

Multivalente Lösungen zur erneuerbaren Wärmeversorgung im mehrgeschoßigen Bestandswohnbau

Kurzbericht

Studie der BOKU University und Vasko + Partner
Ingenieure im Auftrag der Abteilung Energieplanung
der Stadt Wien

Veröffentlichung im Sinne
des § 4 IFG



Zusammenfassung

Zur Erreichung der Klimaziele ist eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erforderlich. Auf Wärmepumpen basierende Heizsysteme ermöglichen durch die Nutzung von Umweltenergie beträchtliche Emissionseinsparungen, benötigen aber eine ausreichende Kapazität der genutzten Wärmequelle. Die Erschließung solcher Wärmequellen stellt insbesondere im urbanen Raum aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse eine Herausforderung dar. Ziel dieser Studie ist daher das Aufzeigen und die techno-ökonomische Bewertung von Lösungen zur Wärmeversorgung im mehrgeschoßigen Bestandswohnbau, bei denen mehrere lokale Wärmequellen zur Deckung des Wärmebedarfs („multivalente Systeme“) herangezogen werden. Dies wird anhand von zwei beispielhaften Test-Cases gezeigt. Darauf aufbauend werden durch die Analyse von Teilaspekten, die die Übertragbarkeit der vorgeschlagenen Lösungen beeinflussen, allgemeine Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Die Erhebung der zu deckenden Wärmebedarfe und verfügbaren Potenziale zeigt in beiden Test-Cases, dass auch eine Wärmeversorgung der Gebäude mit nur einer Wärmequelle („monovalente Systeme“) theoretisch möglich wäre. Für die vorgeschlagenen Systemvarianten wurden daher Lösungen mit einer und mit mehreren Wärmequellen untersucht. Für das Objekt Dianagasse wurde als multivalente Variante eine Kombination aus Geothermie mit Sonden am Eigengrund und Luft-Wärmepumpen vorgeschlagen und als monovalente Alternativen einerseits eine reine Versorgung über Luft-Wärmepumpen und andererseits über Geothermie auf eigenem sowie öffentlichem Grund. Es zeigt sich, dass die Investitionskosten der monovalenten Luft-Wärmepumpensysteme niedriger und jene der monovalenten Geothermievariante höher sind als jene der multivalenten Varianten. In Bezug auf die jährlichen Kosten für Energie, Wartung und Instandsetzung können jene Varianten punkten, die einen höheren Anteil an Geothermie an der Wärmebereitung haben, mit niedrigeren Systemtemperaturen arbeiten bzw. das Warmwasser dezentral über wohnungsweise Klein-Wärmepumpen erzeugen. Für das Objekt Gerlgasse wurde ebenso eine Lösung mit einem kombinierten System aus Luft und Geothermie-Nutzung auf Eigengrund, eine reine Luft-Wärmepumpenversorgung sowie eine reine Geothermielösung auf eigenem und öffentlichem Grund vorgeschlagen. Hier zeigen sich ebenfalls niedrigere Investitionskosten für das monovalente Luft-Wärmepumpensystem als für die multivalenten Lösungen und tendenziell höhere Kosten für die monovalente Geothermielösung. Die jährlichen Energie-, Wartungs- und Instandsetzungskosten der Varianten hängen bei diesem Test-Case stark von der Art der Warmwasserbereitung ab: Systeme mit Frischwasserstation oder Klein-Wärmepumpen stellen sich hier als günstiger heraus als Varianten mit E-Boiler. Insgesamt schneiden die monovalenten Lösungen in Bezug auf ihre jährlichen Gesamtkosten bei beiden Test-Cases besser als ihre multivalenten Vergleichsvarianten ab.

Als zentrale Handlungsempfehlung wird die Ausschöpfung der thermischen Sanierungspotenziale empfohlen. Durch den geringeren Wärmebedarf reduziert sich die erforderliche Wärmequellenleistung und somit der Platzbedarf zur Erschließung der lokalen Wärmequellen. Zudem wird dadurch der Betrieb der Systeme mit niedrigeren Vorlauftemperaturen ermöglicht und damit ein effizienter Einsatz von Wärmepumpen. Zur Ermittlung der nötigen Leistung und Wärmebedarfe kann eine dynamische Gebäudesimulation durchgeführt werden, die realitätsnähere Ergebnisse liefert als

eine statische Heizlastauslegung. Eine dynamische Gebäudesimulation ergibt in der Regel niedrigere Werte für Leistung und Bedarf. Bei Einverständnis der Gebäudeeigentümer*innen kann zudem eine optimierte Auslegung der Heizlast bei einer höheren Außentemperatur als der in der ÖNORM festgelegten Norm-Außentemperatur erfolgen, wodurch eine unnötige Überdimensionierung der Anlage vermieden wird. Besonderes Augenmerk ist schließlich auf die Regelung der Anlage zu legen. Multivalente Systeme bieten den Vorteil größerer Flexibilität hinsichtlich des Einsatzes der vorhandenen Wärmeerzeuger. Durch die Erhebung der Wärmebedarfe für Heizung und Warmwasser sowie eine Reihung der verschiedenen Wärmeerzeuger nach Effizienz, können die jeweiligen verfügbaren Wärmeerzeuger je nach Betriebsmodus so priorisiert werden, dass eine möglichst hohe System-Jahresarbeitszahl erreicht wird. Zudem bieten multivalente Lösungen höhere Systemresilienz aufgrund des Vorhandenseins mehrerer Wärmeerzeuger. In der Praxis stellt allerdings der höhere Kostenaufwand für die übergeordnete Anlagenregelung immer noch ein Hindernis dar.

Inhalt

Zusammenfassung	2
Inhalt	4
Glossar	5
1. Überblick über die Analysen.....	6
2. Zusammenfassung der Ergebnisse	8
2.1 Ist-Analyse.....	8
2.2 Lösungsentwicklung.....	9
2.2.1 Dianagasse 2.....	10
2.2.2 Gerlgasse 12-14.....	13
2.3 Übertragbarkeit und Umsetzungsanleitung.....	16
2.3.1 Analyse der Übertragbarkeit auf weitere Gebäude	16
2.3.2 Lösungsoptionen für weitere typische Gebäude	19
2.3.2.1 Geothermie und Luft	20
2.3.2.2 Grundwasser und Luft.....	20
2.3.2.3 Geothermie und Grundwasser.....	21
3. Handlungsempfehlungen	22
4. Ausblick	24
Literaturverzeichnis	25
Abbildungsverzeichnis	26
Tabellenverzeichnis.....	26
Impressum	27

Glossar

Abkürzung	Beschreibung
Dezentral	Bereitstellung der Wärme in den Wohnungseinheiten zur Deckung des Wärmebedarfs der Wohneinheit.
Dynamische Gebäudesimulation	Eine rechnergestützte Methode, mit der der Energiebedarf eines Gebäudes unter Berücksichtigung von Wetter, Nutzerverhalten und Technik im Jahresverlauf simuliert wird.
E-Speicher	Warmwasserbereiter mit elektrisch betriebenen Heizstäben.
Free-Cooling	Kühlbetrieb durch eine Wärmesenke ohne aktive Kühlung mittels Wärmepumpe oder Klimaanlage. Häufig über ein Erdsondenfeld realisiert.
Frishwasserstation	Ein Gerät, das Warmwasser bei Bedarf direkt aus dem kalten Wasser durch einen Wärmeübertrager erzeugt – hygienisch und energiesparend.
GLT	Gebäudeleittechnik: übergeordnete Recheneinheit zur Regelung, Datenspeicherung und Visualisierung. Standard in Bürogebäuden, im Wohnbau aber nur vereinzelt zu finden.
GT-WP	Geothermie-Wärmepumpe
Grauwasser	Fäkalienfreies Abwasser aus dem Gebäude mit geringer Verschmutzung (z.B. Abwasser aus Bädern, Duschen oder Waschmaschinen), das zur Wärmerückgewinnung genutzt werden kann.
Klein-Wärmepumpe	Kompakte Wärmepumpe zur dezentralen Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser; größenmäßig vergleichbar mit einer Gastherme.
Monovalente Wärmeversorgung	Nutzung einer einzigen Wärmequelle für die Wärmeversorgung eines Gebäudes.
Multivalente Wärmeversorgung	Nutzung mehrerer unterschiedlicher Wärmequellen für die Wärmeversorgung eines Gebäudes.
MSR-Firma	Firmen aus der Sparte Mess- und Regelungstechnik, die Regelungssysteme inkl. Sensoren und Gebäudeleittechnik in Gebäuden installieren.
WP	Wärmepumpe.
WW	Warmwasser – Bedarf an Warmwasser in einer bestimmten Periode abhängig von der Personenanzahl.
Zentral	Bereitstellung der Wärme für das gesamte Objekt an einem zentral gelegenen Ort im Gebäude (Keller, Technikraum, Dach, o.ä.).

1. Überblick über die Analysen

Die Dekarbonisierung des Gebäudesektors spielt in der Erreichung der Klimaziele eine maßgebliche Rolle. 2021/2022 lag der Anteil der Gasheizungen in Wien bei 45 %, Ölheizungen machten 4 % der Heizsysteme aus und 44 % die Fernwärme. Lediglich 2 % der Haushalte heizten mittels Wärmepumpe (vgl. BMWET, S. A.). Dies zeigt den noch bedeutenden Nachrüstungsbedarf von erneuerbaren Heizsystemen im urbanen Raum.

