auszuschließen wie Leitungsführung entlang der Fassade.

Wird nicht das gesamte Objekt bis auf die Grundmauern saniert – wovon nicht auszugehen ist – stellt eine Bauteilaktivierung keine Option dar.

Auch für eine Fußbodenkühlung müssten große Sanierungsmaßnahmen in den Innenräumen durchgeführt werden, weshalb diese nicht umsetzbar ist.

Eine Nachrüstung einer mechanischen Lüftungsanlage ist aufgrund des Platzbedarfs von Luftleitungen nicht möglich.

4.3. Mögliche Kälteerzeugungssysteme

4.3.1. Allgemeines

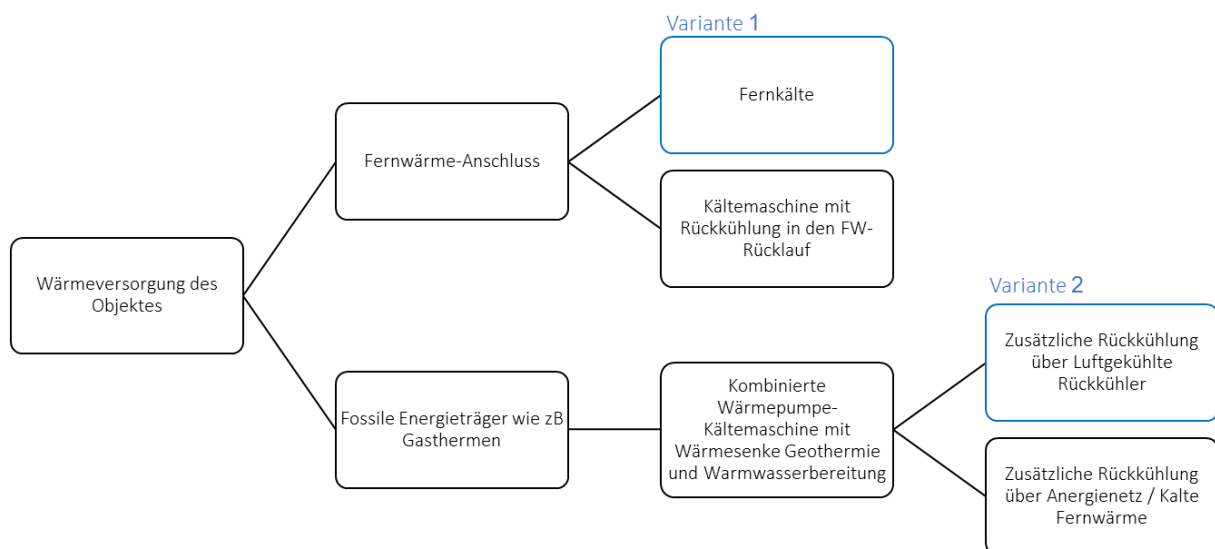
Betrachtet man die innerstädtische Kühlung von Gebäuden, so kann die bestehende Wärmeversorgung des Objekts nicht unbeachtet gelassen werden.

Wird das Objekt mit Fernwärme versorgt, sind andere Varianten besser geeignet als für Gebäude, die noch mit fossilen Brennstoffen geheizt werden.

Da das in der Studie gewählte Quartier derzeit (in etwa zur Hälfte) an das Fernwärmenetz angeschlossen ist, werden zur besseren Reproduzierbarkeit in dieser Studie zwei Varianten betrachtet.

Abbildung 12 zeigt, welche Kälteerzeugungssysteme für dieses Quartier in Abhängigkeit von der Wärmeversorgung anwendbar sind, bzw. die Festlegung der 2 näher betrachteten Varianten.

Abbildung 12: Kälteerzeugungssysteme in Abhängigkeit von der Wärmeversorgung des Objekts



Bei Gebäuden mit gasversorgten Objekten besteht bis 2040 die Notwendigkeit, das Heizsystem umzustellen. Gibt es keine Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses ist die Installation von Wärmepumpen die logische Konsequenz. Diese können auch zur Kühlung der Objekte eingesetzt werden.

Häufig wird im ersten Schritt die Nutzung des Erdreichs (Geothermie) angestrebt. Die mögliche Sondenanzahl in innerstädtischen Gebieten ist stark beschränkt, und häufig sind zusätzliche Wärmesenken erforderlich.

Die Wärmeabgabe an die Außenluft, der im Sommer bereits ohnehin überhitzten Innenstadt sollte, wo andere Möglichkeiten verfügbar sind, vermieden werden, stellt jedoch oft die einzige Option dar.

Anergienetze oder sogenannte Kalte Fernwärmenetze stellen eine Alternative dar. Dazu müsste jedoch ein weiteres Leitungsnetz errichtet werden. In Gebieten mit mehr Freiflächen wie Parks in der Umgebung wäre eine solche Variante wünschenswert, scheitert jedoch noch häufig an strukturellen und wirtschaftlichen Hindernissen.

Natürlich besteht auch bei Objekten mit Fernwärmeanschluss, die eine Kältemaschine erhalten, die Möglichkeit der Rückkühlung an das Erdreich (Geothermie) oder an die Außenluft. Erdsonden, die nur zu Rückkühlzwecken errichtet werden, sind jedoch häufig nicht wirtschaftlich, daher wird in Abbildung 12 die Variante der Rückkühlung an den Fernwärme-Rücklauf angeführt. Solche Projekte sind vereinzelt bereits umgesetzt worden, es handelt sich dabei jedoch keinesfalls um eine Standardvariante und muss im Einzelfall mit dem Energieversorger der Fernwärme abgestimmt werden. Es gibt hier keine Verpflichtung des Energieversorgers, eine Abwärmeeinspeisung in den Rücklauf zu genehmigen.

Denkt man für das Quartier eine gemeinsame Kälteversorgungslösung an, ist man mit einigen Hindernissen konfrontiert.

1. Gemeinsame Einigung aller Gebäudeeigentümer auf eine Lösung
2. Technikfläche muss in einem der Objekte zur Verfügung gestellt werden
3. Servitutsrechte zwischen den vielen einzelnen Grundstücken für die Leitungsverlegung
4. Gemeinsame Beauftragung eines Wartungsunternehmens
5. Abrechnung muss durch ein übergeordnetes Unternehmen erfolgen

Dennoch erscheint eine Quartierslösung als die bessere Option als viele kleinteilige Anlagen.

