

Hocheffiziente multivalente Wärmepumpenkonzepte zur thermischen Nutzung von Außenluft mit geothermischer Speicherung (Multi-WP)

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 25/2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung (interimistisch): DIⁱⁿ (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

DIⁱⁿ (FH) Franziska Zimmer, MSc, DI Dr. Franz Zach (Österreichische Energieagentur)

Mag. Stefan Hoyer, Mag. Martin Fuchsluger (GeoSphere Austria)

Dipl. Ing ETH Karl Ochsner sen., Gottfried Adelberger (Ochsner Process Energy Systems –
OPES)

Wien, 2026. Stand: Juli 2025

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
	1.1. Motivation und Zielsetzung	7
	1.2. Methodik und Werkzeuge	7
	1.3. Einflussfaktoren und Systemkomponenten.....	8
	1.4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	9
	1.5. Ausblick	9
2	Abstract	10
	2.1. Motivation and Objectives.....	10
	2.2. Methodology and Tools	10
	2.3. Influencing Factors and System Components.....	10
	2.4. Results and Conclusions.....	11
	2.5. Outlook	12
3	Ausgangslage	13
4	Projekthalt	16
5	Ergebnisse	22
	5.1. Investitionskosten	24
	5.2. Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus den Fallstudien.....	25
6	Schlussfolgerungen	27
7	Ausblick und Empfehlungen	28
8	Verzeichnisse	30
9	Anhang	33
	9.1. Abelegasse – Erdwärmesonden als Speicher.....	33
	9.2. LK Amstetten – Nutzung von BHKW- und Kompressionskälteanlagen-Abwärme.....	35
	9.3. Aslangasse – 60 % Erd-WP und 40 % Luft-WP mit Regeneration	37
	9.4. Aslangasse – 100 % Erd-WP mit Luftregeneration	39
	9.5. Hohe Warte – Basissanierung 100 % Heizleistung mit Erdwärme.....	41
	9.6. Hohe Warte – Basissanierung 100 % Kühlleistung mit Erdwärme	43
	9.7. NHM Wien – Erdwärmesonden im Innenhof.....	45
	9.8. Perchtoldsdorf - Gasversorgung + Abwärme Eislaufplatz	47
	9.9. Perchtoldsdorf - Vollversorgung inkl. Kulturzentrum	49

1 Kurzfassung

1.1. Motivation und Zielsetzung

In Österreich entfällt rund 40 % des Endenergieverbrauchs auf den Bereich Wärme und Kälte, einschließlich der Prozesswärme in der Industrie (energie.gv.at). Damit stellt dieser Sektor den größten Anteil am gesamten Energieverbrauch dar – noch vor dem Verkehrsbereich und anderen Anwendungen. Besonders dominant ist dabei die Wärmenutzung.

Derzeit stammen 39 % der für Wärme und Kälte eingesetzten Energie aus erneuerbaren Quellen. Das bedeutet, dass über 60 % weiterhin durch fossile Energieträger gedeckt werden. Diese Abhängigkeit unterstreicht die zentrale Rolle der Wärmewende für das Gelingen der gesamten Energiewende.

Die Dekarbonisierung der Raumwärme und Klimatisierung ist daher ein zentraler Hebel für die Energiewende. Besonders in urbanen Räumen stehen zahlreiche lokal verfügbare, erneuerbare Wärmequellen wie Außenluft, Solarenergie, Erdwärme, Grundwasser oder Abwärme zur Verfügung. Die thermische Nutzung von Grundwasser ist stark standortabhängig und benötigt zumeist eine wasserrechtliche Genehmigung. Außenluft und Solarenergie hingegen sind nahezu überall verfügbar, werden aber bislang nur begrenzt in Wärmekonzepten berücksichtigt. Erdwärmesonden können an den meisten Standorten installiert werden und eignen sich bestens als saisonaler Speicher.

Das Projekt Multi-WP hatte zum Ziel, multivalente Wärmepumpensysteme – bestehend aus Luft- und Solewärmepumpen, Photovoltaik und Erdwärmesonden als saisonalen Wärmespeicher – hinsichtlich Effizienz, Flexibilität und Lastverschiebung zu optimieren. Durch die intelligente Kombination dieser Technologien sollen lokal verfügbare, nicht-fossile Energiequellen besser erschlossen und die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen signifikant verbessert werden. Damit leistet das Projekt einen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, zur Stärkung der heimischen Technologieentwicklung und zur Unabhängigkeit von Energieimporten.

1.2. Methodik und Werkzeuge

Ein zentrales Element der Systemkonzeption war die schnelle Einschätzung des geothermischen Potenzials am jeweiligen Standort. Hierfür wurde der Geothermieatlas der GeoSphere Austria eingesetzt – ein kostenfreies Online-Tool, das auf Basis von Standortdaten, Betriebsweise und optionaler Nennleistung das Energiepotenzial eines Erdsondenfeldes für Heiz- und Kühlzwecke über 20 Jahre berechnet. Es liefert automatisiert Energieflussdiagramme, Temperaturprognosen und Berichte und diente im Projekt zur Bewertung verschiedener Szenarien sowie zur Abschätzung des Flächenbedarfs des Erdwärmespeichers im Verhältnis zur verfügbaren Fläche.

Die Detailsimulationen wurden mit dem weiterentwickelten Tool PYGsim durchgeführt, das für die Erdsondensimulation die Python Bibliothek „pygfunction“ (Cimmino, M., & Cook, J.C., 2022) verwendet.

Zusätzlich wurden Module für die technischen Speicher, Luft-Wärmetauscher und der Wärmepumpen programmiert, welche eine Koppelung im Stundentakt erlaubt. Die Eingabe der

Kennlinien realer Wärmepumpen ermöglicht die dynamische Kopplung der Wärmepumpen mit dem Temperaturniveau der Wärmequellen und -senken mit Berücksichtigung von Regenerationseffekten. Dabei wurden reale Wetterdaten (2016 bis 2022) der GeoSphere Austria zur Berechnung der stündlich aufgelösten Heiz- und Kühlprofile verwendet. Die Profile basieren auf dem Jahresenergiebedarf und temperaturabhängigen Funktionen, angepasst an die Gebäudeträgheit. Die Simulationen über 20 Jahre erlauben eine solide Temperaturprognose der Erdwärmenutzung und dessen Auswirkungen auf den Leistungsfaktor der Wärmepumpen.

1.3. Einflussfaktoren und Systemkomponenten

Die Leistungsfähigkeit von Erdwärmesonden wird durch mehrere Faktoren beeinflusst:

- **Freifläche und Sondenabstand:** Je größer die verfügbare Fläche und je geringer der Abstand (5 bis 10 m), desto höher das Potenzial.
- **Bohrtiefe:** In Wien sind Tiefen von 120 bis 150 m üblich; tiefere Sonden liefern mehr Energie.
- **Betriebsweise:** Regeneration durch Gebäudekühlung reduziert den Flächenbedarf und verbessert die Effizienz.
- **Wärmeträgermedium:** Wasser-Frostschutz-Gemische (meist Wasser-Glykol) sind Standard; reines Wasser ist ökologisch vorteilhaft und leistungsfähiger, benötigt jedoch größere Sondenfelder um ein Einfrieren zu verhindern. Reines Wasser kann bei hoher Abwärmenutzung eingesetzt werden. Wasser-Ethanol-Gemische sind eine ökologisch vorteilhafte Alternative mit niedriger Viskosität und hoher spezifischer Wärmekapazität
- **Untergrund:** Temperatur, Wärmeleitfähigkeit und Grundwasser beeinflussen die Effizienz maßgeblich.
- **Sondengeometrie:** Doppel-U-Rohrsonden mit thermisch verbessertem Verpressmaterial sind Stand der Technik.
- **Spezifische Entzugsleistung:** Die spezifische Entzugsleistung der Sonden ist unter 30 W/m wirtschaftlich nicht darstellbar. (bei Wärmeentzug zur Gebäudebeheizung bis 2.200 Volllaststunden).

Die Wärmepumpenkennlinien wurden vom Projektpartner Ochsner Process Energy Systems (OPES) bereitgestellt. Die Simulation berechnet Heizleistung, Strombedarf und Coefficient of Performance (COP) dynamisch in Abhängigkeit der Quelltemperatur. Im Gegensatz zum Geothermieatlas, der mit vereinfachten Betriebsfunktionen arbeitet, erlaubt PYGsim die Abbildung komplexer Regenerationsstrategien – etwa durch Abwärmenutzung im Winter, wie sie in der Fallstudie Perchtoldsdorf mit einem Eislaufplatz umgesetzt wurde. Die detaillierte Simulation mit stündlicher Auflösung zeigt eine Reduktion des Erdsondenfelds um circa 20 %.

Die Dimensionierung der Erdwärmesonden erfolgte gemäß dem Regelblatt 207 vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV). Ziel war es, die Sondereintrittstemperaturen im Betrieb zwischen -3 °C (Heizen) und +30 °C (Heizen/Kühlen/Regeneration) zu halten. In Fällen mit hoher Abwärmenutzung konnte auf frostfreien Betrieb ausgelegt werden, was den Einsatz von reinem Wasser oder geringem Frostschutzmittelanteil ermöglichte.

1.4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die sechs Fallstudien im Projekt Multi-WP zeigen, dass alle untersuchten Konzepte technisch realisierbar sind. Besonders hervorzuheben ist die erfolgreiche Integration von Erdwärmesonden in dicht bebauten Gebieten (zum Beispiel Abelegasse, Naturhistorisches Museum Wien) sowie die Nutzung unterschiedlicher Abwärmequellen – etwa aus einem Eislaufplatz (Perchtoldsdorf), einem Rechenzentrum (Hohe Warte) oder durch kombinierte Luft- und Sole-Wärmepumpen (Aslangasse). In allen Fällen konnten die CO₂-Emissionen im Betrieb deutlich reduziert und langfristig niedrigere Betriebskosten im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen nachgewiesen werden. Die Investitionskosten variieren je nach Standort, bleiben jedoch im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen.

Die Weiterentwicklung von PYGsim ermöglichte eine realitätsnahe Abbildung der Systemdynamik und Regenerationseffekte. Der Geothermieatlas von GeoSphere Austria erwies sich als effizientes Werkzeug zur Erstbewertung. Die entwickelten Konzepte eignen sich besonders für Bestandsgebäude ohne Fernwärmeanschluss, wie sie in vielen Städten häufig vorkommen. Die Ergebnisse bieten eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Planungsbüros, Bauträger, Energieversorger und Kommunen.

1.5. Ausblick

Die Projektergebnisse werden durch Veröffentlichungen, Schulungen und Fachveranstaltungen verbreitet und fließen bereits in weitere Projekte ein. Die entwickelten Konzepte und Werkzeuge – insbesondere die Simulationstechniken – werden kontinuierlich weiterentwickelt. Angesichts der steigenden Nachfrage nach dezentralen, erneuerbaren Versorgungslösungen im Gebäudesektor leisten die Ergebnisse einen konkreten Beitrag zur Umsetzung der Klimaziele und zur Transformation des Energiesystems im Sinne des Programms „Stadt der Zukunft“.

2 Abstract

2.1. Motivation and Objectives

In Austria, around 40 % of final energy consumption is attributed to the heating and cooling sector, including process heat in industry (energie.gv.at). This makes it the largest contributor to total energy consumption—ahead of the transport sector and other applications. Heat usage is particularly dominant in this context. Currently, 39 % of the energy used for heating and cooling comes from renewable sources. This means that over 60 % is still covered by fossil fuels. This dependency highlights the central role of the heating transition in ensuring the success of the overall energy transition.

Especially in urban areas, numerous locally available renewable heat sources such as ambient air, solar energy, groundwater, or waste heat are accessible. However, many of these sources are location-dependent or only usable to a limited extent. Ambient air and solar energy are almost universally available but have so far been only marginally considered in heating concepts.

The goal of the Multi-WP project was to optimise multivalent heat pump systems—consisting of air and brine heat pumps, geothermal probes, photovoltaics, and seasonal storage—in terms of efficiency, flexibility, and load shifting. By intelligently combining these technologies, locally available non-fossil energy sources can be utilised more efficiently, and the annual performance of air heat pumps can be significantly improved. The project contributes to reducing greenhouse gas emissions, strengthening domestic technology development, and increasing independence from energy imports.

2.2. Methodology and Tools

A central element of the system design was the rapid assessment of geothermal potential at each site. For this, the Geothermal Atlas of GeoSphere Austria was used—a free online tool that calculates the energy potential of a geothermal probe field over 20 years based on location data, operating mode, and optional nominal capacity. It automatically provides energy flow diagrams, temperature forecasts, and reports, and was used in the project to evaluate various scenarios and estimate drilling requirements relative to available space.

Detailed simulations were carried out using the enhanced tool PYGsim, based on the pygfunction module. It enables dynamic coupling of heat sources and sinks, considering regeneration effects. Real weather data (2016–2022) from GeoSphere Austria and hourly heating and cooling profiles were used. The profiles are based on annual energy demand and temperature-dependent functions, adjusted for building inertia. Simulations run over 20 years, with the multi-year profile repeated cyclically.

2.3. Influencing Factors and System Components

The performance of geothermal probes is influenced by several factors:

- **Open space and probe spacing:** The larger the available area and the smaller the spacing (5 to 10 m), the higher the potential.
- **Drilling depth:** Depths of 120 to 150 m are common in Vienna; deeper probes yield more energy.
- **Operating mode:** Regeneration through space cooling reduces space requirements and improves efficiency.
- **Heat Transfer Medium:** Water-antifreeze mixtures (typically water-glycol) are standard. Pure water is environmentally friendly and has better performance, but it requires larger probe fields to prevent the risk of freezing. Pure water can be used when there is high waste heat utilization. Water-glycol mixtures are standard; water-ethanol mixtures are an environmentally friendly alternative with low viscosity and high specific heat capacity.
- **Subsoil:** Temperature, thermal conductivity, and groundwater significantly affect efficiency.
- **Probe geometry:** Double-U-tube probes with thermally enhanced grouting material are state of the art.
- **Specific extraction rate:** Below 30 W/m, probes are not economically viable.

Heat pump characteristics were provided by project partner Ochsner Process Energy Systems (OPES). The simulation dynamically calculates heating output, power consumption, and Coefficient of Performance (COP) depending on source temperature. Unlike the Geothermal Atlas, (Quelle: GeoSphere Austria) which uses simplified operating functions, PYGsim allows modelling of complex regeneration strategies—such as using waste heat in winter, as implemented in the Perchtoldsdorf case study with an ice rink. Such strategies can reduce drilling needs by up to 20%.

Probe sizing followed the ÖWAV guideline 207. The goal was to maintain probe inlet temperatures between -3 °C (heating) and +30 °C (cooling/regeneration) during operation. In cases with high waste heat utilisation, frost-free operation was possible, allowing the use of pure water or low antifreeze concentrations.

2.4. Results and Conclusions

The six case studies in the Multi-WP project show that all examined concepts are technically feasible. Notable successes include the integration of geothermal probes in densely built areas (e.g. Abelegasse, Natural History Museum Vienna) and the use of various waste heat sources—from an ice rink (Perchtoldsdorf), a data center (Hohe Warte), or combined air and brine heat pumps (Aslangasse). In all cases, CO₂ emissions during operation were significantly reduced, and long-term operating costs were lower compared to conventional heating systems. Investment costs vary by location but remain economically acceptable.

The further development of PYGsim enabled realistic modelling of system dynamics and regeneration effects. The Geothermal Atlas proved to be an efficient tool for initial assessments. The developed concepts are particularly suitable for existing buildings without district heating connections, which are common in many cities. The results provide a solid decision-making basis for planning offices, developers, energy suppliers, and municipalities.

2.5. Outlook

The project results are being disseminated through publications, training sessions, and professional events and are already being incorporated into further projects. The developed concepts and tools—especially the simulation techniques—are continuously being refined. Given the growing demand for decentralised, renewable energy solutions in the building sector, the results make a concrete contribution to achieving climate goals and transforming the energy system in line with the “City of the Future” programme.

