

Vademecum

«Aufdach-Wärmepumpen»

Praktischer Leitfaden für die
Montage von Aufdach-Luft-Wasser-
Wärmepumpen auf kleinen und
mittleren Mehrfamilienhäusern

Mit Unterstützung von



Glossar

BFE	Bundesamt für Energie
BH	Bauherrschaft
BI	Bauingenieurwesen
COP	Coefficient of performance (Leistungskennzahl)
EBF	Energiebezugsfläche [m ²]
FWS	Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz
HLKS	Heizung, Lüftung, Klima, Strom (Haustechnik)
IDC	Indice de dépense de chaleur (Energieleistung pro Gebäudefläche und Jahr) [MJ/m ²]
JAZ	Jahresarbeitszahl (jährlicher COP)
MSR	Messen, Steuern, Regeln
PCC	Plan climat cantonal (Klimaplan des Kantons Genf)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIG	Services industriels de Genève (Energie und Wasser Genf)
TWW	Trinkwarmwasser
WP	Wärmepumpe

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	5
2. Grunddaten.....	6
3. Machbarkeitsstudie.....	6
3.1 Strom	6
3.2 Heizung und Trinkwarmwasser	7
3.2.1 Integrationsweise.....	7
3.2.2 Platz im Heizungsraum.....	7
3.2.3 Standort	7
3.3 Tragwerk.....	13
3.4 Akustik, Erschütterungen.....	13
3.4.1 Luftschall.....	13
3.4.2 Körperschall.....	15
3.5 Anderes.....	16
3.5.1 Asbest.....	16
3.5.2 Brandschutz.....	16
3.5.3 Denkmal- und Dorfbildschutz.....	17
4. Projektierung	17
4.1 Strom	17
4.1.1 Einspeisung	17
4.1.2 Regelung und Schalttafeln.....	17
4.1.3 Messen, Zählen	17
4.2 Heizung und Trinkwarmwasser	18
4.2.1 Leistung und Integration	18
4.2.2 Hydraulikschema und -einbindung	21
4.2.3 Kondensat.....	24
4.2.4 Speicher.....	24
4.2.5 Pumpen.....	24
4.2.6 Leitungen	24
4.2.7 Kältemittel	24
4.3 Statik.....	25
4.3.1 Lagerung.....	25
4.4 Akustik, Erschütterungen.....	26
5. Realisierung.....	26
5.1 Allgemeines	26
5.1.1 Startschuss	26
5.1.2 Meldungen	26
5.1.3 Koordination.....	26
5.1.4 Sicherheit.....	26

5.1.5	Kranarbeiten	27
5.1.6	Gebäudeschäden	27
5.2	Strom	27
5.3	Heizung.....	27
5.3.1	Qualität des Heizwassers	27
5.3.2	Leckagekontrolle.....	27
5.4	Statik, Ingenieurwesen	27
5.5	Akustik	28
5.6	Anderes.....	28
5.6.1	Verputz, Anstrich, Spenglerei	28
6.	Inbetriebsetzung, Abnahme	28
6.1	Inbetriebsetzung	28
6.2	Abnahme.....	28
Anhang 1: Zusammenfassende Checkliste		29

1. Einführung

In der Schweiz werden etwa 75% der Energie für Heizsysteme in Form von fossiler Energie importiert. Das Ziel des Bundes ist es, bis 2020 die gesamten CO₂-Emissionen um 20% zu senken (Referenzjahr 1990), insbesondere dank einer Reduktion um 40% im Gebäudebereich. Auf Bundesebene wurden die nötigen Instrumente bereitgestellt, um bei den Heizsystemen die erneuerbaren Energien zu fördern, namentlich das Gebäudeprogramm. Doch reichen diese Massnahmen nicht aus, um die angestrebten Emissionswerte zu erreichen. Bis 2014 wurde ein Rückgang der CO₂-Werte um 9% im Vergleich mit 1990 festgestellt, wobei die Gebäudeemissionen um 30% zurückgegangen waren.

Ergänzend zu den Massnahmen des Bundes haben auch die Kantone Aktionen eingeleitet, um den Einsatz der erneuerbaren Energien zu vereinfachen und die Energieeffizienz zu steigern. In Genf hat sich der Kanton einen Kantonalen Klimaplan (Plan climat cantonal, PCC) gegeben und ist eine Partnerschaft mit dem kantonalen Energie- und Wasserbetreiber Services Industriels de Genève (SIG) eingegangen, um speziell im Gebäudebereich die Energiewende voranzutreiben.

Mit dem Programm éco21 zielt die SIG darauf ab, die Umsetzung erneuerbarer Lösungen bei der Wärmeerzeugung in bestehenden Gebäuden (in Ein- und Mehrfamilienhäuser) zu fördern. Die Besitzer von Einfamilienhäusern (EFH) erhalten Betreuung, Beratung und finanzielle Hilfe. Unter dem Strich rechnet sich der Mehraufwand für eine erneuerbare Heizanlage in wenigen Jahren. Bei den Mehrfamilienhäusern (MFH) hingegen werden Strom und Unterhalt von den Mietern getragen, während die Investitionskosten ausschliesslich zu Lasten des Besitzers gehen. Die zahlreichen technischen Zwänge und auch andere Hürden bieten den Eigentümern von MFH keinen Anreiz, um in erneuerbare Anlagen zu investieren. Tatsächlich sind Heizungslösungen mit erneuerbaren Energiequellen etwa fünfmal teurer als herkömmliche Systeme. Aus diesen Gründen begnügen sich die Eigentümer damit, alte Anlagen einfach durch neue fossile Heizungen zu ersetzen.

Um diesem Hindernis zu begegnen, hat SIG-éco21 im Rahmen des Programms «Erneuerbar heizen» (Chaleur renouvelable) ein «Contracting» eingeführt. Dabei übernimmt das Programm SIG-éco21 die gesamten Investitionskosten für die neue Anlage und stellt den Mietern direkt Rechnung für den Wärmeverbrauch. Der Eigentümer bezahlt nur den Betrag, den er für eine neue fossile Heizung hätte ausgeben müssen.

In diesem Zusammenhang hat SIG-éco21 in Genf mehrere Pilotanlagen mit Luft-Wasser-Wärmepumpen auf MFH realisiert. Die ersten Ergebnisse fielen äusserst ermutigend aus, weshalb dieses System in Genf und auch in der übrigen Schweiz breit eingeführt werden soll, um die Energiewende zu beschleunigen. In Partnerschaft mit dem Bundesamt für Energie (BFE) will SIG-éco21 seine Vorarbeiten nutzbar machen und zu weiteren Projekten anregen.

Das vorliegende Dokument richtet sich in erster Linie an Architekturbüros und will ein praktischer Leitfaden sein, der auf den Erfahrungen von SIG-éco21 beruht. Er behandelt zwei Hauptthemen (s. nachstehende Tabelle): 1. die SIA-Projektphasen; 2. die wichtigsten Planungsbereiche für Renovationsprojekte von MFH, bei denen die fossilen Energieträger durch Luft-Wasser-Wärmepumpen ersetzt werden (Strom, Heizung, Ingenieurwesen, Akustik).

Planungsphase	Strom	Heizung	Statik, Ingenieurwesen	Akustik, Erschütterungen	Anderes
Machbarkeitsstudie	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Projektierung	4.1	4.2	4.3	4.4	
Realisierung	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
Inbetriebsetzung, Abnahme			6.1 / 6.2		

Die Zahlen verweisen auf die jeweilige Kapitel-Ziffer in diesem Dokument.

2. Grunddaten

Der Gebäudeeigentümer sollte die folgenden Informationen bereitstellen:

- Pläne, Schnitte und Masse
- Bewehrungsplan der Dachdecke*
- HLKS-Schemapläne des Gebäudes*
- Aktuelle Heizungsleistung, Vorlauftemperatur Heizung
- Aktueller Energieverbrauch für Heizung und Trinkwarmwasser
- Trinkwarmwasserverbrauch*
- Energiebezugsfläche (EBF), Nutzung, Bewohnerzahl
- Durchschnittlicher IDC (Energieleistung pro Gebäudefläche und Jahr) über 3 Jahre

Die Bauherrschaft setzt ihr Produktionsziel wie folgt:

- Deckungsgrad durch die Wärmepumpe (WP)
- Minimale angestrebte Jahresarbeitszahl (JAZ)

* Für Altbauten sind diese Angaben möglicherweise nicht verfügbar.

Subventionen

Bund und Kantone richten für Wärmepumpen, die als Ersatz elektrischer oder fossiler Heizungssysteme (Heizöl, Gas) eingebaut werden, Subventionen aus. Dazu müssen die Vorgaben des harmonisierten Fördermodells der Kantone (HFM) beachtet werden. Wärmepumpen mit einer Leistung bis zu 15 kW müssen mit dem Gütesiegel «Wärmepumpen-System-Modul» zertifiziert sein. Für grössere Anlagen müssen ein anerkanntes Gütesiegel (z.B. EHPA) und die Leistungsgarantie von EnergieSchweiz vorliegen. Daneben gelten weitere Kriterien und Empfehlungen des HFM und der einzelnen Kantone.

Die Subventionen müssen zwingend vor Beginn der Bauarbeiten beantragt werden.

3. Machbarkeitsstudie

3.1 Strom

Die elektrische Auslegung (Leistung, Höchststrom, Startstrom) ergibt sich aus den von der BH bestimmten Funktionsbedingungen (Heizleistung bei gegebener Aussen- und Heiztemperatur).

Zustand und Auslegung des elektrischen Hausanschlusses prüfen.

Genügt der bestehende Anschluss den Anforderungen einer WP?

Beispiel: Berechnung der thermischen Leistung, die aufgrund des bestehenden Anschlusses und der Auslegungstemperatur möglich ist.

$$P_{WP \text{ mit Auslegungs-T}} [kW] = P_{\text{bestehender Anschluss}} [kW] * COP_{\text{Auslegungs-T}}$$

Ergibt ungefähr (monovalente Anlage, bei Auslegungs-T -7 °C):

$$P_{WP \text{ mit Auslegungs-T}} [kW] \cong P_{\text{bestehender Anschluss}} [kW] * 2$$

Andernfalls: Kann der Anschlussstrom erhöht oder ein neuer Hausanschluss eingebaut werden?