4.3.2. Variante 1 - Fernkälte

Für ein Quartier, das bereits mit Fernwärme versorgt wird, wäre der Anschluss an ein Fernkältenetz die einfachste Lösung. Es ist derzeit nicht bekannt, dass Ausbaupläne der Wien Energie in diesem Gebiet verfolgt werden, trotzdem soll die Variante beispielhaft betrachtet werden.

Unter Fernkälte versteht man eine zentrale Kälteerzeugungsanlage, die kaltes Wasser (ca. 6 °C) zu den Abnehmern (Gebäuden, Quartieren) transportiert.

Geplant ist, dass sich die Fernkälteleistung in Wien von derzeit rund 200 MW bis zum Jahr 2030 auf rund 370 MW erhöht. Der Ausbau des Fernkältenetzes in der nahen Mariahilfer Straße hat bereits begonnen.

Ein Anschluss an die Fernkälte mit einer Abnahmeleistung von rund 700 kW für das gesamte Quartier wäre auch aus Sicht eines Energieversorgers eine interessante Größenordnung. Damit verbunden sind die oben angeführten Herausforderungen, alle verschiedenen Eigentümer dieses Quartiers zu einer gemeinsamen Lösung zu vereinen.

Im Gegensatz zur Fernwärme, die auch Objekte mit geringeren Leistungen anschließt, wird das Fernkältenetz derzeit an großen Abnehmern ausgerichtet.

Der Vorteil beim Anschluss an ein Fernkältenetz besteht darin, dass am Standort selbst kein Erfordernis für eine Rückkühlanlage wie Erdsonden, Brunnenwasser oder Luftwärmetauscher besteht. Diese Anlagen benötigen häufig viel Platz, der nicht vorhanden ist.

Die Flächen in Tabelle 15 stellen den Platzbedarf für einen Technikraum – je nach Anschlussleistung – für die Komponenten der Fernkälte Wien dar. In diesen Angaben nicht enthalten ist der Platzbedarf für Kälteverteiler, Pumpengruppen, Ausdehnungsgefäße etc., zusätzlich noch 30 m².

Tabelle 15: Technikflächen für Anschluss an Fernkälte Wien (Quelle: Wien Energie)

Fernkälteleistung	L/B/H m	Fläche
500-1000 kW	10,5/3,3/2,2 m	35 m ²
1000-1500 kW	13,3/3,9/2,25 m	52 m ²
1500-2000 kW	13,5/5,6/2,7 m	75 m ²

Für dieses Quartier wäre also eine Technikfläche von $35+30 = 65 \text{ m}^2$ erforderlich.

4.3.3. Variante 2 – Kältemaschine

Wird eine Wärmepumpe zur Heizungsversorgung errichtet, so ist es sinnvoll, diese auch gleich zur Kälteerzeugung zu nutzen. Gibt es keine Möglichkeit, ein mit Fernwärme versorgtes Objekt an eine Fernkälte anzuschließen, so ist auch hier die Installation einer Kältemaschine notwendig.

Erfolgt auch die Wärmeversorgung über dieselbe Anlage, sollte im ersten Schritt die Abwärme der Kälteversorgung zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Zum einen um den Wärmeeintrag an die Umgebung so gering wie möglich zu halten, zum anderen um die Aufstellfläche für luftgekühlte Rückkühler zu reduzieren, wird im nächsten Schritt der Einsatz von Geothermie (Erdsonden) angestrebt. Dazu besteht in Wien die Möglichkeit, gegen Entgelt Sondenbohrungen auf öffentlichem Gut durchzuführen. Innenhöfe sind mit Erdsondenbohrgeräten oft nur schwer zu erreichen bzw. sind nur kleinere Bohrgeräte notwendig, die geringere Bohrtiefen erreichen. Außerdem sind Innenhöfe häufig mit Bäumen bepflanzt.

In den meisten Fällen – so auch in diesem Quartier – reicht die Nutzung von Erdsonden zur Rückkühlung nicht aus, um die erforderliche Leistung des gesamten Quartiers zu decken.

Eine Möglichkeit wäre, die gekühlten Bereiche und damit die erforderliche Leistung zu reduzieren. Im Zuge dieser Studie wird jedoch die zusätzlich erforderliche Rückkühlung mittels luftgekühlten Rückkühlern im Dachbereich abgeführt. Damit ergibt sich eine bessere Vergleichbarkeit zur Variante mit Fernkälte, die ebenfalls eine vollständige Kühlung des Quartiers vorsieht.

Der Flächenbedarf für die Kältebereitstellung über Kompressionskälte mit Rückkühlung über die Erdsonden beträgt ca. 110 m^2 .

4.4. Mögliche Kälteabgabe

4.4.1. Flächenkühlung

Als Kälteabgabe stehen grundsätzlich entweder überwiegend strahlungsbasierte oder überwiegend konvektive Systeme zur Verfügung. Zu den strahlungsbasierten Systemen zählt die Flächenkühlung.

Da Bauteilaktivierung und Fußbodenkühlung aufgrund des erheblichen Umbauaufwandes oben bereits ausgeschieden wurden, besteht die Möglichkeit, Kühlsegel bzw. abgehängte Kühldecken zur Wärmeabfuhr aus dem Raum zu verwenden.

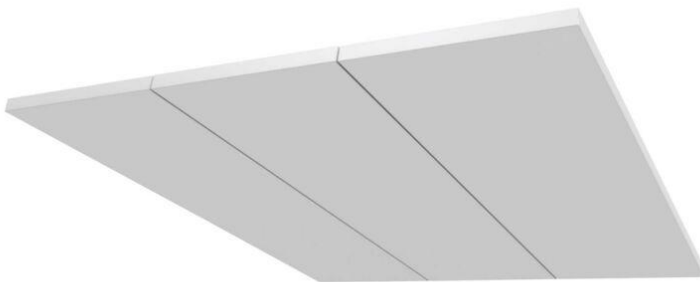
Die Objekte des gewählten Stadtquartiers stammen aus dem 19. Jahrhundert und verfügen über Raumhöhen von über 3 m. Daher eignen sie sich gut für eine Installation an der Decke.

In manchen Bereichen spricht jedoch die aufwändige Deckenverzierung (Stuckdecke) gegen die Installation von Kühldecken oder -segeln (siehe Abbildung 13), bzw. ist eine architektonische Abstimmung erforderlich. Abbildung 14 zeigt eine Variante eines Kühlsegels, die ggf. auch mit Stuckdecken kombinierbar ist.

