

Schlussbericht, 5. Dezember 2017

Wärmepumpen-Heizungszentralen in der Praxis

Vorschläge für eine gesamtheitliche Betrachtung kleiner und
mittelgrosser Anlagen



energie schweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Technikumstrasse 21, 6048 Horw

Autoren:

Reto Gadola, Hochschule Luzern, Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Claudia Bless, Hochschule Luzern, Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Projektgruppe:

Werner Betschart, Hochschule Luzern, Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Peter Egli, Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS

Reto von Euw, Hochschule Luzern, Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Peter Hubacher, Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS

Begleitgruppe:

Rita Kobler, Bundesamt für Energie BFE

Max Bartholdi, Viessmann (Schweiz) AG

Heinz Etter, Neukom Engineering AG

Dieter Gerber, CTA AG

Rolf Löhner, Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK

Marco Nani / Gianluca Brullo, Hoval AG

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.

Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

Adresse

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern

Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat das Bundesamt für Energie (BFE) verschiedene Studien in Auftrag gegeben, die Effizienz von Wärmepumpenanlagen zu untersuchen. Die Schlussfolgerungen dieser Studien gehen alle in die gleiche Richtung: Eine Heizungsanlage mit einer Wärmepumpe arbeitet erst dann effizient, wenn alle Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Weiter müssen auch Planung, Auslegung, Regelung, Ausführungsqualität und Inbetriebnahme fachgerecht ausgeführt sowie der Betrieb überprüft und unterhalten werden. Die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) hat reagiert, und für Anlagen bis 15kW ein Wärmepumpen-System-Modul ins Leben gerufen, das diesen Erfahrungen Rechnung trägt. Auf Basis dieses Wärmepumpen-System-Moduls hat die Hochschule Luzern, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) und in Zusammenarbeit mit Fachpartnern, weitere Module für kleine und mittelgrosse Anlagen erarbeitet.

Die neuen Module basieren auf bestehender Fachliteratur und das Fachwissen aus der Lehre und Industrie. Im Fokus standen vor allem Wohngebäude und einfache Bürogebäude mit einem Wärmebedarf für Raumheizung (Fussbodenheizung und Heizkörper) und Trinkwarmwasser. Folgenden Punkten wurde ein spezielles Augenmerk geschenkt:

- Im Sanierungsbereich haben Anlagen oft hohe Systemtemperaturen oder der Wärmeleistungsbedarf ist sehr hoch. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, kommen Kombinationen mit Wärmepumpe und Heizkessel zur Anwendung. Daher wurden Module mit parallelem Öl- oder Gaskesselbetrieb aufgenommen.
- Im Bereich der Trinkwarmwasser-Aufbereitung sind Kombinationen mit externem Wärmeübertrager und Frischwasserstationen behandelt.
- Aufgrund der immer höheren Dichte an Erdwärmesonden wird das Thema Regeneration der Sonde immer wichtiger. Daher wurden neu verschiedene Vorschläge ausgearbeitet, wie die Erdwärmesonden regeneriert werden können.
- Ebenfalls wird der Nahwärmeverbund mit Wärmepumpe behandelt.

Mit den Ergänzungen können die meisten Anlagen im Wohn- und kleinem Bürobereich abgedeckt werden. Bei komplexeren Anlagen können die Module als Basisvorschlag verwendet werden. Die Anpassung des Basisvorschlages an die Anlage erfordert jedoch Ingenieurwissen.

Die hier erarbeiteten Module sollen nun den Weg in ein erweitertes Wärmepumpen-System-Modul, in SWKI-Richtlinien und Fachunterricht finden.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	9
1.1	AUSGANGSLAGE.....	9
1.2	ZIELE.....	9
1.3	VORGEHENSWEISE.....	9
1.4	ERWEITERUNG AUF 50 ODER 100 kW?.....	10
1.5	ABGRENZUNG.....	10
2	GRUNDLAGEN	12
2.1	HYDRAULISCHE SCHALTUNGEN.....	12
3	DISKUSSION DER BESTEHENDEN UNTERLAGEN	18
3.1	PFLICHTENHEFT.....	18
3.2	HYDRAULISCHE EINBINDUNG	20
3.3	INBETRIEBNAHME.....	23
3.4	ERGÄNZENDE DOKUMENTE/MERKBLÄTTER	24
4	VORSCHLAG DER NEUEN UNTERLAGEN.....	27
4.1	EMPFEHLUNGEN PFLICHTENHEFT WP-SYSTEM-MODUL FÜR MITTELGROSSE ANLAGEN	27
4.2	HYDRAULISCHE EINBINDUNG	35
4.3	INBETRIEBNAHME.....	51
5	LITERATURVERZEICHNIS	52
6	INDEXVERZEICHNIS.....	55
6.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	55
6.2	TABELLENVERZEICHNIS	55
ANHANG A	DOKUMENTE INBETRIEBNAHME	56
A.1	INBETRIEBNAHMEPROTOKOLL EINFACHE WP-ANLAGE	56
A.2	HYDRAULISCHER ABGLEICH STRANGREGULIERVENTIL.....	57
A.3	HYDRAULISCHER ABGLEICH THERMOSTATVENTILE.....	58
A.4	HYDRAULISCHER ABGLEICH FUSSBODENHEIZKREISE	59
A.5	LEISTUNGSGARANTIE BEI EINFACHEN ANLAGEN	60

Glossar

Anlageteile

Bezeichnet unterschiedliche Teile einer Heizungsanlage, beispielsweise die Wärmeerzeugung, die Wärmeverteilung oder die Trinkwassererwärmung. Ein Anlagenteil besteht aus verschiedenen Komponenten.

Bereitschaftsvolumen

Die Summe von Spitzendeckungs- und Steuervolumen eines Trinkwarmwasserspeichers [1].

Energiespeicher

Unter Energiespeicher fallen z.B. Saisonspeicher oder Speicher zur Überbrückung von Sperrzeiten bei der Wärmepumpe.

Einströmkonstruktionen

Darunter sind Diffusor (z.B. Lochblech), Prallplatte, Schichtlanze oder Schichtungskanal gemeint, welche eine gute Schichtung im Speicher unterstützen.

Freecooling

Unter Freecooling wird die Kühlung zusammengefasst, die Kälteenergie ohne zusätzliche Kälteerzeugung produziert, beispielsweise mit Erdwärmesonden.

Gegenstromzirkulation

Mikrozirkulation innerhalb einer Leitung.

Heizungsanlage

Eine Heizungsanlage ist ein funktionierendes System zur Erzeugung, Verteilung und Abgabe von Wärmeleistung und besteht aus verschiedenen Anlageteilen.

Kombispeicher

Behälter (mit oder ohne eingebaute Heizfläche) mit unterteilten Bereichen für die gleichzeitige Speicherung von Heizungs- und Warmwasser.

Komponenten

Anlageteile bestehen aus verschiedenen Komponenten. So ist beispielsweise die Zirkulationspumpe im Anlagenteil Trinkwarmwassererwärmung eine Komponente.

Technischer Speicher

Ein technischer Speicher verlängert, durch Vergrössern des Wasserinhalts in der Heizungsanlage, die Laufzeit der Wärmepumpe.

Spitzendeckungsvolumen

Das Teilvolumen eines Speichers, welches die Kontinuität der Trinkwarmwasserverfügbarkeit während der grössten Verbrauchsspitze sicherstellen soll. Weitere Informationen siehe SIA 385/2:2015 [1].

Steuervolumen

Das Teilvolumen eines Speichers, welches die Bereitschaft des Trinkwarmwassers auch während der Nachladung sicherstellen soll. Weitere Informationen siehe SIA 385/2:2015 [1].

Abkürzungsverzeichnis

ABL	Abluft
AUL	Aussenluft
BFE	Bundesamt für Energie
COP	Coefficient of Performance
EHPA	Europäischer Wärmepumpenverband
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWS	Erdwärmesonde
FBH	Fussbodenheizung
FWS	Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz
FOL	Fortluft
GKS	GebäudeKlima Schweiz
HK	Heizkörper
KW	Kaltwasser
LSV	Lärmschutz-Verordnung
LW-WP	Luft/Wasser Wärmepumpe
RL	Rücklauf
SDV	Spitzendeckungsvolumen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STV	Steuervolumen
SW-WP	Sole/Wasser Wärmepumpe
TABS	Thermoaktive Bauteilsysteme
VL	Vorlauf
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherung
WP	Wärmepumpe
WW	Trinkwarmwasser
WW-WP	Wasser/Wasser Wärmepumpe

Vorschläge für eine gesamtheitliche Betrachtung kleiner und mittelgrosser Anlagen.