3 Ausgangslage

In Österreich entfällt rund 40 % des Endenergieverbrauchs auf den Bereich Wärme und Kälte, einschließlich der Prozesswärme in der Industrie (Daten aus 2023, energie.gv.at). Damit stellt dieser Sektor den größten Anteil am gesamten Energieverbrauch dar – noch vor dem Verkehrsbereich und anderen Anwendungen. Besonders dominant ist dabei die Wärmenutzung.

Derzeit stammen 39 % der für Wärme und Kälte eingesetzten Energie aus erneuerbaren Quellen. Das bedeutet, dass über 60 % weiterhin durch fossile Energieträger gedeckt werden. Diese Abhängigkeit unterstreicht die zentrale Rolle der Wärmewende für das Gelingen der gesamten Energiewende.

Gerade in urbanen Räumen existiert eine Vielzahl lokal verfügbarer, nicht-fossiler Ressourcen zur Wärmeversorgung wie zum Beispiel Grundwasser, Solarenergie, Abwärme aus Kühlung oder industriellen Prozessen, Abwasser, Außenluft und Erdreich. Viele dieser Wärmequellen sind jedoch nicht überall vorhanden oder nur in geringem Ausmaß. Die Außenluft und Solarenergie hingegen sind nahezu überall in nennenswertem Ausmaß vorhanden. Erdwärmesonden können an den meisten Standorten installiert werden, während Grundwasser nur an ausgewählten Orten nutzbar ist. Allen Wärmequellen gemeinsam ist jedoch, dass sie bisher kaum genutzt werden. Für das Gelingen der Wärmewende und damit der Energiewende ist es aber essenziell, sämtliche zur Verfügung stehenden Quellen zu untersuchen und – wenn geboten – diese auch in Kombination zu nutzen. Nicht nur die Klimaziele werden damit leichter erreichbar, auch die Abhängigkeit von Energieimporten aus politisch oft instabilen Regionen würde damit reduziert, und je nach Technologie kann auch die österreichische Technologieführerschaft ausgebaut werden. Wesentlich ist eine ausreichende Verfügbarkeit der Quelle am jeweiligem Standort und bei Nutzung von Abwärme eine Abwägung des Ausfallrisikos beziehungsweise dessen Ersatzmöglichkeiten.

Luft-Wärmepumpen werden bisher meist mit kleinen Speichern betrieben, wodurch eine etwas gleichmäßigere Betriebsweise möglich ist als ohne Speicher. Durch die Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch über eine Heizsaison hinweg werden aber Großspeicher (Saisonspeicher) notwendig. Hier gibt es verschiedene Technologien und Bauformen; die Dimensionierung ist ebenso eine komplexe Aufgabe. Speicherverluste, die durch niedrige Systemtemperaturen minimiert werden können, sind dem Arbeitszahlgewinn der Luft-Wärmepumpe durch höhere Medientemperatur gegenzurechnen. Dieser Zusammenhang erfordert eine sorgfältige Abwägung: Einerseits ermöglichen niedrige Temperaturen eine effizientere Speicherung und Verteilung der Wärme, andererseits kann eine zu starke Absenkung der Systemtemperatur die Effizienz der Wärmepumpe beeinträchtigen. Die optimale Auslegung eines multivalenten Wärmepumpensystems muss daher beide Aspekte berücksichtigen. In der Praxis bedeutet das, dass der potenzielle Effizienzgewinn durch höhere Quelltemperaturen gegen die zusätzlichen Verluste durch höhere Systemtemperaturen aufgerechnet werden muss. Die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Außenlufttemperatur, welche sich ohne Speicher eher negativ auf die Jahresarbeitszahl auswirken, können bei Verwendung von Kurzzeit- und Saisonspeichern ausgenutzt werden, indem Wärme dann produziert wird, wenn es warm ist oder die ins System integrierte PV-Anlage Strom liefert, und nicht dann, wenn die Wärme gebraucht wird. Die Frage nach der Optimierung eines Systems ist jedoch komplex, da sowohl die Speicherverluste, die leistungsmäßigen Limitierungen der Komponenten Wärmepumpe und

Speicher, die zeitliche Verfügbarkeit der Solarenergie als auch die außentemperaturabhängige Arbeitszahl berücksichtigt werden müssen.

Bei der intensiven Nutzung der Wärmequelle Außenluft und der Implementierung großer geothermischer Speicher in bebautem Gebiet gibt es aber auch eine Vielzahl zu berücksichtigender Interessenskonflikte. Beispielhaft seien die immer wieder diskutierte Lärmproblematik bei Luft-Wärmepumpen, Schallemissionen bei der Bohrung von Erdwärmesonden, Nutzungskonflikte mit bestehenden Wasserrechten, oder Nutzungskonflikte mit Dachterrassen, Begrünungen, großen Fensterflächen et cetera genannt. Dazu kommt, dass die Gebäudetechnik und die Gebäudesubstanz im Bestand oft nicht für die Nutzung von Niedertemperaturquellen ausgelegt sind. Hier gilt es, Strategien zu untersuchen, wie diese Konflikte für verschiedene Anwendungsfälle bestmöglich vermieden beziehungsweise bewältigt werden können.

Das Projekt „Innovative Konzepte zur Versorgung großvolumiger städtischer Gebäude/Quartiere mit PV und Geothermie“ [Urban PV+Geotherm] hat gezeigt, dass speziell in urbanen Neubaugebieten ein hohes Potenzial von Außenluft als Wärmequelle gegeben ist. Die Frage nach der optimalen Regelstrategie wurde aber weder hier noch in anderer bekannter Literatur beantwortet.

PV-Kollektoren erlangen auch durch sinkende Preise immer höhere Bedeutung. In Kombination mit Luft-Wärmepumpen, die verstärkt im Sommer arbeiten, könnten so große Anteile des Antriebsstroms erneuerbar und lokal bereitgestellt werden.

Im urbanen Raum, der zunehmend von Überhitzung betroffen ist, wird die Kühlung von Innenhöfen, Parks, Straßen et cetera zu einer immer größeren Herausforderung. Derzeit werden beispielsweise in Wien bereits Systeme diskutiert, mit denen die heiße Außenluft durch Luft-Wärmepumpen und Erdspeicher abgekühlt werden kann.

Erdwärmesonden eignen sich an den meisten Standorten zur Gebäudebeheizung mittels Sole-Wasser-Wärmepumpe - kurz Erd-Wärmepumpe genannt. Der große Vorteil ist die von der Außentemperatur unabhängige Quelltemperatur des Erdreichs, wodurch die Erd-Wärmepumpe wenig Strom verbraucht, und eine hohe Leistungszahl erreicht. Dadurch sind auch die Betriebskosten gering mit dem Nachteil von hohen Investitionskosten.

Erd-Wärmepumpen erzeugen im Außenraum keine Schallemissionen, lediglich bei den Bohrtätigkeiten. Durch die thermische Trägheit des Erdreichs sinkt dessen Quelltemperatur bei reinem Wärmeentzug im Laufe der Jahre, weshalb die Größe des Erdsondenfeldes so dimensioniert werden muss, dass die Quelltemperatur nicht unterhalb 0 °C fällt. Diese Auslegung folgt dem ÖWAV-Regelblatt 207, welches als Stand der Technik für Erdwärmesonden etabliert ist. Durch die Kombination mit anderen lokalen Wärmequellen wie Luft oder Abwärme aus Kühlung – kann das Erdreich um die Erdwärmesonden wieder regeneriert werden. Dadurch wird das Erdsondenfeld kleiner und die Kosten für Erdwärmesonden sinken. Außerdem hat eine vollständige Regeneration den Vorteil, dass der Abstand zwischen den Erdwärmesonden um die Hälfte reduziert werden kann, wodurch die benötigte Freifläche für das Sondenfeld quadratisch sinkt. Die Erdwärmesonden können so als saisonaler Wärmespeicher dienen, welcher im Winter zur Deckung des Wärmebedarfs entladen und im Sommer durch Abwärmenutzung wieder beladen wird. Als Nebeneffekt bleibt die Temperaturstörung des Erdreichs auf wenige Meter um das Erdsondenfeld beschränkt und benachbarte Grundstücke können ebenso einen Erdwärmespeicher betreiben.

Der Strommix in Mitteleuropa und den meisten anderen Regionen der Welt schwankt im Jahresverlauf. In Österreich und den angrenzenden Staaten werden im Frühsommer große Mengen durch Wasserkraft und zunehmend auch Solarenergie gewonnen. Mit dem weiteren Ausbau von Solarenergie und Windenergie kommen die Netze in ihrer Aufnahmefähigkeit zunehmend an ihre Grenzen. Volatile erneuerbare Energie kann dann nicht mehr aufgenommen werden. Der Stromnetzausbau kann dieses Problem nicht allein lösen; es braucht auch Möglichkeiten zur Speicherung. Neben Pumpspeichern mit ebenfalls begrenzter Leistung und Energie werden daher neue Wege notwendig werden, diese umweltfreundlichen Energiequellen nutzen zu können. Die Saisonspeicherung von Wärme über Wärmepumpen und Erdsonden ist hier sehr wirkungsvoll und effizient.

Durch die Verschiebung der Last von Wärmepumpen vom Winter in den Sommer kann weiters das Problem gelöst werden, für das Wärmepumpen immer wieder kritisiert werden: Der Winterstrommix weist wesentlich höhere Treibhausgasemissionen auf als der Sommerstrommix. Mit dem Multi-WP-Konzept wird genau dies vermieden: Die Wärmepumpe läuft verstärkt im Sommer, zudem ist eine Anpassung an die momentane PV-Stromproduktion möglich. So kann die Wärmepumpe nicht nur mit weniger, sondern auch mit umweltfreundlicherem Strom betrieben werden.

Viele Wärmepumpensysteme nutzen derzeit lediglich eine einzige lokal verfügbare Wärmequelle – sei es Luftwärme, Erdwärme oder Abwärme. Ziel des Projekts war es, eine optimierte Kombination verschiedener lokal verfügbarer Wärmequellen zu entwickeln und dabei saisonale Speicherlösungen für überschüssige Abwärme zu integrieren. Dies wurde anhand von sechs konkreten Fallstudien untersucht. Dazu wurden Erdwärmepumpen mit Luftwärmepumpen, Luftwärmetauschern, Abwärmequellen (z. B. aus Kühlanlagen oder Serverräumen), Photovoltaikanlagen sowie saisonale Wärmespeicher für unterschiedliche Anwendungsfälle kombiniert. Die entwickelten Systemkonzepte wurden im Hinblick auf Effizienz (Arbeitszahl) sowie ökonomische und ökologische Aspekte mit etablierten Single-Wärmepumpensystemen verglichen – etwa mit reinen Luft-Wärmepumpen oder Erd-Wärmepumpen ohne Regeneration.

4 Projektinhalt

Im Rahmen des Projekts Multi-WP wurden sechs Fallstudien durchgeführt, um die technische, ökologische und ökonomische Machbarkeit multivalenter Wärmepumpensysteme zu untersuchen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Standorte, Gebäudetypen und Charakteristik der Fallstudien.

Tabelle 1: Übersicht der sechs Fallstudien zur Untersuchung multivalenter Wärmepumpensysteme im Projekt Multi-WP

Standort	Gebäudetyp/Nutzung	Charakteristik
NHM Wien	Museum	Fernwärme, Fernkälte in Umsetzung, Tiefspeicher vorhanden, hoher gleichzeitiger Bedarf von Wärme und Kälte
Amstetten	Landeskrankenhaus	Blockheizkraftwerke (BHKW) für Wärmebedarf und Absorptionskältemaschinen, hohe Vorlauftemperaturen, Gaskessel und Fernwärme als Redundanz-System, hoher gleichzeitiger Bedarf von Wärme und Kälte
Wien, Abelegasse	Wohnbau (Sanierung und Neubau)	Platz für Sonden unter Neubau und im Innenhof, keine ausreichende Fernwärme, Heiz- und Kühlbedarf (Temperierung)
Wien, Aslangasse	Mehrfamilienhäuser	Keine Fernwärme, dezentrale Warmwasserbereitung, niedriger thermischer Gebäudestandard, zentrale Wärmeerzeugung für Deckung des Heizwärmebedarfs über Gaskesselanlage
Wien, Hohe Warte	Büro-/Institutsgebäude mit Rechenzentrum	Abwärme aus Rechenzentrum wird derzeit an Außenluft abgegeben, Sanierungskonzept vorhanden, hoher gleichzeitiger Bedarf von Wärme und Kälte
Perchtoldsdorf	Öffentliche Gebäude und Wohnhäuser	Trinkwasserschutzgebiet, Abwärme vom Eislaufplatz wird derzeit an Außenluft abgegeben, Energienetz geplant

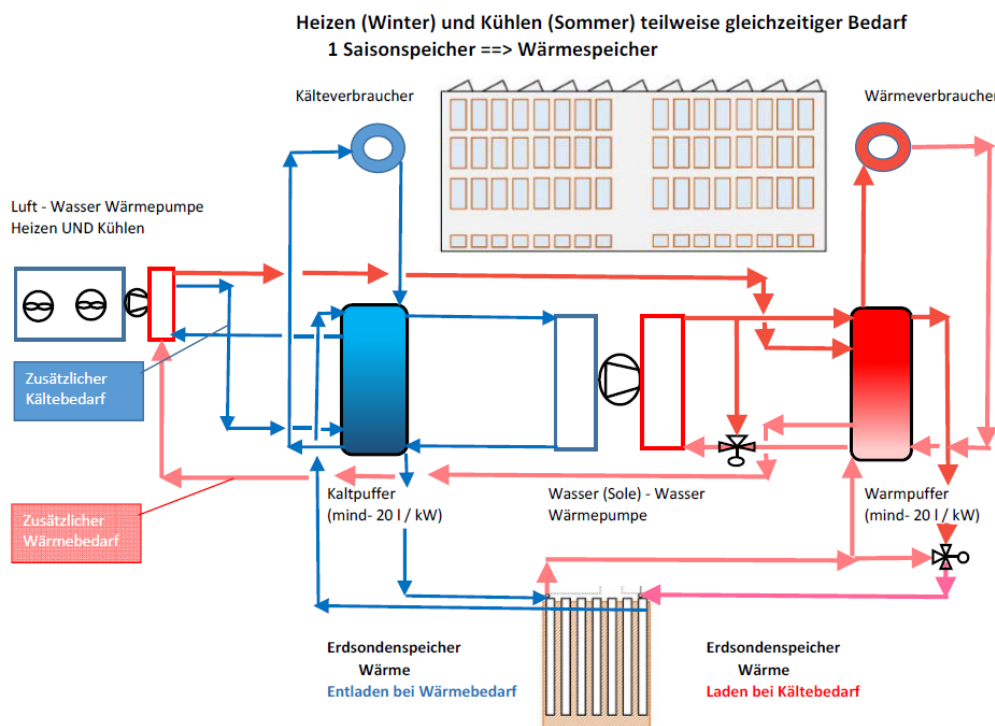
Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung eines Multi-WP-Systems zur Kombination aus Heizung im Winter und Kühlung im Sommer, wobei auch ein teilweise gleichzeitiger Bedarf an Wärme und Kälte berücksichtigt wird.

Im Zentrum steht ein Saisonspeicher mit Erdwärmesonden, der die sommerlichen Energieüberschüsse aufnimmt und bei Bedarf im Winter wieder abgibt. Ein weiteres zentrales Element ist die Wasser- (beziehungsweise Sole-) Wasser-Wärmepumpe, die indirekt mit dem Erdsondenspeicher gekoppelt ist. Dieser Speicher wird im Sommer mit überschüssiger Wärme

„geladen“ und im Winter bei Wärmebedarf „entladen“. So wird eine effiziente saisonale Nutzung der thermischen Energie ermöglicht.

Für die zusätzlich benötigte Wärmeerzeugung kommt eine Luft-Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz, die auch zur Kühlung genutzt werden kann. Ergänzt wird das System durch einen Warmwasserpuffer mit einem Mindestvolumen von 20 Litern pro Kilowatt (l/kW) der die erzeugte Wärme zwischenspeichert. Parallel dazu gibt es einen Kaltpuffer gleicher Dimensionierung, der für die Kältebereitstellung zuständig ist. Die Pfeile im Schema verdeutlichen die Fließrichtung von Wärme und Kälte zwischen den Komponenten und Verbrauchern.

