

Wärmepumpen – Mehr als nur eine Standardlösung

Wärmepumpen in dicht besiedelten Gebieten

Voraussetzungen / Systeme / Rahmenbedingungen

Einsatzgrenzen: Systemtemperatur

Anwendungen bis 62°C

- Je kleiner der Hub, desto besser die Effizienz – nichts Neues also
- Lösungen seit Jahrzehnten vorhanden und bewährt - Stand der Technik
- Differenz Eintritt Quelle zu Austritt Senke
 - bis 30 K sehr gut
 - bis 40 K gut
 - bis 50 K OK
 - bis 60 K teilweise schon mit Einschränkungen (Verdichterbauart, Kältemittel, Lastbereich)
 - bis 70 K schwierig, d.h. Massnahmen notwendig
 - über 70 K einstufig fast unmöglich / nur mit Massnahmen und deutlichen Einschränkungen
- Außentemperatur -10°C / Warmwasserproduktion 60°C gegeben (einstufig)

Anwendungen von 65°C bis 95°C

- Lösungen seit Jahren vorhanden
- Weiterentwicklungen kurz vor breiter Markteinführung

Kältemittel – Ein Überblick

1830 - 1930

1. Generation:
was immer
funktioniert,
verfügbar ist

- Ammoniak
- Gruppe der Kohlenwasserstoffe (KW)
 - R290 Propan
 - R1270 Propylen
- Kohlendioxyd (R744)

1931 - 1992

2. Generation:
Sicherheit ist
oberstes Gebot

- Ammoniak (R717)
- Gruppe der FCKW:
 - R11
 - R12
 - R13
 - R13B1
 - R115
 - R502
 - etc.

1992 - 2010

3. Generation:
Reduktion des
ODP oder kein
ODP

- Ammoniak (R717)
- Gruppe der H-FKW's:
 - R134a
 - R404A
 - R507
 - R32
 - R407C
 - R410A
 - Etc.

2011 - ...

4. Generation:
kein ODP und
Reduktion des
GWP

- Ammoniak (R717)
- Kohlendioxyd (R744)
- Gruppe der HFO's:
 - R1234yf
 - R1234ze
- Gruppe der Kohlenwasserstoffe (KW)
 - R600a
 - R290
- Gruppe der Low GWP Kältemittel:
 - R32
 - R454A/B
 - Etc.

20(30) - ...

5. Generation:
kein ODP,
Reduktion GWP,
Oberflächen Gewässer schützen

- Ammoniak (R717)
- Kohlendioxyd (R744)
- Gruppe der Kohlenwasserstoffe (KW)
 - R600a
 - R290
- Gruppe der HFO's:
 - R1234yf
 - R1234ze
- Gruppe der Low GWP Kältemittel:
 - R32
 - R454A/B
 - Etc.