Abbildung 13: Stuckdecke im Zuge einer Wohnungsrenovierung (2)



Abbildung 14: 3 Kühlsegelelemente aus ungelochtem, verzinktem Stahlblech (RAL 9010 pulverbeschichtet) (3)



Die Vorlauftemperaturen für Kühldecken dürfen nicht zu niedrig sein, da Kondensatbildung unerwünscht ist. Eine Entfeuchtung ist mit dieser Art der Kälteabgabe nicht möglich.

Da die Montage an der Decke aufwändig ist, wird in dieser Studie die Flächenkühlung nur für Bürobereiche und nicht für die Wohnungen vorgesehen.

4.4.2. Gebläsekonvektoren/Wärmepumpenheizkörper

Da das Objekt mit Heizkörpern zur Wärmeabgabe ausgestattet ist, bietet sich ein Tausch dieser gegen Gebläsekonvektoren an. Dabei können in vielen Fällen die bestehenden Heizungsleitungen auch für die Kühlung verwendet werden, wenn die Vorlauftemperaturen nicht zu niedrig angesetzt werden.

Der übliche Nebeneffekt, mit den Gebläsekonvektoren auch entfeuchten zu können, kommt bei Verwenden der bestehenden Heizungsleitungen im Change-Over-System aufgrund der erforderlichen höheren Vorlauftemperaturen (zur Vermeidung von Kondensat an den Leitungen) nicht zum Tragen. Außerdem sind auch die Anschlüsse des Kondensatablaufs der Gebläsekonvektoren – auch bei einem neuen Kälteleitungsnetz – ein Hindernis.

Die Kälteleistung der Gebläsekonvektoren sinkt bei höheren Vorlauftemperaturen, ist jedoch bei ausreichender Dimensionierung ausreichend für die erforderlichen Kühllasten.

Eine abgeschwächte Version der Gebläsekonvektoren stellen sogenannte Wärmepumpen- oder gebläseunterstützte Niedertemperaturheizkörper dar, die ebenfalls mit einem Gebläse ausgestattet sind. Während bei Gebläsekonvektoren kein Strahlungsanteil vorhanden und somit auch im Heizbetrieb der Ventilator erforderlich ist, haben die Wärmepumpenheizkörper einen ähnlichen Strahlungsanteil wie herkömmliche Heizkörper/Radiatoren. Damit sind sie für einen Einsatz in Wohnungen oft besser geeignet und werden daher im Zuge dieser Studie für die Wohnbereiche vorgeschlagen.

4.5. Mögliches Verteilnetz

Es wird davon ausgegangen, dass, ausgehend von der Technikzentrale in einem Objekt, die Versorgung der umliegenden Gebäude über eine Leitungsführung durch die Untergeschoße erfolgen kann. Abbildung 15 zeigt, wie diese Leitungsführung beispielhaft aussehen kann.

Abbildung 15: Beispielhafte Leitungsführung durch Untergeschoße (Quelle: V+P)



Aufgrund der unterschiedlichen Gebäudestrukturen kann die Anbindung der einzelnen Mietobjekte nicht in allen Objekten gleich erfolgen. Es gibt Stiegenhäuser, in denen der Einzug eines vertikalen Schachts eine unerlaubte Verringerung der Fluchtwegsbreite mit sich bringen würde. In diesen Objekten kann die Verteilung über die Fassade der Innenhöfe erfolgen. Die Ausführung ist mit der MA 19 abzustimmen.

Die Anbindung von einzelnen Einheiten innerhalb der Objekte ausgehend vom Stiegenhaus erfolgt entweder in abgehängten Decken – wenn diese nicht mit Stuck versehen sind – oder entlang von Poterien an den Wänden.

4.6. Technische Umsetzung

4.6.1. Variante 1: Fernkälte

Beschreibung

Von Fernkälte spricht man, wenn die Kälteerzeugung nicht am Standort des Verbrauchers, sondern in zentralen Anlagen, die im Stadtgebiet verteilt sind, erfolgt. In den Fernkältezentralen wird das Wasser auf fünf bis sechs Grad abgekühlt und anschließend in einem isolierten Rohrleitungsnetz bis zu den Abnehmern in den Gebäuden gebracht.

Die Kälteerzeugung in den Zentralen erfolgt zum Teil mittels Absorptionskältemaschinen (Fernwärme = Antriebsenergie) bzw. über herkömmliche Kompressionskältemaschinen (Strom = Antriebsenergie). Die Rückkühlung erfolgt entweder als Wärmeabgabe an die Außenluft oder beispielsweise wie in der Spittelau oder beim Stubenring über den Donaukanal. Genauer Daten, zu welchen Anteilen die Kälte von Absorptions- bzw. Kompressionskältemaschinen erzeugt wird, sind nicht verfügbar.

Im Gegensatz zur Fernwärme, die quasi einen Ring bis zu den Außenbezirken bildet, handelt es sich beim Fernkältenetz in Wien derzeit hauptsächlich um kleinere – nicht miteinander in Verbindung stehende – Netze. Derzeit gebaut wird an einem Kältering um die Innere Stadt (siehe Abbildung 16), der voraussichtlich 2024 geschlossen wird. Mit rund 28 Kilometer Fernkälteleitungen kühlt Wien Energie rund 190 Gebäude. Bis 2030 soll sich die Leistung der Fernkälte von derzeit rund 200 MW auf 370 MW erhöhen.

Grundsätzlich wird aktuell eine Fernkälteleitung in der Mariahilfer Straße gebaut. Der Leitungsanschluss zum Quartier ist rund 500 m entfernt. Derzeit gibt es keine konkreten Ausbaupläne der Fernkälte in Richtung Siebensterngasse. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass durch den künftig höheren Kältebedarf auch der Ausbau in Wohngebieten vorangetrieben wird. Zu beachten ist, dass „Einzelanschlüsse“ mit geringen Leistungen – wie z. B. im Stadtquartier 3 mit 29 Stück – nicht realistisch umgesetzt werden können. Es wird die Einigung ganzer Quartiere für einen gemeinsamen Anschluss benötigen.

