

ENERGIE
ZUKUNFT
SCHWEIZ

Potenzialanalyse Wärmeverbund Mausacker

IWB & Gemeinde Reinach BL

Zuhanden: Udo Schuster, Experte Wärmelösungen, IWB
Marc Bayard, Leiter Umwelt und Energie, Gemeinde Reinach BL

Version: 1.2

Autoren: Noah Fehr, Dieter Schmidlin

Energie Zukunft Schweiz AG, 19.12.2023

Energie Zukunft Schweiz AG

Viaduktstrasse 8

4051 Basel

T +41 61 500 18 00

info@ezs.ch

www.ezs.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
Ausgangslage & Zielsetzung	3
Grundlagen	3
2 Perimeterübersicht	4
3 Vorabklärungen und Konzeptwahl	6
Verworfenene Versorgungskonzepte	6
4 Versorgungskonzepte	8
Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe	8
Variante 2 und 3: Anschluss ans Netz Primeo	10
Variante 4: Mikroverbund	12
Variante 5: Nanoverbund	14
5 Kostenübersicht	16
Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe	16
Variante 2 und 3: Anschluss ans Netz Primeo	17
Variante 4: Mikroverbund	19
Variante 5: Nanoverbund	19
6 Fazit	21
7 Anhang	23
A1 Lärmschutznachweis Mausackerweg 66	23
A2 Provisorischer Netzentwurf	25
A3 Kostentabellen	26

1 Einleitung

Ausgangslage & Zielsetzung

Der Wärmebedarf im Gebiet Mausacker in der Gemeinde Reinach BL wird derzeit hauptsächlich durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt. Im Gebiet befinden sich überwiegend kleine Reiheneinfamilienhäuser (REFH), die jeweils mit ihren eigenen Heizungsanlagen ausgestattet sind. Angesichts der bevorstehenden Umstellung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Heizsysteme zeigt sich bei mehreren Bewohnern des Mausackers ein Interesse an gemeinschaftlichen Lösungsansätzen anstelle individueller Optionen.

Ein möglicher gemeinschaftlicher Lösungsansatz, der vor der vorliegenden Potenzialanalyse in Erwägung gezogen wurde, war der Anschluss an das Fernwärmenetz der Primeo. Primeo versorgt zukünftig die neue Wohnsiedlung Oerin über eine Fernwärmeleitung entlang der Fleischbachstrasse mit Fernwärme. Die Leitung liegt südlich des Mausackers. Eine mögliche Erschliessung des Mausackers durch die Fernwärme von Primeo schien daher auf den ersten Blick naheliegend zu sein. Allerdings entschied sich Primeo aufgrund der Gebäudestruktur im Mausacker dagegen.

Als Reaktion darauf wurde in Zusammenarbeit mit der IWB, welche das Gasnetz im Mausacker betreibt, eine Potenzialanalyse in Auftrag gegeben, um alternative gemeinschaftliche erneuerbare Lösungsansätze zu identifizieren und deren Durchführbarkeit zu untersuchen sowie miteinander zu vergleichen.

Grundlagen

Folgende relevanten Grundlagen liegen dieser Potenzialanalyse zu Grunde:

- Kick-Off, Zwischenbesprechung und Abschlussbesprechung mit Udo Schuster und Ulrich Reiter (IWB) sowie Marc Bayard und Marco Adamo (Gemeinde Reinach)
- Austausch Erdwärme- und Grundwassernutzug: Christian Häring, Geo Explorers AG
- Austausch Erdwärme- und Grundwassernutzung: Dominik Bänninger, Amt für Umweltschutz und Energie
- Austausch bestehender/geplanter Verbund uptownBasel: Martin Dietler, Primeo
- Austausch Mikroverbund/Nanoverbund mit Dominik Born und Udo Schuster (IWB)
- Austausch Kostenvergleich mit Udo Schuster, Ulrich Reiter und Dominik Born (IWB)
- Austausch Zentrale/Übergabestation: Michael Cueni, Triplex Energieplaner AG
- Austausch Netzplanung: Gabriel Flury, Triplex Energieplaner AG
- Austausch Machbarkeit Luft-Wasser Wärmepumpe, CTA
- Begehung des Perimeters vom 15.09.2023
- Diverse öffentlich zugängliche Informationen: geoview.bl.ch, map.geo.admin.ch, geoportal.ch, Google Maps

2 Perimeterübersicht

Der analysierte Perimeter umfasst insgesamt 334 Liegenschaften. Ein Grossteil dieser Liegenschaften sind REFH welche auf die 77 Häuserzeilen innerhalb des Perimeters entfallen. Darüber hinaus gibt es vereinzelt Ein- und Mehrfamilienhäuser, die hauptsächlich entlang des Langgrüttiwegs und der Stockackerstrasse liegen.

Alle diese Liegenschaften sind mit individuellen Heizungsanlagen ausgestattet, wobei die Mehrheit immer noch fossile Brennstoffe verwendet. Die überwiegende Anzahl dieser fossilen Heizungen sind Gasheizungen, während einige wenige Ölheizungen vorhanden sind, die hauptsächlich in den Ein- und Mehrfamilienhäusern installiert sind. Erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Holzfeuerungen sind nur sehr wenig vorhanden.

Der Wärmebedarf der einzelnen Liegenschaften ist vergleichsweise gering. Ein Grossteil der Liegenschaften wurde zwischen 1993 und 2005 errichtet. Die Häuser sind grösstenteils mit Fussbodenheizungen ausgestattet und verfügen über eine relativ effiziente Gebäudehülle. Daher sind auch die Heizleistungen der einzelnen Anlagen im unteren Bereich angesiedelt. Die durchschnittliche Leistung liegt bei 7.5 kW. Der durchschnittliche Wärmebedarf pro Jahr liegt bei 13.5 MWh/a. Als Ausgangslage zur Bestimmung des Wärme- und Leistungsbedarfs dienten die Wärmebedarfsdaten auf Liegenschaftsebene der IWB, die intern mit den verfügbaren Gasverbrauchsdaten abgeglichen wurden. Zusätzlich wurden Feuerungskontrolldaten der Gemeinde Reinach berücksichtigt. Zur realistischen Einschätzung des Leistungsbedarfs wurden die Leistungen der installierten Feuerungen um 25% reduziert, da diese im Vergleich zum effektiven Leistungsbedarf oft überdimensioniert sind.

Die folgende Tabelle 1 sowie die Karte bieten eine Übersicht über den untersuchten Perimeter. Der Perimeter ist in der Karte mit Orange hervorgehoben. Die einzelnen Heizanlagen sind als Punkte markiert und je nach Typ der Heizung unterschiedlich eingefärbt.

Tabelle 1: Übersicht Gebäude- und Feuerungsstruktur

Gebäudestruktur	
Anzahl Liegenschaften	334
Anzahl Häuserzeilen	77
Durchschnittliches Baujahr	1995
Feuerungsstruktur	
Anzahl Gasheizungen	307
Anzahl Ölheizungen	17
Anzahl Holzheizungen	2
Anzahl Wärmepumpensysteme	8
Wärmebedarf insgesamt	4'400 MWh
Leistungsbedarf insgesamt	2'490 kW (korrigiert)
Durchschnittlicher Wärmebedarf pro Liegenschaft	13.5 MWh/a
Durchschnittlicher Leistungsbedarf pro Liegenschaft	7.5 kW (korrigiert)

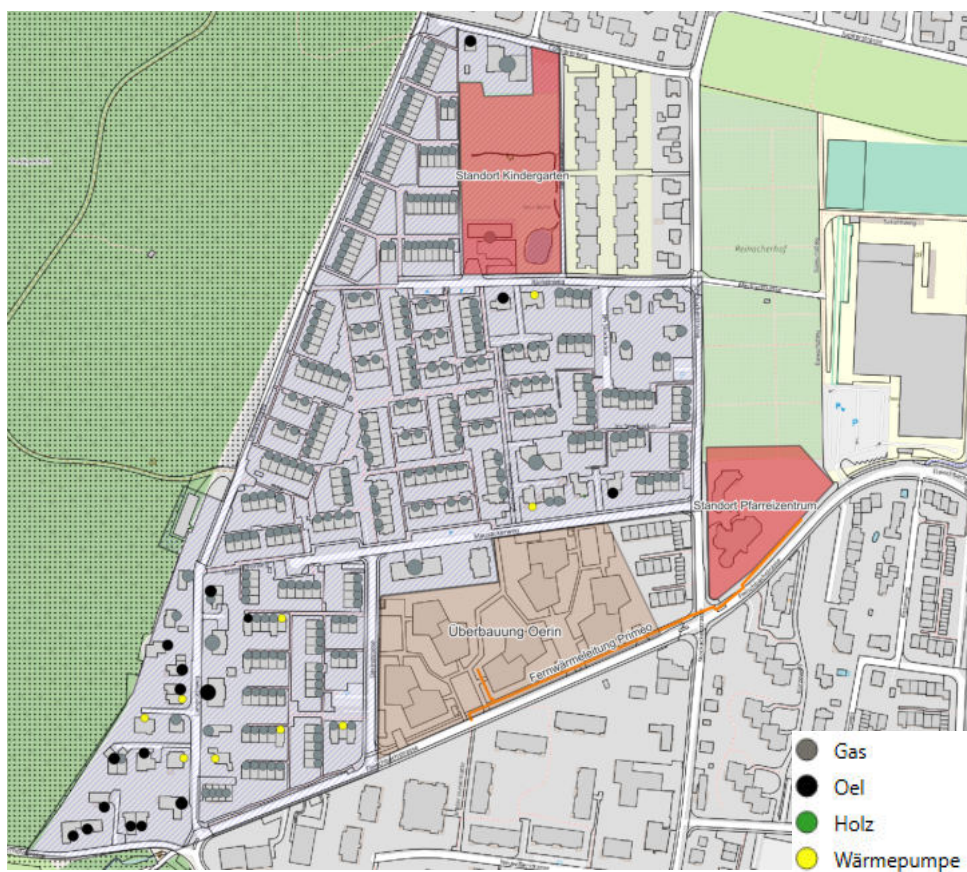


Abbildung 1: Analysierter Perimeter Mausacker

3 Vorabklärungen und Konzeptwahl

Zu Beginn der Potenzialanalyse wurden mehrere unterschiedliche Versorgungskonzepte zur Prüfung in Betracht gezogen. In Vorabklärungen mit verschiedenen Akteuren, darunter das Amt für Umwelt, Geo Explorers AG, Primeo usw., wurden die Versorgungskonzepte hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit sowie Sinnhaftigkeit geprüft. Nach den durchgeführten Vorabklärungen entschied man sich während der Zwischenbesprechung im September 2023 mit IWB und der Gemeinde Reinach, den Fokus auf vier ausgewählte Versorgungskonzepte zu legen. Die übrigen Versorgungskonzepte wurden verworfen und nicht weiterverfolgt.