Grundsätzlich / Empfehlung

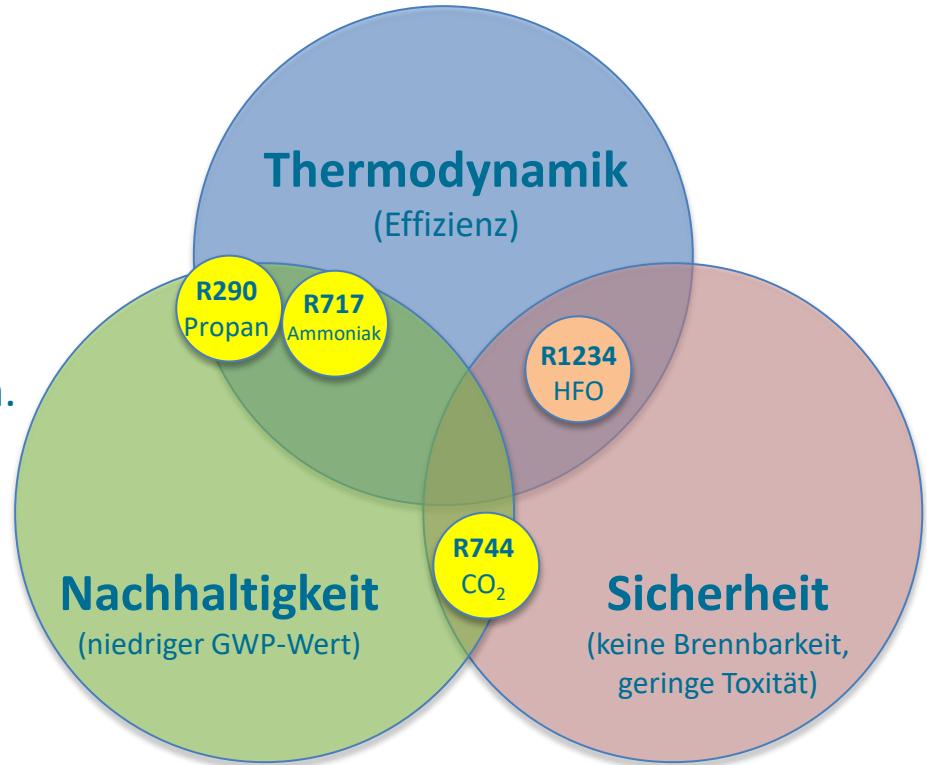
- Keine Neuanlagen mit GWP > 2100 ausführen
- Schnell abbaubare Kältemittel mit Fluor bilden im Grundwasser TFA (Trifluoressigsäure). Diese zählt zu den PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) und sind für unser Trinkwasser problematisch.
- Wärmepumpenanlagen und Kälteanlagen mit Kälteleistung > 200 kW nur mit natürlichen Kältemittel ausführen.

Quelle: XtegraSol Kälte AG Kälte AG

Wärmepumpen in dicht besiedelten Gebieten

Kältemittelwahl - Zukunft

- Ein ideales Kältemittel gibt es nicht.
Ohne GWP, nicht brennbar, nicht giftig und mit hervorragenden Eigenschaften.
- Bei der Auswahl muss immer ein Kompromiss gefunden werden.
- Ebenfalls ist der Kostenaspekt zu beachten. Sicherheitseinrichtungen sind in der Regel mit Kosten verbunden
- Standard-Hersteller setzen vermehrt auf R290



Quelle: <https://www.haustec.de/heizung/waermepumpen/waermepumpen-moeglichkeiten-und-grenzen-der-neuen-kaeltemittel>

Schritte und Punkte beim Ersatz von fossilen Heizungsanlagen

Energie- und Leistungsbedarf minimieren

- Gebäudehülle sanieren bevor die Heizung ersetzt wird
- Abgabesysteme optimieren (ergänzen Heizflächen --> Senken Systemtemperaturen)
- Messungen von Leistungen / Warmwasser
- Gleichzeitigkeit grosszügig anwenden

Platzverhältnisse / Traglasten prüfen resp. schaffen

- Der Platzbedarf für Wärmepumpen wird i.R um ein mehrfaches grösser sein
- Sicherheit bezüglich Aufstellungsort und Fluchtwegen beachten
- geeignete Energiequelle(n) definieren – Synergien mit Kälteerzeugung nutzen
- Schallschutz: Körperschall / Luftschall

Synergien mit anderen Gewerken / Bauten suchen und nutzen

- Baukörper

Frühzeitig: Denkmalpflege / Schallschutz / Umgebungsplanung / Elektro-Anschluss / Tiefbau

Beispiele Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft/Wasser-Wärmepumpen bewährt

- Bekannt und Stand der Technik
- Diverse Varianten / Bauformen
- Standard EFH/MFH



