

Aktive Kühlung im fernwärme- versorgten Wohnbau

Kurzbericht

Studie des Institute of Building Research & Innovation (IBR&I) und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) im Auftrag der Abteilung Energieplanung der Stadt Wien

Veröffentlichung im Sinne des § 4 IFG



Aktive Kühlung und Temperierung im fernwärmeversorgten, mehrgeschoßigen Wohnbau

Kurzbericht

Felix Wimmer (PL), Johannes Pscheidl, Andreas Pummer und Peter Holzer
Institute of Building Research & Innovation (IBR&I)

Gerhard Bayer und Tina Tezarek
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Im Auftrag der Klima- und Innovationsagentur – Urban Innovation Vienna

Wien, Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Zusammenfassung.....	4
1 Einleitung.....	4
1.1 Zielsetzung	5
1.2 Methodik	5
2 Kältebedarfsanalyse	7
2.1 Klimaszenarien im urbanen Raum.....	7
2.2 Einfluss des Gebäudebestands.....	7
3 Typologisierung der Bestandssituation	9
3.1 Sanierungszustand.....	9
3.2 Sonnenschutzmaßnahmen.....	9
3.3 Wärmeverteilsystem.....	10
3.4 Abgabesysteme	10
3.5 Kühltypen bei Fernwärmeversorgung	10
4 Komponenten von Kühllösungen.....	11
5 Kühllösungen bei Fernwärmeversorgung.....	11
5.1 Ausgangslage – Fernwärmeversorgung	11
5.2 Zentrale Erdwärmepumpe	12
5.3 Zentrale Grundwasser-Wärmepumpe.....	12
5.4 Zentrale Luft-Wärmepumpe	13
5.5 Rückkühlen ins Fernwärmenetz	14
5.6 Fernkälte.....	15
5.7 Individuelle Klimageräte	15
5.8 Rückkühlen ins Warmwasser.....	16
5.9 Übersicht Kühllösungen bei Fernwärmeversorgung.....	16
6 Ökonomische Analyse	18
6.1 Methodik	18
6.2 Ergebnisse	19
7 Schlussfolgerungen	21
Abbildungsverzeichnis.....	23
Tabellenverzeichnis.....	23
Impressum	24

Zusammenfassung

Der fortschreitende Klimawandel führt vor allem in urbanen Regionen zu einer zunehmenden Belastung der Bewohner*innen und dem folgend zu einer steigenden Nachfrage für Raumkühlung. Aufgrund der hohen Anzahl von rund 460.000 mit Fernwärme versorgten Wohnungen in Wien¹, gilt es, für diese nachhaltige und sozialverträgliche Lösungen zur Raumkühlung zu finden. Darüber hinaus sollen Kühllösungen sowohl die Vermeidung von Hitzeinseln infolge von Abwärme als auch die Auswirkungen außenliegender Rückkühler auf das städtische Erscheinungsbild berücksichtigen. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die notwendigen Maßnahmen für die Integration einer nachhaltigen Kühllösung im bereits fernwärmeversorgten Mehrgeschoßwohnbau beschrieben. Nach einer Abschätzung des prognostizierten Kältebedarfs werden die Möglichkeiten für eine praktische Umsetzung beispielhaft anhand von fünf Test-Cases aufgezeigt. Eine Vollkostenanalyse unterschiedlicher Kälte-Lösungen unterstützt eine praxisnahe Darstellung.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Bevorzugte Lösungen für die Temperierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Wohngebäuden werden vor allem in zentralen Erd-, Grundwasser- und Luftwärmepumpen gesehen. Zusätzlich bieten sich auch Kühllösungen an, die mit Wärmepumpen die Abwärme zur Deckung des Warmwasserwärmebedarfs nutzen. Bestimmende Faktoren für die Art der technischen Umsetzung sind die Verortung von vor Ort verfügbaren Wärmesenken in ausreichender Größe, aber auch die Bestandssituation der Gebäude. Die vorhandene Infrastruktur der Verteilungen (Zweileiter-, Vierleiter-Verteilsystem) sowie die bestehenden Abgabesysteme sind auf Eignung zu prüfen.

Bei der kombinierten Betrachtung von Investitions- und Betriebskosten über 20 Jahre werden für ein Beispiel-Gebäude verschiedene Kühl-Lösungen dargestellt: das Kühlen mit Grundwasserwärmepumpe zeigt sich als kostengünstigste Variante mit 6,5 Euro/m²_{BEZ} und Jahr. Im Vergleich dazu lagen die Varianten der individuellen Klimageräte oder der zentralen Luft-Wärmepumpen bei rund 8 Euro/m²_{BEZ}.a, bei einer Kühlung mit Erdwärmepumpen liegen die Kosten bei 10,2 Euro/m²_{BEZ}.a.

Die Variante mit Rückkühlung ins Warmwasser ist zwar noch günstiger, jedoch ist dabei die Kühlung auf rund ein Viertel der Kühlleistung der anderen Varianten begrenzt.

Wird ergänzend zu den Kühl-Lösungen ein außenliegender Sonnenschutz errichtet, übertreffen die zusätzlichen Investitions- und Instandhaltungskosten die Einsparungen bei der Kühlung (bei aktuellen Stromkosten²), allerdings weisen Gebäude mit Sonnenschutz eine deutlich größere Resilienz und einen besseren Wohnkomfort auf.

Insgesamt lässt sich sagen, dass zur Verwirklichung einer Kühlung im fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Bestandswohnbau in allen Bestandteilen des Kühlsystems ausgereifte Technologien zur Verfügung stehen, welche an die einzelnen Leistungsanforderungen angepasst werden können. In den überwiegenden Fällen ist für die Kühlung jedoch ein vollständiges, neues System neben der Fernwärmeversorgung erforderlich.

¹ <https://www.wienenergie.at/pressrelease/2023-wien-energie-schliesst-10-000-haushalte-neu-an-fernwaerme-an/> [zuletzt abgerufen am 29.07.2025]

² <https://www.e-control.at/tarifkalkulator#/> [zuletzt abgerufen am 28.01.2025]

1 Einleitung

Die fortschreitende Erwärmung des globalen Klimas führt in urbanen, dicht besiedelten Räumen zu einer zunehmenden Belastung der Bewohner*innen. Vorangetrieben durch Phänomene wie den „Urban Heat Island Effekt“, der durch die verstärkte Erwärmung versiegelter Flächen, sowie erhöhter menschlicher Aktivität entsteht, wird sich die Hitzebelastung in den warmen Sommermonaten weiter erhöhen. Vor diesem Hintergrund sind Überlegungen zu effektiven Maßnahmen der Kältebedarfsreduktion und einer Integration von aktiven Kühlsystemen in den bereits existierenden Gebäudebestand von größter Relevanz, um die in Zukunft zunehmend gesundheitsgefährdende Hitzebelastung innerhalb der Wohnungen zu minimieren. Der Gestaltung nachhaltiger Kühlsysteme für Bestandswohnbauten liegen vielfältige Qualitätsmerkmale zu Grunde. So ist es von großer Bedeutung eine zusätzliche Erwärmung der Umgebungsluft zu verhindern, da dies zu einer zunehmenden Hitzebelastung innerhalb der Städte führt. Die Vermeidung zusätzlicher Schallbelastungen in Außenbereichen und Aufenthaltsbereichen in Gebäuden, ein respektvoller Umgang mit dem Stadtbild, sowie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der eingesetzten Systeme sind maßgebende Kriterien, um eine zukunftsfähige Integration von Kühlsystemen in den Bestandswohnbau realisieren zu können.

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die Möglichkeiten einer solchen Integration, sowie die dafür notwendigen Maßnahmen, im bereits fernwärmeversorgten Mehrgeschoßwohnbau in urbaner Umgebung dargestellt.

1.1 Zielsetzung

Aufbauend auf der Analyse verschiedener Klimaszenarien für den Raum Wien werden im Rahmen dieser Studie verschiedene Möglichkeiten der technischen Umsetzung einer vollflächigen Temperierung von mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten mit einem bereits bestehenden Fernwärmeanschluss untersucht und in Hinblick auf deren Umsetzbarkeit, sowie Wirksamkeit evaluiert. Auch wird eine ökonomische Analyse zu den einzelnen Systemlösungen durchgeführt. Zusätzlich wird eine Typologisierung des Wohnhausbestands in Wien, mit dem Fokus der Zuteilung entsprechender aktiver und passiver Kühlmaßnahmen zu den jeweils vorliegenden Ausgangssituation angestrebt. Eine Verallgemeinerung ermöglicht, ausgehend von der Typologisierung, eine Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf den gesamtstädtischen Raum.