Abbildung 16: linke Abbildung: Übersicht Fernkälteleitungen in Quartiersnähe (eigene Darstellung) | rechte Abbildung: Fernkälteausbau (Quelle: Wien Energie, Stand 07/2022)



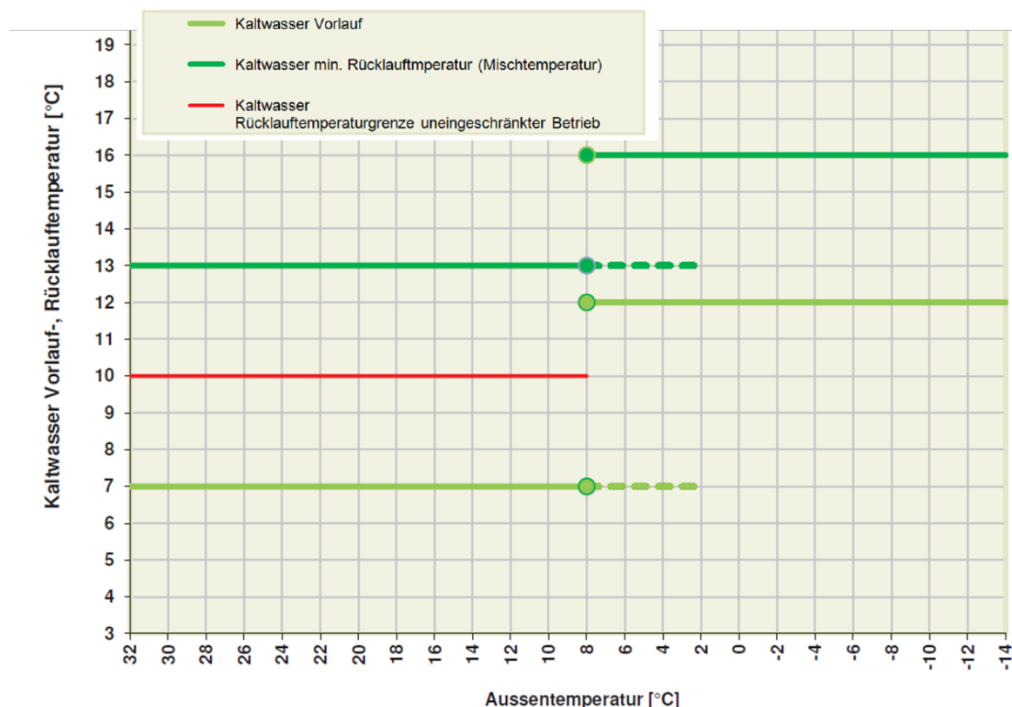
Technische Umsetzung und Bewertung

Abbildung 17 zeigt die vertraglich vereinbarten Liefertemperaturen. Die Temperaturen beziehen sich auf die Sekundärseite des Trenntauschers der Kältehausstation und unterliegen einer Toleranz von +/- 1 K. Seitens Fernkälte wird bis zu einer Außentemperatur von 8 °C eine Vorlauftemperatur von 7 °C (exkl. Toleranz) bereitgestellt, bei geringeren Außenlufttemperaturen kann die Vorlauftemperatur bis auf 12 °C angehoben werden. Die Rücklauftemperatur wird mit 13 °C bzw. 16 °C angegeben.

Diese Umschaltung wird – um unnötige Vorlauftemperaturschwankungen zu verhindern – nicht streng nach der aktuellen Außentemperatur vorgenommen, sondern erfolgt immer für einen längeren Zeitraum von zumindest einigen Tagen. Diese Vorgangsweise ist in Abbildung 17 in Form einer strichlierten Linie symbolisiert.

Die technische Ausgestaltung der Kälte-Hausanlage (kundenseitige Kälteverteilungsanlage nach der Errichtungsgrenze der Kältehausstation) und die Betriebsführung führen zu einer Rücklauftemperatur, die maßgeblichen Einfluss auf die Effizienz der Fernkälte von Wien Energie hat. Darum wird die Rücklauftemperatur auf mindestens 10 °C limitiert, um einen ökologischen und ökonomischen Betrieb der Kälteerzeugung zu ermöglichen. Das bedeutet, dass die Fernkälte den Durchfluss reduziert, wenn die Rücklauftemperatur von 10 °C unterschritten wird.

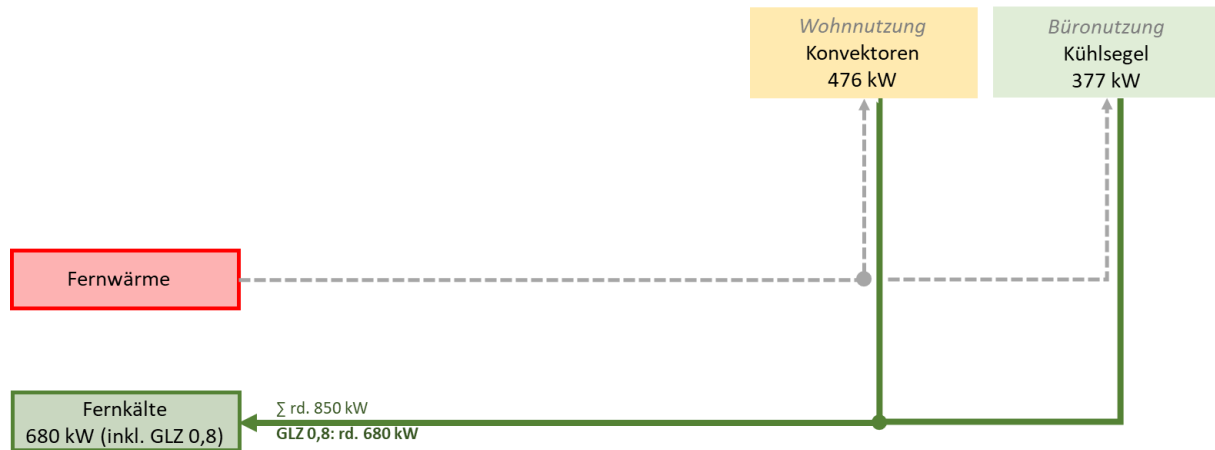
Abbildung 17: Vertraglich vereinbarte Liefertemperatur (Bestandsanlage) (Quelle: Wien Energie Technische Richtlinien - Technische Auslegungsbedingungen TR-TAB Ausgabe 08/2013 Blatt K.3 Bestandsanlagen)



Einen nicht unwesentlichen Einfluss auf einen uneingeschränkten Betrieb der Fernkälte hat die Spreizung im System, also die Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur.