Tabelle 2: Übersicht Versorgungskonzepte

Versorgungskonzept	Bemerkung
Eigener Wärmeverbund mit Grundwassernutzung	nicht möglich
Eigener Wärmeverbund mit Nutzung Erdwärme	verworfen
Eigener Holz-Wärmeverbund	verworfen
Einzellösungen Luft-Wasser Wärmepumpe	weiterverfolgt
Anschluss ans Netz Primeo	weiterverfolgt
Mikroverbund	weiterverfolgt
Nanoverbund	weiterverfolgt

Verworfenene Versorgungskonzepte

Im Folgenden wird kurz auf die verworfenen Versorgungskonzepte eingegangen und erläutert, warum sie nicht weiterverfolgt wurden.

Wärmeverbund mit Grundwassernutzung

Das Versorgungskonzept sah die Nutzung des vor Ort vorhandenen Grundwasserleiters vor. Mithilfe einer Wärmepumpenzentrale sollte die Wärme aus dem Grundwasser gewonnen und über ein Fernwärmenetz zu den Liegenschaften im Mausacker transportiert werden. Als potenzieller Standort für die Zentrale bot sich die gemeindeeigene Parzelle 934 am Rainenweg 50 an, auf der sich auch der örtliche Kindergarten befindet. Hinter dem Kindergarten erstreckt sich eine grössere Grünfläche mit einem Fussballfeld, einem Spielplatz und einer BMX-Strecke, die ausreichend Platz für die Zentrale bietet.

Jedoch liegt der Perimeter am Rand des Grundwasserleiters, was sich auf die Grundwassermächtigkeit auswirkt. Diese ist gemäss Kataster, Aussagen des AFU sowie der Geo Explorers AG nicht ausreichend. Zudem ist das vor Ort vorhandene Gestein nur wenig durchlässig. Eine Nutzung des Grundwasser zur Deckung des Wärmebedarfs im Mausacker ist folglich kaum möglich.

Wärmeverbund mit Nutzung Erdwärme

Das Versorgungskonzept sah die Nutzung eines Erdwärmesondenfelds vor, für den Betrieb eines Wärmeverbunds. Analog zur oben aufgeführten Variante mit Grundwasser sollte die Zentrale auf der Parzelle 934 errichtet werden. Auf der vorhandenen Grünfläche sollte das Erdsondenfeld erstellt werden.

Bei Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Grünfläche für das Erdsondenfeld konnten nach ersten Abschätzungen etwa 110 Sonden platziert werden. Bei einer Bohrtiefe von 300 Metern und einer Entzugsleistung von 25 W/m/a wurde eine Heizleistung von etwa 1,1 MW erreicht. Dies reichte nur aus, um etwa die Hälfte des anfallenden Leistungsbedarfs im Mausacker zu decken. Um den gesamten Wärmebedarf zu decken, hätte eine zusätzliche Energiequelle eingesetzt werden müssen. Aufgrund dieser Tatsache und der erwarteten sehr hohen Investitionen für das Erdsondenfeld sowie das Fernwärmenetz wurde diese Variante verworfen.

Holz-Wärmeverbund

Das Versorgungskonzept sah einen klassischen Holzwärmeverbund vor, eine bewährte Lösung, mit der der gesamte Wärmebedarf des Perimeters gedeckt werden könnte. Die Zentrale, inklusive eines zugehörigen Schnitzellagers und einer Zufahrt, sollte auf Parzelle 934 errichtet werden, die ausreichend Platz auf der vorhandenen Grünfläche hinter dem Kindergarten bietet.

Jedoch führten mehrere Aspekte, die mit einem Holz-Wärmeverbund einhergingen und vor allem für die Gemeinde Reinach unerwünscht waren dazu, dass diese Variante ausgeschlossen wurde:

- Anlieferung der Holzschnitzel per LKW in einem ruhigen Familienquartier
- Anlieferung der Holzschnitzel per LKW in der Nähe des Kindergartens.
- Beschaffung der Holzschnitzel / Lieferanten finden
- Aufwändige Umgebungsarbeiten für die Zentrale, das Lager und die Zufahrt
- Service- und Unterhaltskosten

4 Versorgungskonzepte

Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Potenzialanalyse wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe als Benchmark neben den analysierten gemeinschaftlichen Versorgungskonzepten betrachtet. Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist eine bewährte erneuerbare Einzellösung und stellt die grösste Konkurrenz für die gemeinschaftlichen Versorgungskonzepte dar. Die REFH im Mausacker zeichnen sich durch ihren geringen Wärmebedarf sowie moderne Gebäudehüllen und Wärmeabgaben aus, was sie durchaus kompatibel mit dieser Heizlösung macht.

Die Luft/Wasser-Wärmepumpe nutzt Umgebungsluft als Wärmequelle, um ein gesamtes Gebäude mit Raumwärme und Warmwasser zu versorgen. Das Wärmepumpengerät, das die Luft ansaugt, kann sowohl im Innen- als auch im Aussenbereich aufgestellt werden. Falls die Wärmepumpe im Freien platziert wird, sind Baumassnahmen für den Sockel und die Leitungsführungen zum Technikraum erforderlich. Bei einer Innenaufstellung der Wärmepumpe sind hingegen Bauarbeiten notwendig, um zwei Luftkanäle einzurichten, die die Luft von aussen ansaugen und wieder nach aussen abgeben. Aufgrund der in der Regel begrenzten Platzverhältnisse der REFH im Mausacker wird eine Innenaufstellung wahrscheinlich nur bei Eckhäusern möglich sein.

Für mittlere REFH wird die Wärmepumpe in einer Aussenaufstellung installiert werden müssen. Hierbei ist die Auswahl des Standorts von grosser Bedeutung, um die Lärmemissionen für die Bewohner:innen und Nachbar:innen auf ein Minimum zu reduzieren. Um die Lärmschutzverordnung einzuhalten, wird ein Lärmschutznachweis benötigt. Dieser legt die optimale Platzierung des Aussengeräts sowie mögliche Schallschutzmassnahmen fest, wobei ein Schallschutzgehäuse eine gängige Option ist.

Die Aufbereitung von Trink- und Brauchwarmwasser erfolgt über einen Hydrauliktower. Dieser fasst die gesamte Inneninstallation, einschliesslich Puffer- und Warmwasserspeicher, in einem Gehäuse zusammen. Dieses Gehäuse mit einer Standfläche von nur einem halben Quadratmeter kann in den kleinen Technikräumen der REFH problemlos untergebracht werden.

Es ist erwähnenswert, dass bereits heute im Mausacker mehrere Luft-Wasser-Wärmepumpen installiert sind. Beispielsweise dienen die Reihen-Einfamilienhäuser an der Oerinstrasse 55 und 85. Bei diesen beiden Eckhäusern einer fünfteiligen Häuserzeile wurden die Aussengeräte neben der Eingangstür entlang des Gehwegs installiert, was in der folgenden Abbildung 2 ersichtlich ist.



Abbildung 2: Installierte Luft-Wasser-Wärmepumpen in Aussenaufstellung an der Oerinstrasse 85 (links) und 55 (rechts)

Um zu prüfen, ob eine Luft-Wasser-Wärmepumpe auch in einem mittig gelegenen REFH umgesetzt werden kann, wurde beispielhaft für die Liegenschaft am Mausackerweg 66 ein Lärmschutznachweis gemäss den Vorgaben des Cercle Bruit eingeholt (siehe Anhang A1). Dabei konnten die geltenden Lärmschutzvorschriften eingehalten werden. Zusätzlich zu diesem Lärmschutznachweis muss das Aussengerät einen Grenzabstand von mindestens 2 Metern zu den benachbarten Grundstücken einhalten. Auch diese Vorschrift kann erfüllt werden, indem man das Aussengerät beispielsweise im Garten platziert. Falls es notwendig ist, die Wärmepumpe an einem Ort zu installieren, an dem der geforderte Grenzabstand von 2 Metern nicht eingehalten werden kann, besteht immer noch die Möglichkeit, die Zustimmung der betroffenen Grundeigentümer:innen einzuholen.

Grundsätzlich ist eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als individuelle Lösung sowohl für Ein- und Mehrfamilienhäuser als auch für REFH im Mausacker immer eine praktikable und machbare Option.

Vorteile:

- Bewährte erneuerbare Einzellösung
- Umsetzbarkeit gewährleistet
- Individuelle Heizung für Eigentümer:innen
- Sofortiger Ersatz möglich

Nachteile:

- Platzbedarf Heizungskomponenten (Wärmepumpengerät & Hydrauliktower)
- Ästhetik Umgebungsbild (viele einzelne Wärmepumpengeräte)
- Lärmemissionen
- Einzuholenden Bewilligungen
- Einverständnis der Nachbarschaft

Variante 2 und 3: Anschluss ans Netz Primeo

Der Energieversorger Primeo wird zukünftig die neu erbaute Wohnsiedlung Oerin an der Fleischbachstrasse mit Fernwärme versorgen. Allerdings besteht seitens Primeo kein Interesse daran, den nördlich gelegenen Mausacker anzuschliessen. Dies ist auf die Gebäudestruktur und das geringe Wärmeabsatzpotenzial zurückzuführen. Dennoch schliesst Primeo die Möglichkeit einer Nutzung der bereits vor Ort vorhandenen Fernwärme nicht aus. Eine alternative Lösung könnte in einer Zusammenarbeit zwischen Primeo und dem örtlichen Gasnetzbetreiber IWB bestehen. Um die Fernwärme von Primeo über ein eigenes Unternetz mit zugehöriger Übergabestation in den Mausacker zu leiten, verbunden mit einem separaten Tarifsysteem, das die unterschiedlichen Erschliessungskosten der REFH widerspiegelt.

Die Übergabestation und das Unternetz werden von IWB erstellt. Primeo wird die Wärme über Versorgungsleitungen zur Übergabestation liefern. IWB wird die Fernwärme von Primeo beziehen und zu einem vereinbarten Arbeits- und Leistungspreis erwerben. Für die Feinverteilung der Wärme im Mausacker ab der Übergabestation wird die IWB verantwortlich sein. Zudem wird IWB den Betrieb und die Wartung der Übergabestation und des Unternetzes übernehmen und eine entsprechende Abrechnungslösung bereitstellen.