1.2 Methodik

Die Studie wird methodisch als Machbarkeitsstudie anhand von fünf Test-Cases durchgeführt. Aus den aus der Betrachtung der Test-Cases gewonnenen Erkenntnissen wird eine Verallgemeinerung abgeleitet und Handlungsempfehlungen dargestellt. Zur Wahrung des Datenschutzes werden die betrachteten Objekte anhand ihrer charakteristischen Merkmale kategorisiert.

Die Studie ist wie folgt gegliedert:

Test-Cases

Zur Erarbeitung einer Typologisierung für Kühllösungen in fernwärmeversorgten Wohngebäuden dienen fünf Test-Cases. Diese sind übersichtsmäßig anhand ihrer charakteristischen Merkmale in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht der Gebäudeeigenschaften der Test-Cases

Gebäude	Bauperiode	Nutzungstyp	Thermischer Zustand	Sonnenschutzmaßnahmen
A	Gründerzeit	Wohnanlage	Thermisch unverändert	Keine Sonnenschutzmaßnahmen
B	70er Jahre	Wohnanlage	Thermisch unverändert	Außenliegender Sonnenschutz
C	20er Jahre	Wohnanlage	Thermisch unverändert	Keine Sonnenschutzmaßnahmen
D	90er Jahre	Wohnanlage	neuwertig	Keine Sonnenschutzmaßnahmen
E	60er Jahre	Wohnanlage	Thermisch unverändert	Keine Sonnenschutzmaßnahmen

Die Informationen zu den weiteren Gebäudeeigenschaften werden in der Langfassung des Studienberichts beschrieben.

Kältebedarfsanalyse

Anhand der Analyse vorliegender Klimaszenarien für das Wiener Stadtgebiet wird zunächst für die Test-Cases der zu erwartende Kältebedarf ermittelt. Mit Hilfe einer Bestandsanalyse wird die bestehende Gebäudeinfrastruktur in Bezug auf bereits durchgeführte thermische Sanierungsarbeiten und etwaige schon vorhandene Sonnenschutzmaßnahmen, sowie das vorliegende Heizsystem aufgenommen, um die Auslegung der entsprechenden Kühlmaßnahmen zu ermöglichen.

Typologisierung

Die aus der Bestandsanalyse hervorgegangenen, für die Integration eines Kühlsystems ausschlaggebenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten werden mit Hilfe einer Typologisierung vereinheitlicht und anschaulich dargestellt. Anhand der in der Typologisierung erarbeiteten Kriterien wird eine Verallgemeinerung bezogen auf fernwärmeversorgte mehrgeschoßige Bestandswohnbauten erarbeitet.

Kühlmöglichkeiten für fernwärmeversorgte mehrgeschoßige Bestandswohnbauten

Es werden je nach vorliegender Ausgangslage, Maßnahmen zur Reduktion des zu deckenden Kühlbedarfs, sowie verschiedene technische Möglichkeiten der Umsetzung einer aktiven Kühlung dargestellt. Individuelle Erschwernisse werden beleuchtet und die zur Verfügung stehenden Technologien beschrieben.

Ökonomische Analyse

Die genannten technischen Systemvorschläge werden anhand einer ökonomischen Analyse bewertet und die Vollkosten auf 20 Jahre betrachtet gegenübergestellt. Dabei werden die Einflussgrößen auf die jeweiligen Kosten pro m² Bezugsfläche und Jahr, unterteilt in Investitions- und Betriebskosten beschrieben. Durch den Vergleich der jährlichen kumulierten Kosten zweier Varianten wird sichtbar, nach wie vielen Jahren sich z. B. die anfänglich höheren Investitionskosten der Variante A durch ihre geringere Betriebskosten gegenüber einer Variante B amortisieren.

Schlussfolgerung und Handlungsempfehlungen

Die aus der Studie hervorgegangenen Ergebnisse werden verallgemeinert und Schlussfolgerungen gezogen. Zusätzlich werden Handlungsempfehlungen erarbeitet, welche die Zukunft einer nachhaltigen Kühlung von mehrgeschoßigen Wohnbauten im urbanen Raum beleuchten und Potenziale hervorheben.

2 Kältebedarfsanalyse

Zur Abschätzung von Maßnahmen für eine aktive, vollflächige Temperierung, ist es unerlässlich den Kältebedarf des jeweiligen Objekts zu erheben. Das örtliche Klima, sowie die Gebäudesubstanz und etwaige Adaptionen der thermischen Hülle haben maßgebenden Einfluss auf den zu deckenden Kältebedarf. Dieser Kältebedarf stellt in weiterer Folge die Grundlage für die Auslegung eines technischen Kühlsystems dar. Die diversen Einflussfaktoren werden nachfolgend detailliert beschrieben.

2.1 Klimaszenarien im urbanen Raum

Das vorherrschende Klima an einem Standort ist ausschlaggebend für dessen Kältebedarf. Bei der Analyse und Bewertung von Klimaszenarien für den urbanen Raum Wien werden im ersten Schritt vorhandene Literaturquellen und Messdaten identifiziert. Diese werden analysiert und mit Prognosen verglichen, um Aussagen über die anzuwendenden Kühlgradtage und dementsprechend eine Aussage über den Kältebedarf und Kälteleistung der Test-Case Standorte zu geben.

Werden Messdaten mit bestehenden Prognosemodellen, z. B. ÖKS15³, verglichen, zeigt sich, dass die Messdaten die Prognosemodelle bereits deutlich überschritten haben. Bei dem berücksichtigten Prognosemodell handelt es sich um ein Modell basierend auf dem Klimaszenario RCP8.5⁴, jenem Szenario, welches bereits das Worst-Case Szenario abbilden soll. Um daher realistischere Werte für die Prognose zu erhalten, wurde auf Basis der Messdaten der letzten 30 Jahre ein Aufschlagfaktor zum Prognosemodell berechnet und für die Kältebedarfsabschätzung angewandt.

2.2 Einfluss des Gebäudebestands

Der Zustand der Gebäudesubstanz, besonders in Hinblick auf Sonnenschutzmaßnahmen oder thermische Veränderungen der Gebäudehülle, ist maßgeblich für die Hitzebelastung während der warmen Sommermonate verantwortlich. Der größte Einflussparameter zur Reduktion des Kältebedarfs sind Sonnenschutzmaßnahmen. Diese können technisch, z. B. durch außenliegende Verschattungssysteme, natürlich, z. B. durch verschattende Pflanzen, oder baulich, z. B. durch Überstände an den Verglasungsflächen, ausgeführt sein.

Vor allem bei Gebäuden, die bereits gekühlt werden, hat die thermische Hüllqualität einen maßgeblichen Einfluss auf den Kältebedarf. Der Einfluss der thermischen Hüllqualität auf den

³ <https://klimaszenarien.at/oeks-15/>

⁴ Das Klimaszenario RCP8.5, wie es im IPCC AR5 definiert ist, beschreibt einen zusätzlichen Strahlungsantrieb von +8,5 W/m² bis zum Jahr 2100. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/aism-annex-i-atlas-of-global-and-regional-climate-projections-supplementary-material-rcp8-5/>

Kältebedarf ist in direkter Abhängigkeit zu den am Standort vorherrschenden Kühlgradtagen. Es ist jedoch zu beachten, dass an Standorten mit geringen Kühlgradtagen (< 300 KGT) eine verbesserte thermische Hüllqualität geringere Einsparpotenziale aufweist als an Standorten mit höheren Kühlgradtagen. Eine Verbesserung der thermischen Hüllqualität kann zu Einsparungen, je nach Ausgangssituation der thermischen Hülle, zwischen 10 – 15 % betragen (siehe Abbildung 1).

Den größten Einfluss auf den Kältebedarf haben die transparenten Bauteile eines Gebäudes. Vor allem Fenster mit Süd-Östlicher und Süd-Westlicher Ausrichtung tragen im Sommer aufgrund der tiefstehenden Sonne am Morgen und am Abend zur Erhitzung des Innenraums bei. In Bestandsgebäuden ist der Sonnenschutz durch die Kombination aus hohen g -Werten ($> 0,6$) der Verglasung und meist fehlenden Sonnenschutzmaßnahmen besonders gering. Eine Reduktion des $g_{\text{total,Fassade}}$ ⁵ von 10 % auf 5 % führt zu einer Reduktion des Kältebedarfs von 25 % bis 35 % (je höher die KGT, desto geringer die prozentuelle Reduktion (siehe Abbildung 1).