Abbildung 18 zeigt das Prinzipschema der Variante 01. Die Fernkälte versorgt in den Wohnungen die Konvektoren. Diese können auch von der Fernwärme versorgt werden, wenn die Leitungen weiterverwendet werden sollen. In den Büronutzungen werden Kühlsegel vorgesehen.

Abbildung 18: Prinzipschema Variante 01 (Fernkälte)



Zusammenfassend können die folgenden wesentlichen Vorteile für das System genannt werden:

- Geringer Platzbedarf am Standort
- Keine Schallemissionen
- Einfaches / erprobtes System
- Keine Produktion von „Umweltwärme“ am Standort

Die wesentlichen Nachteile aus energietechnischer Sicht sind nachfolgend zusammengefasst:

- Nicht überall verfügbar
- Betriebskosten
- Anschluss nur bei hohen Leistungen möglich (Zusammenschluss mehrerer Eigentümer)

4.6.2. Variante 2: kombinierte Wärmepumpe / Kältemaschine mit Geothermie und zusätzliche luftgekühlte Rückkühler

Beschreibung

Um das Geothermiefotenzial am Standort abzuschätzen, wurden die öffentlichen Flächen (Gehsteig/Straßen) um das Stadtviertel genutzt. Die Innenhöfe wurden aufgrund von Baumbestand, Zugänglichkeit etc. ausgeschlossen. Dazu wurde in einem ersten Schritt das geothermische Potenzial bezogen auf die öffentlichen Flächen abgeschätzt. In der Berechnung der möglichen Sondenanzahl wurden gesetzlich vorgegebene Abstände zu Grundstücksgrenzen sowie Abstände zu Gebäudekanten berücksichtigt; unberücksichtigt blieben Baumbestand, Trassenführungen, Kollektoren, unterirdische Räume etc. Es ist also davon auszugehen, dass die dargestellte Variante das theoretische Maximum

an möglichen Sonden und damit das Leistungsmaximum darstellt. Die Maximalbelegung im betrachteten Gebiet ergibt sich unter der Annahme eines Sondenabstands von 7 m (ausgeglichene Bilanz) mit 78 Sonden und ist in Abbildung 19 dargestellt. Die 31 Sonden in der Stuckgasse (orange dargestellt) sind aufgrund der engen Gasse nicht umsetzbar, wodurch sich die maximale Sondenanzahl auf 47 Sonden reduziert. Bei einer Rückkühlleistung von 35 W/lfm und einer Bohrtiefe von 140 m ist mit der Maximalbelegung eine Rückkühlleistung von rd. 230 kW realisierbar.

Abbildung 19: Visualisierung der maximal zur Verfügung stehenden öffentlichen Flächen für die Abschätzung des Geothermiepotenzials inkl. Darstellung der maximal möglichen Sondenanzahl bei einem Sondenabstand von 7 m



Technische Umsetzung und Bewertung

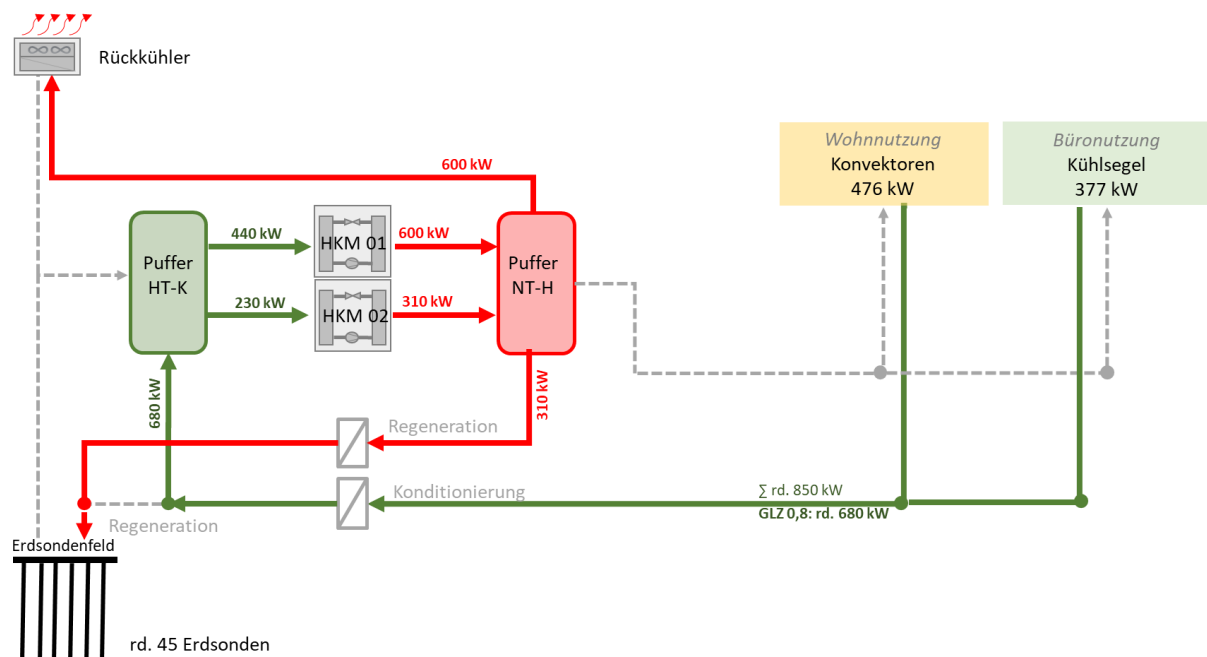
Abbildung 20 zeigt das Prinzipschema für Variante 02.

Für die Kühlung sind zwei Kompressionskältemaschinen mit insgesamt 680 kW vorgesehen.

Für die notwendige Rückkühlung sind Rückkühler (ggf. mit Adiabatik) auf den Dachflächen vorgesehen, die dafür erforderliche Leistung kann mit rund 600 kW abgeschätzt werden, die dafür erforderliche Aufstellfläche kann mit rund 55 m² abgeschätzt werden, die genauen Abmessungen benötigen eine weiterführende Planung.

Die bei der Kälteproduktion erforderliche Wärmeabgabe wird an die Umgebung abgeführt und trägt damit zur Entstehung von lokalen Mikroklimata und urbanen Hitzeinseln bei.