Wenn nicht: Leistung der WP an die Auslegung des elektrischen Hausanschlusses anpassen. Ist der Anteil der erneuerbaren Energie am Gesamtsystem in diesem Fall für die BH noch akzeptabel?

Der Zustand der bestehenden Anlagen muss erhoben werden: Alle von den Bauarbeiten betroffenen Elemente (Schalttafeln, Verteiler) müssen normgerecht nachgerüstet werden.

3.2 Heizung und Trinkwarmwasser

3.2.1 Integrationsweise

Im Wesentlichen sind folgende Integrationsweisen möglich:

- Monovalent: Die WP produziert bei Auslegungstemperatur 100% der Heizleistung.
- Bivalent: Die WP produziert bei Auslegungstemperatur 40 bis 60% der Heizleistung, während als Zusatzheizung eine Gas- oder eventuell eine Ölfeuerung zum Einsatz kommt.

Die Leistung der WP bestimmt ihren Platzbedarf und ihr Gewicht, zwei zentrale Grössen, um die Machbarkeit der jeweiligen Integrationsweisen zu bestimmen.

Beispiel: Grössenordnung der erforderlichen Leistung im monovalenten und bivalenten Betrieb, aufgrund des Indice de dépense de chaleur IDC (Heizung + TWW, angenommener Wirkungsgrad Heizkessel 90%) bei extremem Auslegungspunkt:

$$\text{Wärmeleistung total [kW]} \cong \frac{\text{IDC} \left[\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \text{a}} \right] * \text{EBF} [\text{m}^2] * 1000 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{MJ}} \right] * 0,90}{3600 \left[\frac{\text{s}}{\text{h}} \right] * 2400 \left[\frac{\text{h}}{\text{a}} \right]}$$

$$\text{Leistung monovalente WP [kW]} = \text{Wärmeleistung total [kW]}$$

$$\text{Leistung bivalente WP [kW]} \cong 0,5 * \text{Wärmeleistung total [kW]}$$

3.2.2 Platz im Heizungsraum

Der verfügbare Platz im Heizungsraum ist ein wichtiges Kriterium. Die WP-Anlage umfasst unter anderem auch grosse Heiz- und Warmwasserspeicher, damit die WP nicht zu häufig ein- und ausgeschaltet wird. So kann die Lebensdauer der Apparate verlängert werden.

Wenn im Heizungs- oder einem Nebenraum nicht genügend Platz für die Speicher vorliegt, kann das ganze Projekt gefährdet sein.

Auch ist wichtig, ob der Zugang zum Heizungsraum gross genug ist, um die Speicher hineinbringen, denn sie vor Ort zusammenzubauen, wäre kostspieliger und komplizierter.

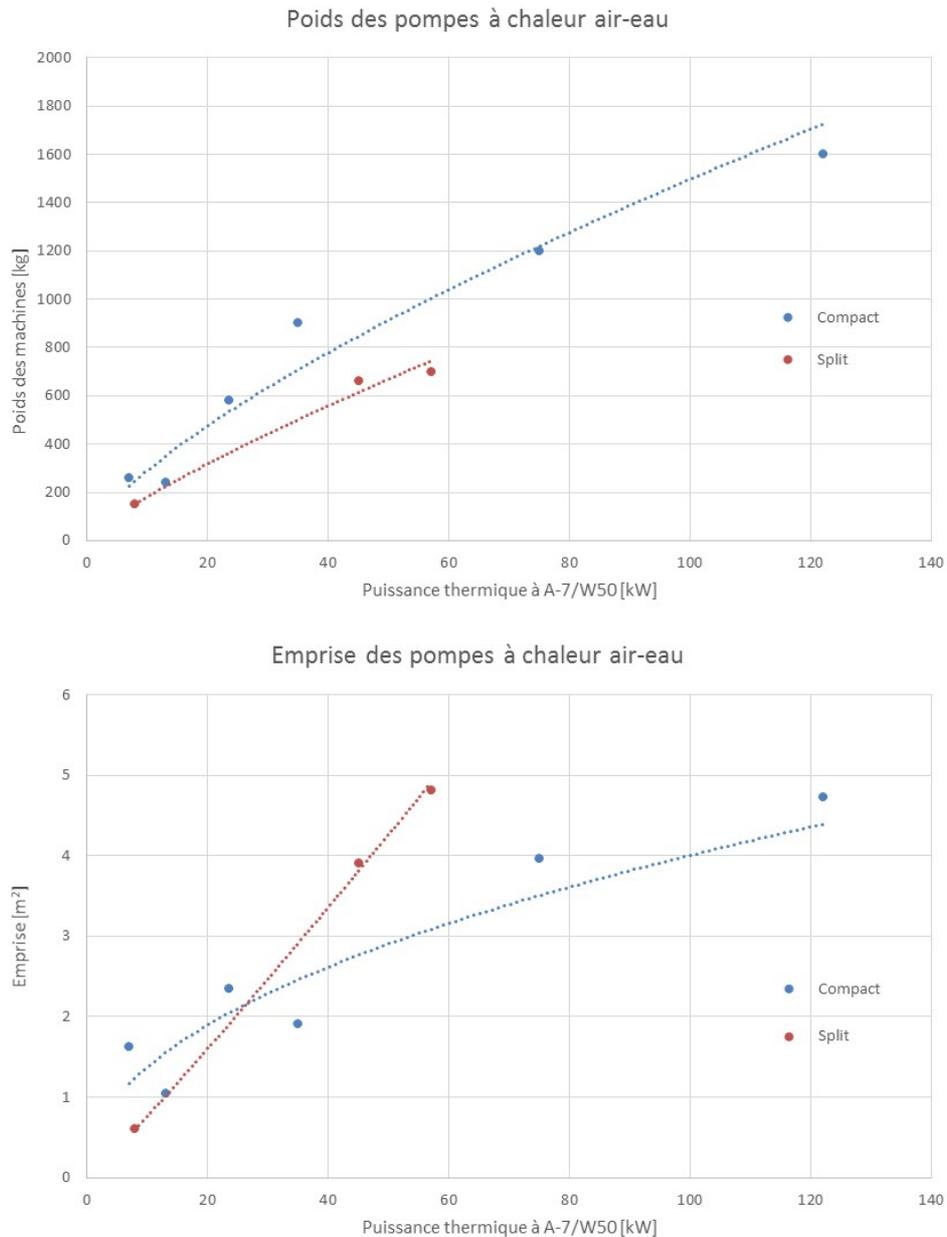
3.2.3 Standort

Platzbedarf und Gewicht

Die Dimensionierung, der Platzbedarf und das Gewicht der WP wird aufgrund der erforderlichen Wärmeleistung bestimmt. Auch die Abmessungen des Gebäudes müssen dabei berücksichtigt werden. Bei sichtbaren (z.B. Aufdach-) Anlagen kann auch die Ästhetik eine grosse Rolle spielen.

Im Allgemeinen sind Monoblock-Modelle schwerer als Split-Modelle. Doch brauchen sie weniger Platz bei gleicher Wärmeleistung.

Beispiel: Eigengewicht und Platzbedarf nach Wärmeleistung (bei -7/50) für Luft-Wasser-Wärmepumpen am Markt (Quelle: CSD).



Eine Begehung erlaubt die Beurteilung der unterschiedlichen Integrationsarten für die WP, zum Beispiel:

- Monoblock-Aussenanlage aufdach
- Split-Innenanlage (Dachgeschoss oder Raum), Ausseneinheit aufdach
- Monoblock-Innenanlage, Aussenluftfassung via Lichtschacht oder Fassade
- Split-Anlage Unter- oder Erdgeschoss, Ausseneinheit

Der gewählte Standort muss eine sichere Ausführung der Bau- und Wartungsarbeiten gewährleisten. Bei einer Dachmontage etwa muss eine Absturzsicherung (festes Geländer oder Seilsystem) in Betracht gezogen werden.

Beispiel: Monoblock-Anlage auf dem Dach eines MFH (Quelle: CSD).



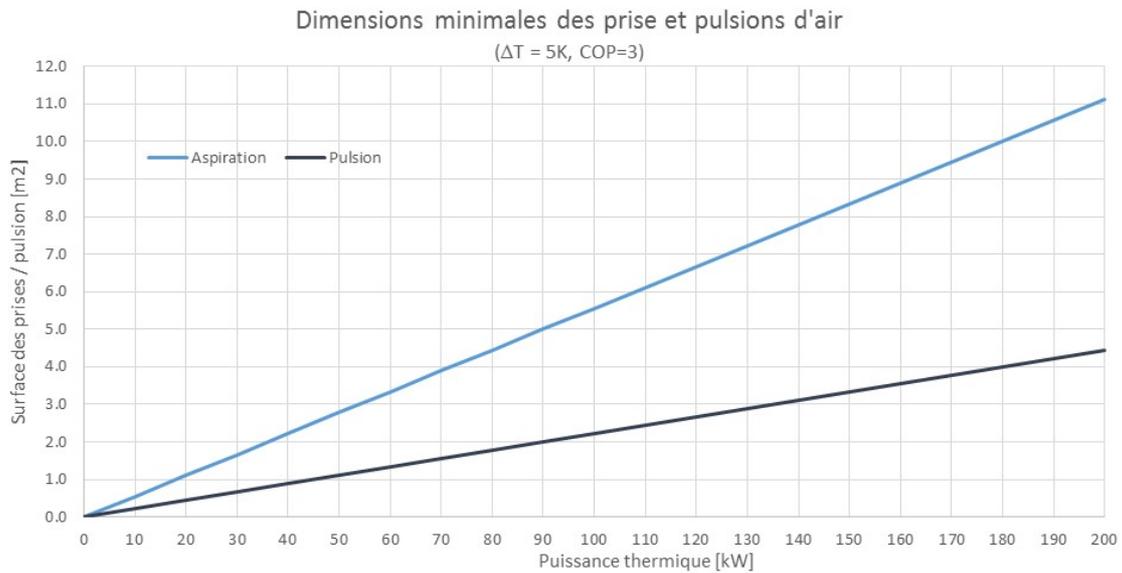
Beispiel: Anlage im Untergeschoss mit Luftkanälen
(Quelle: www.fws.ch, Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz).