Es gibt zwei potenziell mögliche Standorte für die Übergabestation:

- Parzelle mit Grundstück-NR 934 beim Kindergarten am Rainenweg 50
Eigentümer: Einwohnergemeinde Reinach BL.
- Parzelle mit Grundstück-NR 3392 beim Pfarreizentrums St. Marien an der Fleischbachstrasse
Eigentümer: Römisch-Katholische Kirchgemeinde Reinach.

Aus den beiden Standorten für die Übergabestationen ergeben sich die beiden Versorgungskonzepte:

- Variante 2: Bei der Wahl des Standorts am Kindergarten müssen etwa 400 Meter Leitung mehr für die Anschlussleitung zur Übergabestation verlegt werden, als bei der Variante 3.
- Variante 3: Der Standort beim Pfarreizentrum erweist sich aufgrund seiner Lage als besser geeignet. Er befindet sich direkt an der Fleischbachstrasse, wo die Fernwärmeleitung von Primeo verläuft. Dadurch kann die Anschlussleitung zur Übergabestation kurz gehalten werden.

Ab der Übergabestation werden die REFH sowie Ein- und Mehrfamilienhäuser im Mausacker per Unternetz erschlossen. Die Erschliessung der REFH soll über die Kellergeschosse erfolgen. Die Hausanschlussleitung wird in das Kellergeschoss einer einzelnen Liegenschaft eingeführt und dann mittels Kernbohrungen in die anliegenden Kellergeschosse weitergeführt. Hierzu müssen alle Eigentümer:innen der Erschliessung zustimmen. Ein direkter Anschluss an das Fernwärmenetz ist nicht zwingend notwendig. Wenn eine Gasheizung noch für einen längeren Zeitraum genutzt werden kann, besteht die Möglichkeit, vorerst einen Kaltanschluss zu legen und den effektiven Anschluss an die Fernwärme zu einem späteren Zeitpunkt vorzunehmen.

Jedes Reihen-Einfamilienhaus verfügt über eine eigene Unterstation mit einem zugehörigen Zähler, der von der IWB abgerechnet wird. Sowohl die Raumwärme als auch das Brauchwarmwasser werden durch die Fernwärme erzeugt. Ein Speicher ist für die Bereitstellung des Brauchwarmwassers erforderlich. Um sich an das Fernwärmenetz anzuschliessen, bezahlen die Kund:innen einen Anschlussbeitrag. Für den darauf folgenden Bezug der Fernwärme wird ein Wärmetarif berechnet, der Arbeits- und Leistungspreise umfasst. Die Organisation und allfälligen Abschluss eines Serviceabos obliegt den Eigentümer:innen.

Vorteile:

- Einfache und klare Schnittstellen, alle erhalten eine Unterstation (eigene Heizkostenabrechnung)
- Tiefere Erschliessungskosten und einfachere Leitungsführung, weniger Grab- und Gartenarbeiten als bei separaten Hauszuleitungen mit der Fernwärme
- Vergleichsweise kleine Heizung
- Einfache Bewilligung (kein Aussengerät benötigt)
- Alle Vorteile der Fernwärme (Preisstabilität, sorgloser Betrieb, tiefe Reinvestition, usw.)

Nachteile:

- Vergleichsweise hoher Wärmetarif (Arbeits- und Leistungspreis) aufgrund der ungünstigen Voraussetzungen für ein Fernwärmenetz:
 - Komplexe und dichte Gebäude- und Eigentumsstrukturen
 - Tiefe Wärmedichte pro Netzmeter
 - Viele Tiefgaragen, die nur bedingt nutzbar sind resp. sogar ein Hindernis bilden können
 - Keine Schlüsselkund:innen
- Längerfristige aufwendige Umgebungsarbeiten
- Durchleitungsrechte durch alle Keller erforderlich (problematisch, wenn eine Partei sich querstellt und die Keller als Büro/Hobbyräume genutzt werden). Zudem besteht der Perimeter aus sehr vielen kleinen Parzellen. Für die Fernwärmeleitungen müssen generell schon sehr viele Durchleitungsrechte im Aussenbereich geklärt werden, auch bei einer Erschliessung über die Keller.
- Ersatz der Heizung kann nicht sofort erfolgen, da auf die Fernwärme gewartet werden muss.

Variante 4: Mikroverbund

In der Variante Mikroverbund erfolgt der Ersatz der einzelnen Gasheizungen einer Häuserzeile durch ein einziges erneuerbares Wärmepumpensystem. Dieses System erzeugt sowohl die Raumwärme als auch das Brauchwarmwasser. In einer beispielsweise fünfteiligen Häuserzeile wird also anstelle von fünf separaten Wärmepumpensystemen nur eines verwendet.

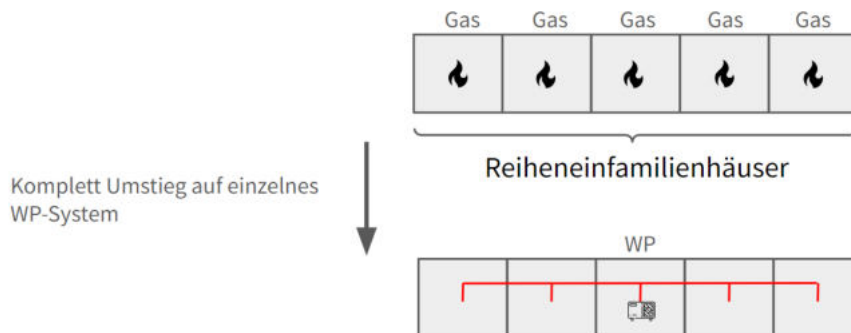


Abbildung 3: Versorgungskonzept Mikroverbund

Als Heizsystem sollen Wärmepumpen mit Erdsonden verwendet werden. In den meisten Fällen wird die Implementierung eines Wärmepumpensystems mit Erdsonden möglich sein. Allerdings kann es - abhängig davon, ob die Häuserzeile über einer Tiefgarage liegt - vorkommen, dass eine Umsetzung mit Erdsonden nicht realisierbar ist, da kein Platz für eine Sondenbohrung vorhanden ist. Schwierigkeiten bei der Umsetzung einer Erdsonden-Wärmepumpe ergeben sich insbesondere bei zentral gelegenen Häuserzeilen, wie sie bei der Predigerholz-Überbauung, der Überbauung Langrütli und der Überbauung an der Oerinstrasse vorkommen. Ob in diesen Fällen alternativ eine Luft-Wasser-Wärmepumpe eingesetzt werden kann, muss für jede Häuserzeile als Einzelfall genauer betrachtet werden. Bei grösseren Heizleistungen können die Aussengeräte erhebliche Dimensionen annehmen, und die Lärmemissionen können zunehmen. Eine geeignete Platzierung des Aussengeräts unter Einhaltung aller Vorschriften und Verordnungen gestaltet sich daher als schwierig. Insbesondere bei zentral gelegenen Häuserzeilen, die rundum von anderen Liegenschaften umgeben sind und in denen die Platzverhältnisse begrenzt sind.

Geht man von einer durchschnittlichen Heizleistung von 7.5 kW pro REFH aus, wird bei einer beispielhaften Häuserzeile mit fünf REFH eine Heizleistung von rund 35 kW benötigt.

Wird ein System mit Erdsonden eingesetzt, reichen hier zwei Erdsonden mit einer Tiefe von ungefähr je 300 m aus, um die erforderliche Heizleistung zu erbringen. Diese können in den Gartenparzellen der REFH platziert werden. Zur sauberen Durchführung der Bohrarbeiten muss mit einigen Umgebungsarbeiten (Entfernung von Bäumen, Sträuchern, Beschädigung des Rasens, Zufahrt Bohrgerät etc.) in den Gärten und den umliegenden Gehwegen gerechnet werden. Die Wärmenutzung aus dem Boden mittels Erdsonden ist bewilligungspflichtig. Diese muss bei der Bau- und Umweltschutzdirektion des Kantons Basel-Landschaft eingeholt werden. Zu umliegenden Grundstücksgrenzen muss ein Abstand von 3 m eingehalten werden. Das AUE bewilligt Ausnahmen, wenn der Nachbar schriftlich bestätigt, mit einem geringeren Abstand einverstanden zu sein. Wenn Bohrungen innerhalb von Abstandslinien zu liegen kommen, ist eine schriftliche Genehmigung von der Gemeinde einzuholen.

Die REFH werden mittels Kernbohrungen miteinander verbunden, und ihre Heizanlagen werden miteinander vernetzt bzw. an das Wärmepumpensystem angeschlossen. Das Wärmepumpengerät wird im Innenbereich aufgestellt. Die Raumwärme wird über die Wärmepumpe unter Verwendung eines Pufferspeichers erzeugt. Alle Eigentümer:innen verfügen über eine eigene Heizgruppe für die Raumwärme, die mit einem zugehörigen Wärmehzähler und einer Regelung mit Aussenfühler ausgestattet ist.

Aufgrund der höheren benötigten Heizleistung fallen die technischen Komponenten grösser aus als bei einem System für nur ein einzelnes REFH. Da die Platzverhältnisse in den Technikräumen begrenzt sind, müssen die einzelnen Komponenten möglicherweise auf verschiedene Technikräume der jeweiligen Eigentümer:innen aufgeteilt werden.

Alle Eigentümer:innen einer Häuserzeile, die schliesslich Wärme vom System beziehen, beteiligen sich an der Finanzierung des neuen Heizsystems und dessen späterem Betrieb gleichermassen. Dies kann als eine Form der Shared Economy angesehen werden. Die Investitionen für das Heizsystem werden gerecht auf alle Eigentümer:innen verteilt. Die Betreiber:innen der Wärmepumpen werden von den anderen Eigentümer:innen, welche die Wärme beziehen, entsprechend finanziell für die Stromkosten entschädigt. Grundsätzlich wird angestrebt, dass für alle beteiligten Eigentümer:innen ähnliche Wärmegestehungskosten anfallen. Durch finanzielle Anreize könnten Eigentümer:innen, welche die technischen Komponenten in ihrem Garten oder Technikraum installieren, entschädigt werden, beispielsweise durch eine geringere Beteiligung an den Investitionen für das Heizsystem.