Aufgrund geringer Platzverfügbarkeit zur Erschließung möglicher Wärmequellen und anderer praktischer Hindernisse, wie etwa die begrenzte Möglichkeit einer thermischen Sanierung oder nutzungsrechtlicher Einschränkungen, ist eine monovalente Versorgung (mit nur einer Wärmequelle) nicht immer möglich. Multivalente Systeme nutzen mehrere am Standort verfügbare Wärmequellen, deren kombinierte Leistung eine ganzjährige Versorgung des betreffenden Gebäudes mit Wärme für Heizung und Warmwasser sowie Kälte ermöglicht.

Ziel dieser Studie ist das Aufzeigen von Lösungen zur Wärmeversorgung im mehrgeschoßigen Bestandswohnbau, bei denen mehrere lokale Wärmequellen zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogen werden. Dies soll an zwei beispielhaften Test-Cases gezeigt und mittels einer Analyse von Teilaspekten, die die Übertragbarkeit der vorgeschlagenen Lösungen bedingen, verallgemeinernde Handlungsempfehlungen ausgearbeitet werden. Die im Rahmen des Projekts durchgeführten Arbeiten umfassen daher:

- Die Ist-Analyse der beiden vorgegebenen Test-Cases zur Erhebung des Bedarfs an Wärme und Kälte sowie der zugehörigen nötigen Leistung und der Potenziale aller lokal verfügbaren Wärme- und Kältequellen
- Die Entwicklung von Lösungsoptionen inkl. ihrer regelungstechnischen Umsetzung sowie Kosten
- Die Analyse der Übertragbarkeit der ausgearbeiteten Lösungen auf andere ähnliche und typische mehrgeschoßige Bestandswohnbauten und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Die grundlegende Herangehensweise zur Erarbeitung von Systemlösungen in der vorliegenden Studie wurde so gewählt, dass zunächst im Sinne möglichst hoher Energie-, und Energiekosten- sowie Emissionseinsparungen alle möglichen Maßnahmen der thermischen Sanierung ausgeschöpft werden. Weiters bedient sich das Projektteam dynamischer Gebäudesimulationen zur Quantifizierung des Energiebedarfs sowie der Heiz- und Kühlleistungen, wobei abweichende Annahmen zur Kalkulation laut ÖNORM B 8110-5 getroffen werden, um die Gebäudeheizlast zu optimieren. Dies bedeutet auch, dass sich der so erhobene Bedarf leichter vollständig mit lokal verfügbaren Wärmequellen decken lässt und unter Umständen sogar eine monovalente Lösung möglich ist.

Monovalente Systeme sind in der Errichtung und hierbei insbesondere in der Regelung kostengünstiger und weniger fehleranfällig, besitzen aber gegenüber multivalenten Systemen weniger Handlungsspielraum zur Optimierung der Anlageneffizienz (System-Jahresarbeitszahl) durch kluge Reihung der Wärmeerzeuger in den verschiedenen Betriebsmodi sowie eine geringere

Resilienz aufgrund niedrigerer Redundanz der Wärmeerzeuger. Weiters ist eine Systemtrennung im Sommer für gleichzeitigen Warmwasser- und Kühlbetrieb in multivalenten Systemen leichter realisierbar und schließlich bieten multivalente Systeme bestehend aus einem Erdsondenfeld und einer weiteren Wärmequelle mehr Flexibilität bei der Regeneration des Erdsondenfelds.

Da die Ist- Analyse (Kapitel 2.1) und die Lösungsentwicklung (Kapitel 2.2) zeigen, dass in den zu bearbeitenden Test-Cases auch monovalente Systeme möglich wären, werden für beide Test-Cases sowohl mono- als auch multivalente Systemlösungen aufgezeigt und bewertet.

Im folgenden Kapitel werden nun die Ergebnisse der Ist-Analyse, Lösungsentwicklung und Analyse der Übertragbarkeit kurz zusammengefasst vorgestellt. In den darauffolgenden Kapiteln wird ein Ausblick zu den Aspekten der Anlagenregelung gegeben sowie Handlungsempfehlungen für Vorhaben zur multivalenten Wärmeversorgung im mehrgeschoßigen Bestandswohnbau abgeleitet. Für eine genaue Beschreibung der verwendeten Methoden und Quellen und eine eingehendere und ausführlichere Ergebnisdarstellung sei an dieser Stelle auf den Langbericht des Projekts verwiesen.¹

¹ Die Langfassung des Studienberichts ist im Downloadbereich der [Veröffentlichungswebsite](#) abrufbar.

2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ist-Analyse und Lösungsentwicklung für die Test-Cases sowie die aus deren Bearbeitung abgeleiteten Aspekte der Übertragbarkeit zusammengefasst. Für eine eingehende Beschreibung der Test-Cases sei an dieser Stelle auf die Kapitel 2.1.1 für die Dianagasse 2 und Kapitel 2.2.1 für die Gerlgasse 12-14 des Langberichts verwiesen.

2.1 Ist-Analyse

Für die Ist-Analyse wurde im Sinne eines möglichst effizienten Heiz- und Kühlsystems davon ausgegangen, dass die von den Gebäudeeigentümer*innen angedachten thermischen Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden. Die Ergebnisse der Ist-Analyse zeigen, dass hierdurch sowie auch durch eine optimierte Heizlastermittlung starke Reduktionen für die benötigte Heizleistung und Wärmemenge möglich sind. Durch das Nachrüsten außenliegender Verschattungsvorrichtungen mit automatisierter einstrahlungsabhängiger Steuerung kann auch der Kältebedarf in beiden Objekten reduziert werden.

Tabelle 1: Ergebnisse der Ist-Analyse für die notwendige Heiz- und Kühlleistung sowie für den Wärme- und Kältebedarf der beiden Test-Cases im sanierten Fall bei zusätzlicher Implementierung einer außenliegenden Verschattung für den Sommer (gerundet).

Größe	Einheit	Dianagasse 2	Gerlgasse 12-14
Wärmeleistung gesamt	kW	65 ²	145
Kühlleistung	kW	17	48
Wärmebedarf gesamt	MWh/a	131	313
Kältebedarf	MWh/a	7	26

Eine wesentliche Erkenntnis aus diesem Arbeitspaket ist der signifikante Einfluss von thermischen Sanierungsmaßnahmen sowie einer optimierten Heizlastauslegung. Die Annahmen für die dynamische Gebäudesimulation, mittels der die Heizlast ausgelegt wurde, sind im Kapitel 2.1.1 des Langberichts beschrieben. Die zustande kommenden Werte für die nötige Heizleistung und den Wärmebedarf lassen unter Umständen sogar monovalente Lösungen zu, wie später in der Lösungsentwicklung ersichtlich wird. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind in Tabelle 2

² Später in der Lösungsentwicklung wird in den Varianten V2, V3, V5, V6 und V7 durch eine Senkung der Vorlauftemperatur im zentralen Verteilsystem eine Reduktion der notwendigen Heizleistung der zentralen Heizungsanlage auf 50 kW erzielt.

dargestellt. In der Lösungsentwicklung werden in einer genaueren Betrachtung der Test-Cases weiterführende Berechnungen insbesondere des Geothermiekpotenzials und der notwendigen Heizleistung der zentralen Wärmebereitungsanlage gemacht. Dies ist im Langbericht in Kapitel 4.1.2 und 4.2.2 nachzulesen.

Tabelle 2: Übersicht über die erhobenen maximalen Potenziale. a= vom Wärmeerzeuger abgegebene Leistung / Energiemenge, b= gerechnet mit Bohrpunkten lt. STEINER ET AL., 2023 auf eigenem und öffentlichem Grund bei ausgeglichener Betriebsweise des Erdsondenfelds, c= vom Kollektorkreis abgegebene Wärmemenge.

Maximales Potenzial	Einheit	Dianagasse 2	Gerlgasse 12-14
Erdsonden ^{a,b}	kW	59	156
Erdsonden ^{a,b}	MWh/a	112	279
Grundwasser ^a	kW	84	keine Daten
Grundwasser ^a	MWh/a	159	keine Daten
Abwassersammelkanal am öff. Grund	-	in beiden Fällen kostentechnisch nicht darstellbar	
Gebäudeeigenes Grauwasser ^a	MWh/a	8	37
Abwasser aus Waschküchen	-	nicht vorhanden	aufgrund hoher zu erwartender Wartungskosten und geringer Erträge nicht weiterverfolgt
Solarthermie ^c	MWh/a	keine geeigneten freien Dachflächen vorhanden	86

2.2 Lösungsentwicklung

Nach erfolgter Ermittlung der Wärme- und Kältebedarfe sowie Heiz- und Kühlleistungen und Erhebung der am Standort verfügbaren Wärme- bzw. Kältequellen wurden für beide Test-Cases konkrete Lösungsoptionen für die Versorgung mittels lokaler Quellen herausgearbeitet. Es wurden sowohl mono- als auch multivalente Lösungskonzepte vorgeschlagen und untereinander verglichen.