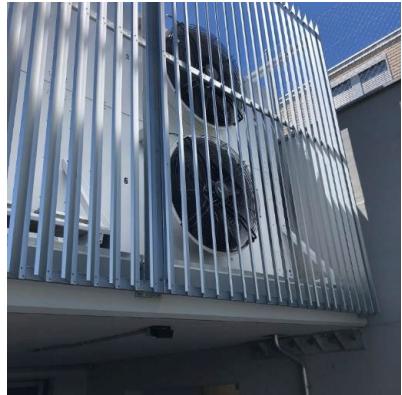
Aussenluft als Wärmequelle und/oder für Rückkühlung

- Diverse Bauformen: Liegend oder stehend



Wärmepumpen in dicht besiedelten Gebieten

Aussenluft als Wärmequelle mit Sichtschutz



in dieser Ausführung **ungeeignet** da

- Luftkurzschluss -> tiefere Lufttemperatur
- ca. 20% Effizienz- und Leistungsverlust

in dieser Ausführung **geeignet** da

- Luft kann im unteren Bereich frei nachströmen
- Wurfweite der Ventilatoren ist genügend gross, dass die Luft über den Sichtschutz geblasen wird

Wärme- und Kälteerzeugung (Beispiel GH, Zürich)

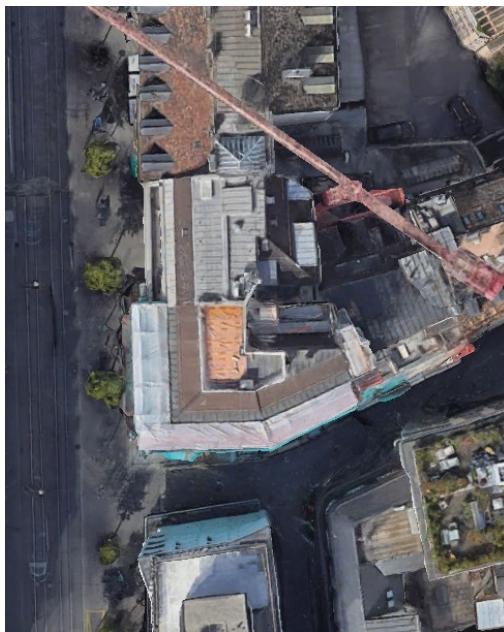


Eckdaten

Splitt-System / Hochtemperatur-WP

Bahr	2022
Anlage	L/W-WP/KM Split
Kältemittel	R407C
Heizleistung	190 kW bei A-8/W54
Kälteleistung	140 kW bei Teillast 50%
Anlage	W/W-WP
Kältemittel	R134a
Heizleistung	8kW bei W16/W60

Wärme- und Kälteerzeugung (Beispiel GH, Zürich)

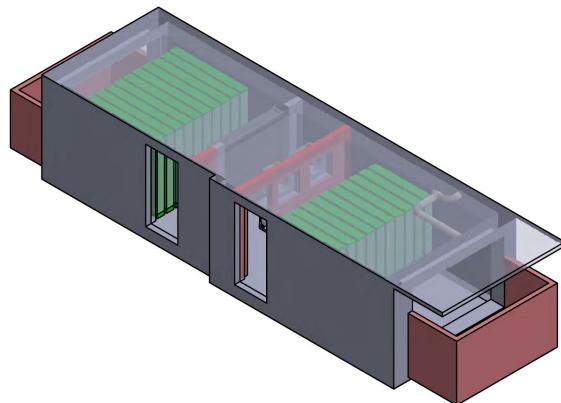


Eckdaten

Split-System / Hochtemperatur-WP

Baujahr	2022
Anlage	L/W-WP/KM Split
Kältemittel	R410A
Heizleistung	88 kW bei A-8/W35
Kälteleistung	132 kW
Anlage	W/W-WP
Kältemittel	R134a
Heizleistung	5kW bei W18/W60