Für die weitere Umsetzung dieser Variante ist eine Ausarbeitung der Zahlungsabwicklung bzw. des Shared Economy Modells erforderlich, das die finanziellen Ströme zwischen den beteiligten Eigentümer:innen klar definiert. Die Eigentümer:innen können sich aber auch selber einigen und organisieren.

Vorteile:

- Gemeinschaftliche Heizlösung auf Ebene Häuserzeile anstelle von mehreren individuellen Heizsystemen (weniger Wärmepumpengeräte, weniger Sondenbohrungen)
- Tiefere Investitionen für die Eigentümer:in da diese auf mehrere Parteien aufgeteilt werden
- Sofortiger Ersatz möglich

Nachteile:

- Machbarkeit Erdsonden nicht für alle Häuserzeile gegeben
- Aufwendige Projektentwicklung aufgrund Kommunikation zwischen Eigentümer:innen
- Komplexität Shared Economy / buchhalterische Zahlungsabwicklung
- Platzbedarf Komponenten (müssen eventuell aufgeteilt werden auf mehrere Technikräume)
- Durchleitungsrechte durch alle Keller erforderlich (problematisch, wenn eine Partei sich querstellt)
- Vernetzung mittels Kernbohrungen nötig (Kellerräume oftmals als Büro/Hobbyräume genutzt)
- Aufwendige Umgebungsarbeiten nötig bei Erdsonden-WP
- Ersatz aller Heizungen erfolgt gleichzeitig, obwohl einige Gasheizungen noch nicht am Ende ihrer Lebensdauer sind

Variante 5: Nanoverbund

Bei der Variante Nanoverbund handelt es sich um ein neues Versorgungskonzept der IWB, das sich derzeit noch in der Pilotphase befindet. In seinen Grundzügen ähnelt diese Variante stark der bereits beschriebenen Variante Mikroverbund. Die zentrale Idee besteht darin, die einzelnen Gasheizungen durch Wärmepumpensysteme zu ersetzen. Der entscheidende Unterschied liegt darin, dass der Ersatz in der Variante Nanoverbund stufenweise erfolgt, im Gegensatz zur Variante Mikroverbund, bei der der Austausch auf einen Schlag erfolgt. In der Variante Nanoverbund werden, abhängig von der Grösse der Häuserzeile, zwei bis drei kleinere Wärmepumpensysteme stufenweise installiert.

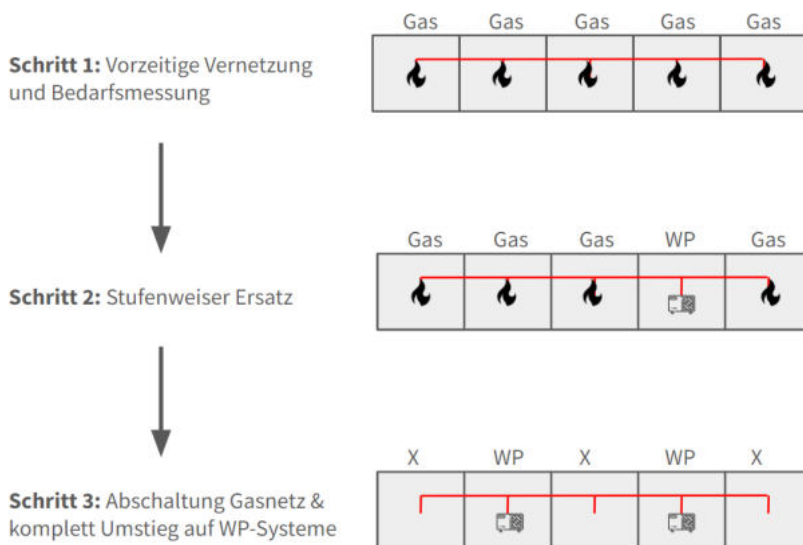


Abbildung 4: Versorgungskonzept Nanoverbund

Im ersten Schritt werden die bestehenden REFH und ihre Gasheizungen mittels Kernbohrungen erschlossen und miteinander vernetzt. Dabei werden die entsprechenden Steuerungs- und Ablesungskomponenten für den späteren Betrieb im Nanoverbund vorzeitig installiert und der effektive Wärmebedarf der einzelnen REFH wird gemessen. Die genaue Messung des Wärmebedarfs ist von entscheidender Bedeutung, da die zukünftig zu installierende Wärmepumpensysteme korrekt dimensioniert werden müssen. Dadurch wird sichergestellt, dass selbst nach dem vollständigen Wegfall der Gasheizungen der gesamte Wärmebedarf einer Häuserzeile weiterhin gedeckt werden kann.

Im zweiten Schritt erfolgt der stufenweise Ersatz der Gasheizungen. Anfangs wird beispielsweise nur eine Gasheizung, die das Ende ihrer Lebensdauer erreicht hat, durch ein Wärmepumpensystem ersetzt. Das Wärmepumpensystem wird so dimensioniert, dass es mindestens den Wärmebedarf eines einzelnen REFH abdecken kann. Durch die bereits vorhandene Vernetzung der einzelnen Heizsysteme ist es jedoch auch möglich, dass das Wärmepumpensystem die benachbarten REFH mit Wärme versorgt. Über einen Grossteil des Jahres, insbesondere während der wärmeren Monate von Frühling bis Herbst, kann das Wärmepumpensystem daher den Wärmebedarf der gesamten Häuserzeile decken und deren Gasverbrauch erheblich reduzieren. In den kälteren Wintermonaten, wenn der Wärmebedarf der Häuserzeile ansteigt, kann eine Gasheizung zugeschaltet werden, um die kontinuierliche Wärmeversorgung sicherzustellen.

Als dritter und letzter Schritt erfolgt der komplette Umstieg auf die Wärmepumpe. Entweder sind alle Gasheizungen am Ende ihrer Lebensdauer angekommen und mussten ersetzt werden oder die IWB stellt

die Gasversorgung im Mausacker ein. Dementsprechend werden nach Grösse der Häuserzeile noch eine oder zwei weitere Wärmepumpen eingebaut. Diese wurden entsprechend dimensioniert, damit der ganze Wärmebedarf der Häuserzeile gedeckt werden kann.

Als System kommen sowohl die Erdsonden-Wärmepumpe als auch die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Frage. Diese beiden Systeme können innerhalb einer Häuserzeile auch kombiniert eingesetzt werden. Die erforderlichen Arbeiten, Bewilligungen und einzuhaltenden Vorschriften wurden bereits in der Beschreibung von Variante 1 und 4 detailliert erläutert.

Analog zur Variante 4 beteiligen sich alle Eigentümer:innen, die Wärme vom neuen Heizsystem beziehen, an dessen Finanzierung und Betrieb. Hierbei wird erneut im Sinne einer Shared Economy angestrebt, ähnliche Wärmegestehungskosten für alle Eigentümer:innen zu gewährleisten. Bei einer weiteren Verfolgung dieser Variante ist eine detaillierte Ausarbeitung der Zahlungsabwicklung und des Shared Economy Modells erforderlich. Insbesondere angesichts der unterschiedlichen Zeitpunkte, zu denen Investitionen in die Heizsysteme getätigt werden, und der verschiedenen Energieflüsse zwischen den Systemen ist ein robustes Modell notwendig, um sicherzustellen, dass alle Eigentümer:innen fair behandelt werden.

Das Versorgungskonzept Nanoverbund wird von der IWB bereits in einem Pilotprojekt in Zusammenarbeit mit der EMPA, HSLU und der ETH getestet. Bei der Pilotanlage "Langen Loh" in der Stadt Basel wurden drei Reihen-Einfamilienhäuser zusammengeschlossen. Dabei wurden zwei Gasheizungen mit zugehöriger Solarthermieanlage und eine Luft-Wasser-Wärmepumpe miteinander vernetzt. Die Anlage befindet sich derzeit im Betrieb und man ist daran, die Steuerung und Regelung zu testen und zu optimieren.

Vorteile:

- Gemeinschaftliche Heizlösung auf Ebene Häuserzeile anstelle von mehreren individuellen Heizsystemen (weniger Wärmepumpengeräte, weniger Sondenbohrungen)
- Stufenweiser Ersatz (Alter der Gasheizungen kann berücksichtigt werden)
- Reduktion Gasbedarf
- Redundanz (bei Ausfall eines Systems kann Gasheizung respektive zweites oder drittes WP-System einspringen)
- Tiefere Investitionen für den/die Eigentümer:in da diese auf mehrere Parteien aufgeteilt werden können + stufenweiser Anfall der Investitionen

Nachteile:

- Pilotprojekt/Marktreife noch nicht erreicht
- Komplexität Shared Economy / buchhalterische Zahlungsabwicklung
- Aufwendige Projektentwicklung aufgrund Kommunikation zwischen Eigentümer:innen
- Messung des effektiven Wärmebedarfs erforderlich (zusätzliche Investitionen)
- Mehrere WP-Systeme benötigt (im Vergleich zu Variante Mikroverbund)
- Platzbedarf Komponenten (müssen eventuell aufgeteilt werden auf mehrere Technikräume)
- Durchleitungsrechte durch alle Keller erforderlich (problematisch, wenn eine Partei sich querstellt)
- Vernetzung mittels Kernbohrungen nötig (Kellerräume oftmals als Büro/Hobbyräume genutzt)
- Aufwendige Umgebungsarbeiten nötig bei Erdsonden-Wärmepumpe
- Wärmepumpengerät in Aussenaufstellung bei Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Lärmemissionen bei Luft-Wasser-Wärmepumpe

5 Kostenübersicht

Für die in Kapitel 4 beschriebenen Varianten wurde eine Kostenschätzung vorgenommen. Für die wesentlichen technischen Komponenten wurden Richtofferten herangezogen bzw. eingeholt, die nicht älter als 6 Monate sind. Mithilfe der statischen Annuitätenmethode wurden die jährlich anfallenden Kosten unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer einzelner Positionen, eines Kalkulationszinssatzes von 3.5%, sowie der betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten berechnet. Zudem wurden, abhängig von der jeweiligen Variante, die Wärmegestehungskosten anhand des entsprechenden Wärmebedarfs ermittelt. Dies ermöglicht einen Vergleich zwischen den verschiedenen Varianten.

Die Kostengenauigkeit beträgt +/- 30%. Alle Angaben verstehen sich exklusiv Mehrwertsteuer. Eine allfällige Teuerung wurde nicht berücksichtigt. Die Kostentabellen je Variante mit den einzelnen Positionen sind im Anhang A3 aufgeführt.

Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

Für ein beispielhaftes REFH mit einem Leistungsbedarf von 7.5 kW und einem Wärmebedarf von etwa 13.5 MWh/a wurde eine Kostenschätzung für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe erstellt. Die Gesamtinvestition für diese Einzellösung wurde auf ca. **CHF 52'000** geschätzt (exklusive Förderung). Berücksichtigt man den Förderbeitrag des Baselbieter Energiepakets, belaufen sich die Investitionen auf etwa **CHF 44'000**. Es wurde angenommen, dass die Wärmepumpe im Freien aufgestellt wird, und die entsprechenden Kosten für Umgebungsarbeiten und Baumeister wurden mit einbezogen. Die Jahreskosten belaufen sich auf 5'600 CHF/a, wobei 600 CHF/a für ein nicht zwingendes Wärmepumpen-Serviceabo eingeplant wurden. Die Energiekosten betragen anteilig etwa 1'600 CHF/a. Hierbei wurde der Standard-Stromtarif von Primeo mit 32.8 Rp./kWh als Einkaufspreis für den Strom zugrunde gelegt. Der COP¹ der Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde mit 2.8 angenommen. Die verbleibenden Jahreskosten entfallen auf die Kapitalkosten.

Nach der statischen Annuitätenmethode ergeben sich Wärmegestehungskosten von rund **42 Rp./kWh**.

¹ Der COP benennt das Verhältnis von aufzuwendender Energie und erzeugter Wärme unter Normbedingungen. Je höher der COP-Wert ist, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Variante 2 und 3: Anschluss ans Netz Primeo

Wärmegestehungskosten Standort Kindergarten

Für die im Falle eines Anschlusses an das Fernwärmenetz von Primeo, **durch IWB zu finanzierende**, Übergabestation mit Standort Kindergarten und zugehörigem Unternetz, wurde eine Gesamtinvestition in Höhe von etwa **CHF 6.6 Millionen kalkuliert**.

Für die **bauherrenseitigen Aufwände** (Planungs- und Projektentwicklungskosten) veranschlagen wir **CHF 800'000**. Hierbei ist zu beachten, dass der Aufwand für die Projektentwicklung und die Gewinnung von so vielen Kleinkund:innen eher hoch sein wird.

Für die Übergabestation wird mit rund **CHF 550'000** gerechnet.

Zur Kostenschätzung des Unternetzes wurde ein provisorischer Netzentwurf erstellt (siehe Anhang A2). Die verschiedenen Leitungsabschnitte wurden in Hauptleitungen und Verteilleitungen eingeteilt. Die Hauptleitungen sind die zentralen Netzabschnitte, die zwingend erforderlich sind und die Grobverteilung der Fernwärme im gesamten Mausacker ermöglichen. Die Verteilleitungen inklusive Haussanschlüsse sind die Abschnitte, die von den Hauptleitungen abzweigen und zu den einzelnen Häuserzeilen/REFH sowie Ein- und Mehrfamilienhäusern führen. Diese Kategorisierung vereinfacht die rechnerische Berücksichtigung der angenommenen **Anschlusswahrscheinlichkeit von 50%** für den Mausacker.

Die Kosten für die Hauptversorgungsleitungen werden in vollem Umfang berücksichtigt, da sie zwangsläufig verlegt werden müssen. Hingegen wurden die Kosten für die Versorgungsleitungen nur zu 50% einbezogen, da davon ausgegangen wird, dass lediglich 50% der Liegenschaften sich an das Fernwärmenetz anschliessen werden.

Bei einer Anschlusswahrscheinlichkeit von 50% erstreckt sich die Länge des Netzplans auf etwa 2.6 km. Unter der Annahme durchschnittlicher Trassenkosten von CHF 1'500 pro Meter (umfasst Baumeister- und Fernleitungsrohrkosten) belaufen sich die Gesamtinvestitionen für das Netz auf etwa **CHF 4 Millionen**.

Zusätzlich fallen die Kosten für die Anschlussleitung zur Übergabestation am Standort Kindergarten von der Hauptversorgungsleitung in der Fleischbachstrasse der Primeo an. Die Länge dieser Anschlussleitung beträgt etwa 400 Meter, und die Kosten belaufen sich auf ungefähr **CHF 600'000**.

Für jeden Hausanschluss kommen anschliessend die Kosten für die verbindenden Kellerleitungen innerhalb der Häuserzeile und die benötigten Wärmezähler hinzu. Dabei wurde die angenommene Anschlusswahrscheinlichkeit von 50% berücksichtigt. Dementsprechend wurde nur mit der Hälfte der Hausanschlüsse kalkuliert. Die Kosten für die Kellerleitungen und die Wärmezähler belaufen sich auf rund **CHF 640'000**.

Die jährlich anfallenden Kosten setzen sich aus Energie-, Betriebs- und Kapitalkosten zusammen. Die Energiekosten ergeben sich aus dem Einkaufspreis für die gelieferte Wärme bzw. dem Wärmetarif, den Primeo für die Bereitstellung ihrer Fernwärme festlegt. Der Einkaufspreis, den die IWB von Primeo bezahlen müsste, gliedert sich wie folgt:

- **Arbeitspreis Primeo: 10.3 Rp./kWh**
- **Leistungspreis Primeo: 130 CHF/kW**

Zur Berechnung der Energiekosten wurde beim Arbeitspreis für den Perimeter Mausacker ein Wärmebedarf von 2'000 MWh zugrunde gelegt, der durch eine angenommene

Anschlusswahrscheinlichkeit von 50% modelliert wurde. Für den Leistungspreis wurde eine Leistung von 1,25 MW angenommen, wobei keine Gleichzeitigkeit berücksichtigt wurde. Zudem wurde nicht berücksichtigt, dass bei einer so grossen Wärmeabnahme allenfalls auch über den Preis mit der Primeo verhandelt werden kann.

Die Betriebskosten umfassen die Aufwendungen für den Unterhalt der Übergabestation, des Netzes sowie den personellen Aufwand, der für die Bereitstellung der Abrechnungslösung erforderlich ist. Diese Betriebskosten wurden seitens IWB mit 1% der Gesamtinvestitionen definiert.

Die jährlich kapitalgebundenen Kosten wurden mit einem **Zinssatz von 3.5%** kalkuliert, basierend auf den zugewiesenen Nutzungsdauer einzelner Positionen.

Die Wärmegestehungskosten für die IWB wurden anhand der kalkulierten Jahreskosten ermittelt. Unter der Annahme einer **Anschlusswahrscheinlichkeit** von **50%** im Mausacker belaufen sich die resultierenden Wärmegestehungskosten auf **37 Rp/kWh**. Bei einer Erhöhung der Anschlusswahrscheinlichkeit auf **70%** reduzieren sich die Wärmegestehungskosten auf etwa **31 Rp./kWh**.

Wärmegestehungskosten Standort Kirche

Im Falle, dass die Übergabestation am Standort Kirche gebaut wird, können 400 m Anschlussleitung zur Versorgungsleitung der Primeo in der Fleischbachstrasse eingespart werden. Diese Investitionen entfallen folglich. Dies führt zu einer Verringerung der Gesamtinvestition auf rund **CHF 6 Millionen**. Die übrigen Investitionen für die Übergabestation, das Netz usw. sowie die jährlichen Energie- und Unterhaltskosten fallen analog zu Variante 2 an.

Die resultierenden Wärmegestehungskosten sind dementsprechend leicht tiefer. Bei einer angenommenen **Anschlusswahrscheinlichkeit** von **50%** betragen die Wärmegestehungskosten **35 Rp./kWh**. Eine Erhöhung der Anschlusswahrscheinlichkeit auf **70%** führt zu Wärmegestehungskosten von **29 Rp./kWh**.

Wärmegestehungskosten Kund:innen

Aus Sicht der Kund:innen sind die entscheidenden Faktoren für die resultierenden Wärmegestehungskosten die notwendigen Investitionen in die eigene Hausstation sowie der einmalige Anschlussbeitrag an die IWB und der von der IWB festgelegte Wärmetarif für den Bezug von Fernwärme.

Für eine beispielhafte Hausstation mit einer Leistung von 7,5 kW und einem Wärmebedarf von 13,5 MWh pro Jahr wurden die Gesamtinvestitionen auf etwa **CHF 35'000** geschätzt (ohne Förderung). Unter Berücksichtigung des Förderbeitrags des Baselbieter Energiepakets belaufen sich die Investitionen auf etwa **CHF 27'000**. Darin enthalten ist der einmalige Anschlussbeitrag, den die IWB für einen Anschluss an die Fernwärme erhebt. Dieser liegt gemäss IWB bei **1500 CHF/kW** und verursacht bei einem Referenz-REFH mit einer benötigten Heizleistung von 7.5 kW Kosten in Höhe von **CHF 11'250**.

Die jährlichen Kosten belaufen sich auf etwa CHF 7.400, wobei CHF 300 pro Jahr für ein nicht zwingend erforderliches Serviceabo eingeplant wurden. Die Energiekosten machen einen Anteil von etwa CHF 5.000 pro Jahr aus. Diese ergeben sich aus dem von IWB kommunizierten kombinierten Wärmetarif (umfasst Arbeits- und Leistungspreise). Für die beiden unterschiedlichen Varianten wurde ein spezifischer Wärmetarif kommuniziert:

- Variante 2 Kindergarten: Kombiniertes Wärmetarif IWB: 37,22 Rp./kWh plus 1'500 CHF/kW
- Variante 3 Kirche: Kombiniertes Wärmetarif IWB: 36,22 Rp./kWh plus 1'500 CHF/kW

Die verbleibenden jährlichen Kosten entfallen auf die Kapitalkosten. Die resultierenden Wärmegestehungskosten für die Kund:innen betragen je nach Variante:

- Variante 2 Kindergarten: **55 Rp./kWh**
- Variante 3 Kirche: **54 Rp./kWh**

Variante 4: Mikroverbund

Für eine exemplarische fünfteilige Häuserzeile mit einem Leistungsbedarf von etwa 35 kW und einem Wärmebedarf von circa 67,5 MWh pro Jahr wurde eine Kostenschätzung für eine Erdsonden-Wärmepumpe im Mikroverbund erstellt. Dabei wurde angenommen, dass zwei Erdsonden gebohrt werden müssen. Die damit verbundenen Kosten für Umgebungsarbeiten und Baumeisterleistungen wurden in die Kalkulation einbezogen. Die Gesamtinvestition für diese individuelle Lösung wurde auf ungefähr **CHF 243'000** geschätzt (ohne Förderung). Unter Berücksichtigung des Förderbeitrags des Baselbieter Energiepakets belaufen sich die Investitionen auf etwa **CHF 224'000**.