Wird in einem Bestandsgebäude sowohl die thermische Hüllqualität als auch der $g_{\text{total,Fassade}}$ verbessert, führt dies zu Reduktionen des Kältebedarfs von 35 % bis 45 % (je nach KGT des Standorts).

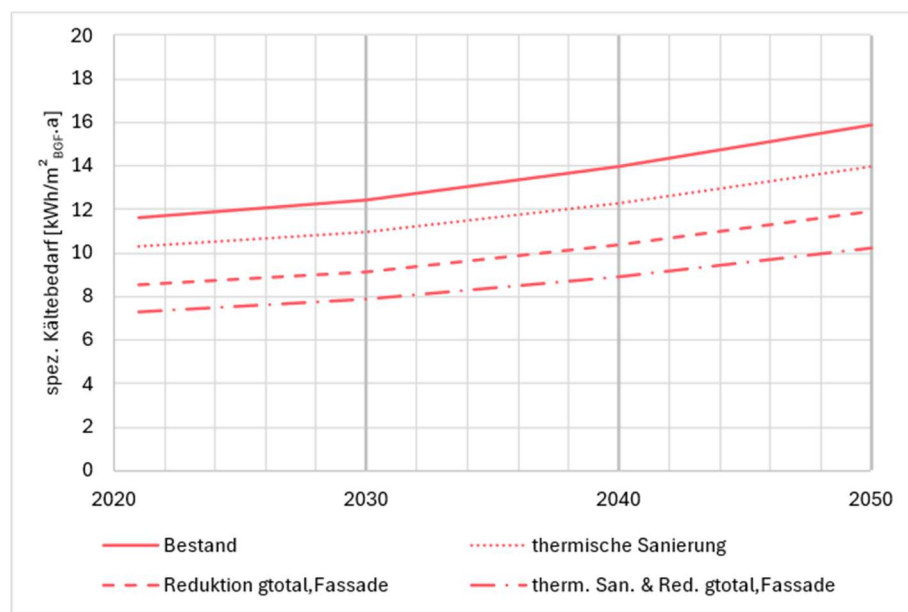


Abbildung 1: Verlauf des spezifischen Kältebedarfs bei unterschiedlichen Gebäudezuständen eines exemplarischen Gebäudes (Quelle: eigene Darstellung)

⁵ $g_{\text{total,Fassade}}$: Gesamtenergiedurchlassgrad der Fassade; beschreibt den Anteil der einfallenden solaren Strahlung, der – unter Berücksichtigung von Verglasung und außen- bzw. innenliegendem Sonnenschutz – in den Innenraum gelangt. Ein niedriger g_{total} -Wert bedeutet einen geringen solaren Wärmeeintrag.

3 Typologisierung der Bestandssituation

Ausgehend von den durch die Analyse der Test-Cases erlangten Erkenntnissen ist im Zuge einer geplanten Umsetzung eines aktiven Kühlsystems eine vorausgehende Typologisierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten sinnvoll. Die Typologisierung verfolgt das Ziel einer einfachen Kategorisierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten, bei denen Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung der Bewohner*innen notwendig sind. Durch die Bearbeitung der Studie wurden die Kühltypen bei Fernwärmeversorgung (KTF) etabliert. Diese berücksichtigen die für eine Integration eines Kühlsystems notwendigen Kriterien, sowie passive Maßnahmen zur Reduktion des Kältebedarfs (siehe Abbildung 2). Aus der Betrachtung der Test-Cases gehen vier Hauptkriterien hervor, die auch bei einer verallgemeinerten Betrachtung ausschlaggebend sind. Es ist wichtig hervorzuheben, dass der erarbeiteten Typologisierung das Ziel der vollflächigen, dauerhaften Temperierung zugrunde liegt. Die nachfolgend beschriebenen Hauptkriterien ermöglichen eine sinnvolle Einteilung bestehender fernwärmeversorgter Wohngebäude hinsichtlich dieses übergeordneten Ziels.



Abbildung 2: Maßgebliche Kriterien zur Typologisierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten (Quelle: eigene Darstellung)

3.1 Sanierungszustand

Eine thermische Sanierung minimiert nicht nur die Wärmeverluste an die Umgebung im Winter, sondern auch die Wärmeeinträge in den Innenraum in den heißen Sommermonaten. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass eine thermische Sanierung nicht mit dem primären Ziel der Kältebedarfsreduktion durchgeführt werden sollte. Vielmehr ist dies ein Zusatzeffekt zum Ziel der Reduktion des Heizwärmebedarfs im Winter.

3.2 Sonnenschutzmaßnahmen

Der bedeutendste Einfluss auf den Kältebedarf eines Objekts ist dem Vorhandensein von Sonnenschutzmaßnahmen zuzuschreiben. Der Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{\text{total,Fassade}}$ stellt eine geeignete Kennzahl zur Quantifizierung der solaren Energieeinträge in das Gebäudeinnere dar. Eine genauere Beschreibung dieser Kennzahl ist im Abschlussbericht enthalten.

3.3 Wärmeverteilsystem

Bei geplanter Integration eines aktiven Kühlsystems spielt die bereits bestehende Heizwärme- und Warmwasserverteilung eine zentrale Rolle. Bei einer geeigneten Ausführung besteht beispielsweise die Möglichkeit, bestehende Heizwärmeleitungen im Sommer als Kälteverteilsystem zu nutzen.

3.4 Abgabesysteme

Die Leistung eines Kühlsystems ist stark von der Art des Kälteabgabesystems abhängig. Besonders geeignet für den Kühlbetrieb sind Flächenkühlsysteme wie etwa Fußbodenheizungen/-kühlungen und Deckenheizungen/-kühlungen. Die in Bestandsgebäuden weit verbreiteten Radiatoren sind weniger geeignet, vor allem wenn die Anschlussart von Vorlauf und Rücklauf für den Heizbetrieb optimiert ausgeführt ist. Radiatoren erreichen ihre Leistungsfähigkeit durch hohe Temperaturdifferenzen zwischen ihrer Oberfläche und dem Raum. Da diese im Kühlfall aufgrund der Kondensationsgefahr geringgehalten werden, entsteht keine natürliche Konvektion und die Kühlleistung ist beschränkt. Eine Nachrüstung spezieller Kälteabgabesysteme ist maßgeblich von den individuellen Gegebenheiten der betrachteten Objekte abhängig.

3.5 Kühltypen bei Fernwärmeversorgung

Auf Basis der zuvor beschriebenen Hauptkriterien für die Typologisierung, also Sanierungszustand und Sonnenschutzmaßnahmen auf Seite des energietechnischen Gebäudezustands und den Wärmeverteil- und Abgabesystemen auf der Seite des haustechnischen Gebäudezustands, kann nun eine Einteilung in die Kühltypen bei Fernwärmeversorgung (KTF) erfolgen. Die Auflistung der Kühltypen bei Fernwärmeversorgung kann dem Abschlussbericht, Kapitel 4.5, entnommen werden.

Haustechnische Ausgangslage der Kühltypen bei Fernwärmeversorgung

Ausgehend von der Analyse der Test-Cases und der erarbeiteten Typologisierung ergeben sich vier Ausgangslagen, welche sich durch die Art der Heizwärme- bzw. Warmwasserverteilung und -abgabe unterscheiden (siehe Abbildung 3). Daraus lassen sich mögliche Umsetzungsvarianten für die Gebäudekühlung ableiten.