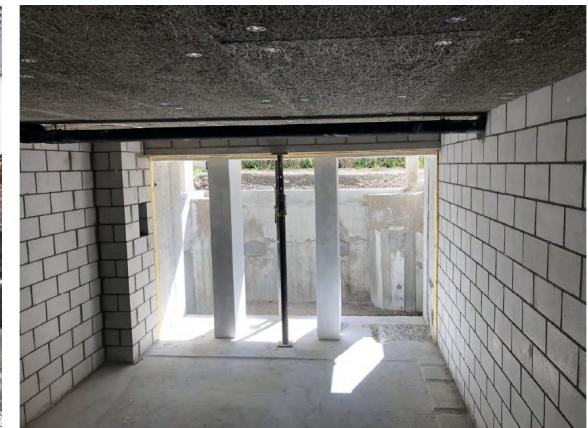
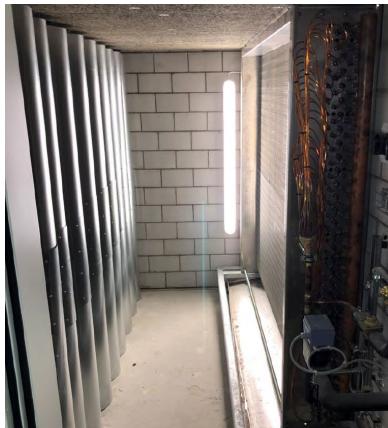
Wärmeerzeugung (Beispiel MFH, Winterthur)



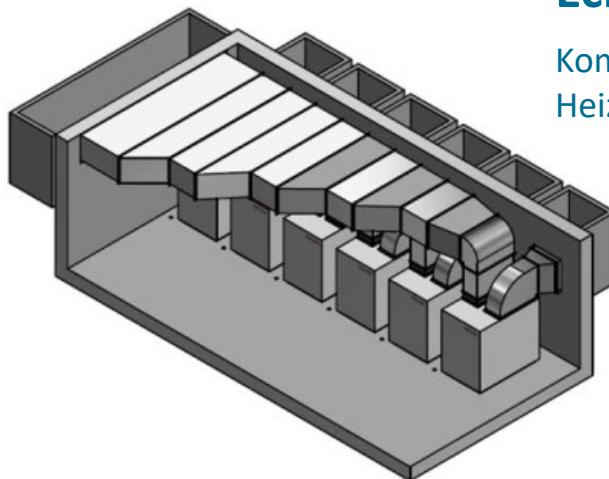
Eckdaten

Split-System (Einbau Tankraum)

Baujahr	2020
Anlage	L/W-WP Split
Kältemittel	R407C
Heizleistung	81 kW bei A-8/W50



Wärmeerzeugung – Kaskadenlösungen



Eckdaten

Kompakt-anlagen
Heizleistung

bis 6er-Kaskade
bis 93 kW bei A-7/W55
(Hersteller Standard-
Lösungen)

Beispiele Erdwärme-Sonden-Wärmepumpen

Erwärmung – Kompakt/Übersicht

- Bohrtiefe 100 - 250 m --> Normalfall
- Abstand zwischen Erdwärmesonden 10 - 15 m
- Leistungen ca. 25 - 45 W/m (i.R. 35 W/m, 75 kWh/m)
- Kosten: 80 - 110 CHF/lm (inkl. Verbindungsleitungen)
- 3 K / 100 m
- Freie Kühlung
- Aufstellung Bohrgeräte
- Füllung i.R. mit Frost min. 25% Glykol
- Regeneration:
 - Grob gilt: Ab 100 kW ist vollständige Regeneration wirtschaftlich
Zwischen 30 bis 100 kW -> teilweise Regeneration
- Regenerationsmöglichkeiten
 - Geocooling (Kühlung über z.B. "Fussbodenheizung")
 - über Sonnenenergie (PVT Hybridkollektor, unverglaster Kollektor mit selektiver Beschichtung)
 - über Außenluft (Luftwärmetauscher)
 - Abwärme, Rückkühlung
 - je mehr Regeneration desto weniger Geo-Cooling