Die jährlichen Kosten belaufen sich auf ungefähr CHF 21'000, wobei CHF 1'000 pro Jahr für ein nicht zwingend notwendiges Wärmepumpen-Serviceabo eingeplant wurden. Die Energiekosten belaufen sich auf etwa CHF 6'400 pro Jahr. Dabei wurde der Standard-Stromtarif von Primeo mit 32,8 Rp./kWh als Einkaufspreis für den Strom zugrunde gelegt. Der Leistungszahl (COP) der Erdsonden-Wärmepumpe wurde mit 3,5 angenommen. Die restlichen jährlichen Kosten entfallen auf die Kapitalkosten. Allfällige Kosten für die Administration der Abrechnung und Organisation wurden nicht berücksichtigt.

Für die Eigentümer:innen der fünfteiligen Häuserzeile, die die Mikroverbundslösung gemeinsam in einer Shared Economy finanzieren, ergeben sich pro Liegenschaft Wärmegestehungskosten von etwa **31 Rp./kWh**.

Im Falle, dass eine Partei nicht am Mikroverbund teilnehmen möchte, müssen die Investitionen auf vier anstelle von fünf Parteien aufgeteilt werden. Die resultierenden Wärmegestehungskosten pro Kopf steigen in diesem Szenario auf ungefähr **39 Rp./kWh** an.

Variante 5: Nanoverbund

Für die Kostenschätzung im Nanoverbund wurde wiederum von einer fünfteiligen Häuserzeile mit einem Wärmebedarf von 67.5 GWh/a im Jahr ausgegangen. Dabei wurde angenommen, dass für die Deckung des Wärmebedarfs ein System mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und ein System mit einer Erdsonden-Wärmepumpe eingebaut wird, welche den Wärmebedarf nach dem kompletten Wegfall der Gasheizungen komplett decken können. Für die Erdsonden-Wärmepumpe wurde davon ausgegangen, dass eine Erdsonde gebohrt wird. Für die Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde eine Aussenaufstellung angenommen. Die damit verbundenen Kosten für Umgebungsarbeiten und Baumeisterleistungen wurden in die Kalkulation einbezogen.

Die Gesamtinvestition für die beiden Systeme wurde auf ungefähr **CHF 230'000** geschätzt (ohne Förderung). Unter Berücksichtigung der Förderbeiträge des Baselbieter Energiepakets belaufen sich die Investitionen auf etwa **CHF 210'000**.

Die jährlichen Kosten belaufen sich auf ungefähr CHF 21'000, wobei je CHF 750 und CHF 600 pro Jahr für nicht zwingend notwendige Wärmepumpen-Serviceabos eingeplant wurden. Die Energiekosten belaufen sich auf etwa CHF 7'100 pro Jahr. Dabei wurde der Standard-Stromtarif von Primeo mit 32,8 Rp./kWh als Einkaufspreis für den Strom zugrunde gelegt. Der Leistungszahl (COP) der Erdsonden-Wärmepumpe wurde mit 3,5 angenommen. Der Leistungszahl (COP) der Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde mit 2,8

angenommen. Die restlichen jährlichen Kosten entfallen auf die Kapitalkosten. Allfällige Kosten für die Administration der Abrechnung und Organisation wurden nicht berücksichtigt.

Für die Eigentümer:innen der fünfteiligen Häuserzeile, die die Nanoverbundslösung gemeinsam in einer Shared Economy finanzieren, ergeben sich pro Kopf ähnliche wie bei der Variante Mikroversbund Wärmegestehungskosten von etwa **33 Rp./kWh**.

Im Falle, dass eine Partei nicht am Nanoverbund teilnehmen möchte, müssen die Investitionen auf vier anstelle von fünf Parteien aufgeteilt werden. Die resultierenden Wärmegestehungskosten pro Kopf steigen in diesem Szenario auf ungefähr **39 Rp./kWh** an.

Hier muss erwähnt werden das mit der statischen Annuitätenmethode die Variante Nanoverbund nur bedingt präzise abgebildet werden kann. Die statische Annuitätenmethode mag bei traditionellen Investitionsszenarien gut geeignet sein jedoch stossen wir bei einem zeitlich dynamischen Shared-Economy-Modell wie dem Nanoverbund auf einige Limitationen und Unzulänglichkeiten dieser Methode. Eine wesentliche Einschränkung liegt darin, dass die statische Annuitätenmethode von einer konstanten Investition über die gesamte Lebensdauer des Projekts ausgeht. Im Fall des Nanoverbunds werden jedoch die Gasheizungen stufenweise ersetzt, was zu unterschiedlichen Zeitpunkten und Beträgen für die Investitionen in die neuen Wärmepumpensysteme führt. Diese zeitliche Dynamik wird von der statischen Annuitätenmethode nicht angemessen erfasst, da sie die Investitionen über die Zeit nicht berücksichtigt und zu einer Vereinfachung führt, die die tatsächlichen Kosten und Nutzen verzerrt. Der schrittweise Anfall der Investitionen birgt jedoch auch einen Vorteil. Die Investitionen erfolgen über mehrere Jahre verteilt und müssen nicht auf einmal finanziert werden.

Die Tabelle 3 bietet eine Zusammenfassung respektive Variantenvergleich der verschiedenen Varianten, einschliesslich ihrer durchgeführten Kostenschätzungen und berechneten Wärmegestehungskosten.

Tabelle 3: Variantenvergleich auf Kund:innenebene

Variantenvergleich	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
	Einzellösung LW-WP	Primeo Standort Kindergarten	Primeo Standort Kirche	Mikroversbund	Nanoverbund
	1 REFH	1 REFH	1 REFH	5 REFH	5 REFH
Wärmebedarf (MWh/a)	13'500	13'500	13'500	67'500	67'500
Investitionen (CHF)	51'000	35'000	35'000	243'000	230'000
Förderbeitrag	7'750	7'800	7'800	19'000	19'500
Investitionen abzüglich Förderung	43'000	27'000	27'000	224'000	210'000
Jahreskosten (CHF/a)	5'600	7'400	7'300	20'900	22'000
Kapitalkosten	3'400	2'100	2'100	13'600	13'500
Energiekosten	1'600	5'000	4'900	6'300	7'100
Unterhalt	600	300	300	1'000	1'400
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)	42	55	54	31	33
Kapitalgebundene Kosten	25	15	15	20	20
Betriebsgebundene Kosten	4	2	2	1	2
Verbrauchsgebundene Kosten	12	37	36	9	11

* Abschreibung 30 Jahre (gemittelt)

** Kalkulationszinssatz 3.5%

6 Fazit

Aus technischer und wirtschaftlicher Perspektive ist das Quartier Mausacker nicht für die Umsetzung der ursprünglich angedachte Wärmeverbundslösung geeignet. Die dichte und verwinkelte Gebäudestruktur sowie die vorhandenen Tiefgaragen stellen tiefbautechnische Herausforderungen dar und ermöglichen keine effiziente und kostengünstige Netzplanung. Zudem ist der Wärmeabsatz der Liegenschaften zu gering. Es fehlen Schlüsselkund:innen, die einen hohen Wärmebedarf haben und eine grundlegende Wirtschaftlichkeit gewährleisten können.

Für einen Wärmenetzbetreiber macht dies das Gebiet daher wirtschaftlich wenig attraktiv, was letztendlich zu einem unattraktiven Wärmetarif für die Kund:innen führt. Als Beispiel dienen hier die kalkulierten Wärmegestehungskosten für die Variante mit einem Anschluss an das Netz Primeo, die sich auf etwa **36 Rp./kWh** auf Betreiber-/IWB-Ebene und **54 Rp./kWh** auf Kund:innenebene belaufen. Diese Preise sind klar nicht konkurrenzfähig und können nur durch eine entsprechend hohe Förderung oder/und einen Preisnachlass der Primeo für die Grösse des Anschlusses auf das Niveau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe gebracht werden.

Soll im Quartier Mausacker ein gemeinschaftliches Versorgungskonzept umgesetzt werden, um einem Übermass an individuellen Einzellösungen entgegenzuwirken (viele Luft-Wasser-Wärmepumpen), **stellen die beiden Varianten Mikroverbund und Nanoverbund die beste Lösung dar**. Diese Varianten sind nicht nur technisch realisierbar, sondern auch wirtschaftlich für die Eigentümer:innen finanzierbar. Mit Wärmegestehungskosten von etwa **31 Rp./kWh** sind die beiden Varianten wirtschaftlich am attraktivsten und weisen auch eine höhere Attraktivität auf im Vergleich zur Einzellösung Luft-Wasser-Wärmepumpe, bei der die Wärmegestehungskosten bei etwa **41 Rp./kWh** liegen.

Es ist wichtig zu betonen, dass diese beiden Ansätze vor allem für die überwiegend vorhandenen REFH im Mausacker geeignet sind. Hingegen sind sie keine Lösung für die vereinzelt vorhandenen Ein- und Mehrfamilienhäuser am Langrütliweg und der Stockackerstrasse. Diese Liegenschaften weisen jedoch oft geeignete Platzverhältnisse auf, um Einzellösungen wie Erdsonden-Wärmepumpen oder Luft-Wasser-Wärmepumpen umzusetzen.

Es ist zu erwarten, dass im Mausacker eine Mischform von Versorgungskonzepten zum Einsatz kommen wird. Einzelne Ein- und Mehrfamilienhäuser werden auf Einzellösungen setzen, während Häuserzeilen oder REFH Mikro- oder Nanoverbünde nutzen werden. Es ist jedoch sicher anzunehmen, dass einige Eigentümer:innen von REFH darauf bestehen werden, Einzellösungen zu implementieren. Dieser Aspekt stellt grundsätzlich für die beiden Versorgungskonzepte auch das größte Hindernis dar. Durch eine Nichtteilnahme eines Eigentümers kann die Umsetzung in wirtschaftlich unvorteilhafte Bahnen geraten. Dementsprechend gilt es diesem Umstand entgegenzuwirken und die Beteiligung aller Eigentümer:innen einer Häuserzeile sicherzustellen. Die Sinnhaftigkeit eines gemeinsamen Heizsystems ergibt sich nur dann, wenn sich ausreichend Eigentümer:innen einer Häuserzeile beteiligen, da die Investitionen auf mehrere Schultern verteilt werden können. Zudem wird die Projektumsetzung erheblich vereinfacht, wenn alle Eigentümer:innen einer Häuserzeile als Kollektiv agieren und ein gemeinsames Ziel verfolgen.