ZUL

Zuluft

Z

Umwälzpumpe der Trinkwarmwasser-Zirkulation

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In den letzten Jahren hat die Anzahl an Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in der Schweiz stetig zugenommen, und so werden heute im Wohn- und Verwaltungsneubau überwiegend Wärmepumpen eingesetzt. Trotz dieser erfreulichen Entwicklung ist die korrekte hydraulische Einbindung einer Wärmepumpe (WP) nach wie vor eine Herausforderung für Planer und Installateure. Dies zeigen auch verschiedene Untersuchungen, welche die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) und Hubacher Engineering im Rahmen von Feldanalysen [2] im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) durchgeführt haben. Die wichtigste Erkenntnis aus diesen Untersuchungen ist: Eine Heizungsanlage mit einer Wärmepumpe kann nur energieeffizient betrieben werden, wenn alle Komponenten der Heizungsanlage optimal aufeinander abgestimmt sind und Anlagen auf dem Stand der Technik geplant, ausgeführt und in Betrieb genommen werden.

Gemeinsam mit namhaften Wärmepumpenherstellern, Lieferanten und Verbänden wurde deshalb das Wärmepumpen-System-Modul (WP-System-Modul) [3] entwickelt. Dieses ist allerdings beschränkt durch eine maximale Wärmeleistung von 15 kW. Bei der Anwendung eines WP-System-Moduls werden die Systemkomponenten optimal aufeinander abgestimmt und die Schnittstellenfrage zwischen Planungs- und Installationsphase geklärt. Seit vier Jahren kann dieses Modul für Neubauten sowie bei Sanierungen eingesetzt werden.

1.2 Ziele

In der vorliegenden Studie geht es darum, festzustellen welche erweiterten Empfehlungen und Massnahmen für Anlagen grösser als 15 kW Wärmeleistung notwendig sind und daraus einen Vorschlag für eine mögliche Erweiterung des WP-System-Moduls auszuarbeiten. Konkret wurden dafür mit dem BFE folgende Ziele definiert:

1. Abklärung in wie weit eine Erweiterung bis 100 kW möglich ist.
2. Zuhanden des BFE's werden Vorschläge ausgearbeitet, wie das WP-System-Modul für Wärmeleistungen bis 50 kW bzw. 100 kW erweitert werden kann.
3. Publikation in Fachzeitschriften und Fachveranstaltungen.

Für die Erreichung dieser Ziele soll im Rahmen dieses Projektes keine Forschung betrieben, sondern primär das Wissen aus der Branche, vertreten durch die Begleitgruppe, sowie der Lehre zusammengetragen werden.

Die daraus erarbeiteten Unterlagen für die Ziele 1 und 2 werden in dieser Dokumentation zusammengefasst.

1.3 Vorgehensweise

Für das Erreichen der oben erwähnten Ziele und das Erstellen des Vorschlags für die Erweiterung des WP-System-Moduls wurde das nachfolgende Vorgehen gewählt:

- Definition der Grösse bzw. Grenzen für eine allfällige zukünftige Erweiterung des WP-System-Moduls
- Untersuchung der bestehenden Unterlagen/Dokumente des WP-System-Moduls bis 15 kW Wärmeleistung
- Themen aufzeigen, in denen die Unterlagen geändert bzw. ergänzt werden müssen
- Recherche und Fachgespräche um die unklaren Themen zu definieren
- Ausarbeitung des Anpassungsvorschlags und Dokumentation

Die einzelnen Punkte wurden primär durch Literaturrecherche (siehe Kapitel 5) erarbeitet sowie mit Hilfe von Fachpersonen der Begleit- und Projektgruppe diskutiert, und die geeigneten Vorschläge definiert.

1.4 Erweiterung auf 50 oder 100 kW?

In den diversen Fachgesprächen und Diskussionen hat sich herausgestellt, dass nicht die Wärmeleistung der Wärmepumpe massgebend ist für die Abgrenzung einer möglichen Erweiterung des WP-System-Moduls, sondern die Art, wie diese in die Heizungsanlage eingebunden wird. Einerseits können Heizungsanlagen mit Wärmepumpen bereits bei einer kleinen Wärmeleistung sehr komplex aufgebaut und damit für das WP-System-Modul ungeeignet sein. Andererseits können Wärmepumpen bei Anlagen mit einer grossen Wärmeleistung sehr einfach eingebunden werden und damit in die Zielgruppe des WP-System-Moduls fallen. Daher soll bei einer Erweiterung des WP-System-Moduls nicht von Wärmeleistungsbeschränkung der Anlage, sondern von eingeschränktem Einsatzgebiet gesprochen werden (siehe 1.5).

Die Grösse der Wärmepumpen wird aber durch die Vorgabe, dass Wärmepumpen mit einem Gütesiegel des europäischen Wärmepumpenverbandes (EHPA) eingebaut werden müssen, trotzdem eingeschränkt. Wärmepumpen werden heute standardmässig nur bis zu einer Wärmeleistung von 100 kW geprüft und zertifiziert. Dementsprechend ist das WP-System-Modul nur für Wärmepumpen bis 100 kW möglich. Die Leistung der gesamten Heizungsanlage kann, insbesondere bei Anlagen mit mehreren Wärmepumpen, trotzdem grösser sein.

1.5 Abgrenzung

Das bestehende WP-System-Modul richtet sich an Installateure, Planer, Hersteller sowie Bauherren und kommt vor allem im Wohnungsbau zum Einsatz. Für grössere oder komplexe Anlagen, wie z.B. mit saisonalem Speicher, ist anlagenspezifisches Ingenieurwissen erforderlich. Dieses kann nicht in einem WP-System-Modul abgebildet werden. Für eine mögliche Erweiterung des Moduls wurden daher folgende Einschränkungen definiert:

1. Der Fokus des WP-System-Moduls liegt primär auf Wohn- sowie Verwaltungsbauten ohne Klimatisierung. Es kann zusätzlich auf andere Nutzungen erweitert werden, sofern diese vergleichbare Anforderungen an die Wärmeerzeugungsanlage stellen.
2. Das WP-System-Modul bietet Lösungen für die Erzeugung der Raumwärme sowie des Trinkwarmwassers.

3. Auf ein Monitoring zur Qualitätssicherung der Anlage wird nicht explizit eingegangen, es wird aber empfohlen.

2 Grundlagen

In Teilbereichen ist für die Erarbeitung des Vorschlags zur Erweiterung des WP-System-Moduls die Aufbereitung von neuen bzw. erweiterten Grundlagen notwendig. Die neu aufbereiteten Grundlagen sind in diesem Kapitel beschrieben.

2.1 Hydraulische Schaltungen

Im Bereich der vorgeschlagenen hydraulischen Schaltungen im WP-System-Modul sind für eine mögliche Erweiterung grundlegende Anpassungen vorzunehmen. Deshalb wurden losgelöst von den bestehenden Schemas, neue hydraulische Schemas für die Schaltungen der Heizungsanlagen ausgearbeitet. Dazu wurden die unterschiedlichen Anlageteile betrachtet, bewertet und zu, im Rahmen einer Erweiterung des WP-System-Moduls, sinnvollen Heizungsanlagen bzw. Schaltungen zusammengefügt.

Für die Aufarbeitung wurden neben einer Literaturrecherche (siehe Kapitel 5) die auf dem Markt existierenden Lösungen für Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in dem Wärmeleistungsbereich bis 100 kW untersucht [4] [5] [6] sowie die Erkenntnisse aus Feldanalysen [2] berücksichtigt und in der Begleitgruppe diskutiert. Nachfolgend sind die wichtigsten Erkenntnisse bezüglich der einzelnen Anlageteile für die Erarbeitung der neuen Schaltungen bzw. Funktionsschemas aufgeführt.