Luftansaugung, Luftausblasung

Neben dem Platzbedarf für die WP ist auch freier Raum für das Ansaugen und Ausblasen der Luft erforderlich. Der Standort des Luftausblases muss anhand der damit verbundenen Emissionen beurteilt werden. Für die Aussenluftfassungen vgl. SIA-Norm 382/1, für Akustik und Erschütterung vgl. Kap. 3.4.

Beispiel: Minimale Fläche für Luftansaug und -ausblas nach Wärmeleistung bei Fassaden- oder Lichtschacht-Montage (Ansaugung: 2 m/s; Ausblasung: 5 m/s nach SIA 382/1, $\Delta T = 5 \text{ K}$, COP = 3) (Quelle: CSD).

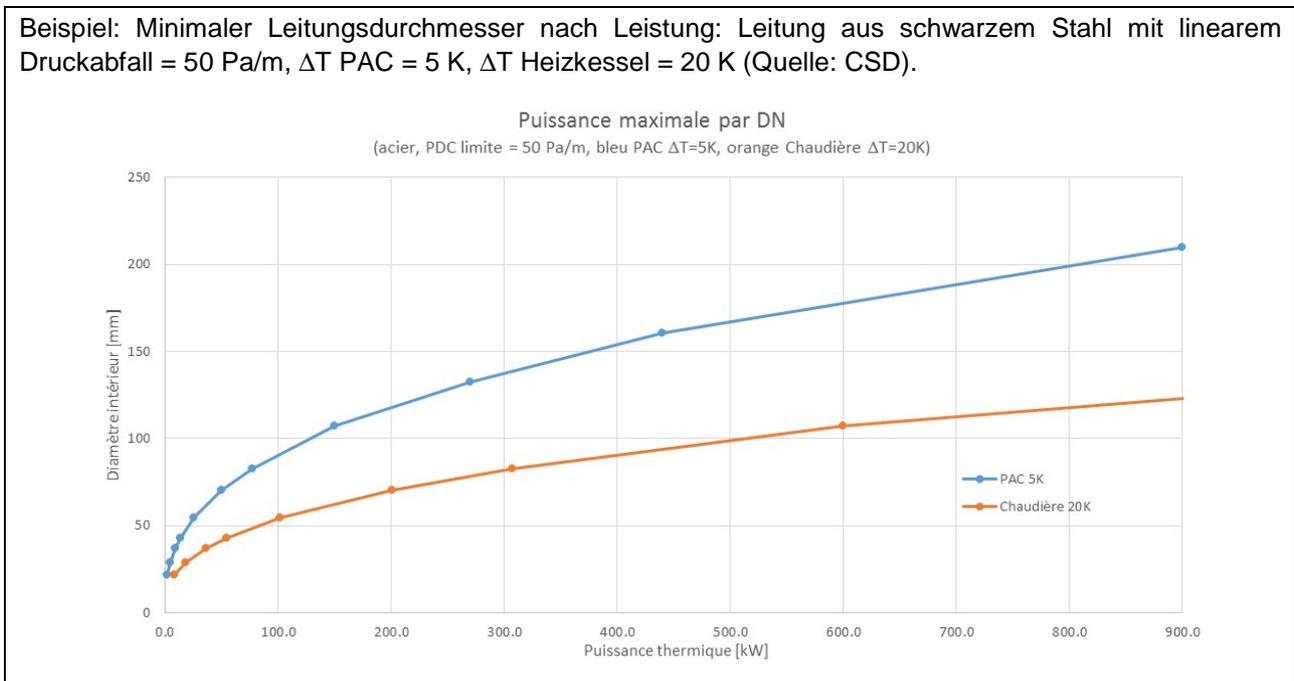


Achtung: Wenn die Aussentemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt, können die Wasserspritzer, die beim Abtauen des Verdampfers entstehen, auf der Fläche vor dem Luftaustritt zu Eisbildung führen. Dies muss bei der Standortwahl berücksichtigt werden.

Leitungen zwischen Wärmepumpe und Heizungsraum

Bei der Dimensionierung der Leitungen zwischen WP und Heizungsraum muss darauf geachtet werden, dass die WP grundsätzlich mit einem ΔT von 5 K funktioniert. Dies führt bei gleicher Leistung zu deutlich grösseren Fließmengen als bei einem Heizkessel.

Beispiel: Minimaler Leitungsdurchmesser nach Leistung: Leitung aus schwarzem Stahl mit linearem Druckabfall = 50 Pa/m, ΔT PAC = 5 K, ΔT Heizkessel = 20 K (Quelle: CSD).



Eine Begehung erlaubt die Wahl der möglichen Verbindung zwischen WP und Heizungsraum, zum Beispiel:

- Installationsschacht
- alter Müllschlucker, Wäscheabwurfschacht
- alter Kaminabzug
- Treppenhaus
- Fassade

Beispiel: Aufputz-Leitungen auf Fassade (Quelle: SIG-eco21, vor Isolierung, Vogelperspektive).



Beispiel: Aufputz-Leitungen auf Fassade (Quelle: SIG-eco21, nach Isolierung).



Beispiel: Aufputz-Leitungen auf Fassade (Quelle: SIG-eco21, Gesamtansicht).

3.3 Tragwerk

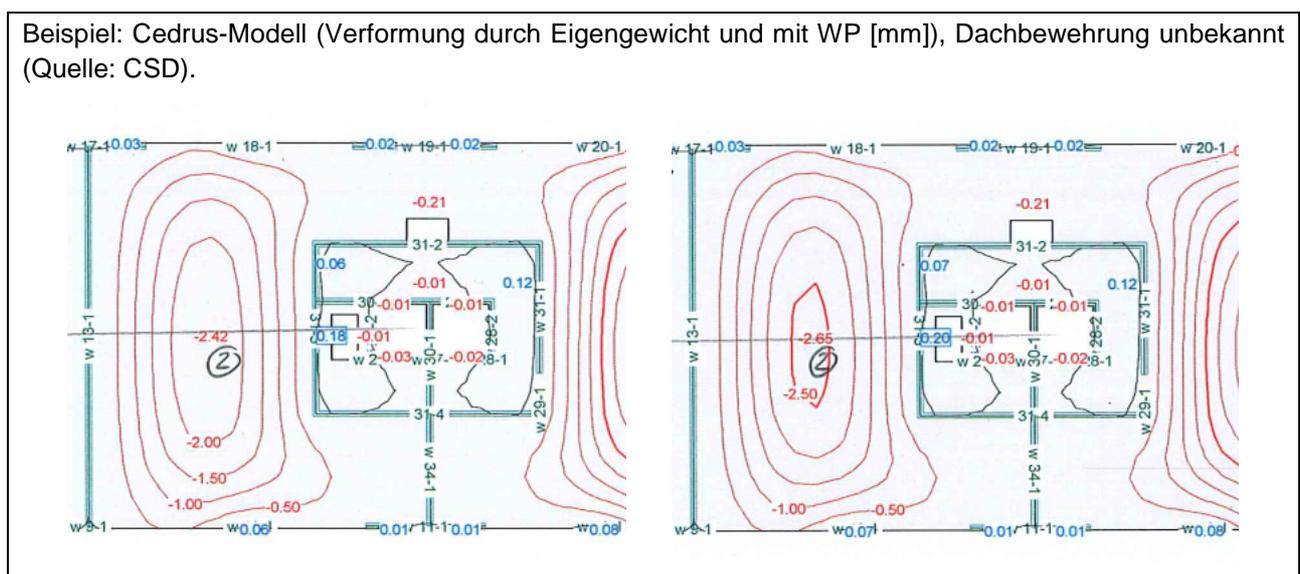
Die statische Beurteilung muss unbedingt von einem erfahrenen Bauingenieur vorgenommen werden.

Es muss geprüft werden, ob die geplanten Standortlösungen mit dem Gebäudetragwerk kompatibel sind, gerade bei einer Flachdach-Montage. Die Hauptproblematik stellt dabei nicht die Tragfestigkeit des Daches dar, sondern die Verformungen, die sich durch die WP-Anlage ergeben. Diese dürfen nicht grösser sein als die Toleranzwerte für die Verformung durch das Eigengewicht des Daches.

Die statische Beurteilung muss das gesamte Aufdach-System berücksichtigen:

- WP (Leergewicht)
- Wasser
- Unterbau (Füsse, Chassis, Betonsockel)
- Zubehör (Pumpen, Armaturen, Leitungen)

Die statische Beurteilung auf dem Dach bedingt, dass der Aufbau des Daches, die Stärke der Dachdecke und die Dachbewehrung im Detail bekannt sind. Bei Fehlen dieser Angaben muss von konservativen Hypothesen ausgegangen werden.



Bei Aufdach-Montage muss die Druck- und Scherfestigkeit der Isolation und der Dichtung berücksichtigt werden.

Der Aufbau des Untergrunds für die Leitungsmontage (Fassade, Müllschlucker, Wäscheabwurfschacht, Decke) muss ermittelt werden, um zu beurteilen, ob der mechanische Widerstand gross genug ist.

3.4 Akustik, Erschütterungen

Die WP verursacht dreierlei Geräusche:

- Luftschall des Kompressors
- Luftschall des Luftstroms
- Körperschall, Erschütterung des Kompressors

3.4.1 Luftschall

Die Machbarkeitsstudie muss beim Luftschall folgende Fragen beantworten:

- Wer sind die empfindlichsten Empfänger und in welchem Abstand befinden sie sich?
- Welche Empfindlichkeitsstufe gilt für die Zone? ¹
- Welcher Geräuschpegel, Schalldruck liegt 1 m von der WP vor?

Die Vereinigung Cercle Bruit Schweiz stellt eine Tabelle bereit, um Luft-Wasser-WP-Projekte einer ersten Beurteilung zu unterziehen.² Nächstens stellt die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS auf ihrer Webseite auch eine Web App bereit (www.fws.ch).