Abbildung 20: Prinzipschema Variante 02 (Kältemaschine)



Zusammenfassend können die folgenden wesentlichen Vorteile für das System genannt werden:

- Nutzung von natürlichen Ressourcen
- Geringere Verteilverluste im Vergleich zu Fernkälte
- Geringere Betriebskosten

Die wesentlichen Nachteile aus energietechnischer Sicht sind nachfolgend zusammengefasst:

- Produktion von „Umweltwärme“ am Standort
- Investitionskosten Erdsonden
- Erforderliche Technikflächen
- „Komplexeres“ System, v. a. hinsichtlich Regelung
- Schallemissionen
- Nutzung der öffentlichen Flächen

5 Grobkostenschätzung

5.1. Randbedingungen Kostenermittlung

Die folgenden Randbedingungen gelten für die Ermittlung der Baukosten:

- Leistungsumfang: Kälteerzeugung für betrachtetes Stadtquartier | TGA-Kosten – KG3 Bauwerk Technik
- Fläche: rd. 22.950 m² NRF (rd. 32.250 m² BGF)
- Schwankungsbreite: ±25%
- Preise in EURO netto (exkl. USt)
- Preisbasis: 04/2024

Allgemeine Baustellengemeinkosten, Logistik (Lage, Bauphasen) sowie Planungsleistungen sind in den Kosten derzeit nicht berücksichtigt:

Für die Berechnung der Energiekosten wurden die Preise entsprechend der Preisbasis 2024 angesetzt, die Kosten für Kälte und elektrische Energie sind nachfolgend dargestellt. Die Preise für Fernkälte wurden der Tarifübersicht auf www.waermepreise.at (4) entnommen, für die Preise elektrische Energie wurde der Tarifikalkulator der E-Control (5) verwendet.

- Kosten Fernkälte (Wien): 182 €/MWh | 56,83 €/(kW*a)
- Kosten el. Energie (Wien): 8,54 Cent/kWh | 59,90 €/a

5.2. Grobkosten Kältesystem – Kostengruppe 3 Bauwerk Technik

Die Zusammenstellung der Grobkosten für das Kältesystem (Gewerke Kälte, zugehörige Elektrotechnik und Gebäudeautomation) ist, aufgeteilt auf die einzelnen Gewerke und zusammenfassend für die beiden Varianten, in Abbildung 22 zusammenfassend dargestellt, die Details dazu finden sich in Abbildung 23 für Variante 01 Fernkälte und Abbildung 24 für Variante 02 Geothermie.

Für die Kosten der Erdsonden auf öffentlichem Grund wurden die derzeitigen Tarife von Wien herangezogen (siehe Abbildung 21).

Abbildung 21: Tarife für Erdsonden auf öffentlichem Grund

Einmaliges tarifmäßige Entgelt für den dauernden Verbleib auf öffentlichen Gut:

Je Laufmeter Tiefenbohrung wird ein Betrag in der Höhe von:

EUR 30,-/lfm. für eine Tiefe von 0 bis 100 m,
 EUR 25,-/lfm. für eine Tiefe von 100 bis 200 m und
 EUR 20,-/lfm. für eine Tiefe von 200 bis 300 m

in Rechnung gestellt.

Es handelt sich um eine Einmalzahlung, fällig innerhalb der in der gesondert übermittelten Vorschreibung genannten Frist nach Vertragsabschluss.

Eine Reduzierung des Entgelts im Ausmaß von 50% ist unter folgenden Bedingungen möglich:

- Nachweis, dass der Anschluss an die Fernwärme Wien nicht möglich ist
- Nachweis über den Bezug einer Sanierungsförderung (Altbau, thermische Sanierung) durch die Stadt Wien

Es besteht die Möglichkeit den Einmalbetrag zinsfrei in Raten aufgeteilt auf 3 Jahre zu zahlen.

Zu erkennen ist, dass im Vergleich zur Fernkälte-Variante bei der Geothermie-Variante höhere Investkosten (rund 40 %) zu erwarten sind. Zu beachten ist, dass bei der Fernkälte die Leitungslängen zum Anschluss an ein bestehendes Fernkältenetz mit 50 m berechnet wurden (Vergleichbarkeit der Quartiere / Varianten untereinander (*1)).

Abbildung 22: Baukosten TGA – Übersicht Varianten

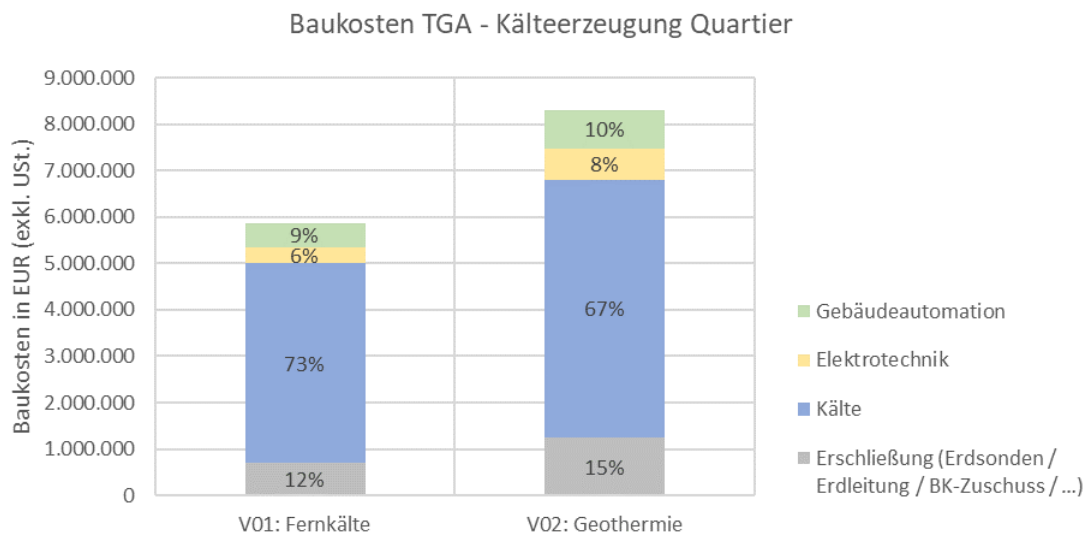


Abbildung 23: Details Grobkosten Variante 01: Fernkälte

V01 Fernkälte

Fläche	22.950 m ² NRF	35.250 m ² BGF
Büro	9.180 m ² NRF	14.100 m ² BGF
Wohnen	13.770 m ² NRF	21.150 m ² BGF