Abbildung 1: Prinzipschema für ein Multi-WP-System (Heizen und/oder Kühlen, Speicher, Luft-WP);

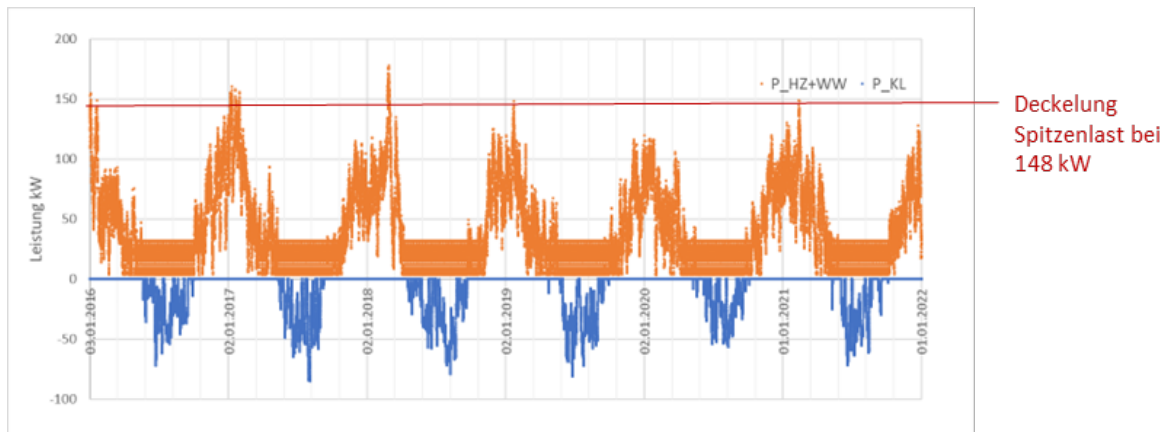


Quelle: Gottfried Adelberger, Ochsner Process Energy Systems GmbH

Die Projektvorgangsweise folgte einem einheitlichen methodischen Aufbau, der sich in der Praxis bewährt hat, jedoch auch auf einige Herausforderungen stieß. Für die Konzipierung des Multi-WP-Systems und die anschließenden Detailsimulationen mit den lokal verfügbaren Wärmequellen war ein stündlich aufgelöstes Lastprofil erforderlich. Der Jahresenergiebedarf des Gebäudes für Heizen und Kühlen musste bekannt sein und wurde meist aus Energieausweisen oder Messungen erhoben. Mit einer linearen Heiz- und Kühlfunktion in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur wurden aus dem Jahresenergiebedarf die stündlichen Leistungsanforderungen für Heizen und Kühlen berechnet. Je nach Gebäudetyp wurde diese Funktion auf einen laufenden Mittelwert der vergangenen 3 bis 48 Stunden gelegt, um die Trägheit der Gebäude zu approximieren. Die Außenlufttemperaturen wurden zusammen mit der relativen Luftfeuchtigkeit und der Globalstrahlung von der nächstgelegenen Messstation der GeoSphere Austria der letzten sechs bis sieben Jahre (ab 2016) erhoben, (siehe

data.hub.geosphere.at) Die Heiz- beziehungsweise Kühlfunktion definierten auch die Volllaststunden für Heizen und Kühlen.

Abbildung 2: Lastprofil für Abelegasse 9 und 18, basierend auf den Klimadaten von 2016–2021,



Quelle Klimadaten: GeoSphere Austria (data.hub.geosphere.at), Messstation Hohe Warte;
Quelle Jahresenergieverbrauch: Wien Energie (2022)

In Abbildung 2 ist das so erzeugte Lastprofil für die Abelegasse zu sehen. Da die Detailsimulation mit Erdwärmesonden über mindestens 20 Jahre erfolgen musste, wurde die siebenjährige Bedarfsfunktion mehrfach wiederholt. Eine Prognose der künftigen Veränderung der Außenlufttemperaturen beziehungsweise der Bedarfsprofile wurde in der Simulation nicht berücksichtigt. Jedoch zeigte sich, dass im Betrachtungszeitraum die maximale Spitzenlast nicht jedes Jahr benötigt wurde. Dies führte in manchen Fallstudien zur Deckelung der Spitzenlast für die weitere Konzepterstellung, um eine Überdimensionierung der Wärmepumpensysteme zu vermeiden.

Für die Konzipierung des Multi-WP-Systems erfolgte eine Erstanalyse des Erdsondenpotenzials mittels des Geothermieatlas der GeoSphere Austria. Dieses kostenfreie Online-Tool ermöglichte eine schnelle Ersteinschätzung des geothermischen Potenzials auf Grundstücksebene. Dabei wurden Parameter wie Sondenanzahl, Bohrtiefe, Betriebsweise (Volllaststunden für Heizen und Kühlen) sowie die thermischen Eigenschaften des Untergrunds berücksichtigt. Die Ergebnisse wurden in Form von Energieflussdiagrammen und Temperaturprognosen über einen Zeitraum von 20 Jahren ausgegeben. Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Sondenanordnung und das Energieflussdiagramm für die Fallstudie Abelegasse. Diese Methodik erlaubte eine schnelle und effiziente Bewertung verschiedener Szenarien und Varianten, insbesondere bei der Konzeption von Erdsondenfeldern und der Abschätzung von Deckungsgraden für den Wärme- und Kältebedarf.

Abbildung 3: Ausschnitt des Online-Tools der GeoSphere Austria, geothermieatlas.geosphere.at; Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle

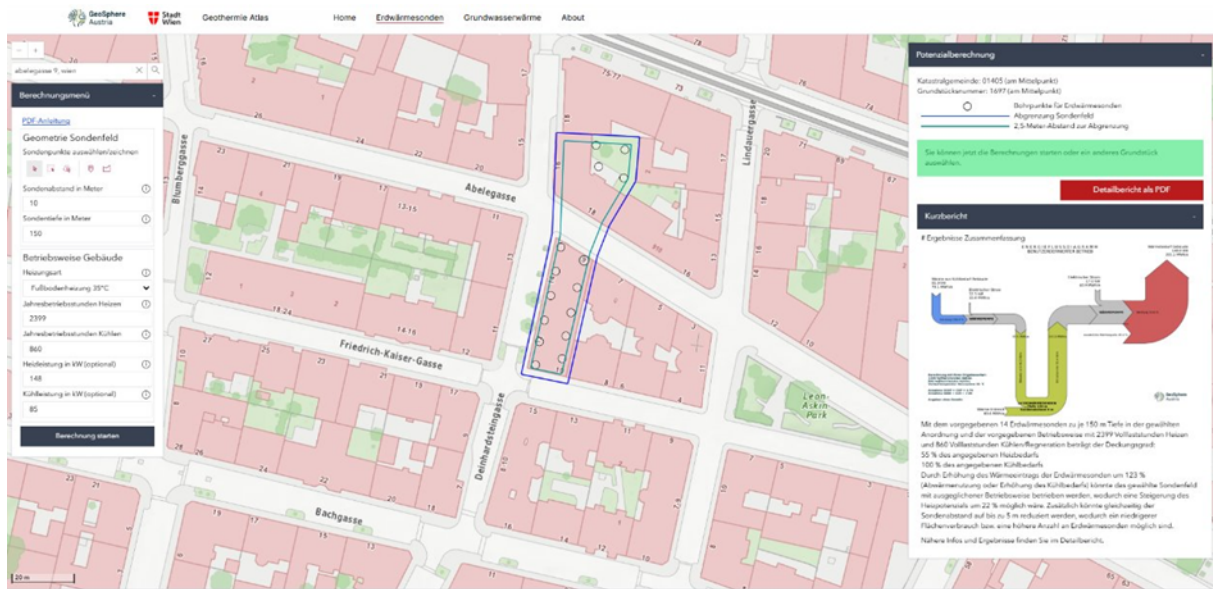
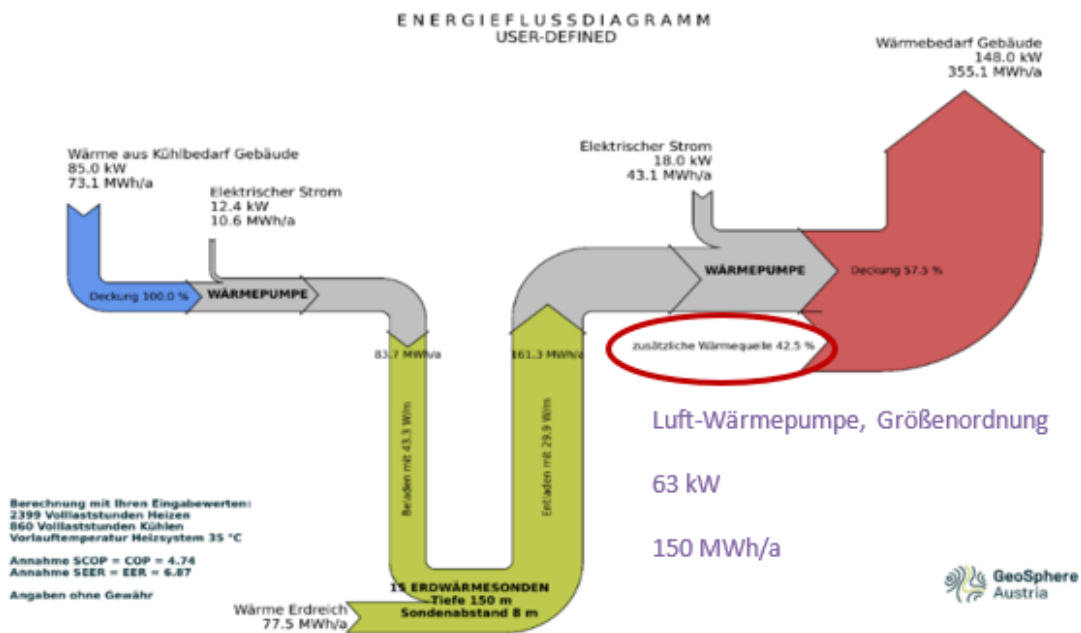


Abbildung 4: Energieflussdiagramm – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle



(Diagrammquelle: Martin Fuchsluger für GeoSphere Austria, 2025)

Abbildung 4 zeigt exemplarisch eines der vom Geothermieatlas erzeugten Energieflussdiagramme der Fallstudie Abelegasse. Auf der linken Seite wird der Kühlbedarf dargestellt, dessen Abwärme über eine Wärmepumpe in das Erdreich eingespeist wird. In der Mitte ist die Wärmeentnahme aus dem Erdreich zu sehen und auf der rechten Seite die Wärmebereitstellung für das Gebäude über die Sole-Wärmepumpe sowie die Luft-Wärmepumpe.

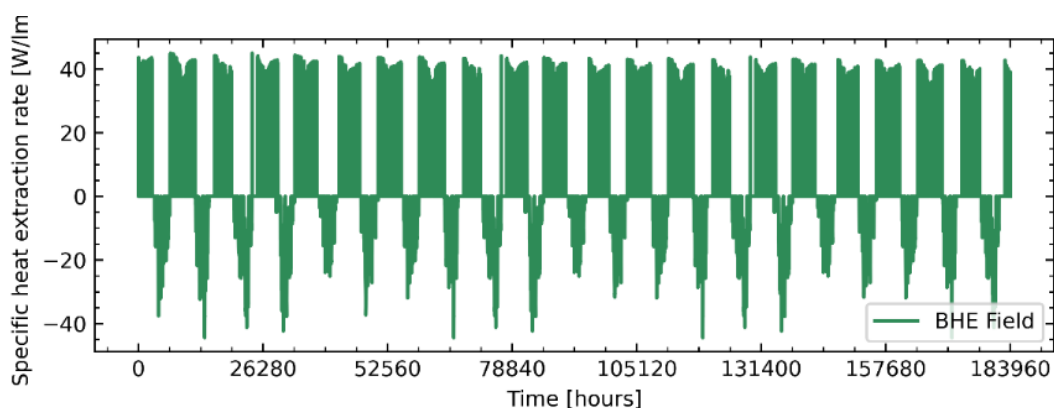
Ergänzend zum Energieflussdiagramm wurde im Geothermieatlas auch jeweils ein Diagramm zur spezifischen Wärmeentzugsrate und zur Fluid-Eintrittstemperatur des Erdsondenfeldes ausgegeben (siehe Abbildungen im Anhang).

Für die vertiefte Analyse kam das Python-basierte Simulationstool PYGsim zum Einsatz. Es wurde speziell für das Projekt angepasst und ermöglichte eine stündlich aufgelöste Simulation der Energieflüsse. Dabei wurden dynamische Wechselwirkungen zwischen Wärmequellen (Luft, Erdreich, Abwärme) und Wärmesenken berücksichtigt. Die Leistungszahlen der eingesetzten Wärmepumpen wurden anhand von Herstellerdaten (zum Beispiel Ochsner Process Energy Systems) modelliert. Die Simulationen berücksichtigten auch die thermische Trägheit der Gebäude sowie die Regenerationseffekte im Erdreich, etwa durch Luftwärmetauscher oder die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren oder Eislaufenanlagen.

Abbildung 5 zeigt ein Ergebnis der Detailsimulation in stündlicher Auflösung auf 20 Betriebsjahre. Zu sehen ist die spezifische Wärmeentzugsrate in W/m über die Zeit in Stunden. Die spezifische Wärmeentzugsrate (positive Werte für Heizbedarf, negative Werte für Kühlbedarf) beträgt meist 40 bis 50 Watt pro Laufmeter Erdwärmesonde und unterstreicht eine effiziente Dimensionierung des Erdsondenfeldes.

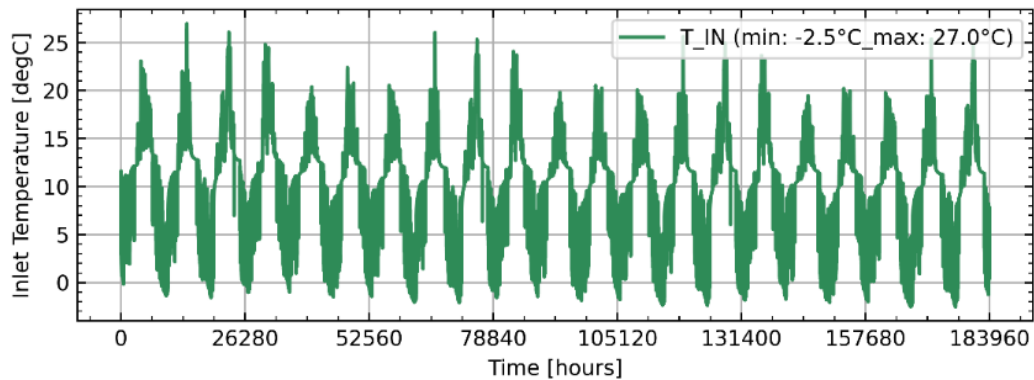
Abbildung 6 zeigt die Fluideintrittstemperatur in die Erdwärmesonden aus der Detailsimulation in Grad Celsius über 20 Jahre in Stunden. Die Eintrittstemperatur darf das Minimum von -3 °C und das Maximum vom $+30\text{ °C}$ gemäß dem ÖWAV-Regelblatt 207 zur Sondenauslegung nicht unter- oder überschreiten.

Abbildung 5: Spezifische Wärmeentzugsrate – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle



Quelle: Martin Fuchsluger für GeoSphere Austria, 2025

Abbildung 6: Fluid-Eintrittstemperatur der Sonden – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle



Quelle: Martin Fuchsluger für GeoSphere Austria, 2025

Die verwendeten Eingangsdaten für die Simulation stammten aus verschiedenen Quellen: Energieausweise, Verbrauchsstatistiken, Klimadaten der GeoSphere Austria, technische Pläne der Gebäude sowie Herstellerdatenblätter. Ergänzend wurden die Richtlinien des ÖWAV (Regelblatt 207) und des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) (Richtlinie 4640) zur Dimensionierung und Umweltverträglichkeit von Erdwärmesonden herangezogen.