Die Luftschalldämmung erfolgt hauptsächlich in drei Schritten (absteigende Priorität):

1. Wahl eines geräuscharmen WP-Modells
2. Wahl eines Standorts mit geringer Lärmausbreitung in Richtung empfindliche Empfänger
3. Lärmdämpfende Massnahmen (Lärmschutzgitter, Abschirmwand)

Beispiel: Auszug aus «Vollzugshilfe 6.21: Lärmtechnische Beurteilung von Luft/Wasser-Wärmepumpen», Cercle Bruit, 2015.

au sol, propagation libre +3 dB(A)

en façade +6 dB(A)

dans un angle de façade rentrant +9 dB(A)

Grille anti-pluie amortissant le bruit

0 à -3 dB

Amortisseur de bruit à coulisse dans le saut de loup

-3 à -15 dB

Ecran devant le saut de loup

jusqu'à -8 dB

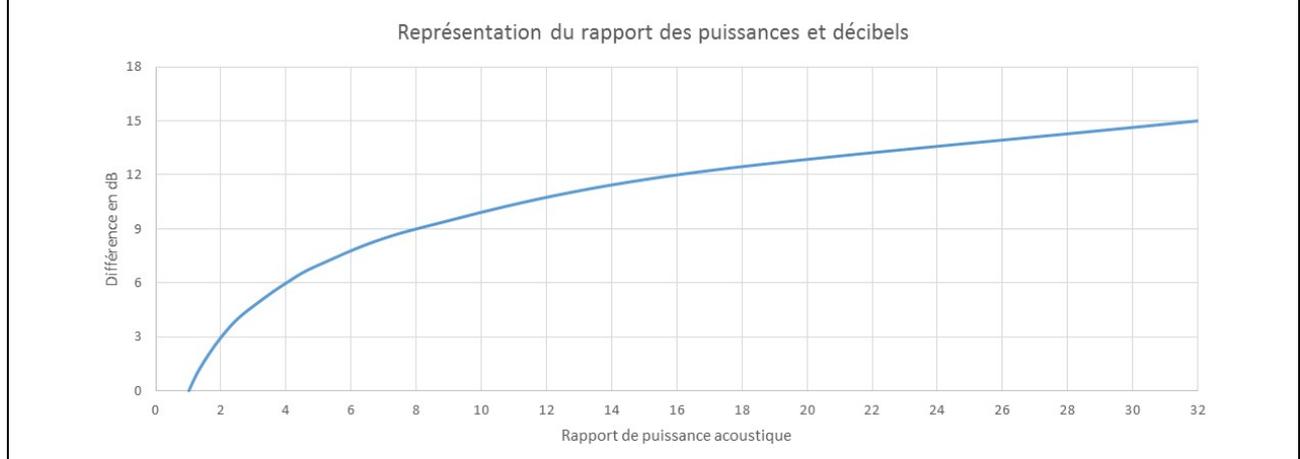
Indice d'affaiblissement acoustique $R_w \geq 25$ dB
Perte par réflexion $DL_r \geq 8$ dB (du côté de la source)

Mesures préventives	
Choix de l'emplacement	jusqu'à -25 dB
Choix d'une PAC peu bruyante	jusqu'à 10 dB
Mesures techniques	
Caisson insonorisé	jusqu'à -8 dB
Capot	-2 à -6 dB
Paroi antibruit	jusqu'à -8 dB

Indice d'affaiblissement acoustique $R_w \geq 25$ dB
Perte par réflexion $DL_r \geq 8$ dB (du côté de la source)

Das Dezibel (dB) ist die logarithmische Darstellung zweier Leistungsgrößen und verhält sich deshalb nicht linear.

Achtung: +3 dB entspricht einer Verdoppelung des Geräuschpegels (Quelle: CSD):



¹ Siehe Empfindlichkeitsstufen auf <https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/>, Layer «Bruit – Rayonnement – Degré de sensibilité au bruit OPB» (Lärm – Strahlung – Empfindlichkeitsstufe LSV).

² Siehe www.cerclebruit.ch > Vollzugsordner > 6.21 Wärmepumpen.

3.4.2 Körperschall

Der Körperschallschutz beruht auf drei unterschiedlichen Massnahmen:

1. Wahl einer WP mit erschütterungsarmem Kompressor
2. Wahl einer WP mit Kompressor auf Silent Block
3. Montage mit Erschütterungsdämpfung

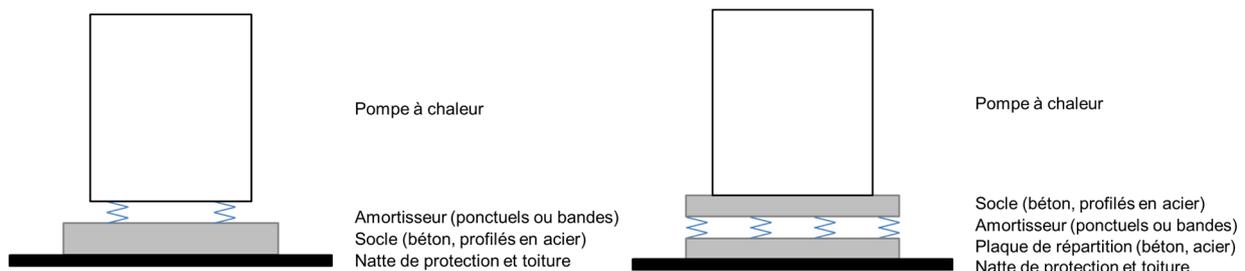
Im Wesentlichen sind zwei Dämmungsarten möglich:

- Elastomerplatten und -streifen
- Punktförmige Lager (Federung, Gummi, Luftkissen usw.)

Jede Dämmung wird für ein gegebenes Gewicht (Quetschen) und eine gegebene Schallfrequenz ausgelegt. Im Allgemeinen emittieren die WP wegen dem Kompressorantrieb Schwingungen im tiefen Frequenzbereich (< 25 Hz). Um eine gute Erschütterungsdämmung zu gewährleisten, sollte die Resonanzfrequenz des Schalldämpfers nicht mehr als die Hälfte der Kompressorfrequenz betragen.

Der Schalldämpfer liegt im Allgemeinen zwischen der WP und dem Unterbau (Chassis, Betonsockel). Doch kann eine bessere Dämmung erreicht werden, wenn die WP fest auf dem Unterbau fixiert und der Schalldämpfer zwischen Unterbau und eine Verteilplatte (Beton oder Stahl) eingebaut wird. Der Nachteil dieser Lösung ist die Verwendung von zwei Unterbauten, was das Gewicht und die Kosten des Systems steigert.

Bei einer Aussennutzung muss eine dazu bestimmte Anlage verwendet werden, die wasserdicht und UV-resistent ist.



Beispiel: Dämmungsstreifen unter einer WP (Quelle: CSD).



3.5 Anderes

3.5.1 Asbest

Wurde das Gebäude vor 1991 errichtet, muss eine Asbest-Diagnose gestellt werden, um festzustellen, ob vor der Projektausführung eine Asbestsanierung erforderlich ist.

Im Kanton Genf ist der Eigentümer verpflichtet, für den Projektbereich einen Asbest-Diagnosebericht einzureichen.

Die Sanierung erfolgt durch eine spezialisierte Firma gemäss Listen des Genfer Amts für Bautoxikologie (STEB) oder der SUVA. Sie wird von einem Fachexperten begleitet, der ebenfalls von STEB oder SUVA anerkannt ist.

Angesichts des Zeit- und Kostenaufwands einer Asbestsanierung wird empfohlen, die Diagnose schon bei Projektbeginn zu stellen.

Beispiel: Probeentnahme einer asbesthaltigen Wärmedämmung (durch ausgewiesenen Fachexperten; Quelle: CSD).



3.5.2 Brandschutz

Erfordert das Projekt eine öffentliche Auflage (z.B. bei Gebäudeänderungen), kann die Feuerpolizei eine Aktualisierung des Brandschutzkonzepts für das gesamte Gebäude verlangen.

Das Brandschutzkonzept umfasst die Umsetzung der baulichen, technischen und organisatorischen Massnahmen, mit denen die Bewohner im Brandfall geschützt werden. Folgende technischen Aspekte werden insbesondere berücksichtigt:

- Sicherung der Fluchtwege
- Brandabschnittsbildung im Gebäude

Die Aktualisierung des Brandschutzkonzepts betrifft nicht nur die Projektzone, sondern das gesamte Gebäude. Bei alten Gebäuden, welche die aktuellen Brandschutznormen nicht erfüllen, kann dies zu einem äusserst grossen finanziellen Aufwand führen, der das Projekt zum Einbau einer WP gefährden können.

Beispiele der Nonkonformität:

- Badezimmerlüftung ins Treppenhaus
- keine Brandschutztüren ins Treppenhaus
- Treppenhaus ohne Rauchabzug
- Heizungsraumtüre aus Holz

3.5.3 Denkmal- und Dorfbildschutz

Achtung: Gewisse Anforderungen des Denkmal- und Dorfbildschutzes könnten das Projekt blockieren.

Bei alten Gebäuden wird empfohlen, einen spezialisierten Architekten beizuziehen, um dem Projekt die richtige Richtung zu verleihen und die öffentliche Auflage durchzuführen.

4. Projektierung

4.1 Strom

4.1.1 Einspeisung

Gemäss der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV) müssen sich die WP im oder auf dem Gebäude befinden, welches sie versorgen (Einspeisung). Dies kann sich nachteilig auswirken, wenn ein MFH Hausanschlüsse nach Hauseingang aufweist, die WP aber über eine einzige Einspeisung verfügt. Ausnahmeregelungen sind möglich, müssen aber mit dem zuständigen Amt geplant werden.

Die NIV-Aufsicht ist kantonal geregelt.

4.1.2 Regelung und Schalttafeln

Bei alten Heizungsräumen ist die bestehende Regelung möglicherweise veraltet. Es wird empfohlen, das Einstellen der Wärmeerzeugungsnetze über ein autonomes Regelsystem (MSR) vom Sekundärkreis zu trennen.

Die Trinkwarmwasser- und Heizungsproduktion muss so eingestellt werden, dass Leistungsspitzen gebrochen und die Betriebstemperaturen optimiert werden. Es wird empfohlen, Warmwasser und Heizungswasser nicht gleichzeitig zu produzieren.

Im Heizungsmodus muss die Sollwerttemperatur der WP dem Sollwert der Heizgruppen entsprechen, um die Leistung zu optimieren. Die Umwälzpumpen der Heizgruppen müssen auch so eingestellt werden, dass die Rücklauftemperatur bei Auslegungstemperatur möglichst 15–20 K unter der Vorlauftemperatur liegt (bei Betrieb mit Wärmespeicher).