Kühllast	680 kW	Last	853 kW
		GLZ	0,8 -

	€	€/m ² (BGF)	
Erschließung (Erdsonden / Erdleitung / BK-Zuschuss / ...)	692.800	20	12%
Kälte	4.316.000	122	73%
Elektrotechnik	346.000	10	6%
Gebäudeautomation	518.000	15	9%
Summe	5.872.800	167	100%

Geothermie / Erdleitungen / FW Anschluss BK-Zuschuss

	EH	Menge	Kosten
Fernkälteanschluss	70.000 €	1 Pa	70.000 €
Fernkälteleitung (inkl. Wiederherstellung der Oberflächen)	1.200 €/lfm	50 ^{*1} lfm	60.000 €
Verteilung Quartier	400 €/lfm	532 lfm	212.800 €
Wiederherstellen Oberflächen (Verteilung im Quartier)	100 €/m ²	3.500 m ²	350.000 €

692.800 €
20 €/m²

Kälte

680 kW Fernkälte

	EH	Menge	Kosten
Pufferspeicher	15.000 €/Stk.	5 Stk.	75.000 €
Verteiler	2.500 €/Stk.	20 Stk.	50.000 €
Pumpengruppen Energieerzeugung	3.000 €/Stk.	20 Stk.	60.000 €
Kälteverteilung + Abgabe	180 €/m ²	22.950 m ²	4.131.000 €

Summe Kälteerzeugung **4.316.000 €**
122 €/m²

Gebäudeautomation

	EH	Menge	Kosten
Kälte	12%		518.000 €

Summe Gebäudeautomation **518.000 €**
15 €/m²

Elektrotechnik

	EH	Menge	Kosten
E-Technik Haustechnik	8%		346.000 €

Summe Elektrotechnik **346.000 €**
10 €/m²

Abbildung 24: Details Grobkosten Variante 02: Geothermie

V02 Geothermie / Luft WP

Fläche	22.950 m ² NRF	35.250 m ² BGF
Büro	9.180 m ² NRF	14.100 m ² BGF
Wohnen	13.770 m ² NRF	21.150 m ² BGF
Kühllast	680 kW	

	€	€/m ² (BGF)	
Erschließung (Erdsonden / Erdleitung / BK-Zuschuss / ...)	1.251.500	36	15%
Kälte	5.557.600	158	67%
Elektrotechnik	667.000	19	8%
Gebäudeautomation	834.000	24	10%
Summe	8.310.100	236	100%

Geothermie / Erdleitungen / FW Anschluss BK-Zuschuss

	EH	Menge	Kosten
Erdsonden Eigengrund	90 €/lfm	0 lfm	0 €
Verrohrung Erdsonden / Pufferspeicher	400 €/lfm	322 lfm	128.800 €
Wärmetauscher	8.000 €/Pa	2 Pa	16.000 €
Ersonden öffentl. Grund	90 €/lfm	6580 lfm	592.200 €
Gebühr	25 €/lfm	6580 lfm	164.500 €
Wiederherstellen Oberflächen (Sonden/Verteilung im Quartier)	100 €/m ²	3.500 m ²	350.000 €
			1.251.500 €
			36 €/m ²

Kälte

680 kW

	EH	Menge	Kosten
Kälteerzeugung KKM (Sole)	600 €/kW	680 kW	408.000 €
Rückkühlung	500 €/kW	900 kW	450.000 €
Kälteverrohrung zw. Rückkühler und Kältemaschine	260 €/kW	900 kW	234.000 €
Kälteverrohrung zw. Kältemaschine und Kältenetz	220 €/kW	680 kW	149.600 €
Pufferspeicher	15.000 €/Stk.	5 Stk.	75.000 €
Verteiler	2.500 €/Stk.	20 Stk.	50.000 €
Pumpengruppen Energieerzeugung	3.000 €/Stk.	20 Stk.	60.000 €
Kälteverteilung + Abgabe	180 €/m ²	22950 m ²	4.131.000 €
Summe Kälteerzeugung			5.557.600 €
			605 €/m ²

Gebäudeautomation

	EH	Menge	Kosten
Kälte	15%		834.000 €
Summe Gebäudeautomation			834.000 €
			24 €/m ²

Elektrotechnik

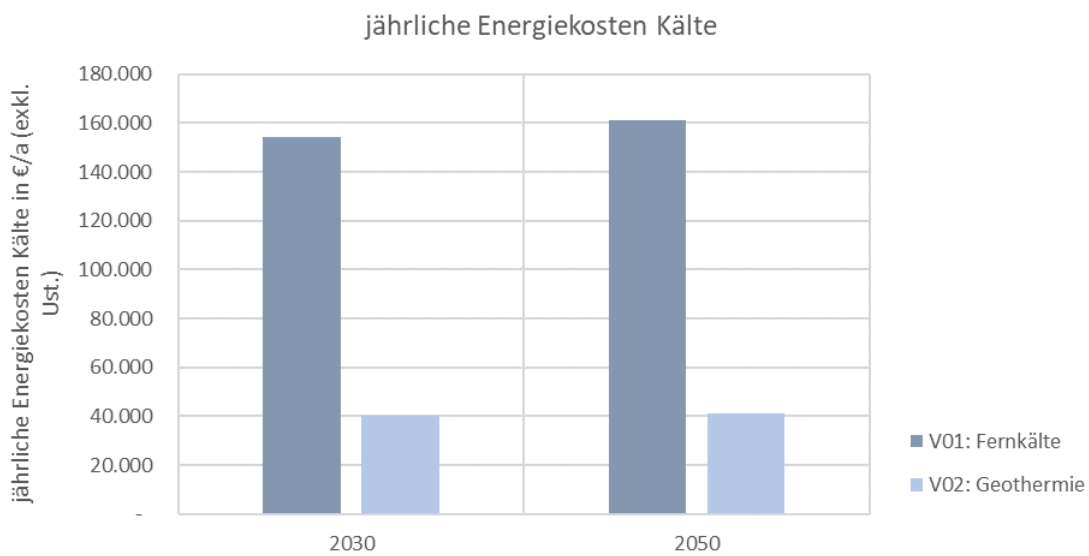
	EH	Menge	Kosten
E-Technik Haustechnik	12%		667.000 €
Summe Elektrotechnik			667.000 €
			19 €/m ²

5.3. Grobkosten für Betrieb

Die Zusammenstellung der Energiekosten, berechnet nach Preisbasis 2024, ist, aufgeteilt auf die beiden Varianten, in Abbildung 25 dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Energiekosten für die Geothermievariante rund 75% geringer zu erwarten sind als bei der Fernkältevariante.