Die angewendeten Methoden haben sich in der Umsetzung weitgehend bewährt. Insbesondere die Kombination aus Geothermieatlas und PYGsim ermöglichte eine fundierte Bewertung der technischen Machbarkeit und Effizienz der Systeme. Die modularen Anpassungen des Simulationsmodells erlaubten eine flexible Anwendung auf unterschiedliche Gebäudetypen und Versorgungsszenarien.

Dennoch traten auch Herausforderungen auf. In einigen Fällen war die Datenlage unvollständig, etwa fehlten genaue Informationen zur Gebäudesanierung oder zur bestehenden Infrastruktur.

Die tatsächliche Umsetzbarkeit von Erdsondenfeldern hängt stark von baulichen Gegebenheiten wie Einbauten, Zufahrtsmöglichkeiten und Platzverhältnissen ab, was in der Detailplanung mit Bohrfirmen geklärt werden muss. Die Wirkung von Regenerationseffekten ist stark temperaturabhängig und beeinflusst die notwendige Bohrtiefe erheblich. Bei Anergienetzen mit mehreren Teilnehmern und unterschiedlichen Lastprofilen war eine erweiterte Regelstrategie erforderlich, um die Energieflüsse korrekt zu modellieren.

Insgesamt zeigt sich, dass die gewählte Methodik eine solide Grundlage für die Planung und Bewertung multivalenter Wärmepumpensysteme bietet. Sie ermöglicht eine differenzierte Betrachtung technischer, ökologischer und ökonomischer Aspekte und liefert belastbare Entscheidungsgrundlagen für die Umsetzung nachhaltiger Energieversorgungskonzepte.

5 Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts Multi-WP wurden sechs Fallstudien an unterschiedlichen Standorten in Österreich durchgeführt, um die technische, ökologische und ökonomische Machbarkeit multivalenter Wärmepumpensysteme zu untersuchen.

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der relevantesten Konzepte der analysierten Standorte im Überblick, die zugehörigen Diagramme befinden sich im Anhang.

Tabelle 2: Vergleichstabelle der relevantesten Konzepte für alle Fallstudien

Standort	Konzeptbeschreibung	Sondenanzahl und Bohrtiefe	Besonderheiten/Vorteile
Abelegasse	Erdwärmesonden als Quelle	15 × 150 m / Sonde	Gute Auslastung, freie Kühlung (88 %), Jahresarbeitszahl (JAZ) Heizen: 3,7 / Kombi: 4,5; effizient, geeignet bei begrenztem Kühlbedarf (Temperierung)
	Erdwärmesonden als Speicher	24 × 150 m / Sonde	Erweiterte Kühlleistung, höhere Flexibilität; empfohlen bei zusätzlichem Kühlbedarf
Amstetten	Nutzung von Abwärme aus BHKW und Kompressionskälteanlagen	231 × 150 m / Sonde	4.055 MWh Heizarbeit, 2.386 MWh Kühlenergie speicherbar; technisch machbar, wird derzeit aber nicht verfolgt
Aslangasse	60 % Erd-WP und 40 % Luft-WP mit Regeneration	54 x 96 m / Sonde	Ausgewogen, effizient, flexibel; beste Balance aus Effizienz, Kosten und Emissionen
	100 % Erd-WP mit Luftregeneration	54 x 180 m / Sonde	26 % Bohrmeter-Ersparnis im Vergleich zur Variante ohne Regeneration, aber höherer Stromverbrauch; technisch effizient, aber energetisch anspruchsvoller
Hohe Warte	Basissanierung 100 % Heizleistung mit Erdwärme	35 × 120 m / Sonde	Nutzung der Rechenzentrumsabwärme, hohe Effizienz; beste Variante: technisch, ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll

Standort	Konzeptbeschreibung	Sondenanzahl und Bohrtiefe	Besonderheiten/Vorteile
	Basissanierung 100 % Kühlleistung mit Erdwärme	70 × 120 m / Sonde	Durch den sehr hohen Kühlbedarf erwärmt sich das Erdreich schnell, nur sinnvoll bei zusätzlicher Versorgung von angrenzenden Liegenschaften mit Heizenergie. Als Einspeiseknoten für Anergienetz geeignet.
NHM Wien	50 Erdwärmesonden im Innenhof	50 × 100 m / Sonde	JAZ Heizen: 5, Kühlen: 7; technisch machbar, weitere Detailplanung erforderlich
Perchtoldsdorf	Gasversorgung und Abwärme Eislaufplatz	56 × 100 m / Sonde	CO ₂ -Reduktion, geringere Betriebskosten als Referenzsystem; technisch und ökologisch vorteilhaft.
	Vollversorgung inklusive Kulturzentrum	80 × 100 m / Sonde	Höhere Investition, aber gute Versorgungssicherheit; empfohlen bei größerem Versorgungsgebiet

In der Fallstudie Abelegasse wurden zwei vergleichbare Konzepte untersucht, die sich primär durch die Nutzung der Erdwärmesonden überwiegend als Quelle (Konzept 1) oder als ausgeglichenen Speicher (Konzept 2) unterscheiden. Konzept 1 verwendet nur 15 Erdwärmesonden mit möglichst großem Sondenabstand. Die Erd-Wärmepumpe liefert ca. 60 % des Wärmebedarfs und ist so ausgelegt, dass die Eintrittstemperaturen der Erdwärmesonden nicht unterhalb -3 °C fallen. Den Rest (40 %) liefert die Luft-Wärmepumpe, die bei Spitzenlast und bei hohen Außenlufttemperaturen (>5 °C) zur Entlastung der Erdwärmesonden eingesetzt wird. Konzept 2 verwendet 24 Erdwärmesonden mit minimalem Sondenabstand, wobei die Erd-Wärmepumpe 100 % des Wärmebedarfs liefert. Ein Luft-Wärmetauscher regeneriert die Erdsonden bei hohen Außenlufttemperaturen (> 20 °C) und liefert ca. 2/3 der Regenerationswärme. Das restliche Drittel kommt aus der Gebäudekühlung, wobei die Regelstrategie den Luft-Wärmetauscher bei hohen Erdreichtemperaturen abschaltet, um das Kühlpotenzial zu erhalten.

Am Standort Amstetten zeigte sich, dass der Jahresenergiebedarf des Landeskrankenhauses so hoch ist, dass ein Multi-WP-System lediglich einen Beitrag zur Deckung des Gesamtbedarfs leisten kann. Dennoch wurde die Nutzung der an die Außenluft abgegebenen Abwärme von Blockheizkraftwerken und Kompressionskältemaschinen mittels Wärmepumpen als sinnvoll und technisch machbar bewertet.

Für die Aslangasse wurde das System mit einer Leistungskombination von 60 % Erd-Wärmepumpe und 40 % Luft-Wärmepumpe als die beste Variante identifiziert. Bei hohem Wärmebedarf und niedrigen Außenlufttemperaturen muss die Luft-Wärmepumpe trotz niedriger Leistungszahl zur Spitzenlastdeckung mit geringer Laufzeit pro Jahr einspringen. Ebenso wird die Luft-Wärmepumpe

bei hohen Außenlufttemperaturen eingesetzt, um das Erdsondenfeld zu schonen und die Dimensionierung klein zu halten. Zusätzlich kann die Luft-Wärmepumpe zur Regeneration im Sommer eingesetzt werden, wobei die Einschaltzeiten auf Stunden mit günstigem Solarstrom gelegt werden sollte. Diese Lösung erwies sich sowohl technisch als auch ökologisch und wirtschaftlich als besonders ausgewogen und zukunftsfähig.

In der Fallstudie Hohe Warte wurde die Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums und des Hochleistungsclusters zur Deckung des Heizbedarfs als die effizienteste Lösung bewertet. Dieses Konzept überzeugte in allen drei Dimensionen – Technik, Ökologie und Wirtschaftlichkeit – und stellt ein besonders innovatives Beispiel für die Integration von Abwärmequellen in ein Wärmepumpensystem dar. Fordern die Gebäude einen Heizbedarf an, so wird die Sole-Wärmepumpe eingeschaltet, welche gleichzeitig Kühlenergie auf der kalten Seite erzeugt mit besonders hoher Effizienz. Zudem können die Erdwärmsonden einen guten Teil der Serverkühlenergie durch freie Kühlung bereitstellen. Gerade bei hohen Außenlufttemperaturen ist eine hohe Stromeinsparung im Vergleich zu den Luftkühlern auszumachen.

Beim Naturhistorischen Museum Wien (NHM) wurde, ähnlich wie in Amstetten, festgestellt, dass ein Multi-WP-System nur einen Teilbeitrag zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs leisten kann. Dennoch stellt es eine sinnvolle Ergänzung zur bestehenden Fernwärme- und Fernkälteversorgung dar, insbesondere im Hinblick auf die langfristige Dekarbonisierung. Hier besteht die Herausforderung, geeignete Flächen für die Erdsondenbohrungen zu finden.

In Perchtoldsdorf wurde das große Potenzial erkannt, die bislang ungenutzte Abwärme des Eislaufplatzes in ein regeneratives Wärmenetz einzuspeisen. Das geplante Anergienetz bietet zudem die Möglichkeit, nach und nach weitere Verbraucher anzuschließen und so die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems kontinuierlich zu steigern. Dieses Konzept zeigt beispielhaft, wie bestehende Infrastrukturen intelligent in nachhaltige Versorgungslösungen eingebunden werden können. Durch den Anfall von Abwärme bei der Eiserzeugung im Winter kann diese von den dezentralen Erd-Wärmepumpen direkt genutzt oder kurzfristig im Erdsondenfeld gespeichert werden. Dadurch kann das Erdsondenfeld um circa 20 % kleiner dimensioniert werden im Vergleich zu einer saisonalen Speicherung.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Kombination von Luft-Wärmepumpen, Solewärmepumpen, Erdwärmesonden als Saisonspeicher und Photovoltaik eine signifikante Effizienzsteigerung und CO₂-Reduktion möglich sind.

5.1. Investitionskosten

Die für die ökonomische Bewertung ermittelten Investitionskosten der untersuchten Multi-WP-Konzepte variieren je nach Standort, Systemkonfiguration und Umfang der Versorgung. Insgesamt zeigt sich, dass multivalente Systeme mit Erdsonden höhere Anfangsinvestitionen erfordern als reine Luft-Wärmepumpensysteme, jedoch langfristig durch höhere Effizienz und CO₂-Einsparungen wirtschaftlich vorteilhaft sein können.

In der Fallstudie Abelegasse lagen die Investitionskosten für das Konzept mit Erdsonden als Quelle (15 Sonden zu je 150 m) bei rund 611.000 € netto. Für das erweiterte Konzept mit Erdsonden als

Speicher (24 Sonden) wurden 705.000 € netto veranschlagt. Die größten Kostenpositionen entfielen auf die Bohrungen (273.000 €), die Wärmepumpen (98.970 €) sowie die Installation (229.497 €).

Am Standort Hohe Warte betragen die Investitionskosten für das Multi-WP-Konzept mit Erdsonden rund 780.289 € netto. Das Referenzsystem mit Luft-Wärmepumpe war mit 661.663 € netto günstiger, jedoch weniger effizient. Auch hier entfielen die höchsten Einzelkosten auf Bohrungen und Wärmepumpentechnik.

In Perchtoldsdorf wurden zwei Szenarien untersucht. Im ersten Szenario (Gasversorgung und Abwärme Eislaufplatz) beliefen sich die Investitionskosten auf 1.547.543 € netto. Im erweiterten Szenario 2 (zusätzlich Versorgung des Freizeit- und Kulturzentrums) lagen die Kosten bei 2.020.000 € netto. Die Bohrkosten machten mit bis zu 520.000 € einen erheblichen Anteil aus, gefolgt von Wärmepumpen, Trassenbau und Planung.

Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Investitionskosten stark von der Projektgröße, der gewählten Technologie und den örtlichen Gegebenheiten abhängen. Dennoch zeigen alle Fallstudien, dass Multi-WP-Systeme eine wirtschaftlich tragfähige Lösung darstellen, insbesondere wenn langfristige Betriebskosten und CO₂-Einsparungen berücksichtigt werden.

5.2. Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus den Fallstudien

Alle untersuchten Konzepte sind technisch realisierbar. Besonders hervorzuheben ist die erfolgreiche Integration von Erdwärmesonden in dicht bebauten urbanen Gebieten wie der Abelegasse und dem NHM. In Perchtoldsdorf wurde ein Anergienetz mit Nutzung der Abwärme eines Eislaufplatzes zur Regeneration der Erdwärmesonden simuliert. In der Fallstudie Hohe Warte wurde die Abwärme eines Rechenzentrums zur direkten Beheizung der Gebäude und Regeneration des Sondenfeldes durch freie Kühlung genutzt. In der Aslangasse wurde die Kombination aus Luft- und Sole-Wärmepumpen mit regenerativer Rückspeisung in das Erdreich untersucht.

In allen untersuchten Fällen konnte eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen während des Betriebes nachgewiesen werden. Die Konzepte zeigen langfristig niedrigere Betriebskosten im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen. Die Investitionskosten variieren je nach Standort und Konzept, liegen aber im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen (zum Beispiel Abelegasse: 611.000 bis 705.000 €, Perchtoldsdorf: 2,02–2,95 Millionen €).

Die Weiterentwicklung des Tools PYGsim ermöglichte eine dynamische Kopplung von Wärmequellen und -senken sowie die Berücksichtigung von Regenerationseffekten und einer intelligenten Regelstrategie. Die Anwendung des Geothermieatlas der GeoSphere Austria erlaubte eine schnelle Ersteinschätzung des Potenzials. Die Konzepte sind besonders für Bestandsgebäude ohne Fernwärmeanschluss geeignet. Die Wahl des optimalen Konzepts hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten (Platz, Abwärmequellen, Kühlbedarf) ab.

Das Projekt Multi-WP leistet einen direkten Beitrag zu den Zielen des Programms „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen (Geothermie, PV) und die Substitution fossiler Energieträger (Gas, Öl) wird ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen geleistet. Die entwickelten

Konzepte zeigen, wie durch die intelligente Kombination von Technologien (zum Beispiel Wärmepumpen, Saisonspeicher, Abwärmenutzung) neue, nachhaltige Versorgungssysteme entstehen können. Die Fallstudien demonstrieren, wie auch im dicht bebauten urbanen Raum nachhaltige Energielösungen umgesetzt werden können, ohne ihn zusätzlich zu belasten. Die Ergebnisse sind auf viele weitere Gebäude und Quartiere übertragbar, insbesondere auf Bestandsbauten ohne Zugang zu Fernwärme. Die Kombination aus Potenzialanalyse, dynamischer Simulation und ökologischer sowie ökonomischer Bewertung liefert belastbare Grundlagen für Investitionsentscheidungen und politische Maßnahmen. Damit trägt das Projekt wesentlich zur Umsetzung der Ziele des Programms „Stadt der Zukunft“ bei.

6 Schlussfolgerungen

Im Projekt Multi-WP konnten durch die Analyse und Simulation von sechs Fallstudien wesentliche Erkenntnisse zur technischen, ökologischen und ökonomischen Machbarkeit multivalenter Wärmepumpensysteme gewonnen werden. Für das Projektteam ergab sich insbesondere die Bestätigung, dass die Kombination aus Luft-Wärmepumpen, Sole-Wärmepumpen, Erdwärmesonden und Photovoltaik eine zukunftsfähige Lösung für die klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung darstellt. Die eingesetzten Methoden – insbesondere die Kombination aus Geothermieatlas und dem weiterentwickelten Simulationstool PYGsim – erwiesen sich als äußerst leistungsfähig und praxisnah. Sie ermöglichen eine präzise Bewertung von Energieflüssen, Regenerationseffekten und Systemeffizienz unter realen Betriebsbedingungen.

Die Weiterverwendung der Ergebnisse erfolgt durch die Übertragung der entwickelten Konzepte auf weitere Standorte und Gebäudetypen. Besonders geeignet sind Bestandsgebäude ohne Fernwärmeanschluss, wie sie in urbanen Gebieten häufig vorkommen. Die Erkenntnisse aus den Fallstudien dienen als Entscheidungsgrundlage für Planungsbüros, Bauträger, Energieversorger und Kommunen, die nachhaltige Versorgungslösungen implementieren möchten. Darüber hinaus sind die Ergebnisse für Forschungseinrichtungen und Fördergeber relevant, da sie konkrete Anwendungsbeispiele und Optimierungspotenziale aufzeigen.