Bei bivalenten Systemen oder solchen mit Notheizung gilt dem Einstellen der fossilen Anlage besonderes Augenmerk. Das Ein-/Ausschalten des Heizkessels darf den Betrieb der WP nicht beeinträchtigen, weil sonst nur die fossile Anlage funktionieren würde.

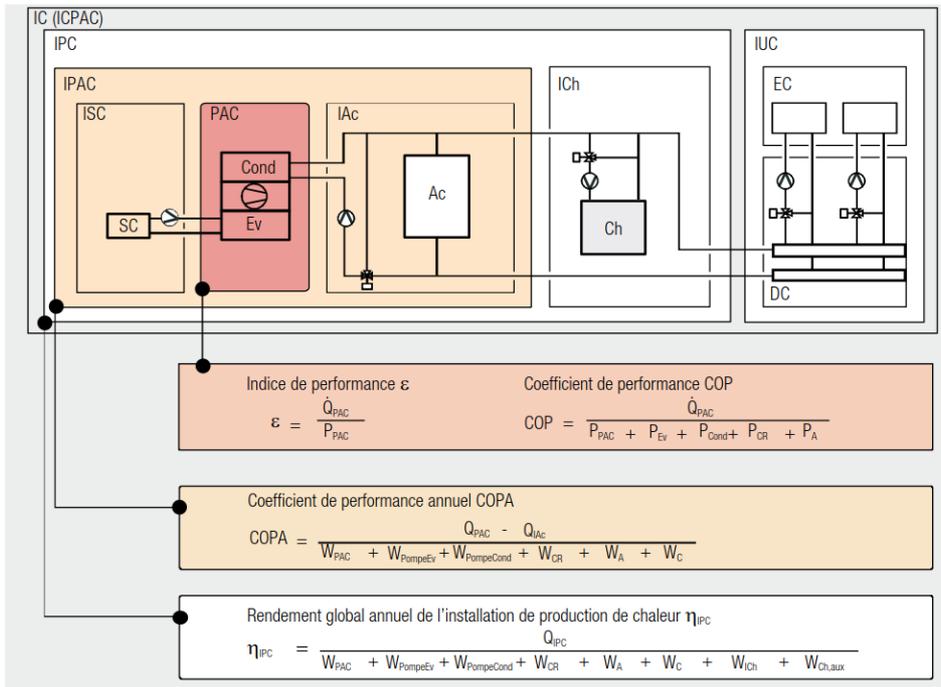
Die Verbindung zwischen Regelung und WP darf je nach Kabelart nur eine bestimmte Länge aufweisen. Ansonsten muss ein Signalverstärker vorgesehen werden.

4.1.3 Messen, Zählen

Für die Beurteilung des fehlerfreien Anlagebetriebs, insbesondere der JAZ, sind minimale Messungen erforderlich:

- Zählen der von der WP produzierten Wärme (TWW-Kreis)
- Zählen der von der Zusatz- bzw. Notheizung produzierten Wärme
- Zählen des Stromverbrauchs der WP und des Zubehörs innerhalb der JAZ-Grenzen

Beispiel: Systemgrenzen und Betriebskennzahlen. Auszug aus der Publikation «Wärmepumpen: Planung, Optimierung, Betrieb, Wartung», Bundesamt für Energie, Januar 2008.



4.2 Heizung und Trinkwarmwasser

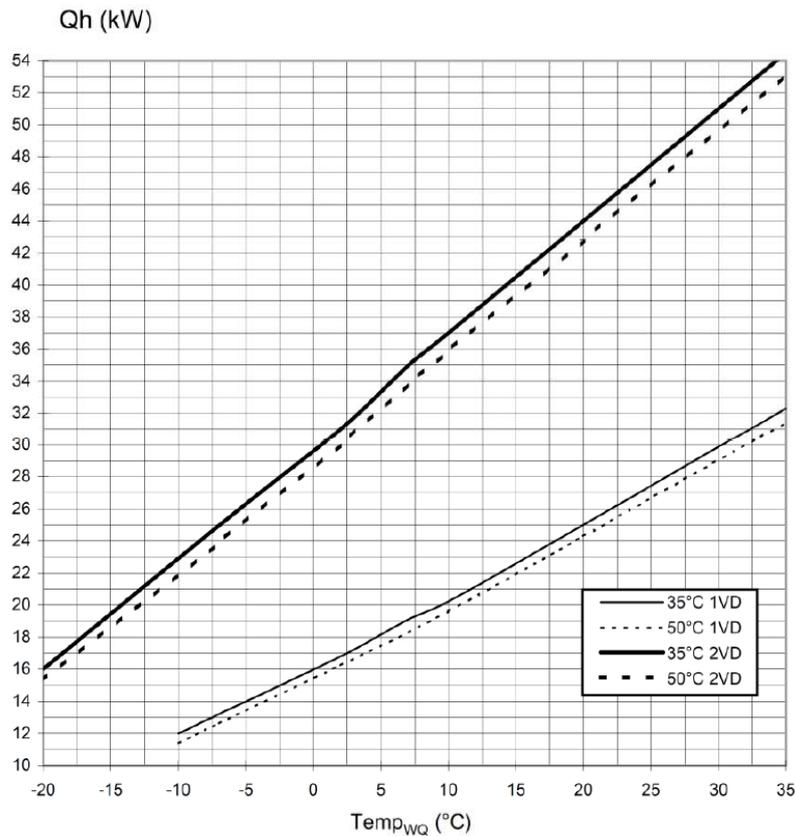
4.2.1 Leistung und Integration

Die WP kann als monovalente oder bivalente Anlage in das Gebäude integriert werden. Für beide Anlagentypen müssen gewisse zentrale Aspekte berücksichtigt werden:

- Monovalent (ohne Zusatzheizung): Die Betriebsgrenze der WP muss tiefer sein als die tiefsten erwarteten Aussentemperaturen. Sie muss auf Temperaturen von über 60 °C heizen können (maximale Heizungs- und TWW-Temperatur für Legionellenschutz).

Die Leistung muss für den tiefsten Betriebspunkt ausgelegt werden. Somit ist die WP im Sommer stark überdimensioniert.

Beispiel: Wärmeleistung einer WP des Typs AIT LW 310 nach Aussentemperatur (Heiztemperatur 35–50 °C, WP mit 1 oder 2 Kompressoren; Quelle: AIT).



Es wird empfohlen, mehrere WP im Verbund zu installieren, um die Leistung abzustufen und im Störfall einen Teilbetrieb zu ermöglichen.

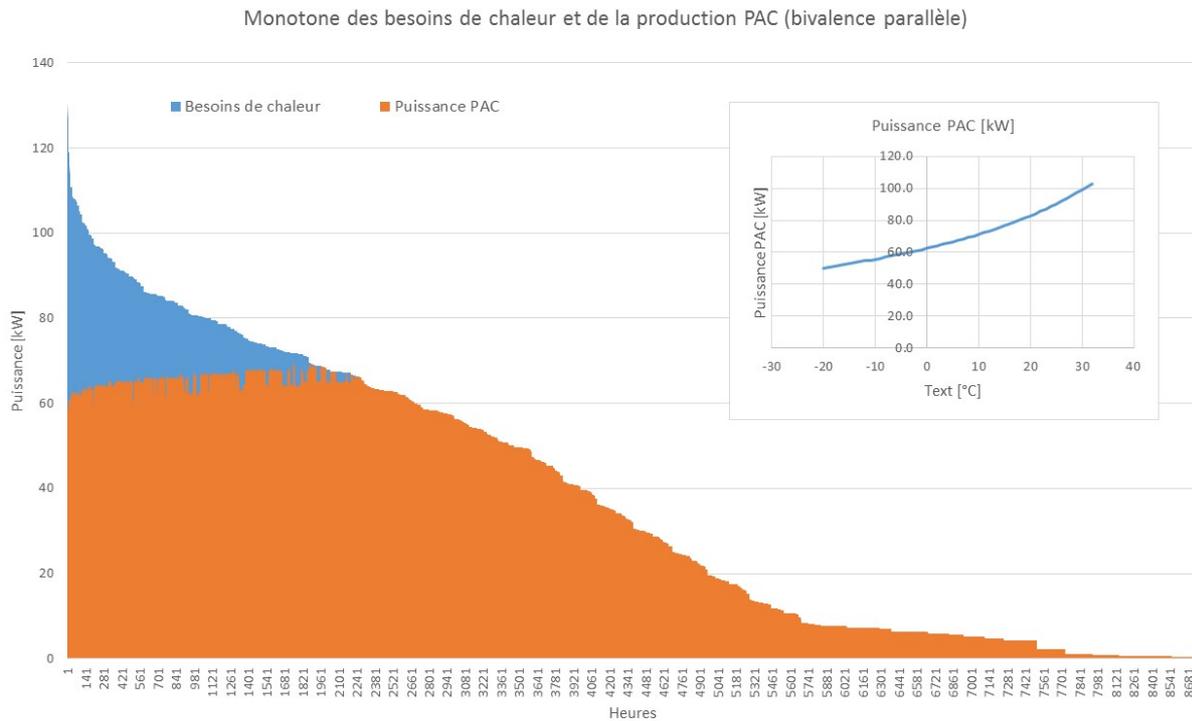
- Bivalent parallel: Die beiden Anlagen müssen dieselbe Sollwerttemperatur aufweisen. Um die Produktion und Leistung der WP zu optimieren, muss die Produktionstemperatur der Heizkurve folgen. So bleibt das Dreiwegeventil der Heizgruppen komplett geöffnet. Dies bedeutet, dass die Temperatur des Heizkessels so eingestellt werden muss, dass sie nie über der Temperatur der Heizgruppen liegt.

Auch gilt zu beachten, dass die Rücklauftemperatur der WP bei laufendem Heizkessel begrenzt wird, damit die WP nicht blockiert wird. Dies kann wie folgt geschehen:

- Hydraulische Trennung zwischen WP- und Heizkessel-Produktion, etwa mit dem Einsatz zweier serieller Speicher.
- Heizungsumwälzpumpen so einstellen, dass tiefe Rücklauftemperaturen anfallen (ΔT Vor-/Rücklauf = 15–20 K).
- Temperatur des Heizkessels so einstellen, dass die Vorlauftemperatur nicht über der Heizkurve liegt. Achtung: Die minimale Betriebstemperatur des Heizkessels muss beachtet werden, um Kondenswasser und Rostbildung zu vermeiden.