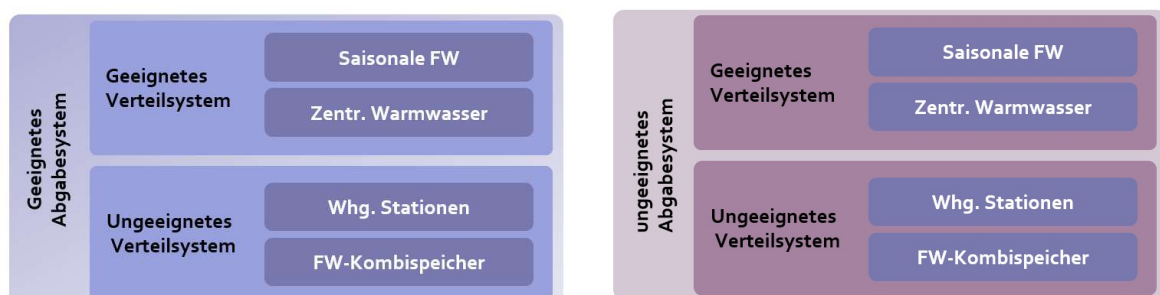


Abbildung 3: Unterschiedliche haustechnische Ausgangslagen in fernwärmeversorgten Mehrgeschoßwohnbauten und deren Eignung für die Gebäudekühlung (Quelle: eigene Darstellung)

Eine detaillierte Dokumentation und Erklärung zu den geeigneten und ungeeigneten Ausgangslagen wird in der Langfassung des Studienberichts beschrieben.

4 Komponenten von Kühllösungen

Die Komponenten von Kühllösungen wurden auf ihr Vorhandensein und ihre Umsetzbarkeit für sämtliche Test-Cases untersucht. Aus dieser detaillierten, auf konkreten baulichen Gegebenheiten basierenden Untersuchung wurden die Kühllösungen bei Fernwärmeversorgung (siehe Langfassung Studienbericht, Kapitel 6) abstrahiert.

Die jeweiligen in einem Gebäude anwendbaren Kühllösungen können folgende Komponenten umfassen:

- Komponenten zur Kältebedarfssenkung
 - Thermische Sanierung der Gebäudehülle
 - Sonnenschutzmaßnahmen
 - Reduktion der Wärmeeinträge durch Geräte
 - Individuelles Lüftungsverhalten
 - Luftbewegung
- Komponenten zur Kältebedarfsdeckung
 - Kältebereitstellung
 - Wärmesenken
 - Kälteverteilung
 - Kälteabgabe

Umfassendere Informationen zu den unterschiedlichen Komponenten von Kühllösungen werden im Dokument „*Technologieprofile – Kühlen bei Fernwärmeversorgung*“ beschrieben.

5 Kühllösungen bei Fernwärmeversorgung

Abhängig von der haustechnischen Ausgangslage ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten, eine Gebäudekühlung bei fernwärmeversorgten Bestandswohngebäuden zu integrieren. Soll eine zentrale Kühlung umgesetzt werden, können zusätzlich zu den Basismaßnahmen, wie zum Beispiel der Installation einer Kältemaschine inklusive Wärmesenke, individuelle Zusatzmaßnahmen erforderlich sein. Nachfolgend werden die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten sowie etwaige notwendige Zusatzmaßnahmen beschrieben.

5.1 Ausgangslage – Fernwärmeversorgung

Es wird als Ausgangslage die nachfolgende Konstellation herangezogen, welche bei einem der fünf Test-Cases vorgefunden wurde:

- Es besteht eine zentrale Wärmeversorgung des Gebäudes mittels Fernwärme in einem ausreichend dimensionierten Heizraum im Keller des Objektes.
- Es besteht eine Versorgung der Wohnungen über eine zentrale Warmwasserbereitung mit Zirkulationsleitung.
- Es besteht eine für Heizung und Warmwasser ausreichend dimensionierte vertikale Wärmeverteilung. Diese umfasst je ein Steigleitungspaar für Raumwärme und Warmwasser.
- Die Heizungswärmeabgabe erfolgt über Radiatoren.

Diese Variante wurde gewählt, da sie einen Großteil der fernwärmeversorgten Wohngebäude in Wien abdeckt.

5.2 Zentrale Erdwärmepumpe

Wird eine zentrale Kühlung mittels einer Erdwärmepumpe als Kältebereitstellungsanlage umgesetzt, wird das Erdreich über die errichteten Sonden als Wärmesenke für die dem Gebäude entzogene Wärme genutzt. Die Umsetzbarkeit ist maßgeblich von dem jeweiligen Potenzial abhängig. Vertikale Erdsonden verfügen im Kühlbetrieb über eine mittlere spezifische Leistung von 35 W/lfm bis 45 W/lfm. Bei der Verortung der Sonden ist auf die Zugänglichkeit für Bohrgeräte, bereits bestehende unterirdische Leitungen oder etwaige Unterkellerungen zu achten. Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für Erdwärmesonden im nahen Gebäudeumfeld stellt ein Ausschlusskriterium dar, sofern keine nachbarschaftliche Lösung gefunden werden kann.

Neben einer Sole-Wasser-Wärmepumpe ist dazu ein Erdsondenfeld mit ca. 0,8 m Sondenlänge pro Quadratmeter Nutzfläche zu errichten. Um Erdsonden über mehrere Jahre hinweg nachhaltig betreiben zu können, ist im Winter eine Regeneration des Erdsondenfeldes erforderlich. Ohne dieser Regeneration würde sich das Erdsondenfeld über den Verlauf von mehreren Jahren immer weiter erwärmen. Eine wasserrechtliche Beschränkung der Betriebstemperatur begrenzt die erzielbaren Kühlleistungen bei steigenden Erdreichtemperaturen. Erdwärmepumpen bieten in vielen Fällen außerdem die Möglichkeit eines passiven Kühlbetriebs, bei dem eine Kühlung des Gebäudes ohne den Betrieb eines Kompressors in einer Kältemaschine/Wärmepumpe möglich ist. Hierfür werden die niedrigen Temperaturen des Erdreiches (15 °C bis 18 °C) direkt zur Kühlung des Gebäudes im Sommer genutzt. Dabei reduziert sich die erzielbare Entzugsleistung auf rund 20 W/lfm Sonde und die erforderliche Sondenlänge je Nutzfläche erhöht sich folglich auf 1,5 lfm/m²_{NF}.

Für eine Kühlung mit zentralen Erdwärmepumpen werden folgende Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Herstellung einer zentralen Erdwärmepumpe inkl. Erdsondenfeld
2. Erschweris durch ungeeignete Steigleitungssituation
3. Erschweris durch ungeeignetes Kälteabgabesystem
4. Chance durch Wärmesenken-Regeneration im Heizbetrieb

5.3 Zentrale Grundwasser-Wärmepumpe

Wird eine zentrale Kühlung mittels Grundwasser-Wärmepumpe als Kältebereitstellungsanlage realisiert, wird das örtliche Grundwasser als Wärmesenke genutzt und ihm die aus dem Gebäude entzogene Wärme zugeführt. Bei der Nutzung des Grundwassers sind umfassende wasserrechtliche Vorschriften zu beachten. So sind zum Beispiel Grenzwerte bei der maximalen Wasserentzugsmenge [m³/Tag] sowie der maximalen Rückgabetemperatur einzuhalten. Für eine thermische Nutzung des Grundwassers beschränkt die (notwendige) wasserrechtliche Genehmigung die Rückgabetemperatur auf maximal 18 °C⁶. In Kombination mit den vorherrschenden Temperaturen des urbanen Wiener Grundwassers beschränkt sich auch die maximale Rückkühlleistung ins Grundwasser. Die Grundwassertemperaturen liegen in Wien im Mittel über das Jahr zwischen 13 °C und 15 °C. Standortspezifisch gibt es hierbei aber erhebliche

⁶ <https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/ahs-info/pdf/wasserrechtsverfahren-grundwassernutzung.pdf>
[letzter Zugriff am 23.03.2025]

Unterschiede. An manchen Orten wird bereits heute diese wasserrechtliche Temperaturobergrenze im Grundwasser aufgrund lokaler Wärmeeinträge übertroffen.⁷

Für die Nutzung des Grundwassers wird das Wasser am Ort des Saugbrunnens entnommen und mit erhöhter Temperatur an einer zweiten Stelle, dem Schluckbrunnen, wieder dem Grundwasserkörper zugeführt. Damit es zu keiner gegenseitigen Beeinflussung (thermischer Kurzschluss) zwischen Entnahme und Rückgabe kommt, muss ein ausreichender Abstand eingeplant werden. Dieser ist abhängig von der Rückkühlleistung, den Bodenbegebenheiten, der geförderten Wassermenge und den Temperaturniveaus. Beispielweise beträgt der typische Abstand zwischen den beiden Brunnen bei einer Leistung von 75 kW rund 30 Meter. Eine mangelnde Verfügbarkeit von Flächen für einen Saug- und Schluckbrunnen in der entsprechenden Distanz stellt ein Ausschlusskriterium für diese Kühllösung dar.