Rechtliche Hürden können insbesondere bei der wasserrechtlichen Genehmigung von Erdwärmeanlagen in hydrogeologisch schützenswerten Gebieten auftreten. Die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern erfordert eine sorgfältige Planung und Ausführung gemäß anerkannten Richtlinien zusammengefasst im ÖWAV-Regelblatt 207, die auf dem Wasserrechtsgesetz (WRG1959) basieren. Insbesondere dürfen bereits existierende Wasserrechte in ihrer Funktion nicht gestört werden. Dies wurde exemplarisch in der Fallstudie Perchtoldsdorf deutlich, wo der gewählte Bohrplatz für die Erdwärmesonden unmittelbar an eine Schutzzone der örtlichen Trinkwasserversorgungsbrunnen angrenzt. Zusätzlich sind weitere Trinkwasserversorgungsbrunnen in der Umgebung, welche artesisch gespannte Grundwässer erschließen. Nach einer Stellungnahme der Wasserrechtsbehörde werden Bohrungen nicht kategorisch ausgeschlossen, fordern jedoch einen fundierten Nachweis, dass es zu keiner Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung kommen kann. Diese Gegebenheiten sind standortabhängig und treffen auf die anderen Fallstudien nicht zu.

Die Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten des Projektteams umfassen die Verbreitung wesentlicher Ergebnisse aus den Fallstudienberichten, die Entwicklung von Schulungen für Energieberater:innen und Planer:innen, die Präsentation auf Fachveranstaltungen sowie die Integration der Ergebnisse in Beratungsleistungen der Österreichischen Energieagentur. Die entwickelten Konzepte und Werkzeuge – insbesondere die Simulationstechniken – werden bereits in weiteren Projekten eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt. Das Marktpotenzial ist hoch, da die Nachfrage nach dezentralen, erneuerbaren Versorgungslösungen im Gebäudesektor stetig steigt. Die Ergebnisse des Projekts leisten somit einen konkreten Beitrag zur Umsetzung der Klimaziele und zur Transformation des Energiesystems im Sinne der „Stadt der Zukunft“.

7 Ausblick und Empfehlungen

Die im Projekt Multi-WP gewonnenen Erkenntnisse zeigen deutlich das Potenzial multivalenter Wärmepumpensysteme für eine klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung in urbanen und suburbanen Gebieten. Aufbauend auf den durchgeführten Fallstudien ergeben sich mehrere Empfehlungen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Ein zentrales Entwicklungspotenzial liegt in der Weiterentwicklung von Regelstrategien für Anergienetze, insbesondere bei komplexen Lastprofilen und mehreren Teilnehmern. Die dynamische Steuerung von Wärmequellen (zum Beispiel Abwärme, Luft, Erdreich) und Wärmesenken unter Berücksichtigung von Speicherverhalten und saisonalen Schwankungen erfordert intelligente, adaptive Systeme. Hier könnten Ansätze aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz und prädiktiven Regelung weiterführend erforscht werden.

Ein weiteres Forschungsfeld betrifft die Integration von Wärmepumpensystemen in Bestandsgebäuden mit hohem Temperaturniveau. Die Reduktion der Vorlauftemperaturen durch gebäudeseitige Maßnahmen (zum Beispiel hydraulischer Abgleich, Flächenheizsysteme) sollte in Kombination mit Wärmepumpentechnologien weiter untersucht werden, um die Effizienz zu steigern und die Einsatzgrenzen zu erweitern.

Auch die ökonomische Bewertung multivalenter Systeme unter Berücksichtigung von Fördermodellen, CO₂-Bepreisung und Stromtarifmodellen bietet Raum für vertiefende Analysen. Hier könnten dynamische Wirtschaftlichkeitsmodelle entwickelt werden, die Investitionsentscheidungen unter realen Marktbedingungen besser abbilden.

Das Projekt hat zudem gezeigt, dass mehrere der untersuchten Konzepte ein hohes Potenzial für Demonstrationsvorhaben bieten. Besonders geeignet sind die Standorte Perchtoldsdorf mit dem geplanten Anergienetz und Hohe Warte mit der Nutzung der Abwärme aus dem Rechenzentrum. Beide Standorte verfügen über bereits vorhandene Infrastruktur, konkrete Wärmeabnehmer und ein hohes öffentliches Interesse. Die Umsetzung als Demonstrationsprojekt würde nicht nur die technische Machbarkeit unter Beweis stellen, sondern auch wichtige Erkenntnisse für den Betrieb, die Nutzerakzeptanz und die regulatorische Einbettung liefern.

Herausforderungen bei der Realisierung bestehen insbesondere in der rechtlichen Genehmigung von Erdsondenfeldern, insbesondere in Wasserschutzgebieten. Hier ist eine enge Abstimmung mit den zuständigen Behörden erforderlich. Auch die Koordination zwischen mehreren Gebäudeeigentümern und Nutzern innerhalb eines Anergienetzes stellt eine organisatorische Herausforderung dar, bietet aber gleichzeitig die Chance für neue Kooperationsmodelle im Bereich der Energieversorgung.

Das Projektteam plant, die entwickelten Konzepte und Werkzeuge in weiteren Projekten anzuwenden und zu verbreiten. Erste Verwertungsaktivitäten umfassen die Veröffentlichung der Fallstudienberichte, die Präsentation auf Fachveranstaltungen sowie die Integration der Ergebnisse in Beratungsleistungen der Österreichischen Energieagentur. Das Marktpotenzial ist hoch, insbesondere im Kontext der kommunalen Wärmeplanung, der Dekarbonisierung des Gebäudebestands und der Umsetzung der Ziele des Programms „Stadt der Zukunft“.

Die Projektergebnisse leisten somit einen konkreten Beitrag zur Transformation des Energiesystems und zur Entwicklung nachhaltiger, zukunftsfähiger Stadtstrukturen.

8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzipschema für ein Multi-WP-System (Heizen und/oder Kühlen, Speicher, Luft-WP);	17
Abbildung 2: Lastprofil für Abelegasse 9 und 18, basierend auf den Klimadaten von 2016–2021, Quelle Klimadaten: GeoSphere Austria (data.hub.geosphere.at), Messstation Hohe Warte; Quelle Jahresenergieverbrauch: Wien Energie (2022)).....	18
Abbildung 3: Ausschnitt des Online-Tools der GeoSphere Austria, geothermieatlas.geosphere.at; Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle	19
Abbildung 4: Energieflussdiagramm – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle (Diagrammquelle: Martin Fuchsluger für GeoSphere Austria, 2025)	19
Abbildung 5: Spezifische Wärmeentzugsrate – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle	20
Abbildung 6: Fluid-Eintrittstemperatur der Sonden – Fallstudie Abelegasse, Konzept 1 – Erdreich als Quelle	21
Abbildung 7: Energieflussdiagramm, Konzept 2 – Erdreich als Speicher	33
Abbildung 8: Spezifische Wärmeentzugsrate der Detailsimulation Konzept 2.....	34
Abbildung 9: Eintrittstemperatur der Detailsimulation Konzept 2	34
Abbildung 10: Energieflussdiagramm für 231 Erdwärmesonden unterhalb der Parkplatzflächen	35
Abbildung 11: Entzugsleistung und Temperaturprofil des Erdwärmefeldes unterhalb der drei Parkplatzflächen über den Zeitraum von 20 Jahren	36
Abbildung 12: Konzept A4, Energieflussdiagramm mit 60 % Erd-WP, mit Abschätzung der Regeneration im Sommer, es werden 54 Erdwärmesonden mit je 96 m benötigt	37
Abbildung 13: Konzept A4, Betriebsweise pro Bohrmeter (oben) und Temperaturentwicklung der Erdsonden (unten) bei 60 % Erd-WP mit Regeneration im Sommer	38
Abbildung 14: Konzept B2, Energieflussdiagramm mit 100 % Erd-WP, mit Abschätzung der Regeneration mit Luft-Wärmetauscher im Sommer, es werden 54 Erdwärmesonden mit je 180 m benötigt	39
Abbildung 15: Konzept B2, Betriebsweise pro Bohrmeter (oben) und Temperaturentwicklung der Erdsonden (unten) bei 100 % Erd-WP mit Regeneration über Luft-Wärmetauscher im Sommer	40
Abbildung 16: Ergebnis Konzept B: Energieflussdiagramm mit 35 Erdwärmesonden zur Deckung des Heizbedarfs mit Basissanierung	41
Abbildung 17: Ergebnis Konzept B: Vorgabe der vereinfachten Betriebsweise pro Sondenmeter (oben) und Prognose der mittleren Fluidtemperatur mit 35 Erdwärmesonden	42
Abbildung 18: Ergebnis Konzept C: Energieflussdiagramm mit 70 Erdwärmesonden zur Deckung des Heizbedarfs mit Basissanierung	43
Abbildung 19: Ergebnis Konzept C: Vorgabe der vereinfachten Betriebsweise pro Sondenmeter (oben) und Prognose der mittleren Fluidtemperatur mit 70 Erdwärmesonden	44

Abbildung 20: Energieflussdiagramm für 50 Erdwärmesonden im Innenhof.....	45
Abbildung 21: Entzugsleistung und Temperaturprofil des Erdwärmefeldes für den Innenhof über den Zeitraum von 20 Jahren.....	46
Abbildung 22: SZ1 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 64 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Energieflussdiagramm.....	47
Abbildung 23: SZ1 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 64 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Vereinfachte Betriebsvorgabe der Erdwärmesonden (oben) und Entwicklung der Fluidtemperaturen der Erdwärmesonden (unten).....	48
Abbildung 24: SZ2 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 96 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Energieflussdiagramm.....	49
Abbildung 25: SZ2 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 96 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Vereinfachte Betriebsvorgabe der Erdwärmesonden (oben) und Entwicklung der Fluidtemperaturen der Erdwärmesonden (unten).....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der sechs Fallstudien zur Untersuchung multivalenter Wärmepumpensysteme im Projekt Multi-WP.....	16
Tabelle 2: Vergleichstabelle der relevantesten Konzepte für alle Fallstudien.....	22

Literatur und Hilfsmittel

Cimmino, M., & Cook, J.C., 2022	pygfunction 2.2: New features and improvements in accuracy and computational efficiency. Research Conference Proceedings, IGSHPA Annual Conference 2022 (pp. 45-52). International Ground Source Heat Pump Association. Quelle: https://pygfunction.readthedocs.io/en/stable/citing.html
energie.gv.at, Juli 2025	Infos zur Grafik Bruttoinlandsverbrauch Energie 2023 nach Sektoren energie.gv.at/energiewende/wie-schreitet-der-ausbau-von-erneuerbaren-energien-in-oesterreich-voran
Geothermieatlas, 2025	Geothermie Atlas der Stadt Wien und der GeoSphere Austria vom 01.04.2025 geothermieatlas.geosphere.at/
Urban PV+Geotherm	Innovative Konzepte zur Versorgung großvolumiger städtischer Gebäude/Quartiere mit PV und Geothermie urban pv+geotherm - Innovative Konzepte zur Versorgung großvolumiger städtischer Gebäude/Quartiere mit PV und Geothermie - Stadt der Zukunft

ÖWAV-Regelblatt 207

Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrundes – Heizen und Kühlen, 2., vollständig überarbeitete Auflage, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien

VDI-Richtlinie 4640, 2001

Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen, Blatt 1, VDI e.V., Düsseldorf

Im Rahmen der Erstellung dieses Berichts wurde Microsoft Copilot Business als unterstützendes KI-Tool verwendet. Copilot diente zur:

- Unterstützung bei der Strukturierung und Formulierung von Textinhalten
- Generierung von Ideen und Vorschlägen zur Verbesserung der Berichtsinhalte

Die finale inhaltliche Verantwortung liegt beim Autor bzw. der Autorin des Berichts. Copilot wurde ausschließlich als Hilfsmittel zur Effizienzsteigerung und Qualitätssicherung eingesetzt.

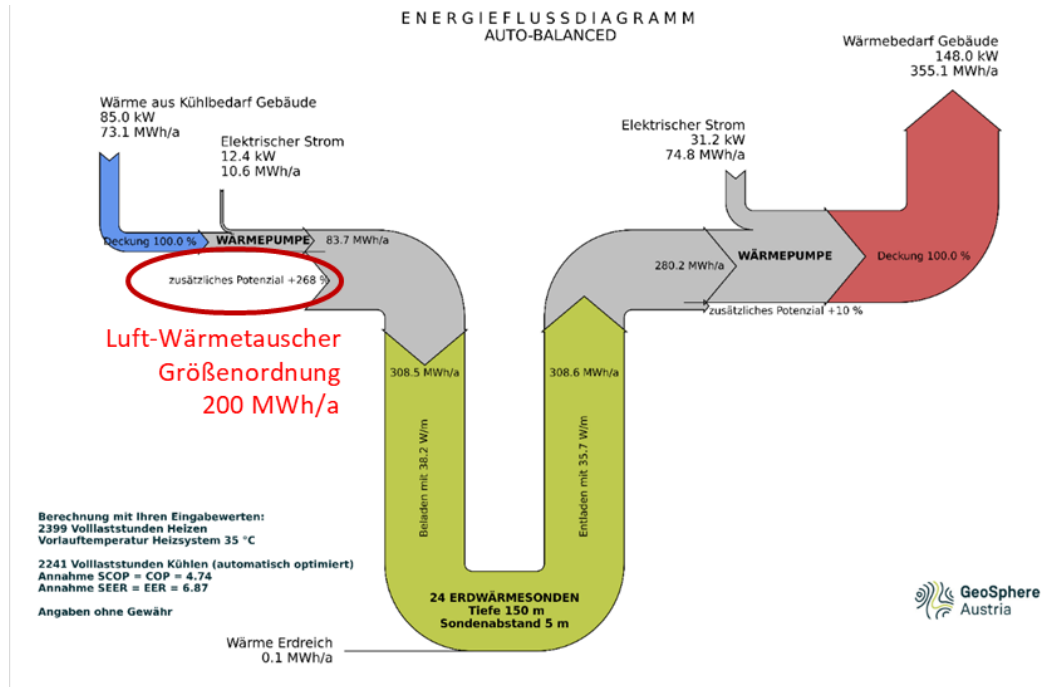
Abkürzungsverzeichnis

AEA	Austrian Energy Agency
BHKW	Blockheizkraftwerk
COP	Coefficient of Performance (Leistungszahl)
EMF	Elektromagnetische Felder
EWS	Erdwärmesonde
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
GeoSphere Austria	Nationaler österreichische Dienst für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie
Luft-WT	Luftwärmetauscher
LWP	Luft-Wärmepumpe
Multi-WP	Multivalente Wärmepumpe
NHM	Naturhistorisches Museum
OPES	Ochsner Process Energy Systems
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
PV	Photovoltaik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

9 Anhang

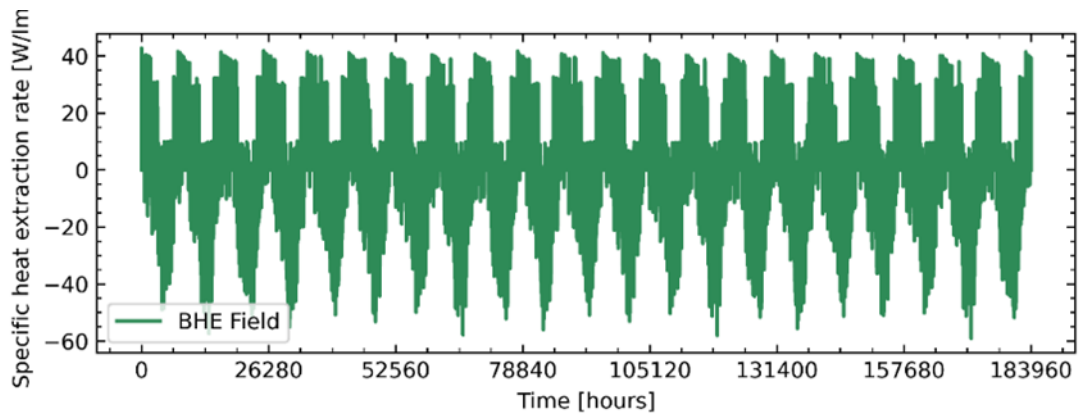
9.1. Abelegasse – Erdwärmesonden als Speicher