2.1.1 Wärmepumpe

Wenn der Wärmeleistungsbereich vergrössert wird, kann es durchaus Sinn machen, mehrere Wärmepumpen einzusetzen. Daher werden auch Vorschläge mit mehreren Wärmepumpen ausgearbeitet.

Bezüglich Umweltwärme (Quelle) sind die Systeme Luft/Wasser, Sole/Wasser und Wasser/Wasser Wärmepumpen vorgesehen. Bei einer Sole/Wasser Wärmepumpe soll im WP-System-Modul darauf hingewiesen werden, dass das Erdreich regeneriert werden kann/sollte und je nach Bedürfnissen ein Freecooling möglich ist. Entsprechende Massnahmen und Integrationsvorschläge sollten in einer allfälligen Erweiterung berücksichtigt werden.

2.1.2 Bivalente Varianten

Es gibt Fälle im Sanierungsbereich, in denen erst bivalente Wärmeerzeugungssysteme den Einsatz einer Wärmepumpe ermöglichen. Aus diesem Grund sollen in einer Erweiterung des WP-System-Moduls für grössere Wärmeleistungen ebenfalls bivalente Anlagen für den parallelen Betrieb berücksichtigt werden.

Die Wärmeerzeugung soll so ausgelegt sein, dass die Wärmepumpe die Grundlast abdeckt und die ergänzende Wärmeerzeugungsleistung, oder den Temperaturhub, lediglich als Spitzendeckung zugeschaltet werden muss. Dazu eignen sich Wärmeerzeugungen mit dem Brennstoff Gas oder Öl.

2.1.3 Trinkwarmwassererwärmung

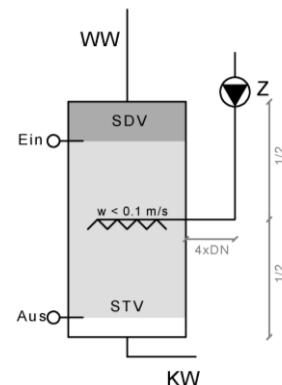
Für die Einbindung der Trinkwarmwassererwärmung wurden die Themen der Warmhaltung der Leitungen, der Temperaturhochhaltung und der Frischwasserstation grundlegender betrachtet. Die Erkenntnisse daraus sollen bei der Integration der Trinkwarmwassererwärmung beachtet werden.

Tabelle 1: Einbindungsmöglichkeiten Warmhaltung

Einbindung Zirkulationskreis

Wird ein Trinkwarmwasser-Zirkulationskreis vorgesehen, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Eine Gegenstromzirkulation (Mikrozirkulation innerhalb einer Leitung) muss verhindert werden. Somit muss die warmgehaltene Leitung durchgehend gedämmt werden. Gegenstromzirkulation entstehen, wenn ungedämmte Stellen (z.B. Flanschen, Armaturen) in den warmgehaltenen Leitungen vorhanden sind.
- Im oberen Bereich des Speichers wird ein Spitzendeckungsvolumen (SDV) vorgesehen. In dieses Volumen darf die Rückführung einer Zirkulation nicht vorgesehen werden.
- Die Zirkulation muss in der Speichermitte (im Bereich des Steuervolumens - STV) eingeführt werden.
- Der Zirkulationsrückführung in den Speicher muss möglichst Impulsarm sein. Nur so kann eine Temperaturschichtung beibehalten werden. Deshalb gilt: Eintrittsgeschwindigkeit der Zirkulation in den Speicher ≤ 0.1 m/s. Ist dies nicht möglich, muss eine andere geeignete Einströmkonstruktion (z.B. Diffusor, Prallplatte, Schichtlanze) vorgesehen werden.
- Vor dem Speichereintritt ist eine Beruhigungstrecke vorzusehen. Diese Beruhigungstrecke sollte $\geq 4x$ Leitungsdurchmesser betragen.
- Eine Zeitschaltuhr in der Zirkulation ist vorzusehen. Kann eine Zirkulationsunterbrechung zeitlich berücksichtigt werden, sollte diese mit den Nutzern definiert werden. Mögliche Unterbrüche können bei einem grossen Warmwasserbezug sein (z.B. über die Mittagszeiten), oder während den



Nachtstunden, wo keine Komfortansprüche an die Ausstosszeiten verlangt werden. Dies ist in einer Nutzungsvereinbarung schriftlich festzuhalten (siehe auch SIA 385/2:2015 [1]).

Einbindung Begleitheizband (Warmhalteband)

Kommt ein Begleitheizband zum Einsatz, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Die Lebensdauer von Warmhaltebändern ist auf ungefähr 25 Jahre begrenzt. Damit ein allfälliger Ersatz möglich ist, muss das Warmhalteband zugänglich und mit einfachen Mitteln ersetzbar sein.
- Warmhaltebänder sind mit Schaltuhr und Leistungssteller (Leistungsregulierung) vorzusehen. Mögliche zeitliche Unterbrüche können bei einem grossen Warmwasserbezug sein, oder während den Nachtstunden, wo keine Komfortansprüche an die Ausstosszeiten verlangt werden.
- Warmhaltebänder sind gemäss Lieferantangaben zu installieren.

Damit die Wärme dem Trinkwasser zugeführt werden kann und nicht der Umgebung, muss das Warmhalteband vollständig in das Dämmmaterial eingepackt werden. Die warmgehaltene Leitung muss durchgehend gedämmt werden.

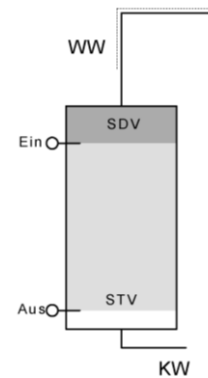
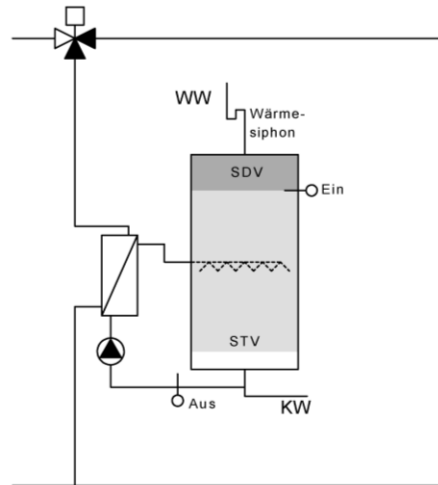


Tabelle 2: Temperaturhochhaltung bei aussenliegendem Wärmeübertrager

Stufenladung bei aussenliegendem Wärmeübertrager

Die Pumpe im Sekundärkreis wird mit konstantem Volumenstrom betrieben (Ein/Aus), der Sekundärkreisvorlauf wird in der unteren Hälfte des Speichers angeschlossen.

Der Einsatz einer Schichtlanze oder andere geeigneten Einströmkonstruktionen ist zwingend.



Schichtladung bei aussenliegendem Wärmeübertrager

Wenn der Sekundärkreis über ein **Mischventil** geregelt ist, muss der Sekundärkreisvorlauf oben (unterhalb Spitzendeckungsvolumen) in den Speicher eingeführt werden.

Da es sich hier um eine Schichtladung handelt, herrschen während dem ganzen Ladevorgang primär- und sekundärseitig hohe Vorlauftemperaturen. **Dies reduziert die Energieeffizienz der Wärmepumpen-Anlage und wird deshalb nicht empfohlen.**

Der Einsatz einer Schichtlanze oder anderer geeigneter Einströmkonstruktionen ist zwingend.