Die Lösungsentwicklung umfasst eine Betrachtung der Lage des Objekts, der Bestimmungen der Flächenwidmung und Bauklasse sowie der Nutzungsform gefolgt von einer Beschreibung der Größe des Objekts sowie der Ergebnisse der Gebäudesimulation zur Konzipierung der Wärmeversorgung. Die Auslegung für die Raumwärme- und Warmwasserversorgung für die Lösungsoptionen basiert auf der Potenzialanalyse unter Rücksichtnahme auf die Gegebenheiten der derzeitigen Systeme der

Wärmeverteilung und -abgabe. Für den Variantenvergleich werden die Investitions-, sowie Wartungs- und Energiekosten der ausgearbeiteten Varianten verglichen.

Im Folgenden werden die verschiedenen Varianten je Test-Case mit der jeweiligen Referenzvariante verglichen und die Hauptmerkmale, die zur Variantenentscheidung geführt haben, zusammenfassend dargestellt.

2.2.1 DIANAGASSE 2

Das Gebäude befindet sich in der Dianagasse 2 im 3. Bezirk und besteht aus 20 Wohneinheiten und drei Geschäftslokalen in sechs Geschoßen (inkl. Erdgeschoß und Dachgeschoßen) mit einer Wohnnutzfläche von ca. 1.400 m², sowie einem Kellergeschoß für Stauräume und ggf. Technikflächen und einem ausgebauten Dachgeschoß. In der Dianagasse haben sich als Quellen die Geothermie und die Luft als technisch sinnvoll herauskristallisiert und werden daher in den Lösungsoptionen vertieft. Das Grundwasserpotenzial wurde als Grobabschätzung erhoben und wurde aufgrund noch fehlender Absicherung der tatsächlich realisierbaren Wasserentzugsmenge in der Lösungsentwicklung nicht betrachtet.

Für folgende Varianten (siehe Tabelle 3) wurde die jeweilige Anlageneffizienz, die zu erwartenden Betriebskosten und die Investitionskosten zum Vergleich ermittelt:

- Die Referenzvariante (V1) wurde bei diesem Test-Case mit einer 100 % Luft-Wärmepumpe und Warmwasserbereitung über Frischwasserstationen definiert.
- Ausgehend von der Basisvariante wurde eine Vergleichsvariante (V4) mit einem Mix aus Geothermie und Luft als Wärmequellen in Kombination mit einer Frischwasserstation für die Warmwasserbereitung berechnet.
- Die Varianten V3, V6 und V7 beschreiben die Varianten mit möglichst kaltem Verteilnetz, in diesem Anwendungsfall direkt nutzbar für die vorhandene Fußbodenheizung. Hierbei werden einerseits eine Mischung aus Luft- und Sole-Wärmepumpe (V6), sowie nur eine Sole-WP (V7) bzw. eine Luft-WP (V3) in Kombination mit dezentralen Wasser-Wasser Wärmepumpen (Klein-Wärmepumpen) in den Wohnungen gegenübergestellt.
- Die Varianten 2 und 5 gehen von einer Verteilnetztemperatur von 45 °C aus, die lediglich die Heizung des Gebäudes bedient, die Warmwasserbereitung ist entkoppelt über E-Speicher mit Wärmeübertrager vorgesehen. Die detaillierte Variantenbeschreibung ist im Langbericht zu finden.

Tabelle 3: Betrachtete Varianten für die Dianagasse.

Variante	Zentrale Wärme- erzeugung	Dezentrale Wärme- erzeugung	Warm- wasser- bereitung	Temperatur Verteilnetz	Kühlung
V1 – Referenz- variante	100 % Luft- Wärmepumpe	---	Frischwasser -station	58 °C	---
V2 - monovalent	100 % Luft- Wärmepumpe	---	E-Speicher mit Wärme- übertrager	45 °C	Luft-WP und Fußboden- heizung bzw. Radiatoren
V3 - monovalent	100 % Luft- Wärmepumpe	Klein- Wärmepump e	Klein- Wärmepump e	30-35 °C	Klein-WP und Fußboden- heizung bzw. Radiatoren
V4 - multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft- Wärmepumpe	---	Frischwasser -station	58 °C	---
V5 – multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft- Wärmepumpe	---	E-Speicher mit Wärme- übertrager	45 °C	GT-WP bzw. Free-Cooling und Fußboden- heizung bzw. Radiatoren
V6 - multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft- Wärmepumpe	Klein- Wärmepump e	Klein- Wärmepump e	30-35 °C	Klein-WP bzw. und Fußboden- heizung bzw. Radiatoren
V7 - monovalent	100 % Geothermie	Klein- Wärmepump e	Klein- Wärmepump e	30-35 °C	Klein-WP und Fußboden- heizung bzw. Radiatoren

Aufgrund der Wohnungsgrundrisse und der hohen Raumhöhen (Altbau) wird insbesondere die Variante mit kaltem Verteilnetz und dezentralen Wärmeerzeugern (Wasser-Wasser-Wärmepumpe) empfohlen (V3, V6 und V7). Dies ergibt sich daraus, da bei höherer Platzverfügbarkeit durch größere Wohnungen oder höhere Raumhöhen eine Platzierung dezentraler Wärmeerzeuger leichter möglich

ist. Ein wesentlicher Vorteil der Klein-Wärmepumpen ist die Möglichkeit einer niedrigen Verteilnetztemperatur, die einerseits den Vorteil hat, dass die Verteilverluste minimiert werden und andererseits die einzelnen Wärmepumpen hocheffizient durch den geringen Temperaturhub arbeiten können. Beispielhaft erfolgt eine Grundtemperierung bzw. Umwandlung von Umweltwärme über Geothermie mittels einer Sole-Wärmepumpe und einer Luft-Wärmepumpe für ein „kaltes“ Verteilnetz mit niedriger Temperatur (30 bis 35 °C). Die Temperatur im Verteilnetz wird in diesem Anwendungsfall so gewählt, dass die Fußbodenheizung direkt angeschlossen werden kann. In den Wohnungen erfolgt die Installation von Klein-Wärmepumpen, die sowohl für Radiatoren (im Bedarfsfall auch mit hohen Temperaturen) und die Warmwasserbereitung verwendet werden sollen.

Zur Vergleichbarkeit der Varianten wurden den einzelnen Bauteilen im Bereich der Investitionskosten Nutzungsdauern zugeordnet und somit die jährlichen Gesamtkosten ermittelt (vgl. Abbildung 1). Der Variantenvergleich zeigt, dass die Investitionskosten (inkl. Berücksichtigung der Wiener Landesförderung, Stand 07/2025) bei multivalenten Systemen (V4-V6) rund 25 % höher sind als bei monovalenten Systemen (V1-V3, V7). Ohne Berücksichtigung der Landesförderung ergibt sich eine Kostendifferenz von rund 30 %. Die jährlichen Wärmekosten können durch multivalente Systeme um rund 5 % gesenkt werden, dabei berücksichtigt sind Instandsetzungs-, Wartungs- und Abrechnungskosten. Der Anteil der Instandsetzung sowie die Wartung ist bei multivalenten Systemen durch die größere Anzahl an Geräten mit höheren Kosten berücksichtigt. Beim reinen Vergleich der Stromkosten können durch multivalente Systeme im Vergleich zu einem monovalenten System rund 18 % an jährlichen Stromkosten eingespart werden. Im Gesamtvergleich der Varianten zeigt sich, dass die multivalenten Systeme derzeit rund 5 bis 7 % höhere jährliche Gesamtkosten (Investitions- und Wärmekosten) aufweisen.