Bei der Nutzung von Grundwasser als Umweltwärmequelle besteht grundsätzlich ein gewisses klimatisches Restrisiko. Steigen die Grundwassertemperaturen künftig weiter an, kann es nur noch eingeschränkt als effiziente Wärmesenke genutzt werden.⁸ Um dem entgegenzuwirken, ist es zwingend erforderlich, die im Sommer eingespeiste Wärme während der kühleren Jahreszeit wieder zu entnehmen, sodass die Energiebilanz des Grundwassers wieder ausgeglichen ist. In den überwiegenden Fällen wird dies in der wasserrechtlichen Genehmigung festgeschrieben. Zusätzlich ist zu beachten, dass sich das erwärmte Grundwasser langsam, mit einer Geschwindigkeit von rund 1 m pro Tag, vom Einspeisepunkt entfernt. Dies gilt es bei bilanziellem Ausgleich zu beachten.

Bei Grundwassersystemen ist ebenso ein passiver Kühlbetrieb möglich. Dabei werden die niedrigen Grundwassertemperaturen direkt, ohne den Einsatz einer Kältemaschine, zur Kühlung des Objektes herangezogen. Damit einher gehen geringe Betriebskosten, aber auch meist geringe Kühlleistungen.

Für eine Kühlung mit zentralen Grundwasser-Wärmepumpen werden folgende Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Herstellung einer Grundwasser-Wärmepumpe inkl. Brunnen
2. Erschwernis durch ungeeignete Steigleitungssituation
3. Erschwernis durch ungeeignetes Kälteabgabesystem
4. Chance durch Wärmesenken-Regeneration im Heizbetrieb

5.4 Zentrale Luft-Wärmepumpe

Wird eine zentrale Kühlung mittels einer Luft-Wärmepumpe als Kältebereitstellungsanlage umgesetzt, wird die Umgebungsluft als Wärmesenke für die dem Gebäude entzogene Wärme genutzt. Die abgegebene Energie erwärmt die Umgebungsluft in unmittelbarer Nähe zum Gebäude und kann dadurch sich selbst, aber vor allem auch Nachbarliegenschaften beeinträchtigen. Bei der Verortung der Luftwärmetauscher ist darauf zu achten, dass negative schalltechnische und klimatische Auswirkungen möglichst geringgehalten werden. Eine solche verträgliche Aufstellung kann im dicht verbauten urbanen Raum beispielsweise am Dach erfolgen. Eine Abgabe der Abwärme in Bodennähe (z. B. auf den Gehsteig) sollte vermieden werden.

⁷ Steiner et al. 2024, Heat below the city
und <https://wien.orf.at/stories/3289090/> [letzter Zugriff am 23.03.2025]

⁸ Steiner et al. 2024, Heat below the city

Die Größe der Luft-Rückkühler und damit auch die Beeinträchtigung der Umgebung durch Emissionen steht im direkten Zusammenhang zur Größe der Anlage, deren Leistung und Dimensionierung. Durch eine bedachte Planung und den Einsatz von Schallschutzhauben kann hier vielen Problemen vorgebeugt werden.

Für eine Kühlung mit zentralen Luft-Wärmepumpen werden folgende Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Herstellung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
2. Erschwernis durch ungeeignete Steigleitungssituation
3. Erschwernis durch ungeeignetes Kälteabgabesystem

5.5 Rückkühlen ins Fernwärmenetz

Wird eine zentrale Wärmepumpe mit Rückkühlung ins Fernwärmenetz als Kältebereitstellunganlage vorgesehen, gibt es einiges zu beachten. In der Regel ist es auf Gebäudeseite technisch möglich die durch Kühlprozesse entstandene Abwärme des Objektes mittels (Hochtemperatur-) Wärmepumpen auf ein für die Einspeisung in das Fernwärmenetz geeignetes Temperaturniveau zu bringen und damit dem Fernwärmenetz zuzuführen. Das Fernwärmenetz würde hierbei die Wärmesenke darstellen und die dem Gebäude entzogene Wärme abtransportieren. In diesem Fall wäre der Fernwärmeanbieter zuständig für den weiteren Umgang mit dieser überschüssigen Energie.

Ob die technische Machbarkeit auch netzseitig für einen Standort gegeben ist, hängt davon ab, an welcher Stelle des Fernwärmenetzes sich das zu kühlende Gebäude befindet. Konkret muss zu jedem Zeitpunkt an der Stelle der Abwärme-Einspeisung ein Durchfluss im Fernwärmenetz sichergestellt sein. Dies ist besonders in abgelegenen Bereichen mit wenigen angeschlossenen Haushalten oder nur saisonal fernwärmeversorgten Gebäuden häufig schwierig herzustellen. Auch spielt es eine zentrale Rolle, wie weit die nächste sogenannte Gebietsumformerstation (GUFO) entfernt ist. Es bedarf vorab in jedem Fall eine Abstimmung mit dem lokalen Fernwärmeversorger über die örtlichen Gegebenheiten. Neben diesen technischen Aspekten sind auch relevante rechtliche Rahmenbedingungen mit dem Fernwärmenetzbetreiber zu klären.

Aus derzeitiger Sicht ist die Variante des Rückkühlens in die Fernwärme in das Wiener Fernwärmenetz nicht standardmäßig möglich. In Berlin befindet sich derzeit eine Anlage im Probetrieb, bei der die Rückkühlung der Abwärme von Kältemaschinen mithilfe von Hochtemperatur-Wärmepumpen direkt in das Fernwärmenetz eingespeist wird.⁹ Dennoch werden für das Rückkühlen in die Fernwärme folgende grundsätzliche Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Herstellung einer zentralen Wärmepumpe zum Rückkühlen in die Fernwärme
2. Erschwernis durch ungeeignete Steigleitungssituation
3. Erschwernis durch ungeeignetes Kälteabgabesystem

⁹ Qwark³ - Quartiers-Wärme-Kraft-Kälte-Kopplung / Teilvorhaben: 'Demonstration und Erprobung der Einbindung einer Groß- und Hochtemperaturwärmepumpe in das Berliner Stadtwärmenetz

5.6 Fernkälte

Wird eine Gebäudekühlung mittels Fernkälte vorgesehen, so sind am Standort keine individuellen Maßnahmen zur Kälteerzeugung notwendig, lediglich eine Übergabestation ist zu errichten. Analog zur Fernwärme findet die Kälteerzeugung in sogenannten Kältezentralen verteilt auf das Stadtgebiet statt. Über ein Fernkältenetz wird diese Kälte mittels gekühltem Wasser bis zu den Abnehmer*innen transportiert und dort an das hauseigene Verteil- und Abgabesystem übergeben. Üblicherweise erfolgt eine zusätzliche Systemtrennung zwischen dem öffentlichen Netz und den hauseigenen Anlagen. Die Temperaturen im Wiener Fernkältenetz liegen zwischen 5 °C und 6 °C und damit deutlich niedriger als es für die Temperierung von Wohnbauten erforderlich wäre. In diesem Fällen müsste die Temperatur vor Eintritt in ein bestehendes Hausverteilnetz zur Vermeidung von Kondensationsproblemen auf > 21 °C gemischt werden. Damit kann das Potenzial der gelieferten Kälte nicht ausgenutzt werden. Alternativ muss ein neues und vollständig dampfdicht isoliertes Verteilsystem samt geeignetem Abgabesystem installiert werden.

Die Verfügbarkeit einer Fernkälteversorgung ist derzeit auf sehr wenige Gebiete in Wien beschränkt. Zwar wird das Fernkältenetz laufend ausgebaut, jedoch liegt dabei der Fokus primär auf gewerblichen Großabnehmenden mit hohen Kältebedarfen und Komfortanforderungen (z. B. Krankenhäuser, Hotels, Bürobauten). Ein Ausbau für den großflächigen Anschluss von mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten ist derzeit nicht geplant. Die Anschlussmöglichkeit an das Fernkältenetz ist hierbei also der limitierende Faktor für die Umsetzbarkeit dieser Kühllösung in fernwärmeversorgten Bestandswohnbauten. Auch sind aus technischer Sicht die niedrigen Temperaturen für eine Temperierung von Wohnbauten nicht erforderlich und können zu Problemen mit Kondensatbildung führen.