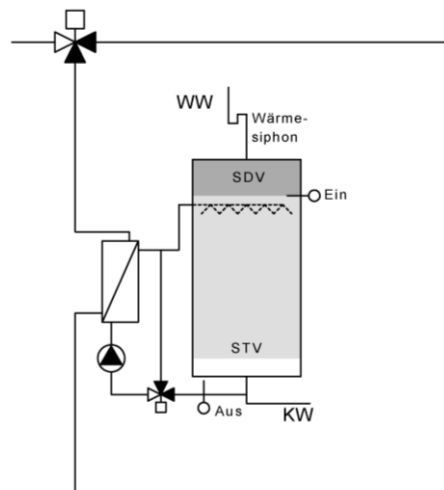
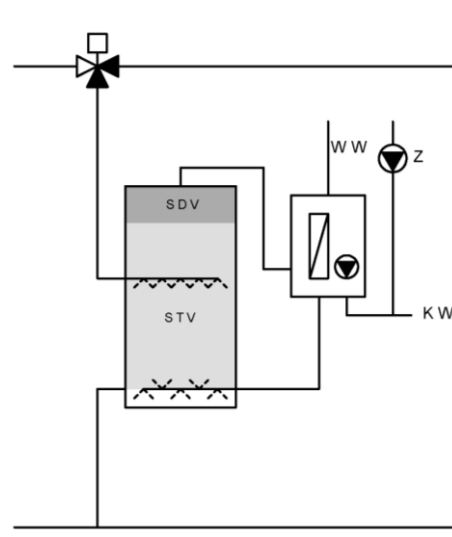


Tabelle 3: Einbindung Frischwassermodul**Einbindung Frischwassermodul**

Die Wärme für das Trinkwarmwasser wird nicht im Wasser-Wärmespeicher, sondern auf der Heizungsseite gespeichert.

Die Zirkulation wird an die Kaltwasserleitung angeschlossen.

Da der Trinkwarmwasserbezug unterschiedlich ist, ist auch die Leistungsaufnahme des Frischwassermoduls variabel und mit diesem die Heizungsrücklauftemperatur. Damit ein korrektes Einschichten in den Wasser-Wärmespeicher mit unterschiedlichen Rücklauftemperaturen möglich wird, ist eine geeignete Einströmkonstruktion (z.B. Schichtlanze) zwingend.

**2.1.4 Solarthermie**

Eine thermische Solaranlage kann für die Trinkwassererwärmung und/oder für die Raumheizung eingesetzt werden. Feldstudien [2] zeigen, dass beim Einsatz der thermischen Solarwärme für die Raumheizung und Trinkwassererwärmung im Kombispeicher oft eine deutliche Effizienzeinbusse eintreffen kann. Dies wird auf eine mangelhafte Schichtung¹ im Kombispeicher (Heizungsspeicher mit integriertem Trinkwasserspeicher) zurückgeführt.

Anstelle eines Kombispeichers kann auch mit zwei separaten Speichern gearbeitet werden. So kann, je nach Temperatur der Solarwärme, wahlweise das Trinkwarmwasser erwärmt oder der Heizungsspeicher geladen werden. Diese Variante beansprucht jedoch viel mehr Platz und der Ertrag für die Raumwärme kann im Winter gering sein.

¹ Beim Einbau eines Kombispeichers sollte deshalb dringend auf die Schichtungseffizienz des Speichers geachtet werden. Das Institut für Solartechnik SPF in Rapperswil bietet einen entsprechenden Test an.

2.1.5 Speicher

Eine wichtige Voraussetzung für einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe sind lange Laufzeiten. Um diese zu erreichen sollen nur technische Speicher, keine Energiespeicher, eingebaut werden.

Bei technischen Speichern ist darauf zu achten, dass zwei Rücklaufstutzen realisiert werden um eine Fehlzirkulation zu verhindern. Der Vorlauf wird nur mit einem Stutzen realisiert (siehe Abbildung 1).

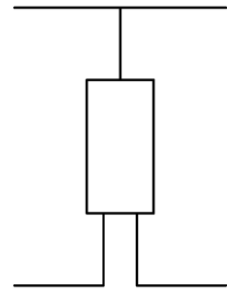


Abbildung 1: Speicher mit drei Anschlüssen

2.1.6 Verteilung

Für die Wärmeverteilung sind, je nach Bedarf, unterschiedliche hydraulische Schaltungen möglich. Die Einspritzschaltung soll für das WP-System-Modul nicht eingesetzt werden, da bei einfachen Anlagen das Fehlerrisiko bei ungenauen Einstellungen zu gross ist. Für geregelte Heizkreise wird standardmässig die Beimischschaltung angewendet.

Eine Verteilung (Leitungen inkl. Anschlussverbindungen, Armaturen, etc.) ist ausnahmslos und durchgehend zu dämmen. Hingegen sollte aus hygienischen Gründen eine Trinkwarmwasser-Ausstossleitung (letzte Teilstrecke vom Verteilerabgang bis zur Entnahmestelle) nicht gedämmt werden.

2.1.7 Steuerung/Regulierung

Die Planung der Steuerung bzw. der Regulierung der Klein-Wärmepumpen-Anlagen wird im bestehenden WP-System-Modul von den Wärmepumpen-Lieferanten vorgegeben. Dies ist bei den meisten standardisierten Anlagen bis 100 kW auch empfehlenswert, weshalb in diesem Bericht nicht detaillierter auf die Regulierung eingegangen wird.

3 Diskussion der bestehenden Unterlagen

Für eine allfällige Erweiterung des WP-System-Moduls oder anderweitige Empfehlungen für „mittelgrosse“ Anlagen kann auf bestehende Unterlagen, die für das bestehende WP-System-Modul entwickelt wurden, aufgebaut werden. In diesem Kapitel sind die Themen dieser Unterlagen aufgeführt und die notwendigen Anpassungen für eine Erweiterung aufgelistet.

3.1 Pflichtenheft

Die Anforderungen des bestehenden WP-System-Moduls werden primär über das Pflichtenheft definiert. Darin werden die verschiedenen Zuständigkeiten von Planer, Installateur und Lieferant beschrieben und die Anforderungen an die einzelnen Anlagenteile bzw. Komponenten definiert.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Zuständigkeiten der unterschiedlichen Themen gemäss dem bestehenden Pflichtenheft aufgezeigt. Ergänzt wird die Tabelle mit den Anpassungen, die vorgenommen werden müssen, für eine allfällige Erweiterung des WP-System-Moduls.

Wichtig ist, dass bei dem Vorschlag zur Erweiterung des erweiterten WP-System-Moduls, der Installateur bzw. die Installationsfirma auch die Aufgaben des Planers übernehmen kann.

Tabelle 4: Übersicht Pflichtenheft (Teil1)

Themen	Bestehendes WP-System-Modul	Erweiterung WP-System-Modul
Auslegung Wärmeleistung	Installateur / Planer	Installateur / Planer
Wärmepumpen	Lieferant / Installateur	Lieferant / Planer
Lärmschutznachweis	Installateur	Planer / Installateur
Wärmequelle Erdsonde	Installateur	Planer / Installateur
Hydraulische Einbindung	Lieferant gibt Schema vor	Lieferant gibt mögliche Schemas vor / Planer wählt aus
Umwälzpumpen	Installateur und/oder Lieferant (je nach Lieferumfang)	Planer / Installateur
Trinkwassererwärmung	Lieferant / Installateur	Planer / Installateur
Technischer Speicher	Lieferant / Installateur	Hersteller / Planer / Installateur
Wärmeabgabesystem	Installateur	Planer / Installateur

Tabelle 5: Übersicht Pflichtenheft (Teil 2)

Themen	Bestehendes WP-System-Modul	Erweiterung WP-System-Modul
Steuerung/Regelung Anzeigen	Lieferant / Installateur	Lieferant und/oder Planer / Installateur (je nach Lieferumfang) aus gemeinsam erarbeitetem Regelbeschrieb
Inbetriebnahme	Lieferant und Installateur	Lieferant / Planer / Installateur
Vermeidung von Gegenstromzirkulation (Sanitär- und Solaranlage)	-	Planer / Installateur

Bei der Wärmepumpe wurde für das WP-System-Modul bisher das internationale Wärmepumpen-Gütesiegel [7, 8] verlangt. Das Gütesiegel umfasst neben den technischen Eigenschaften der Wärmepumpe auch die Qualität der Bedienungs- und Montageanleitungen sowie die Serviceorganisation der Lieferfirma. Das Gütesiegel richtet sich an serienmässig hergestellte Wärmepumpen bis zu einer Wärmeleistung von 100 kW. Das Gütesiegel wird vor allem in der Schweiz, in Deutschland und Österreich verwendet. In Europa hat sich in den letzten Jahren das Qualitätssiegel KEYMARK [9] durchgesetzt. Wie schon beim Gütesiegel werden bei KEYMARK Anforderungen an die Wärmepumpe gestellt und auch durch akkreditierte Stellen überprüft. Allerdings gibt es keine Anforderungen an Planungsunterlagen und Service-Leistungen. Welches Qualitätssiegel sich in der Schweiz in Zukunft durchsetzen wird, ist heute schwer abschätzbar.