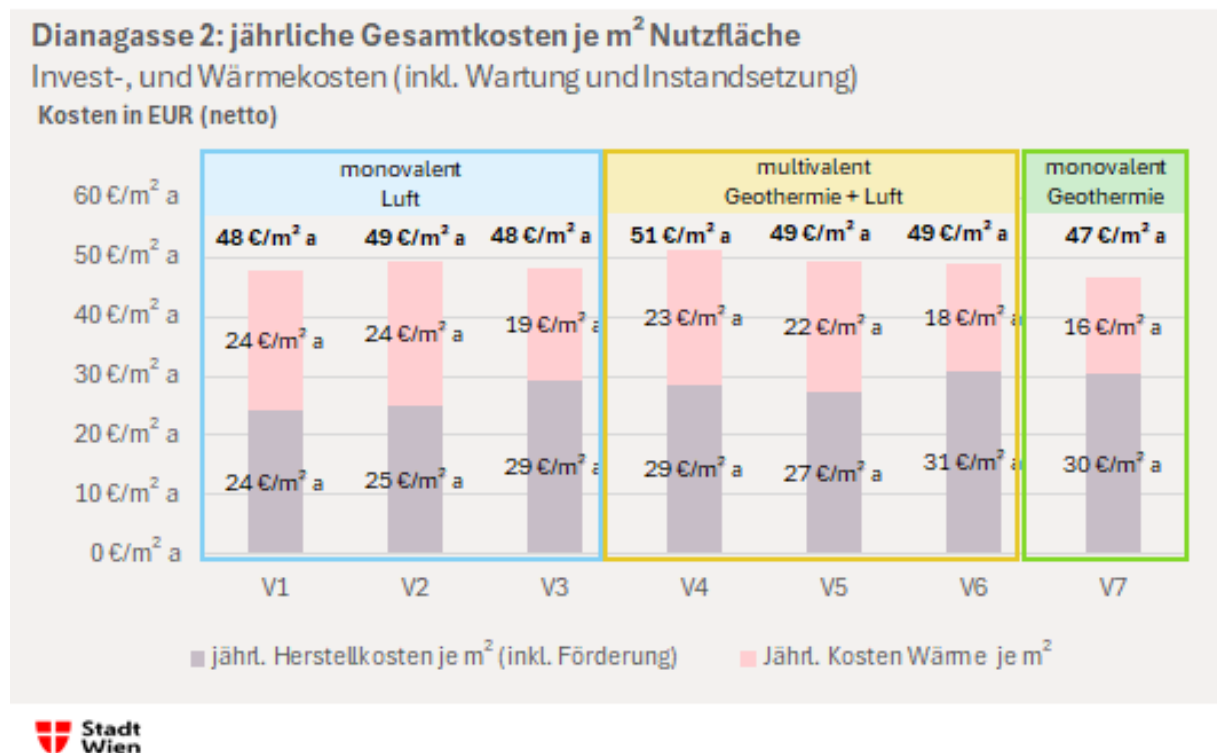


Abbildung 1: Jährliche Gesamtkosten je m² (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).

Für den Test-Case Dianagasse 2 ergibt sich also, dass die Varianten mit Klein-Wärmepumpen (V3, V6, V7) aufgrund der Wohnungsgeometrie und der damit möglichen niedrigen Vorlauftemperaturen des zentralen Systems die effizientesten Lösungsoptionen darstellen. Damit sind die Anforderungen nach Beheizung, Warmwasserbereitung, sowie Kühlung erfüllt. An dem Test-Case hat sich weiters gezeigt, dass die monovalente Geothermie-Nutzung in der Betrachtung der Gesamtkosten rund 1 €/m²*a geringere Kosten als die monovalente Nutzung von Luft als Quelle aufweist. Hierbei ist zu beachten, dass in dieser Betrachtung lediglich die durch Gebühren anfallenden Mehrkosten des Bohrens auf öffentlichem Grund berücksichtigt sind, nicht jedoch die Mehrkosten aufgrund eines erhöhten Planungs- bzw. allfälligen erhöhten Bauaufwandes. Der Variantenvergleich der Lösungsoptionen zeigt insgesamt, dass ein multivalentes System rund 1-2 €/m²*a teurer ist als ein monovalentes System. Einsparpotenziale sind in folgenden Positionen gegeben: Einerseits in der Wärmeverteilung in Bezug auf die Lage der Wärmepumpen. Liegen Luft-Wärmepumpen und Sole-Wärmepumpe möglichst nahe beieinander, ergibt sich ein Einsparpotenzial von rund 0,5-1 €/m²*a. Weiters ergibt sich in Bezug auf die übergeordnete Regelung ein Einsparpotenzial von rund 1,5-2,0 €/m²*a.

2.2.2 GERLGASSE 12-14

Das Gebäude befindet sich in der Gerlgasse 12-14 im 3. Bezirk, und ist mit einer Bruttogrundfläche von 7.692 m² und den 111 Wohneinheiten, die sich auf sechs Stiegen aufteilen, deutlich größer als der Test-Case in Dianagasse 2. Auch in diesem Fall haben sich als Quellen die Geothermie und die Luft als technisch sinnvoll herauskristallisiert. Das hohe Solarthermiefpotenzial wurde in den weiteren Betrachtungen nicht ausgeschöpft, da aus derzeitiger Sicht dadurch keine Leistungsreduktion möglich ist und somit ein zusätzliches System errichtet werden muss.

Folgende Varianten (siehe Tabelle 4) werden nach Ermittlung der jeweiligen Anlageneffizienz, den zu erwartenden Betriebskosten sowie Investitionskosten miteinander verglichen:

- Die Referenzvariante wurde bei diesem Test-Case mit 100 % Geothermie mittels einer Sole-Wärmepumpe und WW-Bereitung über Frischwasserstationen definiert (V1). Hier wird zusätzlich eine nachträglich installierte Fassadenaktivierung zur Ermöglichung der Entwärmung im Sommer errichtet. Derartige Systeme werden bereits in mehreren Demonstrationsprojekten getestet, etwa *Sani6Oies* (vgl. FFG, S. A.) oder *Smart Skin – Salzburger Multifunktionsfassade* (vgl. FH SALZBURG, S. A.).
- Ausgehend von der Referenzvariante wurde eine Vergleichsvariante mit einem Mix aus Geothermie und Luft als Wärmequellen in Kombination mit einer Frischwasserstation für die Warmwasserbereitung berechnet (V3); auch hier wird eine Fassadenaktivierung zur Entwärmung im Sommer errichtet.
- Die Variante V4 beschreibt den Tausch der Frischwasserstationen durch E-Speicher und damit einhergehend die Senkung der maximalen Vorlauftemperatur.
- Die Variante V5 geht ebenfalls von einer Verteilnetztemperatur von 45 °C aus, auch hier ist die Warmwasserbereitung entkoppelt über einen E-Speicher angedacht. Im Gegensatz zur Variante V4 wird bei V5 jedoch eine Wärmerückgewinnung bzw. Kaltwasser-Vorwärmung

über einen Wärmetauscher im Heizungssystem in den Wintermonaten vorgesehen, um den Stromeinsatz für die Warmwasserbereitung zu minimieren.

- Die Varianten V2 und V6 beschreiben die Varianten mit möglichst kaltem Verteilnetz. Hierbei werden einerseits eine Sole-WP (V2) bzw. eine Luft-WP (V6) in Kombination mit dezentralen Wasser-Wasser Wärmepumpen (Klein-Wärmepumpen) in den Wohnungen gegenübergestellt.

Tabelle 4: Betrachtete Varianten für die Gerlgasse 12-14.

Variante	Zentrale Wärme- erzeugung	Dezentrale Wärme- erzeugung	Warmwasser- bereitung	Temperatur Verteilnetz	Kühlung
V1 - Referenzvariante, monovalent	100 % Geothermie	---	Frischwasser- station	58 °C	GT-WP bzw. Free-Cooling und Fassaden- aktivierung
V2 - monovalent	100 % Geothermie	Klein- Wärmepumpe	Klein-Wärmepumpe	25 °C	Klein-WP und Radiatoren
V3 – multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft-Wärmepumpe	---	Frischwasser- station	58 °C	GT-WP bzw. Free-Cooling und Fassaden- aktivierung
V4 – multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft-Wärmepumpe	---	E-Speicher ohne Wärmeübertrager	45 °C	GT-WP bzw. Free-Cooling und Radiatoren
V5 – multivalent	Geothermie in Kombination mit Luft-Wärmepumpe	---	E-Speicher mit Wärmeübertrager	45 °C	GT-WP bzw. Free-Cooling und Radiatoren
V6 - monovalent	100 % Luft- Wärmepumpe	Klein- Wärmepumpe	Klein-Wärmepumpe	25 °C	Klein-WP und Radiatoren

Im Vergleich zur Dianagasse eignet sich die Fassade der Gerlgasse für die außenseitige Aktivierung. Dadurch kann für die Varianten mit Frischwasserstationen (V1 und V3) einerseits die Wärmeabgabe auf einer großen Fläche erfolgen und die Vorlauftemperatur der Heizung (ohne Tausch der Radiatoren und somit Eingriff in die Wohnungen) gesenkt werden. Zudem kann damit eine Temperierung des Gebäudes im Sommer sichergestellt werden. Über die Geothermie (Erdsondenfeld im Innenhof) können auf Eigengrund (V3-V5) rund 60 % der Heizlast abgedeckt werden. Die zusätzlich erforderliche Heizleistung soll über Luft-Wärmepumpen im Dachboden bereitgestellt werden.

In Abbildung 2 sind die Gesamtkosten pro m² je Variante in der Gerlgasse 12-14 gegenübergestellt. Es sind in Variante V1 und V3 auch die Kosten der Fassadenaktivierung berücksichtigt. Der Variantenvergleich zeigt, dass die Investitionskosten (inkl. Berücksichtigung der Wiener Landesförderung, Stand 07/2025) bei multivalenten Systemen (V3-V5) rund 2 % höher sind als bei

monovalenten Systemen. Ohne Berücksichtigung der Landesförderung ergibt sich eine Kostendifferenz von rund 3 %. Das monovalente Vergleichssystem (V1, V2) ist in diesem Fall 100 % Geothermie-Nutzung und durch die Erweiterung der Fläche auf den öffentlichen Grund ein kostenintensives System. Im Gesamtvergleich der Varianten zeigt sich, dass die multivalenten Systeme derzeit rund 5 % höhere jährliche Gesamtkosten (Investitions- und Wärmekosten) aufweisen. Auch hier haben multivalente Systeme den Vorteil des Doppelnutzens für die Kühlung; hier kann beispielsweise die Luft-Wärmepumpe im Sommer zur Warmwasserbereitung und die Sole-Wärmepumpe zur Kühlung verwendet werden. Bei monovalenten Systemen wäre auch hier eine zusätzliche Wärmepumpe erforderlich, die sich auch in den Investitionskosten niederschlagen würde. In dem speziellen Anwendungsfall fallen bei den Varianten ohne Fassadenaktivierung noch zusätzliche Investitionskosten für ein mögliches Kälteabgabesystem an. Weiters hat sich gezeigt, dass die Varianten mit E-Speichern zur Warmwasserbereitung in den Investitionskosten wesentlich günstiger ausfallen, im Betrieb hingegen signifikante Mehrkosten aufweisen. Hierbei wird empfohlen, den erhöhten Strombedarf mittels PV-Anlage zu kompensieren.