Abbildung 7: Energieflussdiagramm, Konzept 2 – Erdreich als Speicher



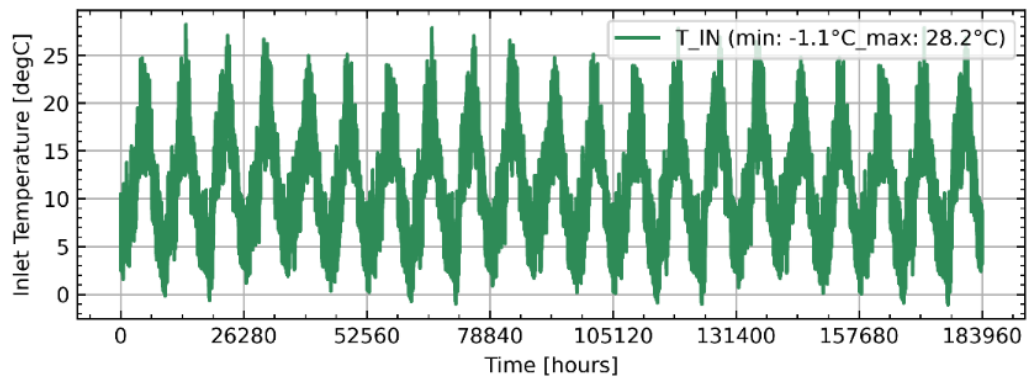
Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

Abbildung 8: Spezifische Wärmeentzugsrate der Detailsimulation Konzept 2



Quelle: GeoSphere Austria, 2025

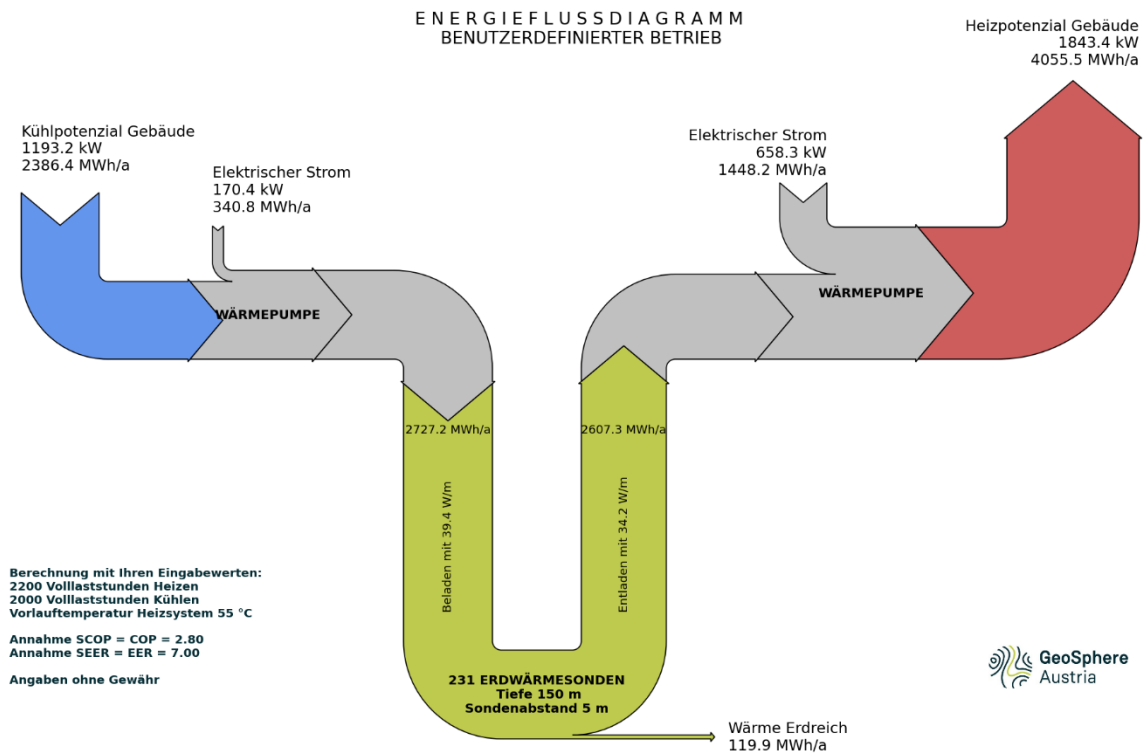
Abbildung 9: Eintrittstemperatur der Detailsimulation Konzept 2



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

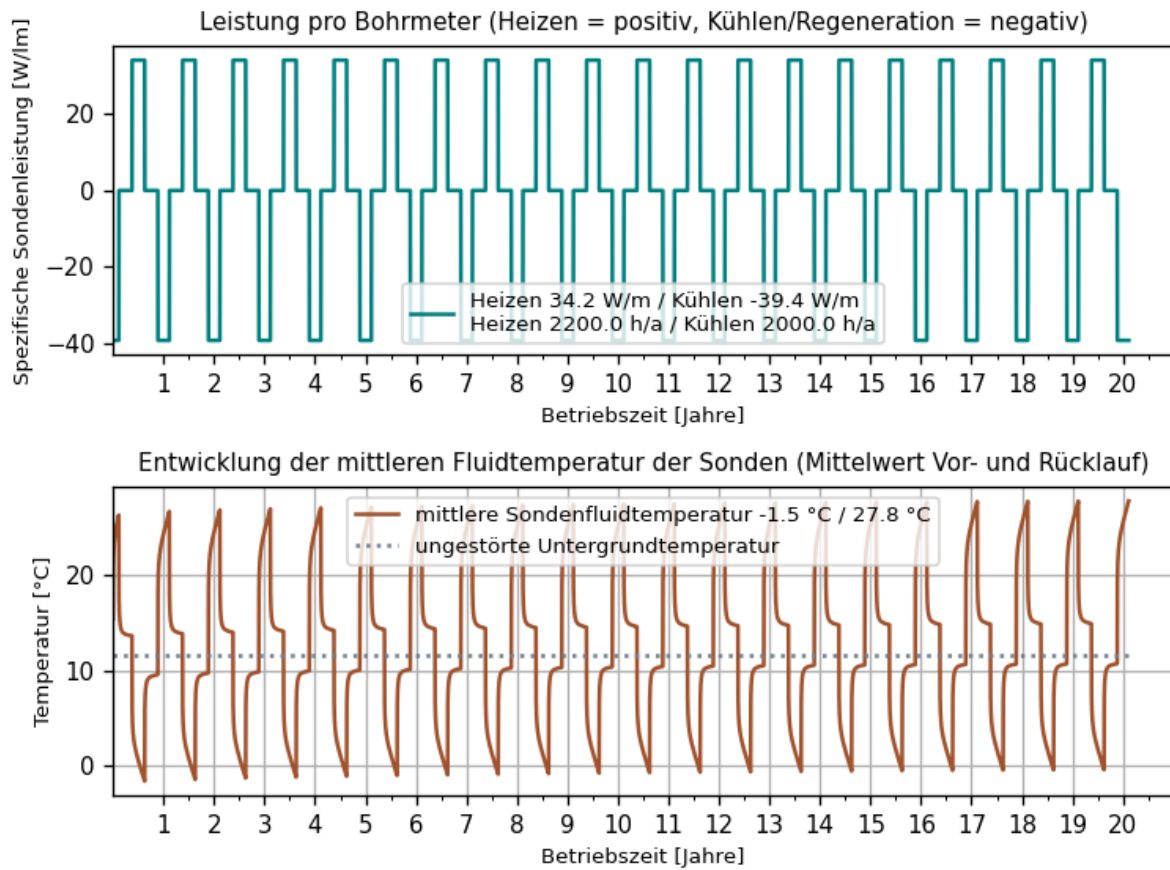
9.2. LK Amstetten – Nutzung von BHKW- und Kompressionskälteanlagen-Abwärme

Abbildung 10: Energieflussdiagramm für 231 Erdwärmesonden unterhalb der Parkplatzflächen



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

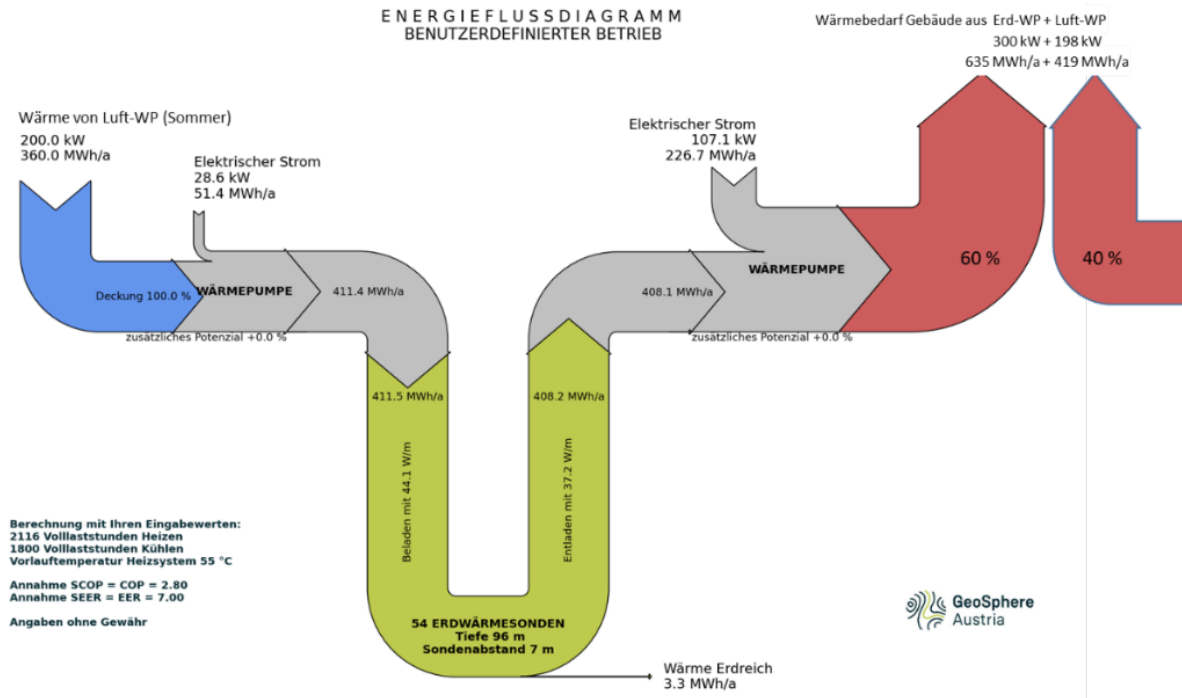
Abbildung 11: Entzugsleistung und Temperaturprofil des Erdwärmefeldes unterhalb der drei Parkplatzflächen über den Zeitraum von 20 Jahren



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

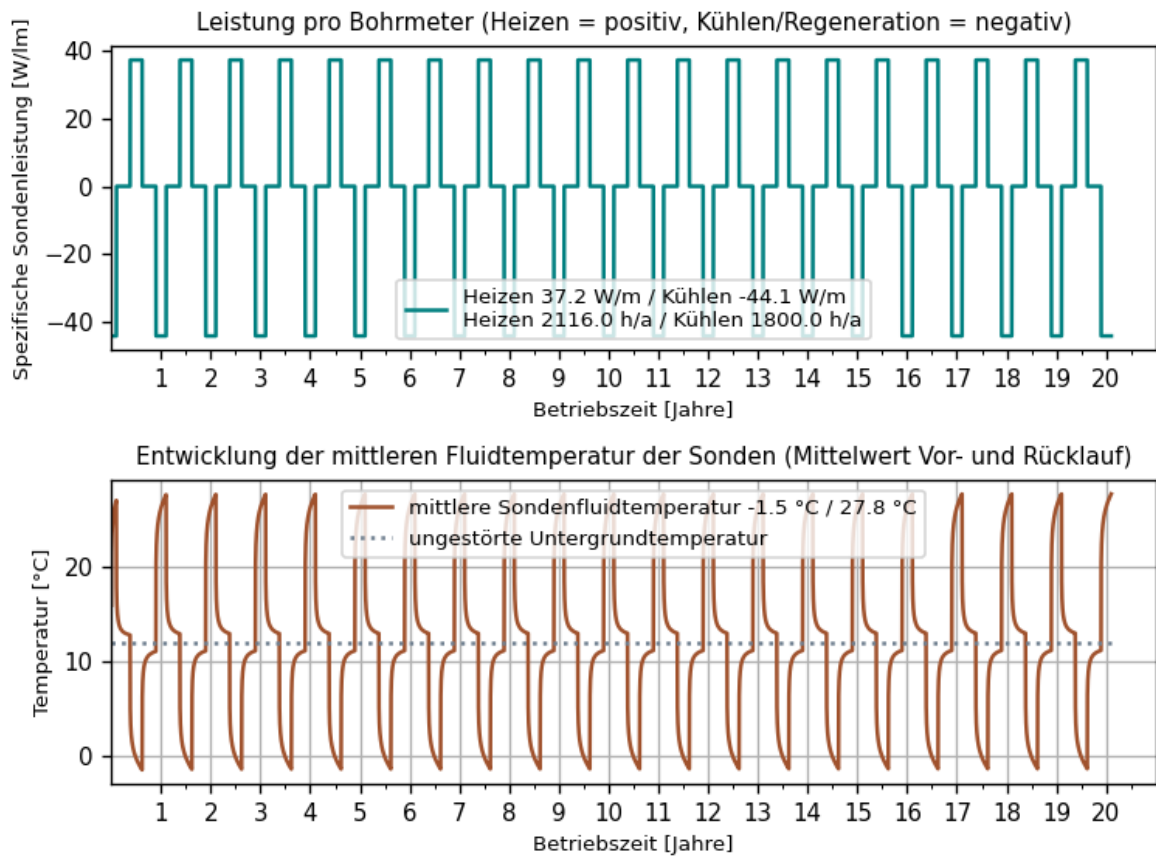
9.3. Aslangasse – 60 % Erd-WP und 40 % Luft-WP mit Regeneration

Abbildung 12: Konzept A4, Energieflussdiagramm mit 60 % Erd-WP, mit Abschätzung der Regeneration im Sommer, es werden 54 Erdwärmesonden mit je 96 m benötigt



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

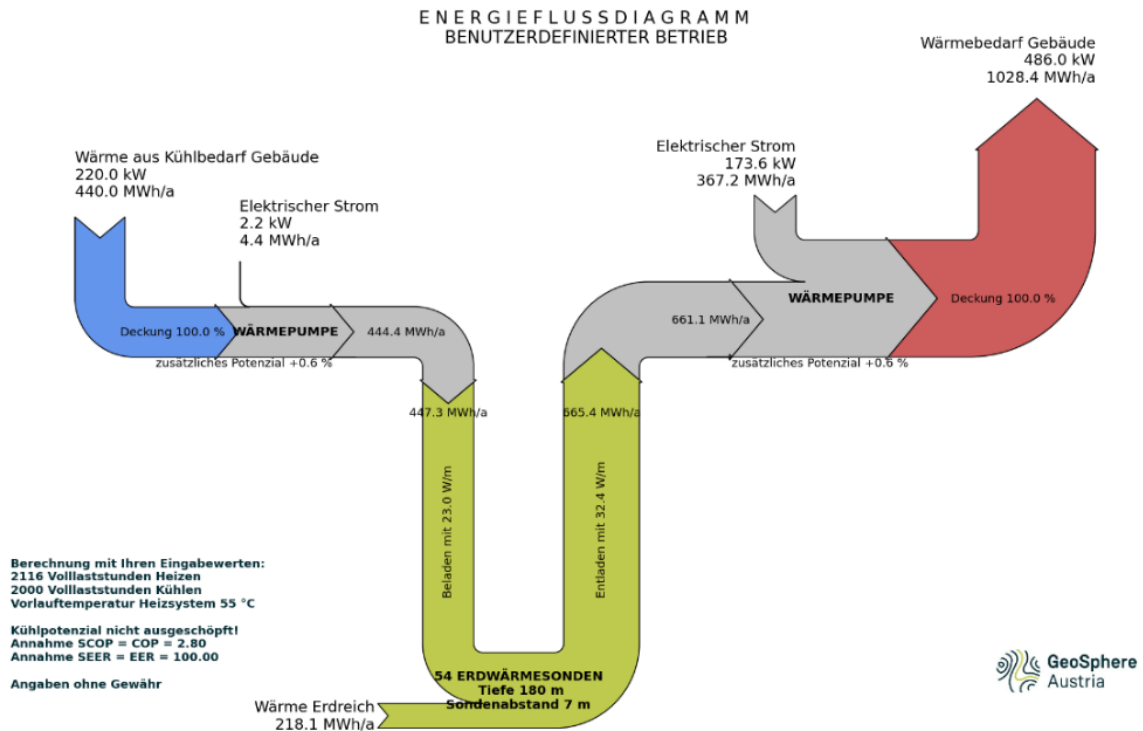
Abbildung 13: Konzept A4, Betriebsweise pro Bohrmeter (oben) und Temperaturentwicklung der Erdsonden (unten) bei 60 % Erd-WP mit Regeneration im Sommer