Zwischen den Jahren 2030 und 2050 gibt es hier nahezu keinen Unterschied, da der Kühlbedarf durch die Sanierung und zusätzliche Verschattung nur um 8% zunimmt.

Abbildung 25: Vergleich der jährlichen Energiekosten Kälte in €/a (exkl. USt)



6 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Stadtquartiers in Wien Neubau (Quelle: Google Maps)	7
Abbildung 2: Verortung Stadtquartier 3 Wien Neubau (Quelle: Google Maps)	7
Abbildung 3: Luftbildaufnahme (Quelle: ViennaGIS / Stadtplan Wien Luftbild).....	8
Abbildung 4: Fassadenansicht Kirchengasse (links) und Burggasse (rechts)	8
Abbildung 5: Auszug aus dem Flächenwidmungsplan der Stadt Wien (Quelle: wien.gv.at)	9
Abbildung 6: Auszug aus der Lärmkarte 24-Durchschnitt 2022 Summenkarte (Quelle: maps.laerminfo.at)	9
Abbildung 7: Fernwärme-Leitungsnetz im Umkreis des Quartiers (gelbe Fläche) (Quelle: Open Government Data).....	10
Abbildung 8: Daten zu den einzelnen Gebäuden (Quelle: WebGIS + eigene Berechnung)	12
Abbildung 9: Übersicht der einzelnen Gebäude (Quelle: WebGIS).....	13
Abbildung 10: Systemübersicht passive Maßnahmen	23
Abbildung 11: Systemübersicht Kälteerzeugung / Kälteabgabe / Kälteverteilung	24
Abbildung 12: Kälteerzeugungssysteme in Abhängigkeit von der Wärmeversorgung des Objekts	26
Abbildung 13: Stuckdecke im Zuge einer Wohnungsrenovierung (2).....	29
Abbildung 14: 3 Kühlsegelelemente aus ungelochtem, verzinktem Stahlblech (RAL 9010 pulverbeschichtet) (3)	29
Abbildung 15: Beispielhafte Leitungsführung durch Untergeschoße (Quelle: V+P)	31
Abbildung 16: linke Abbildung: Übersicht Fernkälteleitungen in Quartiersnähe (eigene Darstellung) rechte Abbildung: Fernkälteausbau (Quelle: Wien Energie, Stand 07/2022)	32
Abbildung 17: Vertraglich vereinbarte Liefertemperatur (Bestandsanlage) (Quelle: Wien Energie Technische Richtlinien - Technische Auslegungsbedingungen TR-TAB Ausgabe 08/2013 Blatt K.3 Bestandsanlagen)	33
Abbildung 18: Prinzipschema Variante 01 (Fernkälte).....	34
Abbildung 19: Visualisierung der maximal zur Verfügung stehenden öffentlichen Flächen für die Abschätzung des Geothermiepotezials inkl. Darstellung der maximal möglichen Sondenanzahl bei einem Sondenabstand von 7 m.....	35
Abbildung 20: Prinzipschema Variante 02 (Kältemaschine)	36
Abbildung 21: Tarife für Erdsonden auf öffentlichem Grund	38
Abbildung 22: Baukosten TGA – Übersicht Varianten.....	38
Abbildung 23: Details Grobkosten Variante 01: Fernkälte.....	39
Abbildung 24: Details Grobkosten Variante 02: Geothermie	40
Abbildung 25: Vergleich der jährlichen Energiekosten Kälte in €/a (exkl. USt)	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: wesentliche Eckdaten des Stadtquartiers	6
Tabelle 2: Flächen je Nutzung	13
Tabelle 3: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Büroflächen (Referenzjahr 2030)	16
Tabelle 4: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Referenzjahr 2030	17
Tabelle 5: Berechnung der Gesamtkühlleistung für das Referenzjahr 2030.....	17
Tabelle 6: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Büroflächen (Vergleichsjahr 2050).....	18
Tabelle 7: Berechnung der spezifischen Kälteleistung für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Vergleichsjahr 2050.....	18
Tabelle 8: Berechnung der Gesamtkühlleistung für das Referenzjahr 2050.....	19
Tabelle 9: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Büroflächen (Referenzjahr 2030)	19
Tabelle 10: Berechnung des spezifischer Kühlbedarfs für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Referenzjahr 2030	20
Tabelle 11: Berechnung des Gesamtkühlbedarfs für das Referenzjahr 2030.....	21
Tabelle 12: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Büroflächen (Vergleichsjahr 2050)	21
Tabelle 13: Berechnung des spezifischen Kühlbedarfs für die Wohnflächen beim generellen Komfortmodell (Raumtemperatur Sollwert von 26 °C unabhängig von Außenlufttemperatur) im Vergleichsjahr 2050.....	22
Tabelle 14: Berechnung des Gesamtkühlbedarfs für das Vergleichsjahr 2050.....	22
Tabelle 15: Technikflächen für Anschluss an Fernkälte Wien (Quelle: Wien Energie)	28

Literaturverzeichnis

- (1) Vujicic Dragan: Das Verhältnis der Nutzungsfläche zu Bruttogrundfläche und die Ableitung von durchschnittlichen Bandbreiten bei Büro-, Verwaltungs- und bei Wohngebäuden, Master Thesis Technische Universität Wien, 2020
repositUM: <https://doi.org/10.34726/hss.2020.81102> (abgerufen am 08.04.2024, 17:50)
- (2) <https://www.schweizerag.com/referenz/renovation-stuckdecke.html> (abgerufen am 10.04.2024, 13:00)
- (3) <https://www.cufix.de/produkte/heiz-und-kuehlsegel.html> (abgerufen am 10.04.2024, 14:00)
- (4) <https://waermepreise.at/tarifuebersicht/#/?kunde=1&art=2,4> (abgerufen am 13.05.2024, 14:00)
- (5) <https://www.e-control.at/tarifkalkulator#/> (abgerufen am 13.05.2024, 14:05)