Trockenkühler in Tröpfchenform, Foto: Günzner GmbH & Co. KG



Erdwärmesonden in der Umgebung

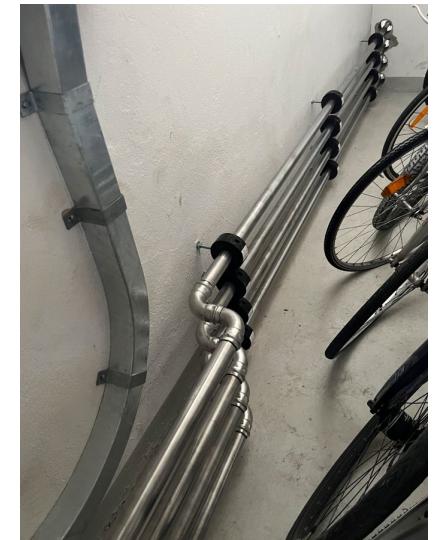


- Vorsicht: Bestehende Werkleitungen --> Sondierungen
- Umgebungsarbeiten aufwändig / kostenintensiv
- ggf. Einschränkung Nutzer

Erdwärmesonden in der Umgebung



- Installationszone Trottoir
- Absperrungen Strassen
- Installationen auf Putz im Untergeschoss



Beispiel – Sanierung Tertianum

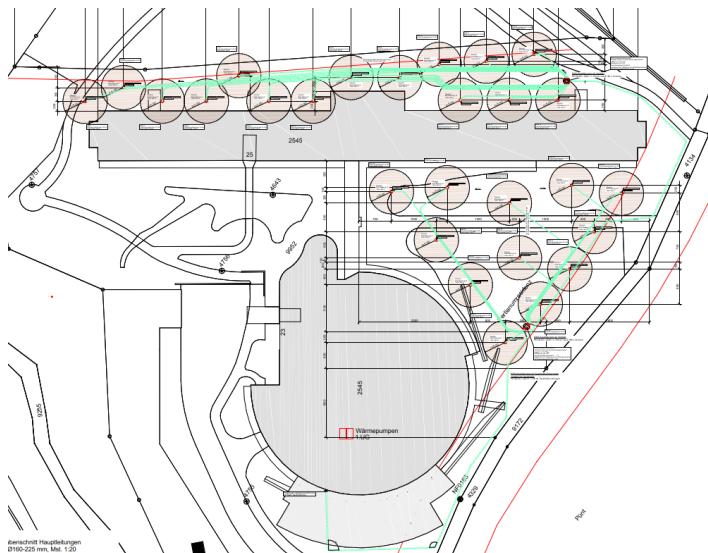
- Ziel: Ersatz fossile Heizungsanlage
- Bestehende Gaskessel 470 kW / Ölheizkessel 502 kW
- Schätzung Heizleistung aus Öl/Gasverbrauch (\varnothing 3 a, 2'400 Vollbetriebsstunden) 551 kW



Eckdaten Sanierung

- Aus den gemessenen und analysierten Werten resultiert: Wärmebedarf AT -10 / 405 kW
Warmwasserbedarf 5'000 l/d
Zirkulationsverluste 7.2 kW

- 2 Niedertemperatur WP à 193 kW
- 1 Hochtemperatur-WP à 40 kW
- Frischwasserstation für Warmwasser
- Regeneration über Lüfter auf dem Dach
- Freie Kühlung über «Fussbodenheizung»
- 27 Erdwärmesonden à 360 m auf 2 Feldern
- Investition H/EWS ca. 2.4 Mio.



Wärmepumpen in dicht besiedelten Gebieten

Fragen

Der Heizungsersatz ist eine integrale Aufgabe und braucht Kompromisse.

Luft/Wasser-Wärmepumpen können technisch, baurechtlich und gestalterisch in dicht besiedelten Gebieten gut integriert werden!

Erdwärmesonden bedingen grosse Eingriffe in die Umgebung.

Schallschutz und elektrischer Anschluss früh erhärten.