Nächste Schritte

Sollten die beiden Versorgungskonzepte Mikro- und Nanoverbund im Mausacker Anklang finden und zu einem späteren Zeitpunkt effektiv umgesetzt werden, ist eine umfassende Information der Eigentümer:innen unerlässlich. Die Eigentümer:innen sollten ein klares Verständnis dafür haben, welche finanziellen Auswirkungen sowie Vor- und Nachteile ein gemeinsames Heizsystem für sie mit sich bringt. Eine detaillierte Ausarbeitung der beiden Konzepte ist notwendig, bis hin zur individuellen Ebene in jedem REFH. Insbesondere das Konzept Nanoverbund, welches gegenwärtig noch ein Pilotprojekt ist und noch nicht marktreif ist, benötigt weitere Detaillierung, um Feinheiten, Machbarkeit und den Einsatzbereich zu klären. Dies gilt ebenso für die genaue Funktionsweise und Details des Shared Economy Modells sowie der buchhalterischen Zahlungsabwicklung. Es ist wichtig sicherzustellen, dass die finanziellen Ströme zwischen den Eigentümern klar geregelt sind und vergleichbare Wärmegestehungskosten anfallen. Zudem muss das Modell einfach verständlich sein und sehr effizient in der Abwicklung, damit nicht zusätzliche Kosten entstehen, die in dieser Potenzialanalyse nicht berücksichtigt sind.

Als nächste Schritte schlagen wir vor:

1. Eine detaillierte Ausarbeitung und Präzisierung der beiden Versorgungskonzepte Mikro- und Nanoverbund. Voraussichtlich kann die IWB und EZS hierbei weiter unterstützen.
2. Erstellung eines Pilotangebots für eine Häuserzeile, um die anfallenden Kosten und den erforderlichen Aufwand genauer zu quantifizieren sowie die Wirtschaftlichkeit eingehender zu überprüfen.
3. Identifizierung von "Power-User-Gruppen" auf Ebene der Häuserzeile, die als kollektive Einheit an einer gemeinschaftlichen Lösung interessiert sind und einen bedeutenden Wärmebedarf aufweisen.
4. Durchführung von Workshops mit den identifizierten "Power-User-Gruppen", um eine vertiefte Kenntnis der beiden Versorgungskonzepte zu vermitteln, Meinungen und Interessen einzuholen sowie eine optimale Ausrichtung auf die Bedürfnisse der betroffenen Eigentümer:innen zu gewährleisten.
5. Testen des Konzepts mit einer ausgewählten Häuserzeile als Leuchtturmprojekt, das als Vorbildprojekt fungieren soll, um andere Eigentümer im Mausacker von der Effizienz und Vorteilen des gewählten Versorgungskonzepts zu überzeugen.

7 Anhang

A1 Lärmschutznachweis Mausackerweg 66



Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen

Beurteilung der Lärmimmissionen von Luft/Wasser-Wärmepumpen (WP) mit einer Heizleistung bis ca. 40kW

Gesuchsteller/in	EZS			
Adresse	Mausackerweg 66	Parzelle Nr.	10613	
PLZ/Ort	4153 Reinach	Baugesuch Nr.		
Hersteller	CTA AG	Modell/Typ	CTA AG, Aeroheat CNI 9a	
Heizleistung (A2/W35)	8.2 kW	Schalleistungspegel nach ErP (A7/W47-55)	54 dB(A)	
Heizleistung (A-7/W35)	8.1 kW	Schalleistungspegel Tagbetrieb maximal	59 dB(A)	
Heizleistung (Nachtbetrieb maximal)	4.1 kW	Schalleistungspegel Nachtbetrieb maximal	53 dB(A)	
Aufstellungsart	Aussenaufstellung			
Lärmempfindliche Räume am Empfangsort	Räume in Wohnungen		Tag	Nacht
Massgebender Planungswert am Empfangsort	ES II (Wohnzone)		55 dB(A)	45 dB(A)
Einhaltung Belastungsgrenzwerte				
Schalleistungspegel	Nachtbetrieb aktiviert von 19 bis 7 Uhr		59 dB(A)	53 dB(A)
Umrechnungsterm Schalldruckpegel			-11 dB	-11 dB
Richtwirkungskorrektur D_c	WP / Schacht freistehend		3 dB	3 dB
Distanz zum Empfangsort	4 m		-12 dB	-12 dB
Lärmschutzmassnahmen			0 dB	0 dB
Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort			39 dB(A)	33 dB(A)
Korrekturfaktoren				
Pegelkorrektur K1 (Anlagentyp)	für Heizungsanlagen		5 dB	10 dB
Pegelkorrektur K2 (Tongehalt)	schwach hörbar (Normalbetrieb) +2 dB		2 dB	2 dB
Pegelkorrektur K3 (Impulsgehalt)	nicht hörbar		0 dB	0 dB
Betriebszeitkorrektur	Betrieb ohne Zeiteinschränkung		0 dB	0 dB
Beurteilungspegel L_p			46.0 dB(A)	45.0 dB(A)



Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen

Beurteilung der Lärmmissionen von Luft/Wasser-Wärmepumpen (WP) mit einer Heizleistung bis ca. 40kW

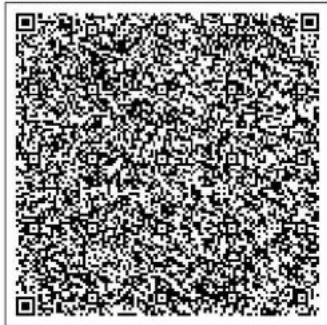
Prüfung vorsorglicher Massnahmen

Innenaufstellung	Nein: nicht möglich bzw. unverhältnismässig Begründung: Kein Platz vorhanden
Schalleistungspegel	Wärmepumpe mit tiefem Schalleistungspegel
Optimierter Aufstellungsort	Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft
Schallreduzierter Nachtbetrieb	Aktiviert in der Zeit von 19:00 bis 7:00 Uhr Die Einstellung ist erforderlich zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und darf nicht verändert werden. Nutzer und / oder Eigentümer der Anlage wurden auf die Bedeutung dieser Zeitfenster hingewiesen.

Lärmbeurteilung

Einhaltung Belastungsgrenzwerte	Die Planungswerte werden eingehalten.	Ja
Beurteilung Vorsorge	Die in Betracht fallenden vorsorglichen Massnahmen wurden geprüft, und die verhältnismässigen Massnahmen werden umgesetzt. Das Vorsorgeprinzip wird somit erfüllt.	Ja

[→ Zum Online-Formular](#)



Für Rückfragen

Verfasser/in EZS, dieter.schmidlin@ezs.ch, 0615001237

Ort, Datum Unterschrift

Basel, 24.10.2023

Beilagen:

- Situationsplan mit Standort Wärmepumpe / Schacht
- Wohnungsgrundrisse
- Datenblatt mit Schalleistungsangaben
- Dokumentation Lärmschutzmassnahmen

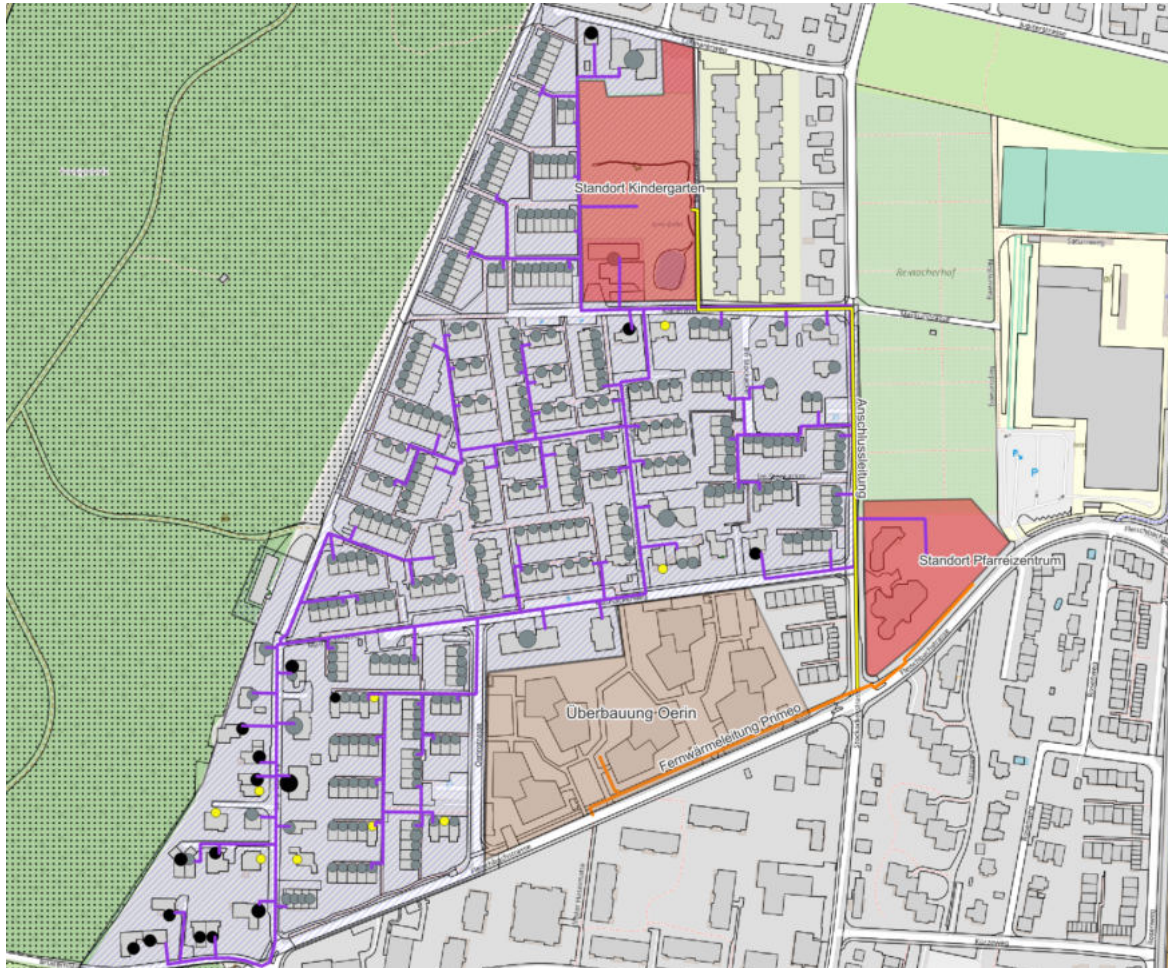
gemäss Cercle Bruit Vollzugshilfe 6.21
Lärmtechnische Beurteilung von Luft/Wasser-Wärmepumpen