Das WP-System-Modul steht für eine hohe Qualität der Wärmepumpe, der Service-Leistungen und der Bedienungs- und Montageanleitungen, welche auf jahrelanger Erfahrung und verschiedenen Erfolgskontrollen [2] und [10] aufgebaut sind. Mit der neuen Bestrebung KEYMARK liegen noch keine Erfahrungen vor. Daher wird von der Begleitgruppe empfohlen, beim Gütesiegel zu bleiben. Die neuen Bestrebungen sollen aber weiter beobachtet werden. Denkbar ist, dass beim Gütesiegel das KEYMARK akzeptiert wird und nur noch die zusätzlichen Service-Leistungen und Bedienungs- und Montageanleitungen zertifiziert werden müssen.

3.2 Hydraulische Einbindung

Wenn Wärmeerzeuger grössere Wärmeleistungen abdecken können, werden die möglichen gebäudetechnischen Anlagevarianten oft umfangreicher und komplexer. Um einen Überblick über die möglichen Anlagevarianten zu bekommen, wird der Fokus zuerst auf einzelne Anlageteile gelegt. Dazu werden die möglichen und sinnvollen Komponentenvarianten für das WP-System-Modul aus den erarbeiteten Grundlagen (siehe 2.1) zusammengestellt. In diesem Kapitel werden die gewählten, aber auch die verworfenen Komponenten der Anlageteile aufgeführt und begründet.

3.2.1 Verteilschaltung Heizgruppen

Für die Heizgruppen sind folgende hydraulische Schaltungen für eine mögliche Erweiterung des WP-System-Moduls vorgesehen:

- Direktschaltung und Beimischschaltung kombiniert (je Wärmeverbraucher)
- Beimischschaltung
- Beimischschaltung mit konstantem Bypass

Nicht gewählt wurde die folgende Verteilschaltung:

- Einspritzschaltung

Die Einspritzschaltung mit einem Dreiwegventil weist relativ hohe Rücklauftemperaturen (entspricht bei Last = 0% dem Erzeuger-Vorlauf und bei Last = 100% dem Verbraucher-Rücklauf) auf, was zu kürzeren Laufzeiten der Wärmepumpe und damit zu einem ineffizienten Betrieb führt.

Bei der Einspritzschaltung mit Durchgangsventil ist der Massenstrom über die Wärmeerzeugung variabel. Dies ist in Kombination mit einer Wärmepumpe nicht erwünscht und kann zu Betriebsstörungen führen.

Generell muss bei einer Einspritzschaltung mit einem Wärmespeicher eine zusätzliche Pumpe vorgesehen werden. Die Einspritzschaltung ist aus diesen Gründen für Heizungsanlagen mit Wärmepumpen im WP-System-Modul ungeeignet und wird deshalb nicht berücksichtigt.

3.2.2 Trinkwarmwasser

Für die Trinkwarmwassererwärmung sind folgende mögliche Varianten vorgesehen:

- Innenliegender Wärmeübertrager
- Externer Wärmeübertrager
- Frischwasserstation

Diese drei Varianten können allenfalls mit einer thermischen Solaranlage kombiniert werden. Die Einbindung der thermischen Solaranlage in den Trinkwarmwasserspeicher erfolgt vorwiegend mit einem innenliegenden Wärmeübertrager. Aussenliegende Wärmeübertrager sind eher unübliche Anwendungen und werden deshalb nicht detaillierter betrachtet.

3.2.3 Wärmeerzeugung

Das WP-System-Modul sieht grundsätzlich die monovalente Einbindung von einzelnen oder mehreren Wärmepumpen vor. Wird der Wärmeleistungsbereich erweitert, können im Sanierungsfall auch bivalente Anlagen vorkommen. Die Möglichkeiten von bivalenten Heizungsanlagen soll in einer Erweiterung des WP-System-Moduls deshalb ebenfalls berücksichtigt werden.

In der nachfolgenden Aufzählung werden verschiedene Anlageteile für die Wärmeerzeugung aufgeführt. In Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe wurden diese diskutiert und bewertet.

Bei der Erweiterung des WP-System-Moduls sind folgende Anlageteile für die Wärmeerzeugung geeignet:

- Monovalente Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe (auch mit mehreren Verdichtern möglich).
- Monovalente Wärmeerzeugung mit mehreren Wärmepumpen.
- Monovalente Wärmeerzeugung mit mehreren Wärmepumpen, separate Trinkwarmwassererwärmung.
- Bivalente Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe und Gaskessel (modulierend, kondensierend), paralleler Betrieb
- Bivalente Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe und Ölkessel (nicht modulierend und kondensierend), paralleler Betrieb.

Die Wärmepumpen können in allen Varianten, je nach den Anforderungen der Anlage, als ein-, mehrstufige oder stufenlose Wärmepumpen vorgesehen werden.

Folgende mögliche Anlagekombinationen wurden verworfen:

- Bivalente Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe und Holzkessel (Stückholz, Hackschnitzel und Pellets).

Eine Wärmeerzeugung mit Holz kann zu wenig reguliert werden um als rein unterstützende Wärmeerzeugung (Spitzenlast) eingesetzt zu werden. Mit der Einbindung des Holzkessels wird dieser alternativ zur Wärmepumpe betrieben. Dies wird für ein WP-System-Modul allerdings nicht angestrebt und deshalb in diesem Rahmen² nicht weiter verfolgt.

- Bivalente Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe und Öl- oder Gaskessel alternativer Betrieb.

Da im WP-System-Modul die Wärmepumpe möglichst lange Betriebszeiten haben soll, werden alternativ eingebundene Gas- bzw. Ölkessel nicht berücksichtigt.

² Die vorliegende Studie betrachtet Wärmepumpen 15-100 kW als Hauptwärmeerzeuger in Wohnbauten.

3.2.4 Technische Speicher

Technische Speicher haben funktionelle Eigenschaften (Hydraulik, Regeltechnik, usw.). Das Einströmen in den Speicher muss möglichst impulsarm ($w \leq 0.1 \text{ m/s}$) sein. Dies kann mit einer Einströmkonstruktion erreicht werden. Je nach Situation sind folgende Varianten möglich:

- Speicher mit drei Anschlüssen

Technische Speicher zur Vergrößerung des Wasserinhalts und als hydraulische Weiche. Es sollen mindestens drei Anschlüsse vorgesehen werden um eine Fehlzirkulation vermeiden zu können (siehe 2.1.5).

- Speicher mit vier Anschlüssen

Dank der Einströmfunktion (z.B. Siebröhren) beim Wassereintritt weist der Speicher eine sehr gute Schichtung auf der Seite des Wärmeerzeugervorlaufs und des Wärmeabgaberücklaufs auf.

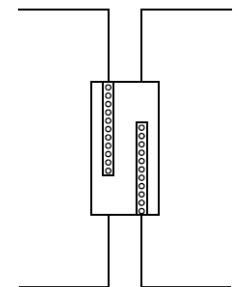


Abbildung 2: Speicher mit vier Anschlüssen

Nicht eingesetzter Speicher:

- Wärmespeicher, der in Serie eingebaut wird, druckbehaftete Verteilung.

Dies Art von Speichereinbindung wird für eine Erweiterung des WP-System-Moduls nicht betrachtet, da dieser nur bei kleinen, sehr einfachen Anlagen zur Vergrößerung des Wasserinhalts zur Anwendung kommt.

3.2.5 Spezielle Anwendungen

Freecooling

In einer Erweiterung des WP-System-Moduls soll die Einbindung von Freecooling vorgeschlagen werden. Dabei werden die Varianten der Kühlung über die Fussbodenheizung³ und Lüftung betrachtet.

Lüftungsanlagen werden in dieser Studie nicht detailliert betrachtet. Trotzdem wird an dieser Stelle auf die Möglichkeiten von Freecooling über die Lüftung eingegangen, da mit dem Freecooling gleichzeitig das Erdreich teilweise regeneriert werden kann.