Die WP-Leistung des bivalenten Systems kann aufgrund einer stündlichen Simulation abgeschätzt werden, um den BH-Zielen zu genügen.

Beispiel: Wärmebedarf (Heizung + TWW) mit WP-Anteil (monotone Darstellung). Hier bietet die WP 90% des Wärmebedarfs (Energie), wobei für eine Aussentemperatur von -5 °C nur 45% der Leistung installiert sind (Quelle: CSD).



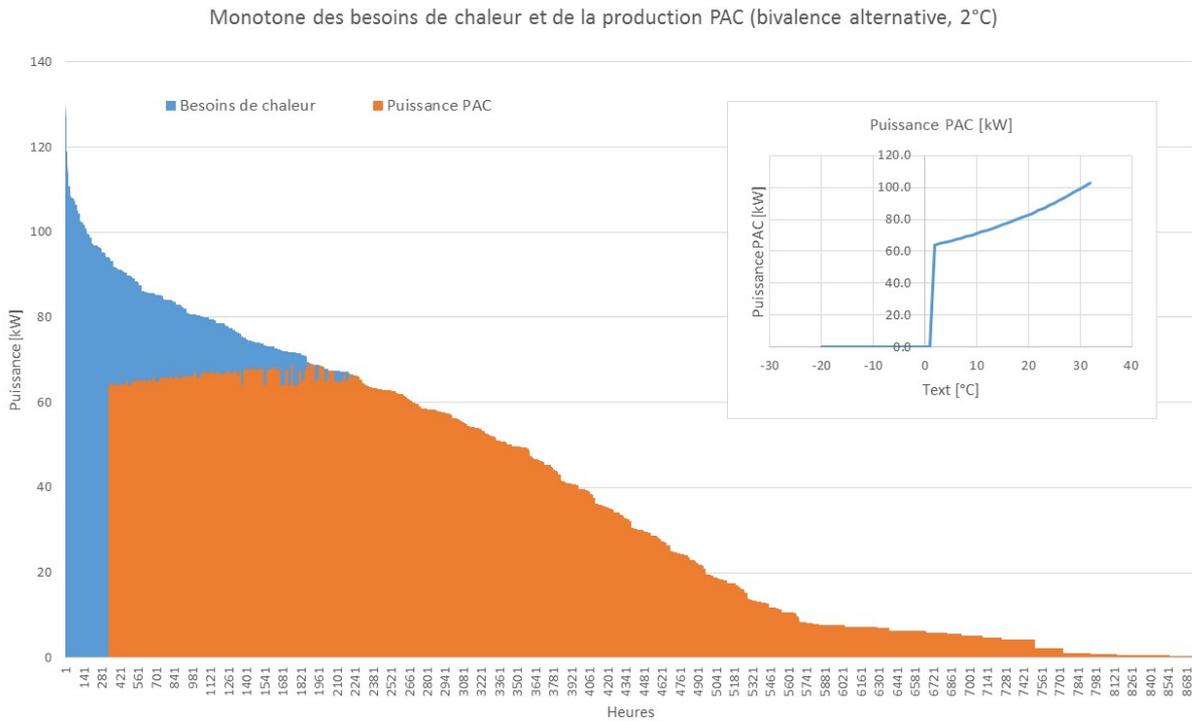
- Wegen Vereisungsgefahr ist der bivalent-alternative Betrieb nicht empfohlen, wenn die WP oder die Leitungen im Freien liegen. Von der Verwendung von Glykol im WP-Kreis wird abgeraten (Preis, Unterhalt, Pumpenergie).

Wenn die WP und die Leitungen im Innern liegen (Split mit Ausseneinheit, Lichtschacht oder Luftkanäle), ermöglicht der bivalent-alternative Betrieb:

- die JAZ auf Kosten der erzeugten Energiemenge hoch zu halten, wobei der Betrieb bei tiefer Aussentemperatur limitiert ist (geringer COP);
- WP-Modelle mit kleiner Aussentemperaturspanne einzusetzen.

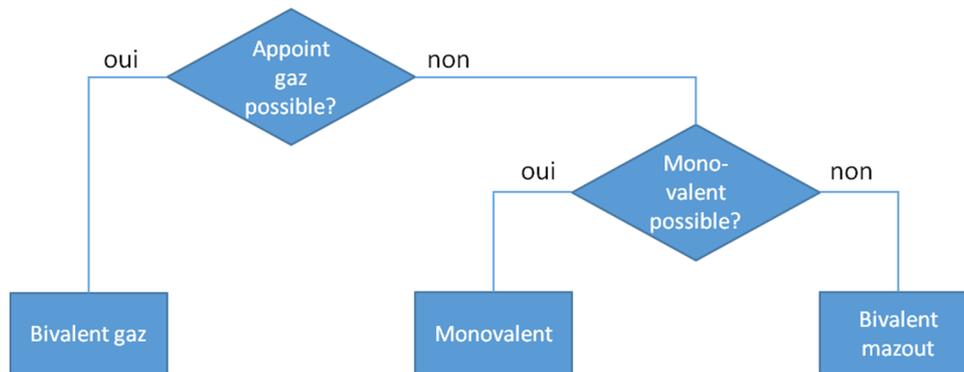
Es ist auch möglich, für Trinkwarmwasser einen alternativen Betrieb zu installieren, der aber parallel zur Heizung ist.

Beispiel: Wärmebedarf (Heizung + TWW) eines bivalent-alternativen Systems mit Bivalenztemperatur 2 °C (monotone Darstellung; Quelle: CSD).



Integriationsempfehlung

Die Wahl der Integrationsart ist die Frucht einer komplexen Interessenabwägung. Angesichts der Überdimensionierung, die bei monovalenten Anlagen erforderlich ist, wird folgendes Vorgehen empfohlen:



Der bivalent-alternative Betrieb ist nur dann dem parallelen Betrieb vorzuziehen, wenn:

- die JAZ des parallelen Betriebs unter den Zielwerten liegt UND
- die Anlage keinem Frostrisiko ausgesetzt ist.

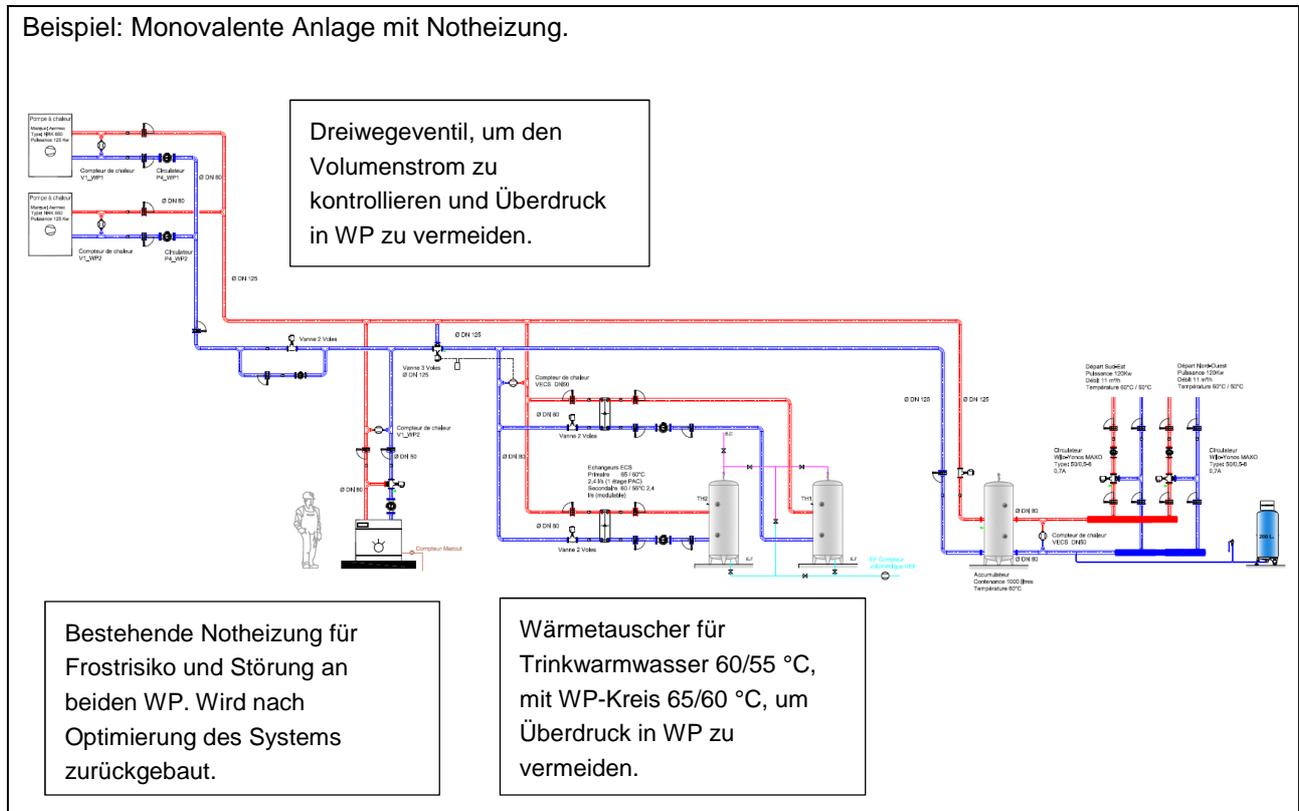
4.2.2 Hydraulikschema und -einbindung

Folgende spezifischen Aspekte müssen bei der Ausarbeitung des hydraulischen Einbindungskonzepts und Prinzipschemas berücksichtigt werden:

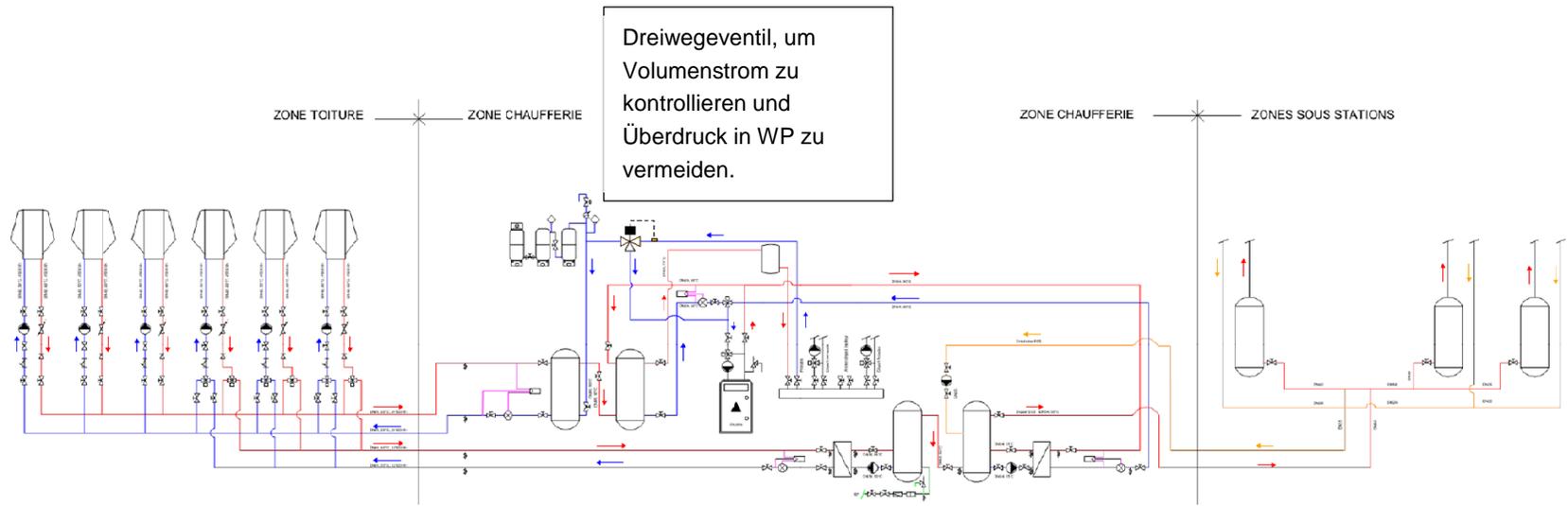
- Damit die WP bei möglichst tiefer Temperatur funktioniert, sollten TWW und Heizung getrennt sein.

- Die Rücklauftemperatur einer bivalenten WP sollte so tief wie möglich gehalten werden (vgl. vorangehendes Kapitel).

Im Folgenden wird ein monovalentes 2-WP- und ein bivalentes 6-WP-System dargestellt.



Beispiel: Bivalent-parallele Anlage mit 3-WP-Gruppe für Heizung und alternativer 3-WP-Gruppe für Heizung und TWW.



Dreiwegenventil, um Volumenstrom zu kontrollieren und Überdruck in WP zu vermeiden.

Wenn die Wärmetauscher ohne Mischventil ausgelegt sind, muss das Überdruckrisiko in den WP beachtet werden (Achtung: maximale WP-Rücklauftemperaturen).

4.2.3 Kondensat

Der Kondensatabfluss muss so ausgelegt werden, dass die Abflussleitung nicht gefrieren kann.

4.2.4 Speicher

Die Wärme- und Trinkwarmwasserspeicher sollten so ausgelegt werden, dass die WP 20 bis 30 Minuten lang bei minimaler Leistung arbeiten kann. Es wird nämlich empfohlen, dass die WP nicht mehr als 3 Mal pro Stunde ein- und ausgeschaltet wird.

4.2.5 Pumpen

Wenn eine Einzel-WP eingebaut wird, sollte die Umwälzpumpe im Heizungsraum aufgestellt werden, weil sie hier vor Witterungseinflüssen geschützt ist, die Steuer- und Stromleitungen kürzer sind und die Wartung einfacher ist.

Falls mehrere WP installiert werden, sollte jede eine eigene Umwälzpumpe aufweisen. In diesem Fall sollten sie möglichst nahe bei der WP oder direkt in die WP eingebaut werden, damit die Leitungen zusammengefasst werden können.

Die Umwälzpumpen der WP müssen aufgrund der Leistungsanforderungen der einzelnen WP eingestellt werden.

Wenn die Umwälzpumpen der Heizgruppen schon alt sind und ersetzt werden sollten, können sie mit dem Instrument von SIG-éco21 redimensioniert werden.³ Prüfen, ob das Gebäude mit drehzahlgeregelten Umwälzpumpen funktioniert.

4.2.6 Leitungen

Das Material der bestehenden Leitungen muss berücksichtigt werden, um das Risiko galvanischer Korrosion beim Kontakt inkompatibler Metalle auszuschliessen (unterschiedliches elektrochemisches Potenzial).

4.2.7 Kältemittel

Die Kältemittel unterstehen den Bestimmungen des Anhangs 2.10 ChemRRV. Es gelten folgende Hauptregeln:

- Alle ozonschichtabbauenden Stoffe (FCKW) sind unzulässig.
- In der Luft stabile Stoffe (FKW) sind beschränkt zulässig:
 - unzulässig für Anlagen mit einer Kühlleistung von > 600 kW (das Gesetz präzisiert nicht, welcher Betriebspunkt zu berücksichtigen ist);
 - zulässig für Anlagen mit einer Kühlleistung von 100–600 kW, wenn:
 - das System < 0,22 kg/kW Kältemittel enthält, bei einem GWP > 1900;
 - das System < 0,48 kg/kW Kältemittel enthält, bei einem GWP < 1900;
 - zulässig für Anlagen mit einer Kühlleistung von ≤ 100 kW
- Zulässig sind Kältemittel, die natürlich oder in der Luft instabil sind (HFO).

³ <https://equilibragehydraulique.eco21.ch/>

Zusammenfassung der ChemRRV für die in der Luft stabilen Kältemittel (Quelle: BAFU; im Zweifelsfall findet der Text der ChemRRV Anwendung):⁴

Frigorigène stable dans l'air:
Climatisation (confort [max. 8 mois/an] et pompes à chaleur)

				Exemples de frigorigènes
PRG < 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,4 kg/kW ou 0,48 kg/kW avec URT	non autorisé*	R134a, R407C
PRG > 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,18 kg/kW ou 0,22 kg/kW avec URT	non autorisé*	R410A, R427A
	$Q_0 \leq 100 \text{ kW}$	$100 \text{ kW} < Q_0 \leq 600 \text{ kW}$	$Q_0 > 600 \text{ kW}$	

Die Kältemittel sind nach Toxizität (A und B) und Brennbarkeit (1, 2 und 3) eingeteilt. Je nach Standort und Kältemittelart sind besondere Sicherheitsmassnahmen erforderlich.

Bei Innenanlagen muss eine Lüftung die Wegführung des Kältemittels bei Leckage gewährleisten, um die Erstickungsgefahr wegen Sauerstoffmangels zu reduzieren. Dieses Risiko besteht bei allen, auch den ungiftigen Kältemitteln, wenn sie in so grosser Menge vorhanden sind, dass die Luft aus dem Raum verdrängt wird.

Beispiel: Einteilung einiger natürlicher Kältemittel (ASHRAE)

R717 (Ammoniak), Klasse B2: sehr giftig, mässig entzündlich

R290 (Propan), Klasse A3: leicht giftig, hochentzündlich

R744 (Kohlendioxid), Klasse A1: leicht giftig, unentzündlich

4.3 Statik

4.3.1 Lagerung

Es bestehen drei Lagerungsarten für WP:

- Punktförmig (Füsse)
- Linienförmig (Chassis)
- Flächig (Platte)

Je nach Standorteigenschaften ist eine direkte Lagerung der WP nicht möglich (Quetschen der Isolation, Abdrücken der Dichtung, Widerstandsfähigkeit der Dachdecke). In diesem Fall muss die Last verteilt werden, zum Beispiel mit:

- Betonklötzen;
 - punktförmiger Lagerung mit besserer Verteilung;
- Stahlchassis:
 - verteilt punktförmige auf linienförmige Lagerung;
- Betonsockel:
 - verteilt punktförmige, linienförmige, flächige Lagerung auf grössere Lagerung.

⁴ «Regelung der in der Luft stabilen Kältemittel in stationären Kälteanlagen und Wärmepumpen gemäss Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81), Anhang 2.10, Ziffern 2.1, 2.2 und 2.3. Graphische Zusammenfassung.» Stand April 2018.

Bei der Berechnung muss sowohl das Gesamtgewicht der Anlage als auch das (bisweilen grosse) Gewicht des Verteilmittels berücksichtigt werden.

Wenn die Last trotz Verteilungsmassnahmen noch zu gross ist, müssen folgende Optionen evaluiert werden:

- WP verkleinern, um Gewicht zu reduzieren
- Bei Dachanlage Isolation bzw. Dichtung sanieren
- Geplanten Standort aufgeben

4.4 Akustik, Erschütterungen

Falls die Vorabklärung ein potenzielles Lärmproblem ergibt, wird empfohlen, die Lärmausbreitung zu modellieren. So kann simuliert werden, welche Wirkung die Gebäudegeometrie, der Standort der WP und der Verbund mehrerer WP entfaltet.

5. Realisierung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Startschuss

Es ist notwendig, vor dem Start der Bauarbeiten den Startschuss des Eigentümers und der BH zu erhalten.

5.1.2 Meldungen

Vor dem Beginn der Bauarbeiten müssen verschiedene Meldungen getätigt werden:

Wenn für das Projekt kein Baugesuch erforderlich war, meldet das Unternehmen die anstehenden Bauarbeiten der Gemeinde. Wenn eine Baubewilligung vorliegt, übernimmt der Gesuchsteller (Eigentümer) die Meldung.

Der Eigentümer oder dessen Vertreterin (Hausverwaltung) meldet den Mietern die anstehenden Bauarbeiten. Die baubedingten Leitungsunterbrüche werden in der Folge von den Unternehmen gemeldet.

Falls ein Gerüst erforderlich ist, vereinbart der Gerüstbauer mit der Polizei (Baustellenkontrolle) einen Termin.

Falls die Bauarbeiten öffentlichen Grund beanspruchen, wird eine Bewilligung eingeholt und eine Begehung mit der Polizei vereinbart.