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

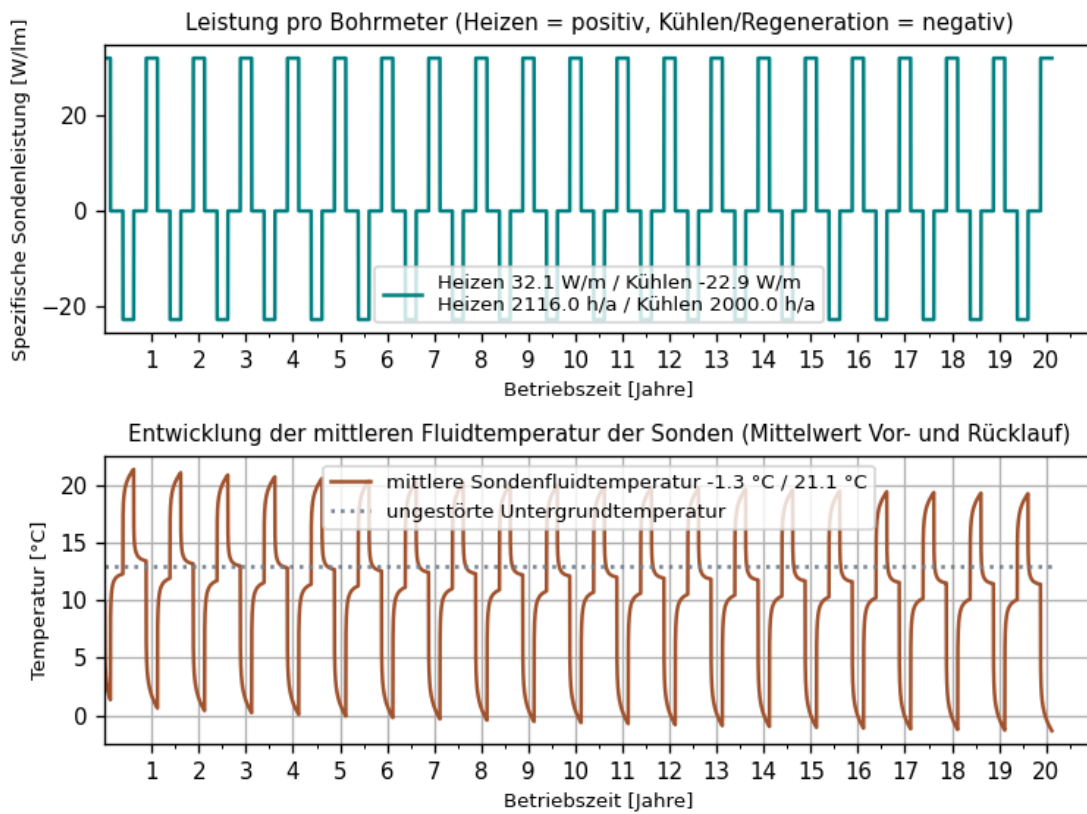
9.4. Aslangasse – 100 % Erd-WP mit Luftregeneration

Abbildung 14: Konzept B2, Energieflussdiagramm mit 100 % Erd-WP, mit Abschätzung der Regeneration mit Luft-Wärmetauscher im Sommer, es werden 54 Erdwärmesonden mit je 180 m benötigt



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

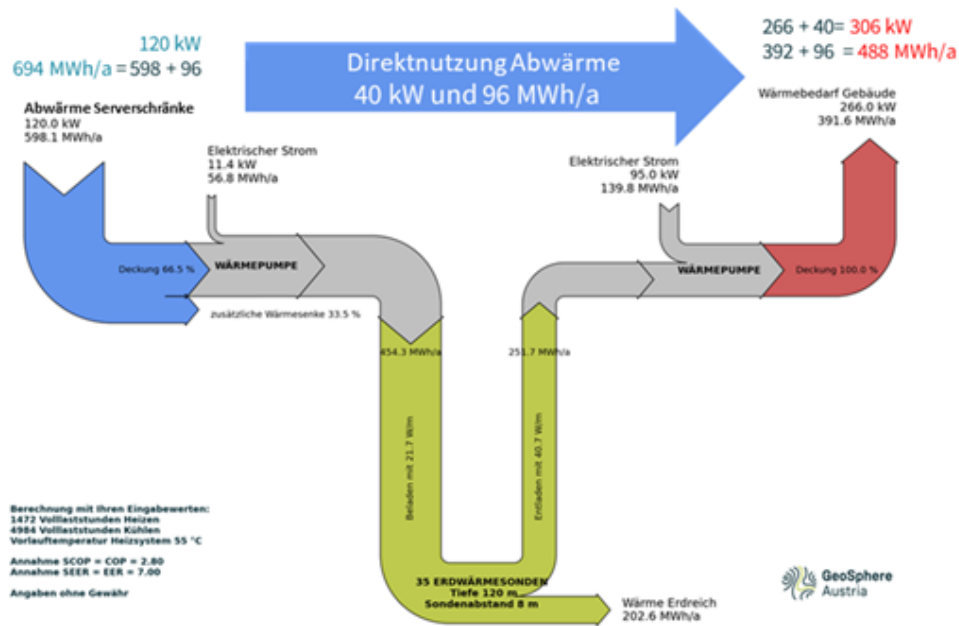
Abbildung 15: Konzept B2, Betriebsweise pro Bohrmeter (oben) und Temperaturentwicklung der Erdsonden (unten) bei 100 % Erd-WP mit Regeneration über Luft-Wärmetauscher im Sommer



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

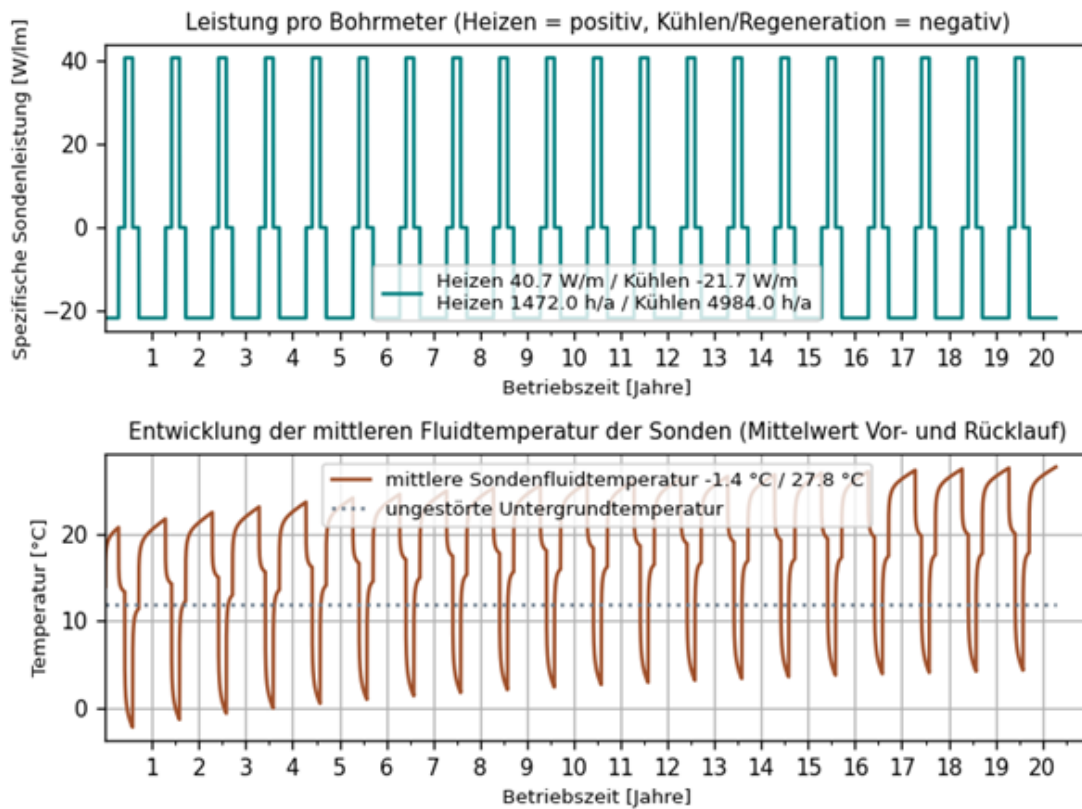
9.5. Hohe Warte – Basissanierung 100 % Heizleistung mit Erdwärme

Abbildung 16: Ergebnis Konzept B: Energieflussdiagramm mit 35 Erdwärmesonden zur Deckung des Heizbedarfs mit Basissanierung



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

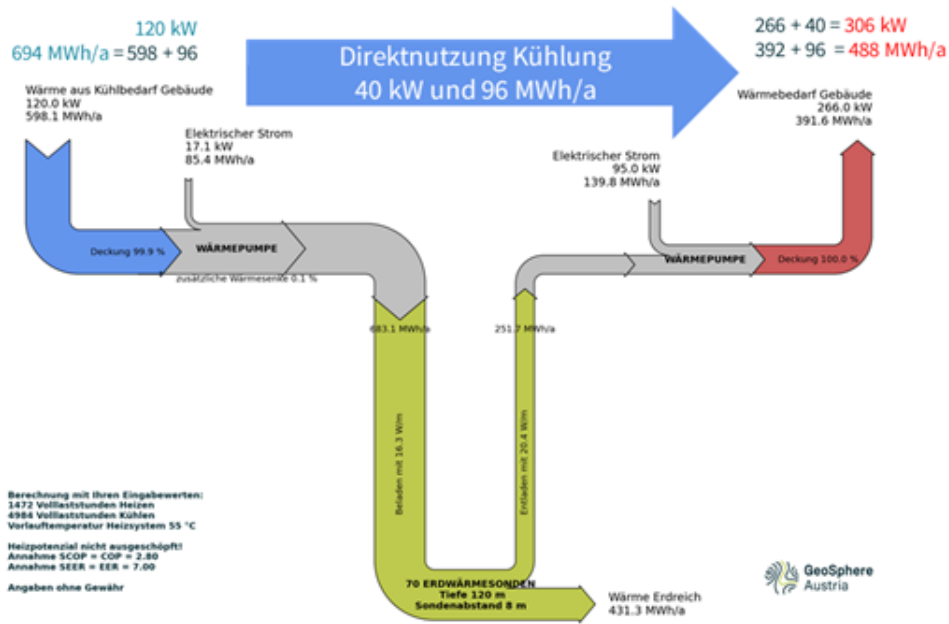
Abbildung 17: Ergebnis Konzept B: Vorgabe der vereinfachten Betriebsweise pro Sondenmeter (oben) und Prognose der mittleren Fluidtemperatur mit 35 Erdwärmesonden



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

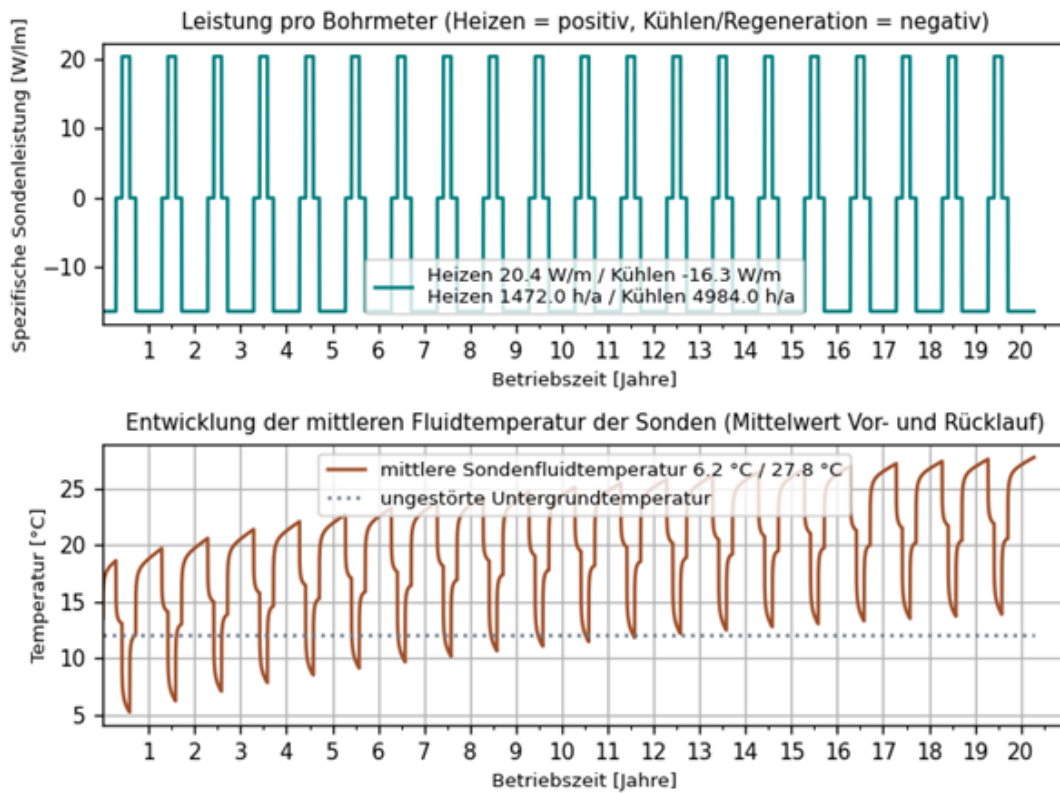
9.6. Hohe Werte – Basissanierung 100 % Kühlleistung mit Erdwärme

Abbildung 18: Ergebnis Konzept C: Energieflussdiagramm mit 70 Erdwärmesonden zur Deckung des Heizbedarfs mit Basissanierung



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

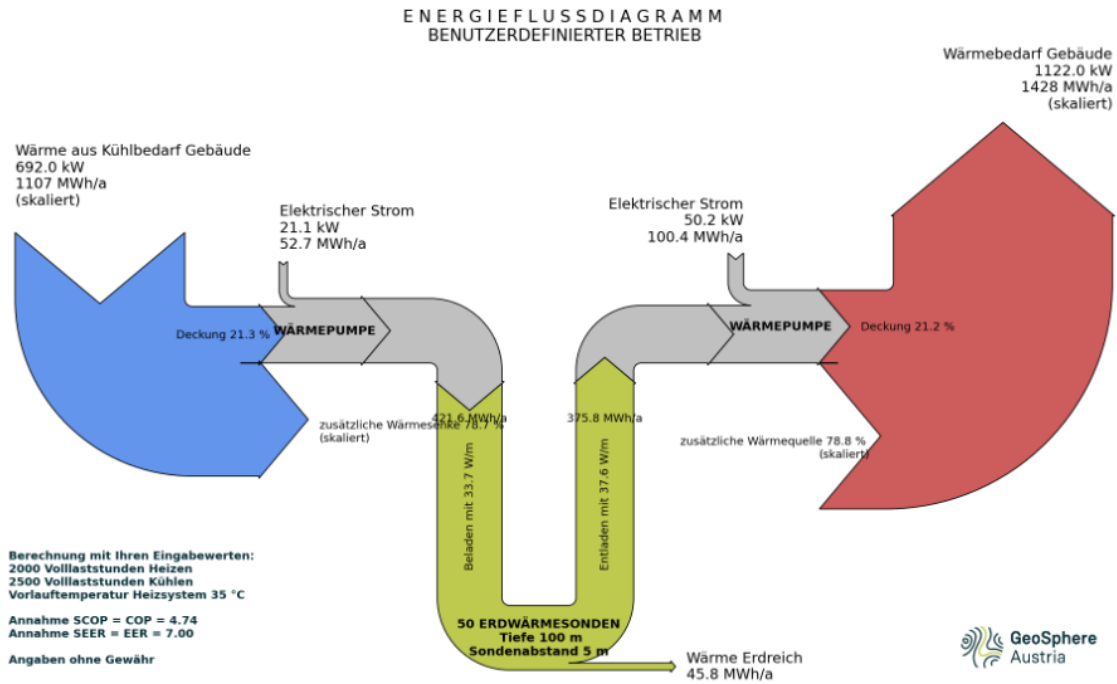
Abbildung 19: Ergebnis Konzept C: Vorgabe der vereinfachten Betriebsweise pro Sondenmeter (oben) und Prognose der mittleren Fluidtemperatur mit 70 Erdwärmesonden