Regeneration

³ Heizkörper eignen sich in der Regel nicht für Freecooling. Um Kondensatbildung am Heizkörper zu vermeiden, darf die Temperatur im Heizkreislauf nicht unter (je nach Standort) ca. 20°C abgesenkt werden. Die Heizkörperflächen sind für die Kühlung bei geringer Temperaturdifferenz zu gering.

Im Gegensatz zum Freecooling, das als Nebeneffekt das Erdreich teilweise regeneriert, gibt es auch Systeme deren primäres Ziel die Regeneration ist. Für ein erweitertes WP-System-Modul werden verschiedene Varianten der Erdreich-Regeneration vorgeschlagen. Für jede Varianten wird ein mögliches Systemkonzept vorgeschlagen. Diese müssen auf die vielfältigen Gebäudesituationen und Anforderungen abgestimmt werden.

Nahwärmeverbund

Der Nahwärmeverbund mit Wärmepumpen soll in einer Erweiterung des WP-System-Moduls geplant und realisiert werden können. Deshalb wird eine entsprechende Systemvariante vorgeschlagen.

3.3 Inbetriebnahme

Für die Inbetriebnahme gibt es im bestehenden WP-System-Modul die nachfolgenden Unterlagen bzw. Anforderungen. Die Eigenschaften und jeweilige Eignung bzw. notwendigen Anpassungen sind ebenfalls aufgeführt.

3.3.1 Inbetriebnahmeprotokoll

Vorhanden:

„Inbetriebnahmeprotokoll und Betriebsdatenzusammenstellung Hersteller“ [11] und „Inbetriebnahmeprotokoll und Betriebsdatenzusammenstellung Installateur“ [12]

Inbetriebnahmeprotokoll:

Die beiden Inbetriebnahmeprotokolle sind Formulare, auf denen die Eigenschaften der Wärmepumpe bzw. der Anlage eingetragen und unterzeichnet werden müssen.

Änderungen/Ergänzungen:

Die vorhandenen Inbetriebnahmeformulare können grundsätzlich in dieser Form auch für grössere Anlagen übernommen werden. Allerdings müssen diese auf die einzelnen Systeme adaptiert werden. Zudem ist es sinnvoll, wenn das Formular mit Soll- und Istwerten ergänzt wird. Die Sollwerte werden durch den Planer als Vorgabe eingetragen. Die effektiv eingestellten Werte werden vom Installateur als Istwerte ergänzt. Signifikante Abweichungen von den Sollwerten sind nur in begründeten Fällen erlaubt.

Vorgehen:

Das Inbetriebnahmeprotokoll soll für eine Erweiterung des WP-System-Moduls nach den aufgeführten Kriterien angepasst werden (siehe 4.3.1).

3.3.2 Protokoll hydraulischer Abgleich

Vorhanden:

„Protokoll hydraulischer Abgleich“ [13] oder [14]

Beschrieb:

In dem Protokoll kann eingetragen werden, welche Verbraucher wie eingestellt wurden.

Vorgehen:

Neu sollen die Tabellen aus dem suissetec Merkblatt „Hydraulischer Abgleich in neuen Heizungsanlagen“ [14] ersetzt werden.

3.3.3 Instruktion**Vorhanden:**

Der Betreiber der Anlage wird ausführlich über die Funktion und Regulierung der Anlage instruiert.

Vorgehen:

Diese Anforderung soll analog für eine Erweiterung übernommen werden.

3.4 Ergänzende Dokumente/Merkblätter**3.4.1 Lärmschutz****Vorhanden:**

Tool „Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen“ [15] oder kantonale Vorgaben.

Beschrieb:

In dem Tool kann eingegeben werden, welche Schalleistung und –druck die gewählte Wärmepumpe hat. Danach kann durch die Eingabe von aufstellungsortspezifischen Daten bestimmt werden, wie sich der Planungswert und der Beurteilungspegel für diese spezifische Situation verhalten. Anschliessend wird der Planungswert mit dem Beurteilungspegel verglichen und beurteilt.

Das Tool gilt für Wohn- und Mischzonen und ist gemäss Angaben im Tool auf eine Wärmeleistung von 35 kW beschränkt. Als Grundlage für die Eingabe kann das Schalldaten-Verzeichnis des FWS genutzt werden.

Änderungen/Ergänzungen:

Die Beschränkung der 35 kW kann durch eine Erweiterung der Datenbank für Wärmepumpen bis 100 kW Wärmeleistung ausgedehnt werden. Bei grösseren Luft-Wasser-Wärmepumpen-Anlagen müssen je nach Gerätetyp mehrere Geräte eingebaut werden. Dies bedeutet, dass eine zweite Lärmquelle vorhanden ist. Das Formular kann dann ebenfalls verwendet werden, die Werte müssen jedoch energetisch summiert werden. Die Instruktion dazu muss ergänzt werden.

Vorgehen:

Das Formular ist für eine Erweiterung des WP-System-Modul einsetzbar. Zurzeit wird in einer Arbeitsgruppe die Schall-Datenbank für das Tool erweitert. Zu einem späteren Zeitpunkt wird ein Vertreter der FWS zu dieser Arbeitsgruppe stossen und kann die Erweiterung der Datenbank und

die Eingabe mehrerer Lärmquellen vorschlagen. Bis die Anpassungen umgesetzt werden, kann folgende überschlagsmässige Berechnung angewendet werden:

Werden zwei Wärmepumpen mit etwa gleichem Schallpegel eingesetzt, wird die grössere Anlage mit dem Tool berechnet. Das Endresultat wird am Schluss um 3 dB erhöht.

Achtung: auf allen Unterlagen ist darauf hinzuweisen, dass die unterschiedlichen, teils kommunalen Anforderungen einzuhalten sind. Diese Anforderungen können stark variieren.

3.4.2 Erdwärmesonden

Vorhanden:

Tool „Erdwärmesondenberechnung nach SIA 384/6“ (Version FWS 1.2.151117) [16], Merkblatt „Anbindungen von Erdwärmesonden an Wärmepumpen“ [17]

Beschrieb:

Mit dem vereinfachten Berechnungsverfahren können die Längen ohne Berücksichtigung von Erdwärmesonden in der Nachbarschaft für Anlagen bis zu vier Erdwärmesonden berechnet werden.

Änderungen/Ergänzungen:

Die Anwendung ist gleich wie bisher. Bei grösseren Anlagen sind unbedingt spezifischere Simulationen durchzuführen.

3.4.3 Sanierung

Vorhanden:

Tool „Heizungersatz mit Wärmepumpen – Berechnung des Wärmeleistungsbedarfs“ [18]

Beschrieb:

Im Excel File können in einem interaktiven Formular die Verbrauchsdaten der bestehenden Anlage, abhängig von der Art der Wärmeerzeugung, erfasst werden. Als Output wird aufgezeigt, welche Wärmeleistung für die neue Wärmepumpe erforderlich ist um die bestehende Anlage zu betreiben. Den Ersatz einer bestehenden Wärmepumpe mit einer neuen Wärmepumpe ist nicht vorgesehen. Das Excel kann nur für Wohnbauten angewendet werden.

Änderungen/Ergänzungen:

Das Formular kann für grössere Anlagen übernommen werden. Allerdings sollte es zusätzlich mit einer Grafik/Hinweis zu möglichen oder notwendigen Massnahmen an der Gebäudehülle ergänzt werden (analog „Heizungs-Check“ [19] und „Grundlagendaten für Heizungersatz mit Wärmepumpen“ [20]).

Vorgehen:

Das oben beschriebene Tool ist noch neu, daher soll in einer ersten Phase Erfahrungen gesammelt werden. In einer späteren Phase kann das Tool erweitert werden, so dass auch kleine Bürogebäude berechnet werden können.

3.4.4 Ausführung**Vorhanden:**

Leistungsgarantie des WP-System-Moduls [21]

Beschrieb:

In der Leistungsgarantie sind verschiedene Anforderungen an die Ausführung der Heizungsanlage gestellt. In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Punkte, die die Ausführung betreffen, aufgelistet.