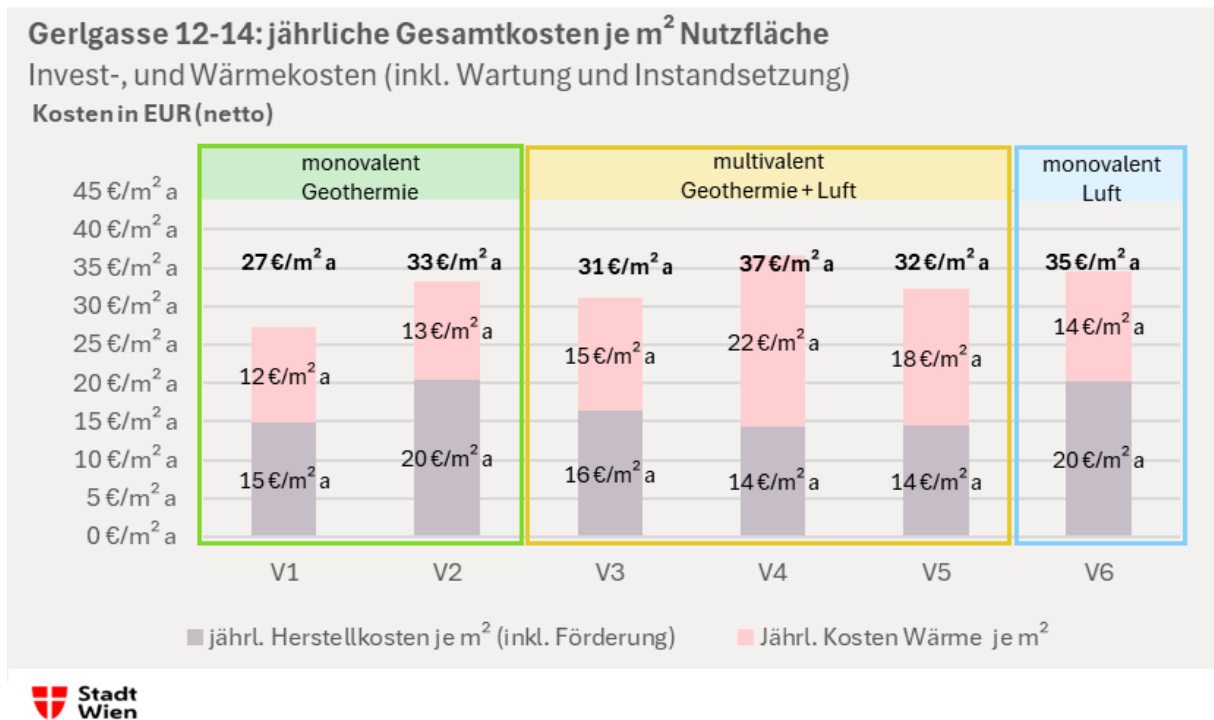


Abbildung 2: Jährliche Gesamtkosten je m² (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).

Für den Test-Case Gerlgasse 12-14 ergibt sich also, dass die Variante V1 mit 100 % Geothermie und Sole-Wärmepumpe die effizientesten Lösungsoption darstellt. Zu beachten ist hierbei, dass Mehrkosten aufgrund eines erhöhten Planungs- bzw. allfälligen erhöhten Bauaufwandes für Erdsonden im öffentlichen Bereich nicht berücksichtigt wurden. In den Kosten sind lediglich die Mehrkosten, die aufgrund der Gebühren anfallen, berücksichtigt. Das multivalente System hat in diesem Fall den Vorteil, dass ggf. auch eine aktive Regeneration der Erdsonden mittels Luft-Wärmepumpen im Sommer erfolgen kann. Der Variantenvergleich der Lösungsoptionen zeigt weiters, dass ein multivalentes System rund 4 €/m²*a teurer ist als ein monovalentes System. Einsparpotenziale sind in folgenden Positionen gegeben: Einerseits in der Lage der Wärmepumpen,

wo ein Einsparpotenzial von rund 0,5 €/m²*a besteht, wenn Luft-Wärmepumpen und Sole-Wärmepumpe möglichst nahe beieinander situiert sind. Weiters besteht in der übergeordneten Regelung ein Einsparpotenzial von rund 0,5-1,0 €/m²*a sowie in der Elektrotechnik durch die Anzahl an Wärmepumpen ein Einsparpotenzial von rund 0,3 €/m²a.

2.3 Übertragbarkeit und Umsetzungsanleitung

Pauschale Aussagen über die Übertragbarkeit der in der Lösungsentwicklung erarbeiteten Varianten sind aufgrund der Vielfalt der beeinflussenden Faktoren und deren Kombination schwer zu treffen. Es kann jedoch der Einfluss verschiedener Aspekte erklärt werden und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

2.3.1 ANALYSE DER ÜBERTRAGBARKEIT AUF WEITERE GEBÄUDE

Für die Überprüfung der Übertragbarkeit ist in einem ersten Schritt die grundsätzliche Frage zu beantworten, ob überhaupt ein multivalentes System zur Wärmeversorgung des betreffenden Gebäudes notwendig ist (vgl. Abbildung 3). Zur Ermittlung des Wärmebedarfs sowie der nötigen Heizleistung kann anstatt einer statischen Heizlastrechnung eine Heizlastermittlung über dynamische Gebäudesimulationen erfolgen und weiters abweichende Annahmen von jenen in der Norm gegebenen getroffen werden (etwa eine höhere minimale Außentemperatur als die Norm-Außentemperatur). Diese erlaubt eine genauere Betrachtung des simulierten Gebäudes unter Einbeziehung von aktuellen Wetterdaten und unter individuell festgelegten Randbedingungen für das betreffende Gebäude.

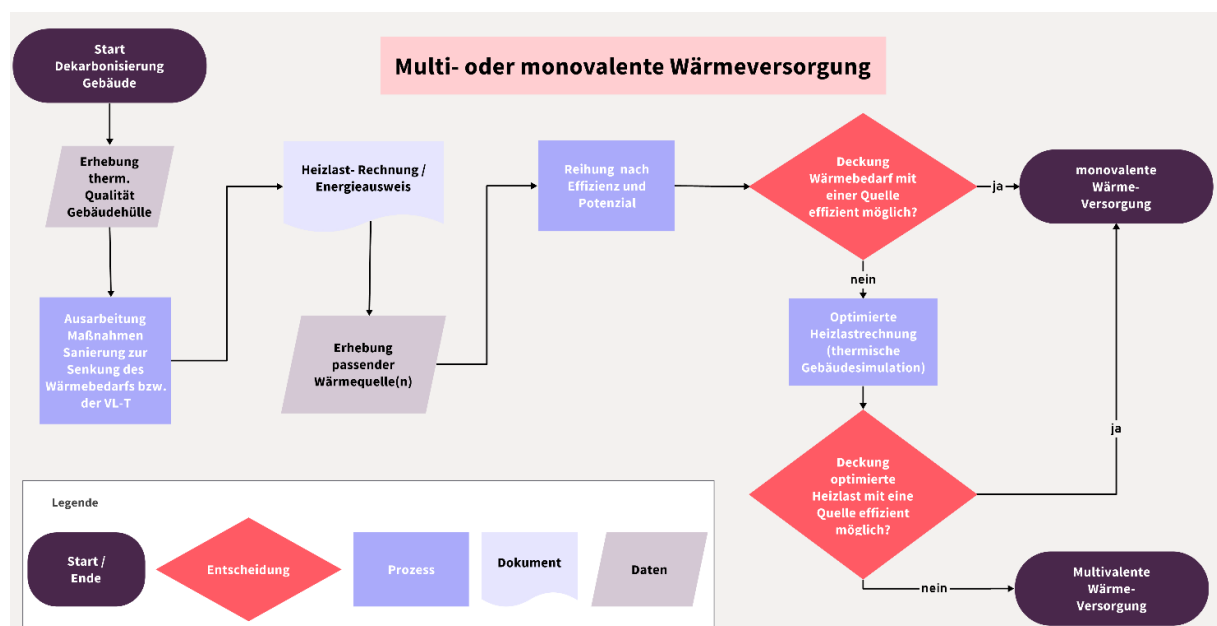


Abbildung 3: Entscheidungsbaum für die Fragestellung, ob ein Gebäude multi- oder monovalent wärmeversorgt werden kann (eigene Darstellung).