Dennoch werden für die Fernkälte folgende grundsätzliche Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Herstellung einer Fernkälteübergabestation
2. Erschwernis durch ungeeignete Steigleitungssituation
3. Erschwernis durch ungeeignetes Kälteabgabesystem

5.7 Individuelle Klimageräte

Die Anwendung von individuellen Klimageräten kann meist unabhängig von der im Gebäude bestehen Heizungsinfrastruktur und damit auch der Fernwärmeversorgung erfolgen. Bei individuellen Klimageräten liegt grundsätzlich der Fokus auf aktiven Einzelraumlösung (z. B. Kühlung vom Schlafzimmer oder Aufenthaltsraum) und nicht auf dem bisher verfolgten Ziel der vollflächigen Temperierung einer gesamten Wohnung oder eines Gebäudes.

Die Leistung individueller Klimageräte ist meist um ein Vielfaches höher als die zuvor gezeigten vollflächigen Temperierungs-Lösungen und daher schwierig mit den zentralen Lösungen zu vergleichen. Die hohen Leistungen ermöglichen es, die Temperaturen im Innenraum frei wählen zu können, kommen jedoch einher mit einem höheren Stromeinsatz. Zusätzlich bieten sie meist die Möglichkeit der Luftentfeuchtung, wobei hier besonders auf die sichere Ableitung des Kondensats geachtet werden muss.

Die Vielfalt an unterschiedlichen individuellen Klimageräten führt ebenso zu einer Vielfalt an möglichen Problemen. Allen voran stehen die Themen Geräuschemissionen und die Abwärmeabgabe an die Außenluft. Die Schallemissionen hängen vom gewählten Gerät und der Platzierung ab. Individuelle Klimageräte werden oftmals auf Balkonen oder im Nahbereich von Fenstern angebracht und führen dort zu störenden Geräuschen. Darüber hinaus wird, wie auch bei

zentralen Luft-Wärmepumpen, die überschüssige Wärme an die Umgebungsluft abgegeben und beeinträchtigt so das örtliche Mikroklima. Auch hier kann durch eine bedachte Platzierung (z. B. am Dach) oder durch das Anbringen von Schallschutzhauben die Beeinträchtigung von Nachbarn reduziert werden. Nicht zuletzt kann durch eine ungünstige Platzierung der Außeneinheiten an Fassaden auch das örtliche Erscheinungsbild negativ beeinträchtigt werden.

Eine Übersicht über die unterschiedlichen individuellen Klimageräte finden sich im Dokument „Technologieprofile – Kühlen bei Fernwärmeversorgung“ und können dort nachgelesen werden.

5.8 Rückkühlen ins Warmwasser

Bei Gebäuden, in denen die Warmwasserbereitung zentral und die Verteilung unabhängig von der Heizungsverteilung erfolgt, bietet sich grundsätzlich die Deckung des sommerlichen Warmwasserwärmebedarfs als Wärmesenke an. Die dem Gebäude entzogene Wärme kann hierbei zum Erhitzen des Warmwassers verwendet werden.

Werden keine zusätzlichen Wärmesenken in das Kühlsystem integriert, so richtet sich die Auslegung der zu errichtenden Kältemaschine nach dem abzudeckenden Warmwasserbedarf des jeweiligen Gebäudes. Dieser liegt bei zentralen Warmwassersystemen bei etwa $25 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF a}}$, wobei rund ein Drittel des Bedarfs in den Sommermonaten anfällt¹⁰. Damit hat der Warmwasserbedarf maßgeblichen Einfluss auf den erzielbaren Kälteentzug aus den Wohnungen, der erzielbaren Kühlleistung und damit auf den sommerlichen Komfort.

Für die Kältebereitstellung mit Rückkühlung ins Warmwasser werden folgende grundsätzliche Maßnahmenpakete definiert:

1. Basismaßnahme der Errichtung einer Wärmepumpe zum Rückkühlen ins Warmwasser
2. Erschwernis durch ungeeignetes Kälteabgabesystem
3. Chance der Deckung des Warmwasserwärmebedarf durch lokale Quellen

5.9 Übersicht Kühllösungen bei Fernwärmeversorgung

Abhängig von der Kombination des bestehenden Abgabe- und Verteilsystems, ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten, eine Gebäudekühlung bei Fernwärmeversorgung in Bestandswohngebäuden zu integrieren. Soll eine zentrale Kühlung umgesetzt werden, können zusätzlich zu den Basismaßnahmen, wie zum Beispiel der Installation einer Kältemaschine inklusive Wärmesenke, individuelle Zusatzmaßnahmen erforderlich sein. Nachfolgend werden die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten sowie etwaige notwendige Zusatzmaßnahmen beschrieben.

Ergänzend dazu wird in Tabelle 2 sowie Kapitel 6 eine Übersicht der durchschnittlichen Brutto-Herstellungskosten der jeweiligen Kühllösungen inkl. zusätzlicher Maßnahmen bei erschwerten Bedingungen dargestellt.

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.

¹⁰ Vgl. ÖNORM H 5056-1:2019-01

Tabelle 2: Übersicht der Kühllösungen und deren durchschnittlichen Brutto-Herstellungskosten

Zentrale Erdwärmepumpe	EUR/m²_{WNF}	EUR/Whg
Basismaßnahme	143	10.000
Erschwernis: Fehlendes Steigleitungspaar	+5	+360
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160
Zentrale Grundwasser-Wärmepumpe		
Basismaßnahme	65	4.600
Erschwernis: Fehlendes Steigleitungspaar	+5	+360
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160
Zentrale Luft-Wärmepumpe		
Basismaßnahme	26	1.800
Erschwernis: Fehlendes Steigleitungspaar	+5	+360
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160
Rückkühlen ins Fernwärmenetz		
Basismaßnahme	47	3.300
Erschwernis: Fehlendes Steigleitungspaar	+5	+360
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160
Fernkälte		
Basismaßnahme	40	2.800
Erschwernis: Fehlendes Steigleitungspaar	+5	+360
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160
Individuelle Klimageräte		
Basismaßnahme	80	5.600
Rückkühlen ins Warmwasser		
Basismaßnahme	7	480
Erschwernis: Ungeeignetes Kälteabgabesystem	+60 bis 245	4.200 – 17.160

6 Ökonomische Analyse

Die ökonomische Analyse zeigt, welche Kosten mit einer technischen Lösung zur Kühlung und Temperierung verbunden sind. Werden die Kosten auf eine bestimmte Bezugsgröße relativiert, im vorliegenden Fall auf die m^2 Bezugsfläche und Jahr, so lassen sich die Kosten verschiedener technischen Lösungen miteinander vergleichen. In der vorliegenden Studie wurden die Investitions- und Betriebskosten wie auch etwaige Einsparungen, welche durch die Umsetzung technischer Kühlmaßnahmen hervorgerufen werden, berücksichtigt.

6.1 Methodik

Die ökonomische Analyse wurde in Form einer vereinfachten Vollkostenanalyse durchgeführt. Dabei werden die Investitionskosten und die laufenden Betriebskosten auf eine Zeitperiode von 20 Jahren berücksichtigt und die unterschiedlichen technischen Lösungsvarianten miteinander verglichen. Auf die Berücksichtigung der Finanzierungskosten wurde verzichtet, da die Zinssätze bei Krediten für bestehende mehrgeschoßige Wohngebäude mit geringem Kreditausfallsrisiko niedrig sind.

Um Investitionskosten und Betriebskosten gemeinsam betrachten zu können, wurden die Investitionskosten durch die angenommene Nutzungsdauer dividiert, maximal jedoch mit der Anzahl von 20 Jahren. Die Kosten werden in Euro/m^2 Bezugsfläche und Jahr dargestellt. Als Fläche wird die im Energieausweis ausgewiesene Bezugsfläche herangezogen.

Die Kosten sind als Bruttokosten inklusive Steuern und Abgaben angeführt. Für die Strompreise wurde eine Preisabfrage bei der Webseite der E-Control "Tarifkalkulator"¹¹ durchgeführt. Es wurden die jeweiligen Bezugsmengen berücksichtigt, Einmalrabatte wurden nicht berücksichtigt. Für den Fernwärmetarif wurde der Fernwärmetarif der Wien Energie GmbH, Index 15¹² herangezogen.