Tabelle 6: Mitgeltende Dokumente und Merkblätter

Bereich	Beschreibung
Erdwärmesonden	Gemäss Merkblatt [22] und SWKI Richtlinie BT102-01 [23]
Wärmepumpenmodell	Nur zertifiziertes Systemmodul darf verwendet werden
Hydraulische Einbindung	Gemäss den vorgeschlagenen Funktionsschemas (siehe Kapitel 4)
Heizungssystem, Füllwasser	Gemäss SWKI Richtlinie BT102-01 [23]
Umwälzpumpen	Aktuell geforderte Energieeffizienzklasse
Systemtemperaturen und Dämmung	Gemäss der jeweiligen, aktuellen, kantonalen Gesetzgebung (MuKE n [24])

Änderungen/Ergänzungen:

Die Angaben bezüglich der Ausführung können ohne Änderungen für eine Erweiterung des WP-System-Moduls übernommen werden. Es sind deshalb keine Änderungen bzw. Ergänzungen vorzunehmen.

4 Vorschlag der neuen Unterlagen

In diesem Kapitel wird der ausgearbeitete Vorschlag für die Anpassung der Unterlagen für eine Erweiterung des WP-System-Moduls gemäss den Änderungen von Kapitel 3 aufgeführt.

4.1 Empfehlungen Pflichtenheft WP-System-Modul für mittelgrosse Anlagen

4.1.1 Präambel

Das WP-System-Modul baut auf dem internationalen Gütesiegel des europäischen Wärmepumpenverbandes (EHPA) auf. Mit dem Einsatz von Systemmodulen in Heizungsanlagen erwarten wir eine Energieeffizienzsteigerung im Vergleich zu herkömmlich geplanten Anlagen. Die WP-System-Module können sowohl im Neubau als auch im Sanierungsmarkt eingesetzt werden. Die WP-System-Module sind für Wärmepumpen bis zu einer Wärmeleistung von 100 kW vorgesehen (A-7/W35, B0/W35, W10/W35).

Mit dem WP-System-Modul wird ein Standard weitergeführt, der die Transparenz gegenüber dem Endkunden erhöht, die Energieeffizienz der Anlage gewährleistet und das gute Image der Wärmepumpenbranche hochhält. Im WP-System-Modul wird die jeweilige Verantwortung der Lieferanten, Installateure und Planer geregelt. Planer, Installateure und Lieferanten müssen den Nachweis erbringen, dass sie die reglementarischen Vorschriften des WP-System-Moduls befolgen und die Anforderungen einhalten.

Die Einhaltung von geltenden Vorschriften und Normen wird als selbstverständlich vorausgesetzt. Bei einem Verstoß oder nicht einhalten der Anforderungen kann das Anlagezertifikat nicht erteilt werden. Das WP-System-Modul bietet im Wesentlichen folgenden Nutzen:

- Sie verbessern die Qualität und die Effizienz der Anlagen.
- Sie vereinfachen die Organisationsabläufe bei Lieferanten, Planern und Installateuren.
- Sie schaffen eine klare Kompetenz- und Verantwortungszuteilung zwischen Lieferant, Installateur und Planer.
- Sie bewirken eine verringerte Störanfälligkeit der Anlagen.
- Der Endkunde erhält ein optimales Preis/Leistungsverhältnis für seine Anlage.

Das WP-System-Modul beinhaltet:

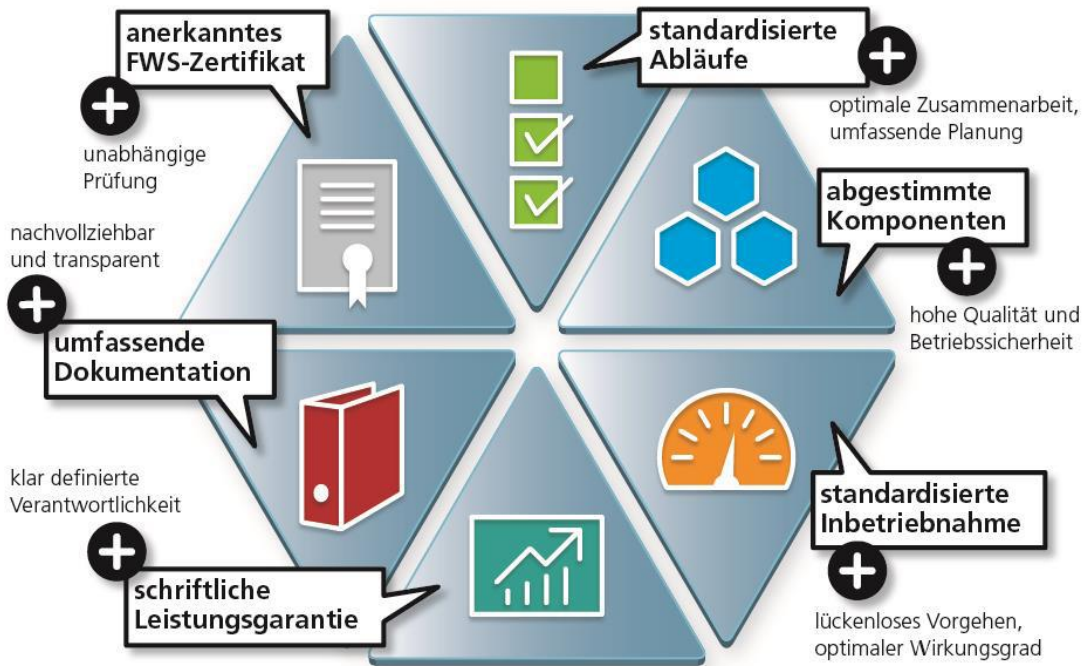


Abbildung 3: Übersicht WP-System-Modul

4.1.2 Verantwortlichkeiten

Der Planer*

**der Installationsbetrieb kann auch die Planung mit den entsprechenden Verantwortlichkeiten übernehmen.*

- liefert die Grundlagen für das Heizungssystem:
 - o *Neubau*: Berechnet die erforderliche Wärmeleistung der Wärmepumpe gemäss SIA 384/1:2009 [25].
die Norm-Heizlast mit SIA 384.201:2005 [26].
den Zuschlag für Trinkwarmwasser gemäss SIA 384/1, Ziffer 4.3.3.3.
den Zuschlag für Sperrzeiten.
den Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2016 [27].
Die Berechnungen werden im Anlageordner abgelegt.
 - o *Sanierung*: Berechnet die erforderliche Wärmeleistung für Heizung und Trinkwarmwasser aufgrund der klimakorrigierten Historie (durchschnittlicher Öl-, Gas-, Holz- oder elektrischer Verbrauch).
Hilfsmittel sind das vorgegebene Datenerfassungsdokument und das FWS Berechnungs-Tool.
Datenerfassungsblatt und Ausdruck FWS Berechnungs-Tool werden im Anlageordner abgelegt.

- verpflichtet sich, die für das WP-System-Modul vom Lieferanten freigegebenen hydraulischen Einbindungen und Systemkomponenten anzuwenden.
- ist verantwortlich, dass die Systemtemperaturen den gesetzlichen Vorschriften entsprechen (MuKE) [24].
- ist verantwortlich für die Berechnung der Erdwärmesonde. Für die Auslegung der Erdwärmesonden soll der erforderliche Wärmebedarf ($Q_{H,dis} + Q_{W,dis} + Q_{AS,dis}$) gemäss Norm SIA 384/3:2013 [28] sowie die geologischen Angaben des Bodens und der Standort der Anlage berücksichtigt werden.
- berücksichtigt bei der Erdwärmesonden-Dimensionierung nahe gelegene Erdwärmesonden auf Nachbargrundstücken.
- ist verantwortlich, dass ein Sondenplan vorliegt. Darin ist der Standort der Sonden anhand der Koordinaten festgehalten und die Sonden sind durchnummeriert. Die Sondennummern müssen gut sichtbar und korrekt auf den Erdwärmesondenverteiler übertragen werden. Die Erdwärmesondenbohrfirma ist verantwortlich für das Bohrprofil.
- ist verantwortlich für die Erstellung des Lärmschutznachweises bei Luft/Wasser-Wärmepumpen und gibt diesen bei Bedarf an die Behörde weiter.
- erstellt einen auf die Anlage bezogenen Funktionsbeschrieb.
- liefert die Daten zur Einstellung der Heizkurve, Heizgrenze usw.
- ergänzt das Inbetriebnahmeprotokoll mit den entsprechenden Soll-Werten gemäss Vorgabe WP-System-Modul.
- stellt sicher, dass der Sanitärinstallateur, der Elektroinstallateur und die Erdwärmesondenbohrfirma die Bedingungen des WP-System-Moduls erfüllen.
- ist verantwortlich, dass die entsprechenden Baubewilligungen (z.B. Erdsondenbohrung) sowie die Bewilligung des elektrischen Anschlusses vom Stromversorgungsunternehmen vorliegen.
- erstellt und übergibt dem Besteller der Anlage eine Anlagedokumentation.