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

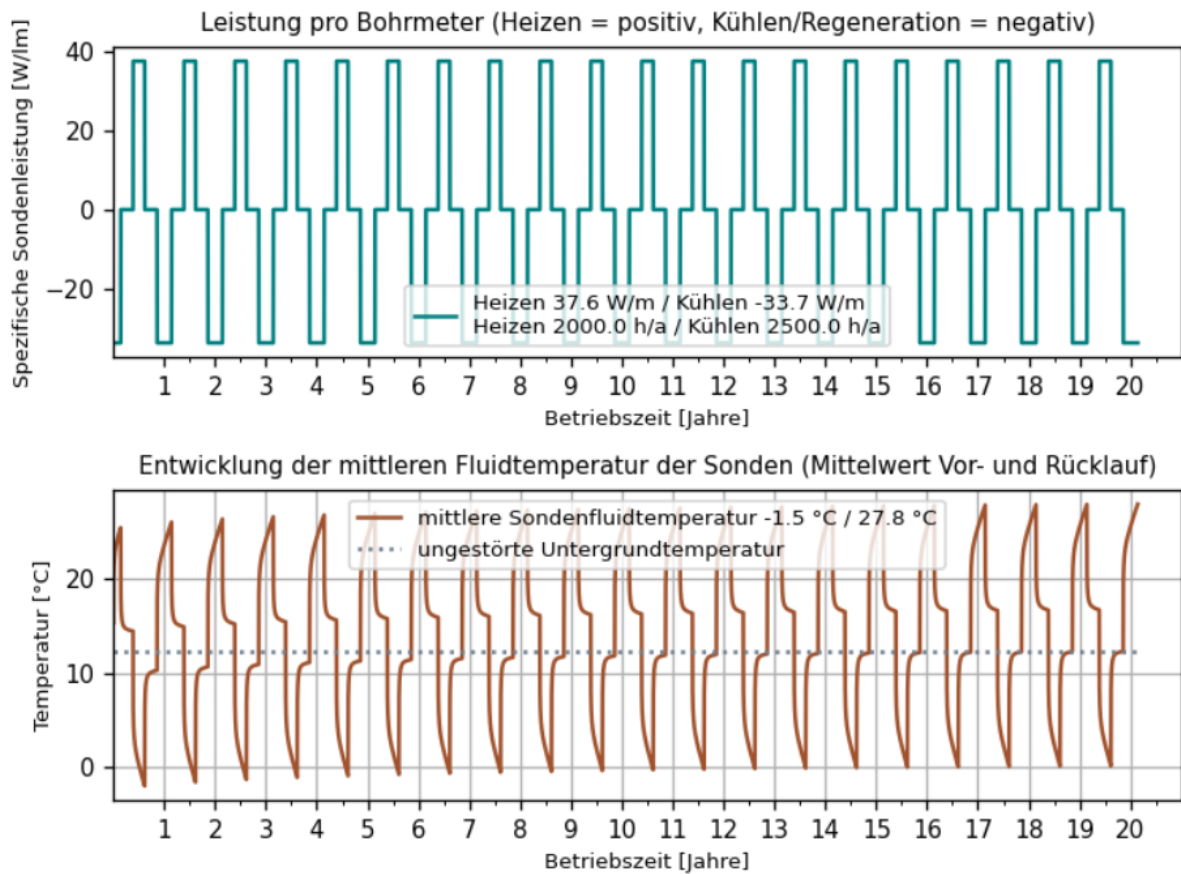
9.7. NHM Wien – Erdwärmesonden im Innenhof

Abbildung 20: Energieflussdiagramm für 50 Erdwärmesonden im Innenhof



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

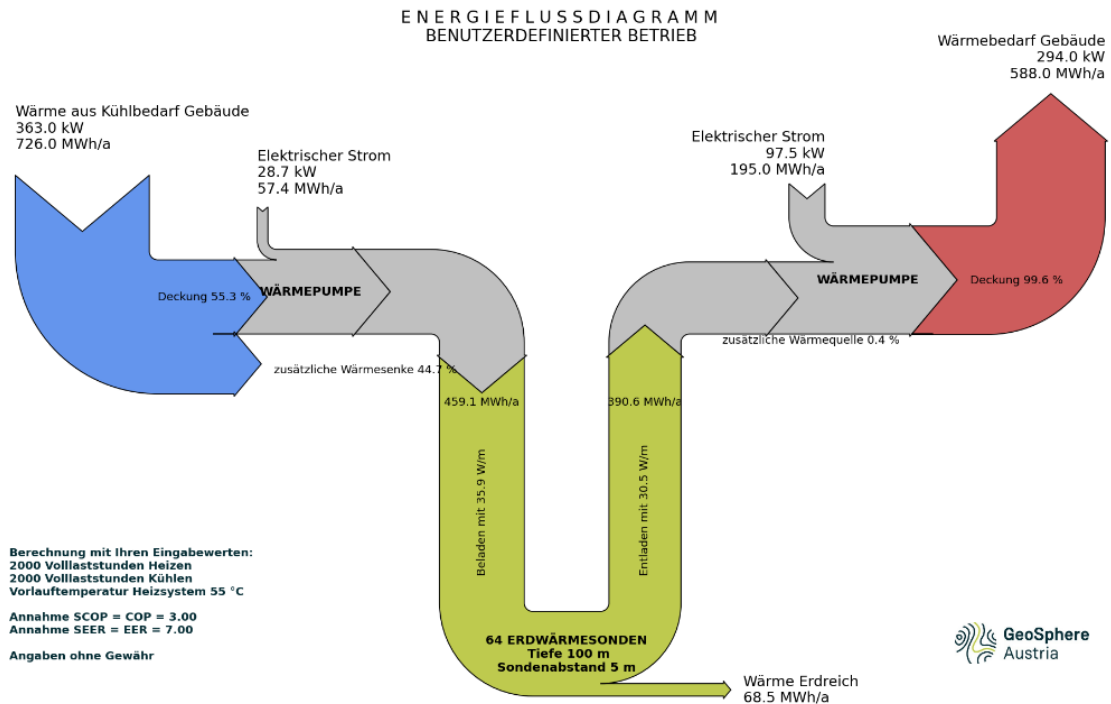
Abbildung 21: Entzugsleistung und Temperaturprofil des Erdwärmefeldes für den Innenhof über den Zeitraum von 20 Jahren



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

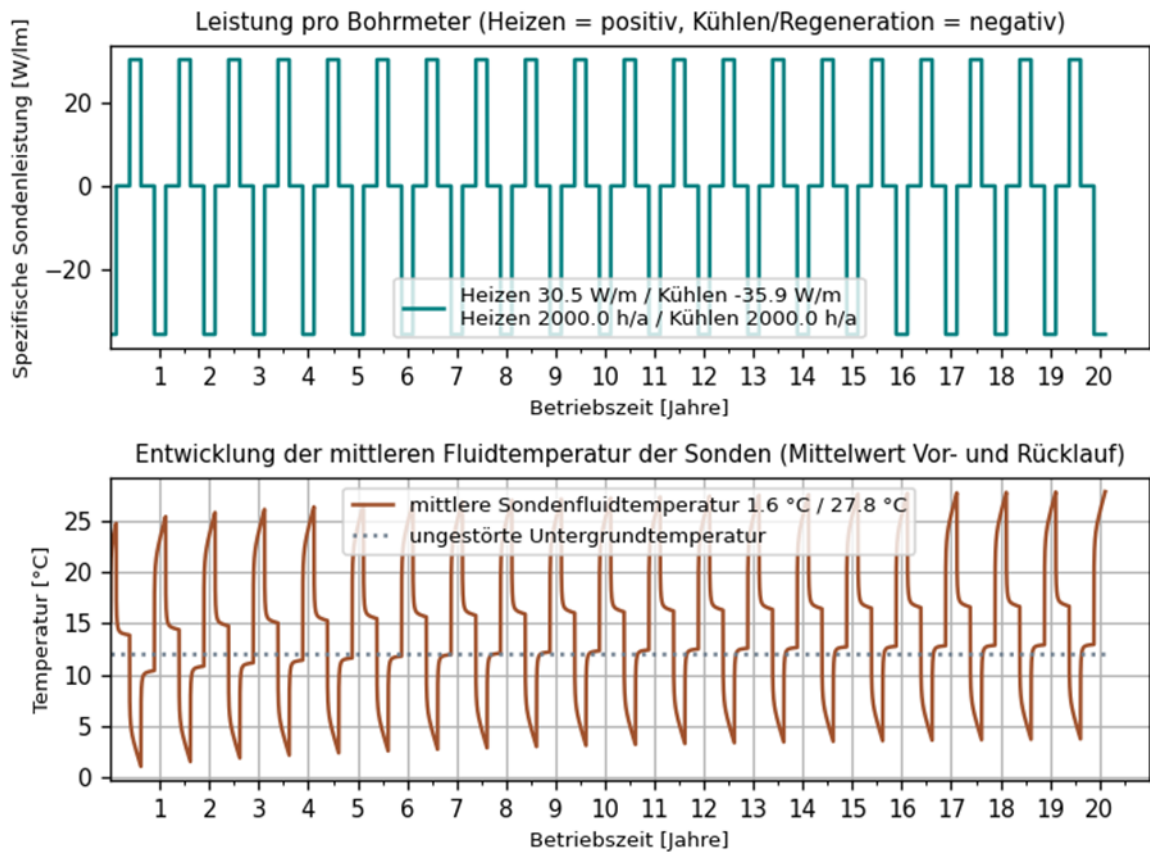
9.8. Perchtoldsdorf - Gasversorgung + Abwärme Eislaufplatz

Abbildung 22: SZ1 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 64 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Energieflussdiagramm



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

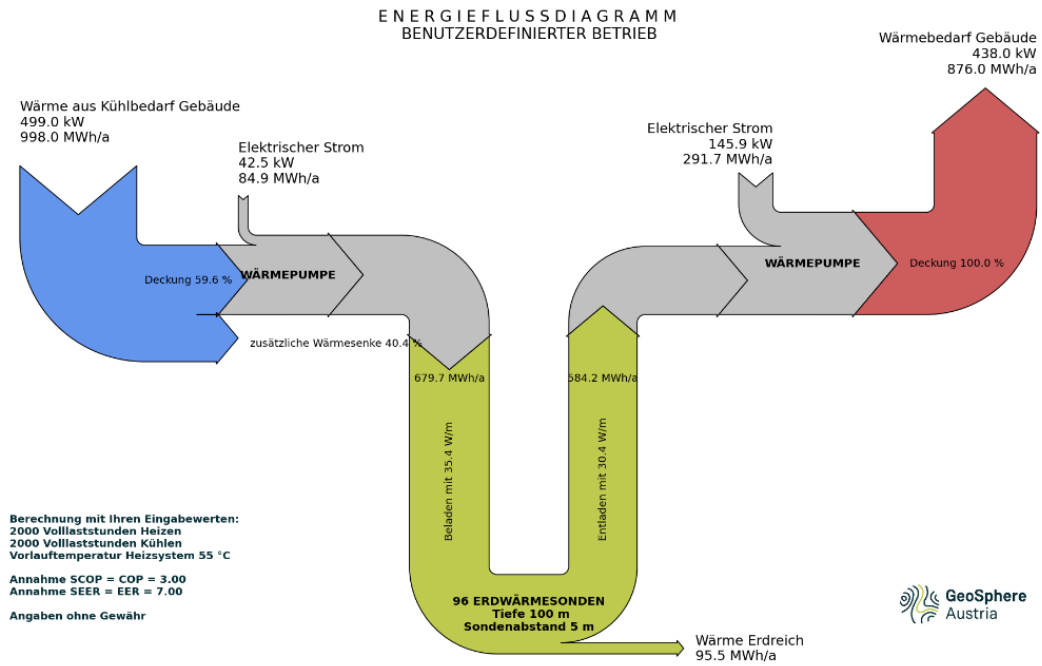
Abbildung 23: SZ1 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 64 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Vereinfachte Betriebsvorgabe der Erdwärmesonden (oben) und Entwicklung der Fluidtemperaturen der Erdwärmesonden (unten)



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

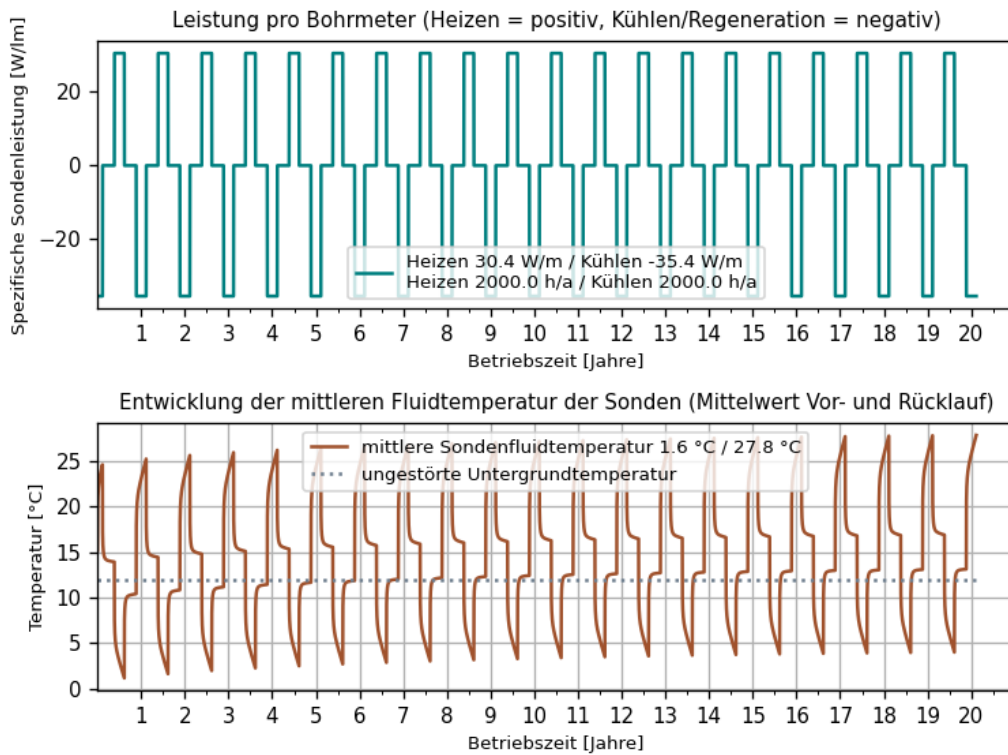
9.9. Perchtoldsdorf - Vollversorgung inkl. Kulturzentrum

Abbildung 24: SZ2 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 96 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Energieflussdiagramm



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025, modifiziert

Abbildung 25: SZ2 – Ergebnisse des Geothermie Atlas mit 96 Erdwärmesonden im Abstand von 5 m. Vereinfachte Betriebsvorgabe der Erdwärmesonden (oben) und Entwicklung der Fluidtemperaturen der Erdwärmesonden (unten)



Quelle: Geothermieatlas, GeoSphere Austria, 2025