Bei jenen technischen Lösungsvarianten, bei denen die Kälteabwärme zur Deckung des Wärmebedarfes des Hauses verwendet wird, werden die Kosten der Wärmepumpe (Investitions- und Betriebskosten) gänzlich der Kühlung zugeordnet. Die Wärmepumpen und Kältesenken wurden dabei nach dem Kältebedarf dimensioniert.

¹¹ <https://www.e-control.at/tarifkalkulator#/> [zuletzt abgerufen am 28.01.2025]

¹² <https://waermepreise.at/tarifuebersicht/#/tarif/1091> [zuletzt abgerufen am 28.01.2025]

6.2 Ergebnisse

Bei der ökonomischen Analyse wurden 6 technische Lösungsvarianten in Betracht gezogen. Diese sind:

- Individuelle Klimageräte
- Zentrale Luft-Wärmepumpe
- Rückkühlen ins Warmwasser
- Zentrale Grundwasser-Wärmepumpe
- Zentrale Erdwärmepumpe
- Nur Sonnenschutz durch außenliegende Verschattung

Für jede technische Lösungsvariante wurden jeweils drei verschiedene Zustände der Gebäudehülle, zzgl. der Investitions- und Betriebskosten für Sonnenschutz und Wärmedämmung, betrachtet:

- Bestand
- mit außenliegendem Sonnenschutz
- mit außenliegendem Sonnenschutz und Wärmedämmung

In Abbildung 4 sind die Vollkosten für die technischen Lösungsvarianten abgebildet.

Ein Vergleich der Kosten für die Ausführungen mit und ohne Sonnenschutz zeigt, dass der außenliegende Sonnenschutz zwar Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten der Kühlung bringen, die Mehrkosten des Sonnenschutzes können damit aber nicht kompensiert werden. Insgesamt sind Varianten mit Sonnenschutz um rund 25 % teurer, allerdings weisen diese eine deutlich größere Resilienz und einen besseren Wohnkomfort auf.

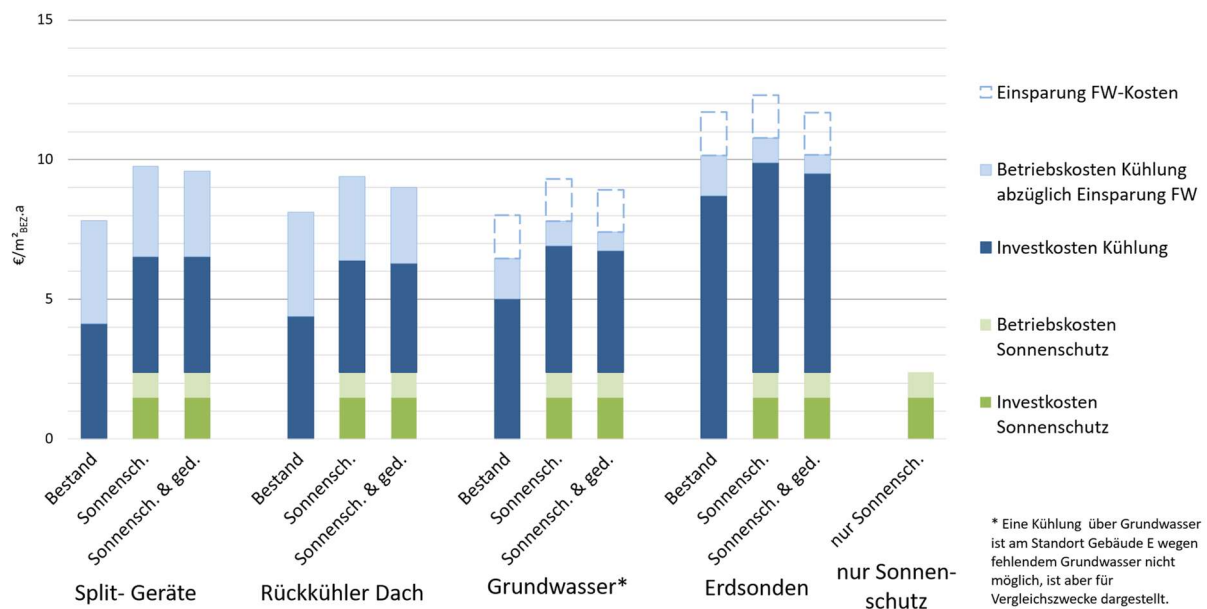


Abbildung 4: Detaildarstellung der Vollkosten (Annuitäten) für Kühlen und Sonnenschutz gegliedert nach Investitions- und Betriebskosten mit Berücksichtigung der Einsparungen bei Fernwärme, Test-Case Gebäude E, Preise brutto, Stand 28.1.2025 (Quelle: eigene Darstellung)

Bei den Vollkosten (Investitions- und Betriebskosten auf 20 Jahre betrachtet) zeigt sich die Variante „Kühlen mittels Grundwasser“ mit 6,5 Euro/m²_{BEZ} (m² Bezugsfläche) und Jahr (brutto) als die kostengünstigste Kühlform. Im Vergleich dazu lagen die Varianten „Kühlen mit Wohnungs-Splitgeräten“ und „Kühlen mittels zentralen Rückkühler über Dach“ bei rund 8 Euro/m²_{BEZ}.a (brutto).

Am höchsten sind die Vollkosten bei der Variante „Kühlen mittels Erdsonden“, hier liegen die Kosten bei 10,2 Euro/m²_{BEZ}.a (brutto). Allerdings weist diese Variante zwei Vorteile auf: erstens wird die Abwärme nicht über Außengeräte (wie bei Varianten „Splitgeräte“ und „Rückkühler über Dach“) abgeführt, welche das Mikroklima zusätzlich aufheizen. Zweitens kommt es zu Einsparungen bei den Fernwärmekosten, da jener Teil, der zur Regeneration der Erdsonden notwendig ist, nicht von der Fernwärme bezogen werden muss. Diese Vorteile können je nach Gebäudesituation Kostenvorteile mit sich bringen, z. B. durch einen höheren Marktwert der Immobilie. Solche Kostenvorteile wurden in der vorliegenden Kostenschätzung jedoch nicht berücksichtigt.

Eine weitere Variante „Kühlen ins Warmwasser“, welche in der Grafik nicht abgebildet wurde, ist zwar kostengünstiger als die anderen Varianten, jedoch liegt die technisch machbare Kühlleistung nur bei rund einem Viertel der Kühlleistung der anderen Varianten, wodurch eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Während bei den Varianten „Kühlen mit Wohnungs-Splitgeräten“ und „Kühlen mittels zentralen Rückkühler über Dach“ die Investitionskosten ähnlich groß sind wie die Betriebskosten, überwiegen die Investitionskosten bei der Variante „Kühlen ins Grundwasser“ (77 %) und „Kühlen mit Erdsonden“ (86 %) die vergleichsweise geringeren Betriebskosten.

Die Abbildung 5 zeigt die kumulierten Kosten für die unterschiedlichen technischen Kühllösungen in der Ausführung „Sonnenschutz und gedämmt“, d.h. mit außenliegendem Sonnenschutz und Dämmung der Gebäudehülle. Die Kosten im „Jahr null“ entsprechen den Investitionskosten. Danach werden jedes Jahr die laufenden Kosten (Energiekosten, Betriebsführung, Reparatur) hinzugezählt. Die Variante „Zentrale Luft-Wärmepumpe“ (mit Rückkühler über Dach) weist die geringsten Investitionskosten auf, nach 4,3 Jahren zeigt die Variante die gleichen kumulierten Kosten wie die Variante „Grundwasser-Wärmepumpe“ (Kühlen und Heizen mit Grundwasser). Ab diesem Zeitpunkt ist die Variante „Kühlen und Heizen mit Grundwasser“ die kostengünstigste Variante.

Nach 2,1 Jahren hat die Variante „Kühlen und Heizen mit Grundwasser“ ihre anfänglich höheren Investitionskosten gegenüber der Variante „Splitgeräte“ durch die geringeren Betriebskosten ausgeglichen. Die Variante „Kühlen und Heizen mit Erdsonden“ ist die teuerste Variante. Nach 20 Jahren liegen die Kosten dieser Variante noch über den Kosten der anderen Kühlvarianten.