In der Praxis fällt die Entscheidung für ein bestimmtes System häufig aufgrund der Investitionskosten sowie der erwarteten Kosten im Betrieb. Da Systemkombinationen üblicherweise aufgrund des zusätzlichen Installations- und Regelungsaufwandes teurer sind, stellen monovalente Systeme oft die günstigere Alternative dar. Für das Konzept der multivalenten Wärmeversorgung hingegen sprechen insbesondere die Aspekte der Redundanz sowie das Potenzial zur Dekarbonisierung von Gebäuden durch die Integration mehrerer Wärmequellen. Durch die kombinierte Nutzung beispielsweise von Grundwasser- und Luft-Wärmepumpen kann eine höhere Versorgungssicherheit sowie ein der Umstieg auf erneuerbare Wärmequellen trotz hohem Leistungs- bzw. Wärmebedarf erreicht werden. Darüber hinaus bieten multivalente Systeme eine einfachere Systemtrennung im Sommer für gleichzeitigen Warmwasser- und Kühlbetrieb. Bei Kombinationen aus Erdwärmesonden mit anderen Wärmequellen besteht weiters eine höhere Flexibilität bei der Regeneration der Sonden bzw. ermöglicht die Kombination mit einer weiteren Wärmequelle eine Entlastung des Erdsondenfelds (z. B. durch Realisierung der Warmwassererzeugung aus Luft-Wärmepumpen in der Übergangszeit bzw. im Sommer). Damit stellt die multivalente Wärmeversorgung eine zukunftsorientierte Alternative zu bivalenten Systemen dar, bei denen Wärmepumpen lediglich durch konventionelle Kesselsysteme (z. B. Gaskessel) ergänzt werden.

Die Beurteilung, ob ein mono- oder multivalentes System genutzt werden soll, sollte bereits unter Einbeziehung möglicher Sanierungsmaßnahmen am Gebäude erfolgen. Hierzu zählen insbesondere Maßnahmen zur thermischen Verbesserung der Gebäudehülle sowie der Wärmeabgabe im Gebäude:

- Dämmung der Gebäudeaußenwände oder von Teilflächen (z. B. Parapete, Fensterstürze, Brandschutzwände) sowie der obersten Geschoßdecke und der Kellerdecke
- Austausch veralteter Fenster gegen moderne, wärmedämmende Verglasung,
- Erneuerung bzw. Optimierung der Fenster- und Türdichtungen,
- Austausch konventioneller Heizkörper durch gebläseunterstützte Niedertemperaturradiatoren („Wärmepumpenheizkörper“),
- Ergänzung durch Flächenheizsysteme (z. B. Fußboden- oder Wandheizung) oder thermische Aktivierung von Fassadenelementen (vorausgesetzt, es handelt sich nicht um stark gegliederte Fassaden).

Im nächsten Schritt können die Potenziale verschiedener lokal verfügbarer Wärmequellen erhoben werden. Diese sind insbesondere:

- Abwasserwärme (z. B. Grauwassernutzung, kommunale oder industrielle Abwässer über Kanalnetze)
- Abluftwärme (z. B. aus Lüftungsanlagen oder Abwärme industrieller und gewerblicher Prozesse)
- Grundwasserwärme
- Geothermische Wärme (z. B. mittels Erdwärmesonden oder Kollektoren)
- Umgebungsluft
- Solarthermische Energie

Bei der Erschließung der verschiedenen Wärmequellen sind mehrere Aspekte zu beachten: Die effizienteste Art der thermischen Nutzung des Erdreichs stellen Erdwärmesonden dar, da diese in tiefere Erdschichten eindringen und so weniger Platz in der horizontalen Ausdehnung benötigen. Hier sind allerdings Mindestabstände zu benachbarten Grundstücken und zwischen den Sonden selbst einzuhalten, um eine gegenseitige thermische Beeinträchtigung zu minimieren (vgl. NIEDERBRUCKER UND HASLINGER, 2016). Bei der Errichtung von Grundwasserwärmepumpen sind ein Entnahme- und Schluckbrunnen nötig, welche einen ausreichend großen Abstand zueinander haben sollten, um Kurzschlussströmungen zu vermeiden. Zur thermischen Nutzung des Grundwassers ist eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen. Eine Einschränkung der genehmigten Entnahmemenge ergibt sich auch aus bereits bestehenden Nutzungsrechten in der Umgebung der geplanten Anlage (vgl. NIEDERBRUCKER UND HASLINGER, 2016). Bei allen Eingriffen im Untergrund ist im Vorfeld zu prüfen, wie sich die unterirdische Infrastruktur (insbesondere Leitungswege im öffentlichen Grund) gestaltet. Im Wiener öffentlichen Gut ist vor Beginn von Bohrarbeiten eine Probeaufgrabung durchzuführen (vgl. STADT WIEN, S. A. A). Bei Vorliegen geschützter archäologischer Bestände ist weiters das Bundesdenkmalamt bei geplanten Grabungsarbeiten in Kenntnis zu setzen und ggf. eine Genehmigung einzuholen (vgl. BUNDESDENKMALAMT, 2024). Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass es ausreichend Platz für den Antransport und Aufstellung der Bohrgeräte gibt. Beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen stellt sich lediglich die Frage des Platzbedarfs für die Außengeräte. Hier ist allerdings darauf zu achten, dass im urbanen Raum insbesondere die schalltechnischen Anforderungen eingehalten werden (vgl. BMLUK, 2024). Bei Überschreitung des erlaubten Schallmaßes sind Einhausungen vorzusehen. Weiters ist die optische Integration in Schutzzonen zu beachten (vgl. STADT WIEN, S. A. B). Hier kann etwa eine Aufstellung im überbauten Bereich, etwa in nicht ausgebauten Dachböden mit ausreichender Luftzirkulation oder über Wetterschutzgitter vorgesehen werden. Für solarthermische Anlagen sind ausreichend große freie Dachflächen nötig. Prinzipiell ist jede Größe nutzbar, allerdings ist abzuwägen, ob die Nutzung mittels Photovoltaik kostentechnisch günstiger wäre. Auch hier ist die optische Integration in Schutzzonen zu beachten. Die Nutzung von Abwärme aus Abwasser oder umliegenden gewerblichen Quellen erfordert die räumliche Nähe der möglichen Anschlusspunkte bzw. bei den gebäudeeigenen Quellen Abluft und Abwasser die Erschließbarkeit der zentralen Sammelleitung bzw. des zentralen Abluftkanals. Weiters wird Platz für die Wärmerückgewinnungsanlage mittels Wärmeübertrager und/oder Wärmepumpe benötigt. Insbesondere bei der Nutzung von Abwasser sind die Wartungskosten zur Reinhaltung des Wärmeübertragers zu beachten. Die zentralen Fragen zur Abklärung der Erschließbarkeit verschiedener Wärmequellen sind weiters im Langbericht in Kapitel 5.4 mit Auszügen aus dem im Anhang des Langberichts beigefügten Entscheidungsbaum grafisch aufbereitet.

Die Kombinierbarkeit der verschiedenen Wärmequellen kann als Kombinationsmatrix dargestellt werden, siehe Tabelle 5. Diese zeigt die Eignung verschiedener Wärmequellenkombinationen unter der Prämisse der Sinnhaftigkeit und Nutzung von Synergieeffekten. Die Bewertung wurde unter der Annahme, dass lediglich gebäudeeigene Abwärmequellen (Abluft, Abwasser) genutzt werden und dass das Gebäude ein reines Wohngebäude ist, in dem keine gewerblichen Abwärmequellen vorhanden sind. Eine genauere Erläuterung der in Tabelle 5 dargestellten Kombinierbarkeit ist in Kapitel 5.4 des Langberichts enthalten.

Tabelle 5: Bewertung der Eignung verschiedener Wärmequellenkombinationen.

	Abwasser	Abluft	Grundwasser	Geothermie	Umgebungsluft	Solarthermie
Abwasser	-	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
Abluft	✓	-	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
Grundwasser	✓✓✓	✓✓✓	-	✓	✓✓✓	✓✓
Geothermie	✓✓✓	✓✓✓	✓	-	✓✓✓	✓✓
Umgebungsluft	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	-	✓
Solarthermie	✓	✓	✓✓	✓✓	✓	-

Es zeigt sich, dass prinzipiell jede Kombination möglich ist, allerdings starke Einschränkungen hinsichtlich der zu erwartenden Leistungen bestehen (insbesondere Solarthermie, aber auch gebäudeeigene Abwärmequellen), deren (saisonale) Defizite durch weitere Wärmequellen ausgeglichen werden müssen. In der Praxis wird häufig ein Optimum aus maximal möglicher System- und Kosteneffizienz angestrebt. Das bedeutet, dass hauptsächlich Kombinationen zustandekommen, bei denen Wärmequellen mit höheren Temperaturen und daher Effizienzen (Geothermie, Grundwasser) mit Luft-Wärmepumpen kombiniert werden.

Im folgenden Abschnitt wird eine genauere Bewertung der Wärmequellenkombinationen Geothermie-Luft, Grundwasser-Luft und Geothermie-Grundwasser als Kombination der drei am häufigsten genutzten Wärmequellen vorgenommen.