5.1.3 Koordination

Die Bauleitung organisiert regelmässige Koordinationssitzungen mit den verschiedenen Unternehmen. Dabei achtet sie darauf, dass

- möglichst wenig Leitungsunterbrüche (Strom, Heizung) anfallen;
- die eingebauten Geräte den Bestellungen entsprechen;
- die Termine und Kosten eingehalten werden;
- Unvorhergesehenes abgewickelt wird.
- Allgemein: alle Aufgaben gemäss SIA 108.

5.1.4 Sicherheit

Die Vorgaben der SUVA werden befolgt. Auf der Webseite www.suva.ch stehen diesbezüglich zahlreiche Hilfsmittel und Dokumente zur Verfügung.

Alle Unternehmen, die auf der Baustelle tätig sind, müssen der BH einen Hygiene- und Sicherheitsplan vorlegen, der die bestehenden Risiken und die ergriffenen Schutzmassnahmen aufführt.

Im Folgenden einige spezifische Risiken, die aber keinesfalls erschöpfend sind:

- Bei Arbeiten am Dach wird eine Absturzsicherung (Geländer oder Seilsystem) vorgesehen.
- Bei Strom- und Gasarbeiten darf sich nur befugtes Personal vor Ort aufhalten. Die Risikozonen werden klar gekennzeichnet.
- Vor den Bauarbeiten an der Heizöl-Anlage werden die betroffenen Anlagen (Tank, Pumpe, Leitungen) durch ein spezialisiertes Unternehmen entleert, gereinigt und entgast. Das Unternehmen bescheinigt die erfolgte Entgasung.
- Bauarbeiten an asbesthaltigen Elementen werden von einem spezialisierten Unternehmen vorgenommen. Tritt in einem Gebäude, das vor 1991 errichtet wurde, bei laufenden Bauarbeiten Asbest zutage, das im Diagnosebericht nicht erscheint, wird vor Weiterführung der Bauarbeiten ein Diagnosespezialist beigezogen.

Für jede Baustelle werden die spezifischen Risiken und Sicherheitsmassnahmen evaluiert.

5.1.5 Kranarbeiten

Die Kranarbeiten werden von einem qualifizierten Kranführer mit SUVA-Ausweis ausgeführt.

Der Kranbereich wird gesichert; der Kran darf mit keinen Gegenständen zusammenstossen können (Stromkabel, andere Kräne usw.).

5.1.6 Gebäudeschäden

Die auf der Baustelle tätigen Unternehmen melden alle am Gebäude entstandenen Schäden unverzüglich, damit die Korrekturmassnahmen rasch ergriffen werden können. Bei Arbeiten am Dach gilt der Dachdichtung besonderes Augenmerk.

5.2 Strom

Der Elektromonteur legt die Ausführungspläne und -schemas sowie eine Beschreibung der Anlage vor.

5.3 Heizung

Der Heizungsmonteur legt die Ausführungspläne und -schemas sowie eine Beschreibung der Anlage vor.

5.3.1 Qualität des Heizwassers

Es wird empfohlen, die Qualität des Wassers im Heizkreis zu prüfen. Dafür wird eine Wasserprobe im Labor untersucht.

Es gelten die folgenden Normen: BT 102-01 des Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SWKI) und Technische Vorgabe T12 der Arbeitsgemeinschaft Wärmepumpen (AWP).

5.3.2 Leckagekontrolle

Vor dem Einbau der Isolation werden alle Verbindungen auf allfällige Leckagen geprüft.

5.4 Statik, Ingenieurwesen

Beim Einbau der Apparate ist es zentral, zu kontrollieren, ob der Standort den Berechnungen des Bauingenieurs und den Plänen entspricht.

Wenn die WP vor dem Einbau zwischengelagert werden muss, wird sichergestellt, dass der Lagerort für die Gewichtslast der Apparate ausgelegt ist.

Beim Bau der Sockel wird empfohlen, genau zu prüfen, ob die eingesetzten Schutzmatten UV-beständig sind, und sie gegebenenfalls zu schützen.

5.5 Akustik

Beim Einbau der WP muss das Unternehmen prüfen, ob die Silent Blocks der Kompressoren entriegelt sind (Transportkeile entfernt).

Bei den WP-Tests prüft das Unternehmen aufmerksam, ob die Apparate keine ungewöhnlichen Erschütterungen und Geräusche erzeugen.

Sollte das Geräusch ungewöhnlich erscheinen, kann mit einem Schallpegelmesser ermittelt werden, ob der Lärmpegel den geltenden Bestimmungen und den technischen Merkmalen des Lieferanten entspricht.

Sollten die Erschütterungen ungewöhnlich erscheinen, kann mit einem Vibrometer die Ursache ermittelt und das Funktionieren der Schalldämpfung geprüft werden.

5.6 Anderes

5.6.1 Verputz, Anstrich, Spenglerei

Im Heizungsraum und in den übrigen vom Projekt betroffenen Räumen können nach Bauende Abschluss- und Verputzarbeiten anfallen.

6. Inbetriebsetzung, Abnahme

Die Inbetriebsetzung und die Abnahme erfolgen nach den einschlägigen SIA-Normen.

6.1 Inbetriebsetzung

Die Regelung wird auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft, insbesondere im Übergangs- und im Notbetrieb.

Die Apparate (WP, Pumpen, Heizkessel) werden auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft (Temperatur, Leistung, Fließmengen).

6.2 Abnahme

Bei Abnahme der Bauarbeiten müssen insbesondere die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Die Unternehmen geben ihr Baurevisionsdossier ab.
- Für die Betreiber wird ein Schulungstag organisiert.
- Die Mängel samt Erledigungstermin erscheinen im Abnahmeprotokoll.
- Es wird ein Monitoring- und ein Optimierungskonzept für die Anlagen erstellt.

An folgender Adresse stehen beispielhafte Abnahmeprotokolle für Heizungsanlagen zum Download bereit: <https://www.suissetec.ch/de/merkblaetter.html>.

Anhang 1: Zusammenfassende Checkliste

Machbarkeitsprüfung

Strom

- Genügt der bestehende Hausanschluss den Anforderungen einer WP?
- Kann der Anschlussstrom erhöht oder ein neuer Hausanschluss eingebaut werden?
- Wenn nicht: Leistung der WP an die Auslegung des elektrischen Hausanschlusses anpassen. Ist der Anteil der erneuerbaren Energie am Gesamtsystem in diesem Fall für die BH noch akzeptabel?
- Müssen die bestehenden Anlagen umgebaut werden? Alle von den Bauarbeiten betroffenen Elemente (Schalttafeln, Verteiler) müssen normgerecht nachgerüstet werden.

Heizungsraum

- Ist der Heizungsraum gross genug für den Einbau des Wärme- und TWW-Speichers?
- Wenn nicht: Liegen andere Räume vor, in denen die Speicher eingebaut werden könnten?
- Ist der Zugang zum Heizungsraum gross genug, um die Wärme- und TWW-Speicher hineinzubringen? Es kann kostspielig und kompliziert sein, sie vor Ort zusammenzubauen.

Standort

- Wurden die Abmessungen des Gebäudes bei Bestimmung von Grösse, Platzbedarf und Ästhetik der WP berücksichtigt?
- Gewährleistet der gewählte Standort eine sichere Ausführung der Bau- und Wartungsarbeiten? Bei einer Dachmontage etwa muss eine Absturzsicherung (festes Geländer oder Seilsystem) in Betracht gezogen werden.

Luftansaugung, Luftausblasung

- Wurde der Standort des Luftausblases anhand der damit verbundenen Emissionen beurteilt? Beispielsweise können bei Aussentemperaturen unter dem Gefrierpunkt die Wasserspritzer, die beim Abtauen des Verdampfers entstehen, auf der Fläche vor dem Luftaustritt zu Eisbildung führen.

Leitungen

- Welche Verbindungsmöglichkeiten bestehen zwischen Aufdach-WP und Heizungsraum? Z.B. Installationsschacht, Müllschlucker oder Wäscheabwurfschacht, Kaminabzug, Treppenhaus, Fassade usw.

Tragwerk

- Sind die geplanten Standortlösungen mit dem Gebäudeträgerwerk kompatibel, gerade bei einer Flachdach-Montage? Die statische Beurteilung muss unbedingt von einem erfahrenen Bauingenieur vorgenommen werden.

Akustik, Erschütterungen

- Welcher Geräuschpegel, Schalldruck liegt 1 m von der WP vor? Es sollte ein geräuscharmes WP-Modell gewählt werden.
- Wer sind die empfindlichsten Empfänger und in welchem Abstand befinden sie sich?
- Welche Empfindlichkeitsstufe gilt für die Zone?
- Wurden technische Massnahmen ergriffen, um die Erschütterungsausbreitung zu vermeiden?

Anderes

- Wurde das Gebäude vor 1991 errichtet? Wenn ja, muss eine Asbest-Diagnose vorgenommen werden, um abzuklären, ob vor der Realisierung eine Sanierung erforderlich ist.
- Erfüllt das Gebäude die aktuellen Brandschutznormen? In gewissen Fällen kann die Feuerpolizei eine Aktualisierung des Brandschutzkonzepts für das gesamte Gebäude verlangen. Dies führt zu äusserst grossen Mehrkosten!
- Ist das Gebäude denkmals- oder ortsbildpflegerisch geschützt? Bei alten Gebäuden wird empfohlen, einen spezialisierten Architekten beizuziehen, um dem Projekt die richtige Richtung zu verleihen und die öffentliche Auflage durchzuführen.

Inbetriebsetzung, Abnahme

- Wurden sämtliche Leistungsdaten kontrolliert?
- Wurden sämtliche Einstellungen nach der Auslegungsrechnung vorgenommen (Zeiten, Temperaturen, Stufen)?
- Wurden die Einstellungen der Heizkurve vorgenommen?
- Wurde ein hydraulischer Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe durchgeführt?
- Wurden die Entlüftungen vorgenommen?
- Wurden sämtliche Einstellungen im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten?
- Wurde das Wartungsheft auf der Anlage deponiert? Bei Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel ist dies unerlässlich.

Wurde der Kunde instruiert bezüglich:

- Funktion von Wärmepumpe, Umwälzpumpe, Regulierung, Wassererwärmer und Wärmeabgabe?
- den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manometer, Ausdehnungsgefäss)?
- Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuchhaltung?
- dem Verhalten und den Massnahmen bei Störungen?