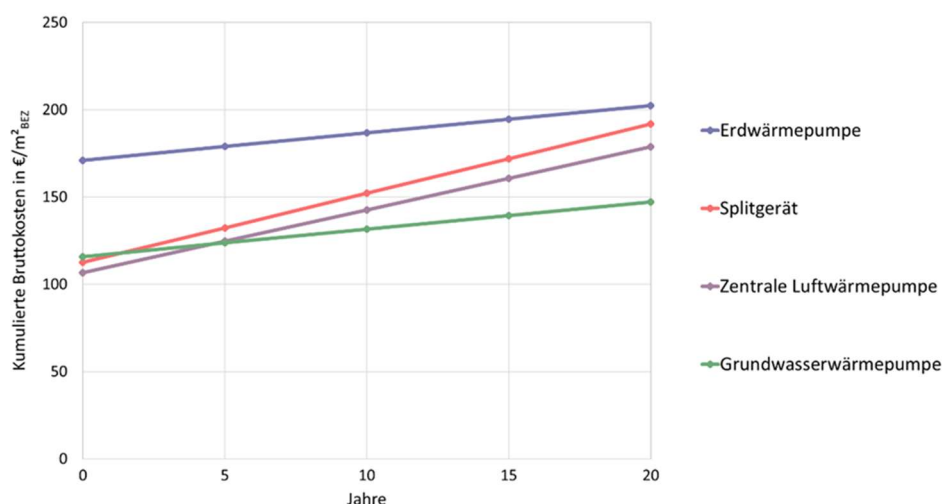


Abbildung 5: Kumulierte Bruttokosten für Kühlen, Sonnenschutz und Dämmung über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren für Variante „Sonnenschutz und gedämmt“, mit Berücksichtigung der Kosteneinsparung bei der Fernwärme, Test-Case Gebäude E, Preise Stand 28.1.2025 (Quelle: eigene Darstellung)

7 Schlussfolgerungen

Bevorzugte Lösungen für die Temperierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Wohngebäuden werden vor allem in zentralen Erd-, Grundwasser- und Luft-Wärmepumpen gesehen. Jede der technischen Lösungen bringt weitere spezifische Vor- und Nachteile mit sich. Darüber hinaus wurden Kühllösungen identifiziert, die ebenso mit zentralen Wärmepumpen funktionieren, aber die Abwärme ins örtliche Fernwärmenetz einspeisen oder zur Deckung des Warmwasserwärmebedarfs nutzen. Abseits von zentralen Wärmepumpenlösungen bieten sich individuelle Klimageräte je Wohneinheit oder, in sehr seltenen Fällen, auch die Nutzung des städtischen Fernkältenetzes an.

Die Art der technischen Umsetzung ist dabei stark von der individuellen, energie- und versorgungstechnischen Bestandssituation des Gebäudes abhängig. Herausforderungen liegen in der Verortung von vor Ort verfügbaren Wärmesenken in ausreichender Größe und der Eignung bestehender Abgabesysteme für die Temperierung. Ein limitierendes Kriterium ist weiter die Möglichkeit der Herstellung einer geeigneten Kälteverteilung. Kann das bestehende Verteilnetz im Gebäude nicht für einen sommerlichen Kühlbetrieb genutzt werden, bedarf es zusätzlicher Rohrleitungen im gesamten Gebäude. Dies kann in Bestandsgebäuden schwer realisierbar sein.

Abgesehen von den bereits erwähnten Erschwernissen, konnten weitere punktuelle Herausforderungen identifiziert werden. Dazu zählen

in Bezug auf die technische Machbarkeit:

- Örtliche Limitationen, wie etwa unterkellerte Flächen oder unzureichende Freiflächen, die eine Installation von Wärmesenken (Erdsonden oder Grundwasserbrunnen) erschweren können.
- Unzureichende Wärmeentzugsleistung bestehender Abgabesysteme können eine Umrüstung dieser für eine Kühlung oder Temperierung notwendig machen.
- Bei einer Nutzung bestehender Rohrleitungen als Kälteverteilsystem können hydraulische Adaptionen notwendig sein, um die Funktion zu gewährleisten.
- Die Nutzung von Warmwasser als Rückkühlmedium wirkt aufgrund der geringen Kosten naheliegend, hat jedoch den Nachteil, dass die Leistung deutlich begrenzt ist und dadurch der Kühleffekt geringer ausfällt als bei anderen Systemen.

in Bezug auf ökonomische Aspekte:

- Maßnahmen der Kältebedarfsreduktion lassen sich häufig nur schwer wirtschaftlich darstellen, besonders Maßnahmen der außenliegenden Verschattung. Dennoch bieten sie über den reinen energetischen Mehrwert auch zusätzliche Qualitäten, wie Sicht- oder Blendschutz oder aber auch erhöhte Resilienz des Gebäudes und Kühlsystems.
- Probleme können sich bei einem schrittweisen Anschluss der Wohnung an das zentrale Kältesystem ergeben, primär aus finanziellen Belastungen durch getätigte Vorleistungen für einen Endausbau oder erhöhten Grundkosten für die geringe Anzahl an Nutzenden.
- Im Falle einer erforderlichen Regeneration der Wärmesenke im Winter besteht ein Adaptionsbedarf der Fernwärmelieferverträge durch den geänderten Leistungsbedarf, um kostengünstige Systeme zu schaffen.

in Bezug auf rechtliche und organisatorische Aspekte:

- Durch Schallemissionen der Kältebereitstellungsanlagen, allen voran bei Luft-Wärmepumpen, kann es aus Schallschutzgründen zu Einschränkungen hinsichtlich des Aufstellungsortes kommen.
- Wohn- und eigentumsrechtliche Fragestellungen in Bezug auf die Errichtung von gemeinschaftlichen, zentralen Kältebereitstellungs- und Verteilsystemen.
- Durch fehlende Wärmesenken-Potenziale am eigenen Grundstück können nachbarschaftliche Lösungen zielführend sein. Hierfür bestehen diverse rechtliche Herausforderungen bei der Umsetzung lokaler Anergienetze.
- Offene Fragen bestehen in Bezug auf die Verrechnung des Kältepreises und damit einhergehenden Abmeldemöglichkeit vom zentralen Kältesystem der Bewohner*innen, die Planungsunsicherheit verursacht.

Anhand der aus der Studie gewonnenen Erkenntnisse ist insgesamt davon auszugehen, dass die Integration eines Kühlsystems zur vollflächigen Temperierung bei einem Großteil der bestehenden fernwärmeversorgten Wohnbauten technisch möglich ist.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verlauf des spezifischen Kältebedarfs bei unterschiedlichen Gebäudezuständen eines exemplarischen Gebäudes (Quelle: eigene Darstellung).....	8
Abbildung 2: Maßgebliche Kriterien zur Typologisierung von fernwärmeversorgten mehrgeschoßigen Bestandswohnbauten (Quelle: eigene Darstellung)	9
Abbildung 3: Unterschiedliche haustechnische Ausgangslagen in fernwärmeversorgten Mehrgeschoßwohnbauten und deren Eignung für die Gebäudekühlung	10
Abbildung 4: Detaildarstellung der Vollkosten (Annuitäten) für Kühlen und Sonnenschutz gegliedert nach Investitions- und Betriebskosten mit Berücksichtigung der Einsparungen bei Fernwärme, Test-Case Gebäude E, Preise brutto, Stand 28.1.2025 (Quelle: eigene Darstellung)	19
Abbildung 5: Kumulierte Bruttokosten für Kühlen, Sonnenschutz und Dämmung über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren für Variante "Sonnenschutz und gedämmt", mit Berücksichtigung der Kosteneinsparung bei der Fernwärme, Test-Case Gebäude E, Preise Stand 28.1.2025 (Quelle: eigene Darstellung).....	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Gebäudeeigenschaften der Test-Cases	6
Tabelle 2: Übersicht der Kühllösungen und deren durchschnittlichen Brutto-Herstellungskosten....	17

Impressum

Medieninhaberin und Herausgeberin:

Stadt Wien – Energieplanung
1120 Wien, Wilhelmstraße 68

Strategische Gesamtkoordination und Redaktion:

Stadt Wien – Energieplanung

Erstellung:

Institute of Building Research & Innovation (IBR&I) und
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Betreuung:

UIV Urban Innovation Vienna GmbH

Rechtlicher Hinweis und Haftungsausschluss:

Die enthaltenen Daten, Tabellen, Grafiken und Bilder sind urheberrechtlich geschützt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität des Inhalts.

Die Verbreitung ist nur mit Quellenangabe gestattet.

Um vorherige Information der Medieninhaberin wird gebeten.

Wien, 22.12.2025