2.3.2 LÖSUNGSOPTIONEN FÜR WEITERE TYPISCHE GEBÄUDE

Aus den Optionen der Wärmequellen werden die Vor- und Nachteile bei der Nutzung von typischen Wärmequellenkombinationen zusammenfassend dargestellt. Die Auswahl der Wärmequellen folgt entlang nachfolgender Kriterien (Details dazu siehe Langbericht, Kapitel 5.4):

- Temperaturniveau und Effizienz: „Je höher die Quellentemperatur, desto höher die Effizienz“
- Zeitliche Verfügbarkeit und Konstanz: Ganzjährig verfügbare Wärme oder nur saisonal
- Erschließungskosten
- Platzbedarf und räumliche Koppelung: z.B. Geothermie und verfügbare Technikfläche im Dachbereich und damit einhergehende zusätzliche Steigleitung
- Genehmigungsaufwand

Solarthermie wurde bei den Kombinationen ausgeschlossen, da derzeit keine Reduktion der zu installierenden Gesamtleistung durch eine Solarthermie-Anlage möglich ist. Eine Reduktion ist erst in Kombination mit Speichertechnologien, die eine Überbrückung von sonnenfreien Tagen gewährleisten, gegeben.

2.3.2.1 Geothermie und Luft

Ein kombinierter Betrieb von Luft und Geothermie ist bezogen auf die Effizienz sinnvoll. In Abhängigkeit von der Außentemperatur können sowohl die Sole- als auch die Luft-Wärmepumpe mit hohen Arbeitszahlen betrieben werden. Gleichzeitig kann das Erdsondenfeld ökonomisch optimiert werden, da für die wenigen Stunden im Jahr, in denen eine hohe Leistung benötigt wird, auch die Luft-Wärmepumpe betrieben werden kann. In diesem Zeitraum wird bewusst ein energietechnisch ineffizienterer Betrieb der Luft-Wärmepumpe in Kauf genommen, um die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems zu optimieren. Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile zusammenfassend gegenübergestellt.

Vorteile:

- Ganzjährig hohe Effizienz der Wärmepumpe
- Free-Cooling-Option: Temperierungs- bzw. Kühlmöglichkeit bei gleichzeitiger Regeneration der Erdsonden
- Zusätzliche Regeneration über Luft-Wärmepumpe im Sommer möglich
- Geringere Investitionskosten für Wärmequellenerschließung durch Reduktion der Größe des Sondenfeldes

Nachteile:

- Investitionskosten Erdsonden
- Regeneration nötig zur langfristigen Erhaltung der Leistungsfähigkeit
- Soleleitung

2.3.2.2 Grundwasser und Luft

Die zweite typische Systemkombination ist Umgebungsluft und Grundwasser, sofern der Standort für die Grundwassernutzung geeignet ist und keine anderen thermisch genutzten Brunnen in der Umgebung beeinträchtigt werden. As energietechnischer Sicht ist eine Brunnennutzung einer Geothermie-Nutzung auf Grund der höheren Effizienz vorzuziehen. Luft hat sich aufgrund der permanenten Verfügbarkeit und der unkomplizierten Nutzung als eine sehr praktikable Zusatzquelle herauskristallisiert. Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile zusammenfassend gegenübergestellt.

Vorteile:

- Höhere Quellentemperatur bei Grundwasser als bei Geothermie
- Keine Soleleitung erforderlich
- Kein Solekreislauf und dadurch geringere Wärmeverluste
- Effiziente Warmwasserbereitung im Sommer über Luft-Wärmepumpe
- Keine Regeneration notwendig
- Kühlmöglichkeit

Nachteile:

- Mindestabstand zwischen den beiden Brunnen und damit Mindestanforderungen an die Grundstücksgröße
- Genehmigungsverfahren
- Beeinflussung von bestehenden Nutzungsrechten

2.3.2.3 Geothermie und Grundwasser

Eine Kombination Geothermie und Grundwasser ist grundsätzlich möglich, allerdings ist die thermale Grundwassernutzung nicht für jeden Standort sinnvoll. Die Kombinationsmöglichkeit ist bei den drei ausgewählten Optionen die unüblichste und kommt dann zum Einsatz, wenn durch die Brunnennutzung eine signifikante Anzahl an Erdsonden und damit Bohrungen entfallen kann. Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile zusammenfassend gegenübergestellt.

Vorteile:

- Konstante Quelltemperatur bei Grundwasser
- Free-Cooling-Option: Temperierungs- bzw. Kühlmöglichkeit bei gleichzeitiger Regeneration der Erdsonden
- Keine ganzjährige "Belastung" des Sondenfeldes
- Geringere Kosten für Wärmequellenerschließung durch Reduktion der Größe des Sondenfeldes

Nachteile:

- Regeneration nötig zur langfristigen Erhaltung der Leistungsfähigkeit
- Mögliche gegenseitige Beeinflussung Grundwasser/Erdwärmesonden
- Investitionskosten

3. Handlungsempfehlungen

Aus der Bearbeitung der Test-Cases sowie der Analyse der Übertragbarkeit lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten, die im Zuge jedes Vorhabens, das sich auf die Umstellung auf wärmepumpenbasierte bzw. multivalente Systemlösungen bezieht, angewendet werden können. In diesem Abschnitt wird ein Auszug daraus vorgestellt, die volle Liste der Handlungsempfehlungen ist im Langbericht der vorliegenden Studie zu finden.

AUSSCHÖPFUNG MÖGLICHER SANIERUNGSPOTENZIALE UND OPTIMIERUNG ABGABESYSTEME

Da einerseits die verfügbaren lokalen Wärmequellen im urbanen Raum stark begrenzt sind und andererseits die Schlüsseltechnologie multivalenter Heizsysteme die Wärmepumpentechnik ist, ist eine möglichst starke Reduktion des Wärmebedarfs bzw. der Heizlast und eine bestmögliche Absenkung der Systemtemperaturen zu realisieren. Wärmepumpen arbeiten bei Vorlauftemperaturen bis etwa 50 °C im optimalen Effizienzbereich. Zentrale Maßnahmen sind hier die thermische Sanierung des Gebäudes bzw. einzelner Gebäudeteile sowie die Optimierung oder Erweiterung der verfügbaren Abgabeflächen durch einen Heizkörperaustausch auf moderne, effizientere und/oder auch flächenmäßig größere Modelle oder auf Wärmepumpenheizkörper zum Einsatz bzw. die Installation von Flächenheizsystemen. Dies ist mit größerem baulichem Aufwand verbunden und stellt eine erhebliche Beeinträchtigung der Bewohner*innen dar. Bei Gebäuden mit glatten, nicht denkmalgeschützten Fassaden kann eine außenliegende Fassadenaktivierung im Zuge der thermischen Sanierung der Fassade eingebracht werden; derartige Systeme werden bereits in der Forschung in mehreren Demonstrationsprojekten getestet.

BERÜCKSICHTIGUNG DER OPTIMIERTEN HEIZLAST

Im Gegensatz zur in den meisten Planungsprozessen üblichen Feststellung der Heiz- bzw. Kühllast nach Norm besteht die Möglichkeit der Ermittlung der nötigen Heiz- bzw. Kühlleistung mittels dynamischer Gebäudesimulationen. Voraussetzung für die Umsetzung eines so optimierten Systems ist die Einwilligung des Gebäudeeigentümers/-betreibers. Durch die Optimierung wird die Dimensionierung des Heiz- bzw. Kühlsystems an tatsächlich zu erwartende auftretende Lasten angepasst und eine Überdimensionierung und damit häufiger ineffizienter Teillastbetrieb vermieden. Dies bedeutet auch, dass es in diesen Fällen wahrscheinlicher ist, dass das Auslangen mit einem monovalenten System gefunden wird.

PLATZBEDARF ZUR ERSCHLIEßUNG DER WÄRMEQUELLEN

Der maßgeblich limitierende Faktor im urbanen Raum bei der Nutzung lokaler Wärmequellen ist das stark beschränkte Platzangebot. Dessen Ausschöpfung ist je nach Technologie durch unterschiedliche, auch nicht direkt technische, Faktoren begrenzt, etwa durch bestehende Nutzungsrechte oder Schutzbestimmungen, s. Kapitel 2.3.1. Diese sind bei einer Erwägung wärmepumpenbasierter Lösungen jedenfalls frühzeitig zu beachten.

WÄRMEQUELLENKOMBINATION

Die möglichen Wärmequellenkombinationen richten sich natürlich nach den verfügbaren Potenzialen am betreffenden Standort; in der Praxis werden am häufigsten Kombinationen aus Geothermie und mindestens einer weiteren Quelle eingesetzt. Dies hat den Vorteil des hohen Wirkungsgrads von Sole-Wärmepumpen, deren Leistung durch weitere Quellen ergänzt wird und deren Effizienz durch Regeneration des Erdsondenfelds mit Raumwärme im Sommer oder über die anderen Wärmequellen sichergestellt werden kann. Aus Kostengründen werden meistens Luft-Wärmepumpen als weitere Wärmequelle eingesetzt, die in der Übergangszeit und im Sommer mit höheren Quellentemperaturen punkten können. Grundwasser eignet sich grundsätzlich auch, hat allerdings aufgrund der ähnlichen und konstanten Quellentemperatur weniger Synergieeffekte und muss sorgfältig geplant werden, um eine Beeinflussung des Erdsondenfelds in seiner Leistung auszuschließen. Falls vorhanden, ist insbesondere Abwärme aus Abluft oder Abwasser eine attraktive Wärmequelle, die kontinuierlich anfällt, hohe Temperaturen aufweist und daher sehr effizient nutzbar ist. Als Ergänzung kann Solarenergie eingebunden werden, die die Effizienz der Anlage insbesondere in der Übergangszeit und im Sommer erhöht.