2 / 2

24.10.2023 08:00:09

[→ Zum Online-Formular](#)

A2 Provisorischer Netzentwurf



A3 Kostentabellen

Kostengenauigkeit +/- 30%

LW-WP Einzellösung			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
		a	Kalkulationszinssatz 3.5%
Investitionen (CHF)			
Planungskosten	1'000.00	50	43
Abmelden Gasanschluss	300.00	50	13
Demontage Heizkessel	900.00	40	42
Demontage WW Speicher	400.00	40	19
Wärmepumpe 9 kW	20'500.00	20	1'442
Puffer +WW Speicher	9'500.00	20	668
Expansion	350.00	20	25
Heizleitungen inkl. allem	2'000.00	20	141
Sanitärleitungen inkl. allem	2'000.00	20	141
Montage aller Komponenten	6'000.00	20	422
Leitungsdämmung	1'200.00	20	84
Elektroinstallation	3'500.00	20	246
IBN	980.00	50	42
Baumeister	2'500.00	50	107
	51'130.00		3'434
Förderbeitrag	7'750.00		
Total Investitionen	43'380.00		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	3'434		
Unterhalt	600		
Energiekosten	1'583		
Total Jahreskosten	5'617		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	25		
Betriebsgebundene Kosten	4		
Verbrauchsgebundene Kosten	12		
Total Wärmegestehungskosten	42		

Anschluss Primeo Standort Kindergarten - Wärmeverbund			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
Investitionen (CHF)		a	CHF/a
Einmaliger Anschluss (Anschlussleitung)	580'000.00	50	24'728
Projektentwicklung	300'000.00	50	12'790
Planungskosten	500'000.00	50	21'317
Übergabestation			
Gebäude und Umgebung	300'000.00	50	12'790
Übergabestation	60'000.00	20	4'222
Heizgruppe	20'000.00	20	1'407
Speicher (braucht es nicht)	-	20	-
Expansion / Sicherheit	50'000.00	20	3'518
Leitungen, Kleinmaterial	20'000.00	20	1'407
Leitungsisolierung (inkl.)	-	20	-
Montage	24'000.00	20	1'689
Elektriker	50'000.00	20	3'518
Wärmezähler Übergabestation	20'000.00	20	1'407
IBN	5'000.00	50	213
Leitungsnetz VL 70°			
Baumeister	3'200'000.00	50	136'428
Fernleitungsrohr	790'000.00	50	33'681
Kellerleitung	330'000.00	20	23'219
Leckortung	20'000.00	20	1'407
Wärmezähler Kunden (inkl. Funkauslesung)	310'000.00	20	21'812
	6'579'000.00		305'553
Total Investitionen	6'579'000.00		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	305'552.72		
Unterhalt (Betrieb, Personal etc.)	65'790.00		
Energiekosten			
Grundpreis	206'000.00		
Leistungspreis	162'500.00		
Total Jahreskosten	739'843		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	15		
Betriebsgebundene Kosten	3		
Verbrauchsgebundene Kosten	18		
Total Wärmegestehungskosten	37		

Anschluss Primeo Standort Kirche - Wärmeverbund			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
Investitionen (CHF)		a	CHF/a
Einmaliger Anschluss (Anschlussleitung)	-	50	-
Projektentwicklung	300'000.00	50	12'790
Planungskosten	500'000.00	50	21'317
Übergabestation			
Gebäude und Umgebung	300'000.00	50	12'790
Übergabestation	60'000.00	20	4'222
Heizgruppe	20'000.00	20	1'407
Speicher (braucht es nicht)	-	20	-
Expansion / Sicherheit	50'000.00	20	3'518
Leitungen, Kleinmaterial	20'000.00	20	1'407
Leitungsisolierung (inkl.)	-	20	-
Montage	24'000.00	20	1'689
Elektriker	50'000.00	20	3'518
Wärmezähler Übergabestation	20'000.00	20	1'407
IBN	5'000.00	50	213
Leitungsnetz VL 70°			
Baumeister	3'200'000.00	50	136'428
Fernleitungsrohr	790'000.00	50	33'681
Kellerleitung	330'000.00	20	23'219
Leckortung	20'000.00	20	1'407
Wärmezähler Kunden (inkl. Funkauslesung)	310'000.00	20	21'812
	5'999'000.00		280'825
Total Investitionen	5'999'000.00		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	280'825.16		
Unterhalt (Betrieb, Personal etc.)	59'990.00		
Energiekosten			
Grundpreis	206'000.00		
Leistungspreis	162'500.00		
Total Jahreskosten	709'315		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	14		
Betriebsgebundene Kosten	3		
Verbrauchsgebundene Kosten	18		
Total Wärmegestehungskosten	35		

Anschluss Primo Standort Kindergarten - Hausstation Kunde			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
		a	Kalkulationszinssatz 3.5%
Investitionen (CHF)			
Anschlussbeitrag an IWB	11'250.00	50	480
Hausstation 9 kW			
Abmelden Gasanschluss	300.00	50	13
Demontage Heizkessel	900.00	40	42
Demontage WW Speicher	400.00	40	19
Übergabestation mit Gruppen	8'000.00	20	563
WW Speicher	2'600.00	20	183
Expansion	300.00	20	21
Heizleitungen inkl. allem	1'500.00	20	106
Sanitärleitungen ink. allem	1'500.00	20	106
Montage aller Komponenten	4'500.00	20	317
Leitungsämmung	1'000.00	20	70
Elektroinstallation	2'000.00	20	141
IBN	500.00	50	21
	34'750.00		2'080
Förderbeitrag	7'800		
Total Investitionen	26'950		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	2'080		
Unterhalt	300		
Energiekosten			
Grundpreis & Leistungspreis kombiniert	5'025		
Total Jahreskosten	7'405		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	15		
Betriebsgebundene Kosten	2		
Verbrauchsgebundene Kosten	37		
Total Wärmegestehungskosten	55		

Anschluss Primo Standort Kirche - Hausstation Kunde			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
		a	Kalkulationszinssatz 3.5%
Investitionen (CHF)			
Anschlussbeitrag an IWB	11'250.00	50	480
Hausstation 9 kW			
Abmelden Gasanschluss	300.00	50	13
Demontage Heizkessel	900.00	40	42
Demontage WW Speicher	400.00	40	19
Übergabestation mit Gruppen	8'000.00	20	563
WW Speicher	2'600.00	20	183
Expansion	300.00	20	21
Heizleitungen inkl. allem	1'500.00	20	106
Sanitärleitungen ink. allem	1'500.00	20	106
Montage aller Komponenten	4'500.00	20	317
Leitungsämmung	1'000.00	20	70
Elektroinstallation	2'000.00	20	141
IBN	500.00	50	21
	34'750.00		2'080
Förderbeitrag	7'800		
Total Investitionen	26'950		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	2'080		
Unterhalt	300		
Energiekosten			
Grundpreis & Leistungspreis kombiniert	4'890		
Total Jahreskosten	7'270		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	15		
Betriebsgebundene Kosten	2		
Verbrauchsgebundene Kosten	36		
Total Wärmegestehungskosten	54		

Mikroverbundlösung mit Erdsonden			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
		a	Kalkulationszinssatz (3.5%)
Investitionen (CHF)			
Planungskosten	15'000.00	50	640
Erdsondenbohrungen mit Baumeister 3x 300 m	70'000.00	50	2'984
Abmelden Gasanschluss 5x	1'500.00	50	64
Demontage Heizkessel 5x	4'000.00	40	187
Demontage WW Speicher 5x	2'000.00	40	94
Wärmepumpe 45 kW	36'000.00	20	2'533
WP Boiler 5 Stk.	25'000.00	20	1'759
Expansion	1'200.00	20	84
Heizleitungen inkl. allem	10'000.00	20	704
Sanitärleitungen ink. allem	6'000.00	20	422
Montage aller Komponenten	13'000.00	20	915
Leitungsdämmung	6'000.00	20	422
Elektroinstallation	8'500.00	20	598
Wärmezähler 6 Stk.	11'000.00	20	774
Baumeister	1'500.00	50	64
IBN	2'000.00	50	85
Erweiterung elektrischer Hausanschluss	30'000.00	50	1'279
	243'000.00		13'608
Förderbeitrag	19'000		
Total Investitionen	224'000.00		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	13'608		
Unterhalt	1'000		
Energiekosten	6'332		
Total Jahreskosten	20'940		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	20		
Betriebsgebundene Kosten	1		
Verbrauchsgebundene Kosten	9		
Total Wärmegestehungskosten	31		

Nanoverbund			
		Nutzungsdauer	Jährliche Kapitalkosten
Investitionen (CHF)		a	Kalkulationszinssatz 3.5%
Planungskosten	7000	50	298
Abmelden Gasanschluss 5x	1'500	50	64
Demontage Heizkessel	4'500	40	211
Demontage WW Speicher	2'000	40	94
1 x WP Luft-Wasser	24'000	20	1'689
1 x WP Erdsonde	25'000	20	1'759
2 x Puffer + WW Speicher	19'000	20	1'337
2 x Expansion	700	20	49
Heizleitung inkl. Allem	4'000	20	281
Sanitärleitungen inkl. Allem	4'000	20	281
Montage aller Komponenten	12'000	20	844
Leitungsdämmung	2'400	20	169
Elektroinstallation	7'000	20	493
IBN	2'000	50	85
Baumeister WP Luft-Wasser	2'500	20	176
Erdsondenbohrungen mit Baumeister	35'000	20	2'463
Vernetzung 5x	75'000	50	3'198
	227'600		13'491
Förderbeitrag	19'500		
Total Investitionen	208'100		
Jahreskosten (CHF/a)			
Kapitalkosten	13'491		
Unterhalt	1'350		
Energiekosten	7'116		
Total Jahreskosten	21'957		
Wärmegestehungskosten (Rp./kWh)			
Kapitalgebundene Kosten	20		
Betriebsgebundene Kosten	2		
Verbrauchsgebundene Kosten	11		
Total Wärmegestehungskosten	33		