PLANUNG DER SYSTEMLÖSUNGEN

Multivalente Systemlösungen erfordern eine optimale Einbindung der genutzten Wärmequellen und die Umsetzung einer zweckmäßigen Regelung zur Sicherstellung der kosten- und ressourcentechnischen Effizienz der Anlage. Im privaten Wohnungssektor sind multivalente Systemlösungen trotz ihrer zunehmenden Bedeutung noch nicht der Standard. Die notwendige Expertise zur Auslegung bzw. Planung multivalenter Systeme ist daher noch nicht in allen ausführenden Installateursbetrieben vorhanden. Angesichts dieser Tatsache kann bei fehlender Erfahrung der in Erwägung gezogenen ausführenden Firmen eine Planung durch ein fachkundiges Planungs- oder Ingenieurbüro in Betracht gezogen werden.

KLÄRUNG DES SYSTEMMONITORINGS UND DER SYSTEMREGELUNG

Da multivalente Systeme in ihrem Aufbau und ihrer Funktion als komplexer einzustufen sind als monovalente Systeme, ist insbesondere die Systemüberwachung (Monitoring) und die Umsetzung einer adäquaten Regelung vorzusehen. Dies erleichtert die Fehleranalyse im Falle von Betriebsstörungen und ermöglicht die Betriebsoptimierung. Hierbei sollten einerseits alle wesentlichen Betriebsparameter erhoben werden, um eine möglichst lückenlose Überwachung des Systems zu gewährleisten und die Erstellung von Energiebilanzen zu Systemevaluierung zu ermöglichen. Andererseits sollten in der Mess- und Regeltechnik individuell einstellbare Werte für Umschalt- und Zuschaltpunkte vorgesehen werden, um die Effizienz der Wärmeerzeuger je nach Betriebsmodus bestmöglich auszunutzen und die verschiedenen Erzeuger optimal aufeinander abzustimmen. Bei der Erstellung des Regelungskonzepts ist die Auswahl und Reihung der Wärmeerzeuger nach Effizienz abhängig vom Betriebsmodus der zentrale Grundsatz. Eine frühestmögliche Konzipierung und Ausarbeitung des Monitorings und der Anlagenregelung bereits im Planungsprozess stellt sicher, dass kostenintensive Nachbesserungen vermieden werden und alle notwendigen Bedingungen vorhanden sind, die Anlage optimal zu betreiben.

4. Ausblick

Die Umsetzung multivalenter Systeme bringt verschiedene regelungstechnische Herausforderungen mit sich. Derzeit liegt das größte Hindernis in der Kostspieligkeit der Regelung multivalenter Systeme. Ursache hierfür ist die derzeit noch nicht realisierte direkte Interoperabilität zwischen verschiedenen Wärme-/Kälteerzeugerfabrikaten. Das bedeutet, dass multivalente Systeme im Moment noch über eine übergeordnete Plattform (GLT) geregelt werden müssen, was erhebliche Kosten für Material (Schaltschränke, Regler etc.) und Software sowie Programmierung nach sich zieht. Die Kosten für die übergeordnete Regelungsinfrastruktur eines multivalenten Systems bestehend aus zwei Wärmeerzeugern belaufen sich derzeit laut Erfahrungen des Projektteams auf etwa 30.000-50.000 €. Daher liegen multivalente Systeme in der Regel auf einem höheren Kostenniveau als monovalente Systeme.

Ein weiterer Aspekt ist die Komplexität multivalenter Systeme, was auch bedeutet, dass es keine Standardlösungen für die Regelung gibt. Es ist daher eine enge Abstimmung mit MSR-Firmen zur Sicherstellung der Integration aller gewünschter Regelungsmöglichkeiten, Grenzwerte und Datenpunkte notwendig.

In Bezug auf den Betrieb ist auch zu beachten, dass durch die Individualität in der Umsetzung der Systemregelung (Software, Programmiersprache, Kommunikationsprotokolle, etc.) lediglich die ausführende MSR-Firma mit der softwareseitigen Umsetzung der Regelung vertraut ist und daher Anpassungen im Nachhinein nur von derselben Firma leicht bewerkstelligt werden können. Es besteht daher eine gewisse Abhängigkeit von der umsetzenden MSR-Firma.

In Zukunft ist damit zu rechnen, dass die direkte Einbindbarkeit verschiedener Wärmeerzeugerfabrikate ohne übergeordnete Regelung steigen wird und daher auch die Kosten für die Regelung multivalenter Systeme sinken werden.

Literaturverzeichnis

BMLUK = Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz Regionen und Wasserwirtschaft, 2024. Lärmregelungen zu Luftwärmepumpen. Webseite, abrufbar unter <https://www.laerminfo.at/ueberlaerm/laermquellen/luftwaermepumpen.html>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 11:40h

BMWET = Bundesministerium für Wirtschaft, Energie und Tourismus, s. a. Wie ist das Heizverhalten in den Bundesländern? Webseite, abrufbar unter <https://energie.gv.at/verbrauch/wie-ist-das-heizverhalten-in-den-bundeslaendern> zuletzt aufgerufen am 05.06.2025 um 16:45h, nach Statistik Austria, 2023. Mikrozensus 2021/22.

Bundesdenkmalamt, 2024. Infoblatt Nr. 2 – Bauvorhaben und archäologische Denkmale. Verfügbar unter https://www.bda.gv.at/dam/jcr:681bbe92-7f62-4f9e-886b-a24600d0b3d9/Infoblatt_2_Bauvorhaben_und_arch%C3%A4ologische_Denkmale.pdf; zuletzt aufgerufen am 28.03.2025 um 14:00h

FFG = Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft, s. a. FFG Projektdatenbank. Sanis0ies. Webseite, abrufbar unter <https://projekte.ffg.at/projekt/4227285>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 09:50h

FH Salzburg = Fachhochschule Salzburg, s.a. Salzburger Multifunktionsfassade. Webseite, abrufbar unter <https://pure.fh-salzburg.ac.at/de/projects/salzburger-multifunktionsfassade>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 9:20h

Niederbrucker, R. und Haslinger, E., 2016. Erdwärme! voraus. Technologieleitfaden Erdwärme. Wien: Magistrat der Stadt Wien. Magistratsabteilung 20 – Energieplanung. Verfügbar unter <https://www.digital.wienbibliothek.at/urn/urn:nbn:at:AT-WBR-416575>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 10:50h

Stadt Wien, s. a. a. Merkblatt für die Herstellung von Erdsonden auf öffentlichem Straßengrund für Gebäude längeren Bestands mit angezeigtem Baubeginn ab 01/2022. Verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/ahs-info/pdf/merkblatt-erdsonden.pdf>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 11:15h

Stadt Wien, s. a. b. Schutzzonen Wien. Webseite, verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/schutzzonen/>; zuletzt aufgerufen am 06.06.2025 um 13:15h

Steiner, C.; Nyeki, E.; Kalasek, R.; Brus, T.; Hemis, H. und Lichtenwöhrer, P., 2023. Endbericht betreffend Projekt EWSP Wien. Flächendeckende Potentialerhebung für Erdwärmesonden auf Baublockebene in Wien. Wien: Stadt Wien, Geosphere Austria, TU Wien.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Jährliche Gesamtkosten je m ² (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	12
Abbildung 2: Jährliche Gesamtkosten je m ² (Investitions- und Wärmekosten), Kosten in EUR exkl. USt. (eigene Darstellung).	15
Abbildung 3: Entscheidungsbaum für die Fragestellung, ob ein Gebäude multi- oder monovalent wärmeversorgt werden kann (eigene Darstellung).	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Ist-Analyse für die notwendige Heiz- und Kühlleistung.	8
Tabelle 2: Übersicht über die erhobenen maximalen Potenziale. a= vom Wärmeerzeuger abgegebene Leistung / Energiemenge	9
Tabelle 3: Betrachtete Varianten für die Dianagasse.....	11
Tabelle 4: Betrachtete Varianten für die Gerlgasse 12-14.	14
Tabelle 5: Bewertung der Eignung verschiedener Wärmequellenkombinationen.	19

Impressum

Medieninhaberin und Herausgeberin:

Stadt Wien – Energieplanung

1120 Wien, Wilhelmstraße 68

Strategische Gesamtkoordination und Redaktion:

Stadt Wien – Energieplanung

Erstellung:

BOKU University

Vasko+Partner Ziviltechniker für Bauwesen und Verfahrenstechnik GesmbH

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, 26.03.2026