Der Installateur

- installiert die Heizungsanlage mit der Wärmepumpe gemäss den Angaben des Planers und den Vorgaben des WP-System-Moduls
- stellt sicher, dass vor der Inbetriebnahme der Wärmepumpe die folgenden Arbeiten ausgeführt bzw. erledigt sind:
 - o Führt eine Druckprüfung der Heizungsanlage durch. Für die Druckprüfung muss das Wasser gemäss SWKI Richtlinie BT102-01 [23] eingesetzt werden. Ist dies nicht möglich muss das Medium vollständig entleert werden können.
 - o Das Heizsystem ist durchgespült, gemäss SWKI Richtlinie BT102-01 [23] gefüllt, entlüftet und hydraulisch abgeglichen. Wenn die Umwälzpumpen in der Wärmepumpe

- integriert sind (innerhalb Wärmepumpengehäuse) erfolgen die Entlüftung und der hydraulische Abgleich gleichzeitig mit der Inbetriebnahme der Wärmepumpe.
- Bei Erdwärmesondenanlagen sind die Erdwärmesondenkreise gemäss GKS-Merkblatt [22] gefüllt, entlüftet und hydraulisch abgeglichen.
- Alle elektrischen Komponenten sind gemäss Stromlaufplan elektrisch angeschlossen, korrekt montiert und beschriftet.
- erstellt das Inbetriebnahmeprotokoll gemäss Vorgabe WP-System-Modul und ist für die vollständige Ausführung verantwortlich.
- instruiert den Bauherrn oder dessen Vertreter wie die Anlage sicher und energieeffizient betrieben wird.

Der Lieferant

- definiert die firmenspezifischen WP-System-Module, bestehend aus Wärmepumpe, Trinkwarmwassersystem, hydraulische Einbindungen inkl. technischer Speicher, sowie Steuerung/Regelung.
- führt die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage inkl. der Nachkontrolle, gemäss Pflichtenheft WP-System-Modul, in Zusammenarbeit mit dem Installateur durch.
- ist bei der Nachkontrolle nach dem ersten Betriebsjahr zusammen mit dem Lieferanten auf der Anlage anwesend.

4.1.3 Anforderungen an die Systemkomponenten

Wärmepumpen

(verantwortlich ist der Lieferant)

- Die Wärmepumpe und deren Lieferfirma in der Schweiz haben das internationale Gütesiegel des europäischen Wärmepumpenverbandes.
- Die folgenden aktuellen minimalen, seit dem 1.1.2011 geltenden COP-Werte für das internationale Gütesiegel (EHPA) müssen erreicht werden:
 - LW-WP 3.1 bei A2/W35
 - SW-WP 4.3 bei B0/W35
 - WW-WP 5.1 bei W10/W35
- Darüber hinaus verlangt das WP-System-Modul:
 - LW-WP 1.7 bei A-7/W55
 - LW-WP 2.6 bei A7/W55
 - SW-WP 2.5 bei B0/W55

- WW-WP 3.3 bei W10/W55

Luft/Wasser-Wärmepumpen (LW-WP) müssen bei Aussentemperaturen von -7°C (A-7) Vorlauftemperaturen von 55°C erreichen. Sole/Wasser-Wärmepumpen (SW-WP) müssen bei 0°C (B0) Vorlauftemperaturen von 60°C und Wasser/Wasser-Wärmepumpen (WW-WP) bei 10°C (W10) ebenfalls Vorlauftemperaturen von 60°C erreichen.

Lärmschutznachweis

(verantwortlich ist der Planer oder der Bauphysiker)

Die gesetzlichen Bedingungen, insbesondere die Lärmschutz-Verordnung [29] und die zum Zeitpunkt der Zertifizierung gültigen Bedingungen von Cercle Bruit und der Kantone/Gemeinde, müssen eingehalten werden.

Der Lieferant stellt dem Planer die notwendigen technischen Daten der Wärmepumpe zur Verfügung. Für die Angaben ist der Schalleistungspegel massgebend.

Wärmequelle Erdwärmesonden

(verantwortlich Planer für Dimensionierung, Installateur für Ausführung)

- Erdwärmesonden werden nach SIA 384/6:2010 [30] dimensioniert. Dazu kann das Berechnungstool aus dem FWS Schulungs-Modul „Planung und Dimensionierung von Erdwärmesonden Anlagen“ verwendet werden. Der Planer kann bei Bedarf, wie zum Beispiel bei einer Simulation, Hilfe von Dritten in Anspruch nehmen. Der Nachweis über die Dimensionierung der Erdwärmesonden ist der Anlagedokumentation beizulegen.
- Die Erdwärmesonden-Bohrfirma hat das „Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen“ (FWS).
- Das suisetec-Merkblatt „Anbindung von Erdwärmesonden an Wärmepumpen“ [23] und das GKS-Merkblatt „Füllen von Erdwärmesonden-Anlagen“ [22] müssen befolgt werden.
- Die Vorgaben der Wärmepumpen- und Frostschutzmittel-Lieferanten sind zu befolgen.
- Die Erdwärmesonden und der Verteiler für die Erdwärmesondenleitungen sind gemäss Erdwärmesondenplan mit den fortlaufenden Nummern zu versehen und in einem Dispositionsplan festzuhalten und einzuzeichnen.
- Bei Erdwärmesonden gilt zusätzlich folgende Regelung für den Zieldruckverlust über die Sonde:
 - bei 32er Sonden bis Tiefe 150 m
 - bei 40er Sonden bis Tiefe 250 m

Bei der Materialwahl muss auf die Druckfestigkeit und das Füllmedium (Wasser, Glykol oder andere Frostschutzmittel) geachtet werden. Bei Sonden, die tiefer als 250 m gehen, muss eine separate Berechnung des Druckverlusts beigelegt werden.

Hydraulische Einbindungen

(Der Lieferant gibt verschiedene Funktionsschemas inkl. Fühlerplatzierungen vor und der Planer entscheidet welche Einbindung gewählt wird)

- Erprobte hydraulische Grundschaltungen sind beim WP-System-Modul vorgegeben.
- Möchten Lieferanten weitere Schaltungen aufnehmen, müssen diese bei der Zertifizierungskommission beantragt werden. Diese wird aufgrund von Energieeffizienz- und Funktionskriterien entscheiden, ob diese Schaltung freigegeben wird.
- Der Lieferant gibt dem Planer die von der Zertifizierungsstelle freigegebenen Funktionsschemas vor. Der Planer ergänzt das Schema mit den erforderlichen Sicherheitseinrichtungen, Absperrungen, Dimensionen, Dämmung und Massenströmen.

Umwälzpumpen

(verantwortlich ist der Planer für die Dimensionierung und der Installateur für die Ausführung)

- Es sind Umwälzpumpen mit max. Energieeffizienzindex gemäss geltender Energieverordnung einzusetzen.
- Die Umwälzpumpen müssen korrekt ausgelegt werden. Bei der Inbetriebnahme muss die Betriebseinstellung dokumentiert und im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten sein.

Trinkwarmwasseranlage

(verantwortlich ist der Planer für die Dimensionierung und der Installateur für die Ausführung)

- Es sind Umwälzpumpen mit max. Energieeffizienzindex gemäss geltender Energieverordnung einzusetzen.
- Die Wärmeübertrager der Trinkwarmwasserspeicher sind so zu dimensionieren, dass eine Trinkwarmwassertemperatur von mindestens 50°C an den Entnahmestellen mit der Wärmepumpe ohne elektr. Nachwärmung und unter Einhaltung der üblichen Einstellungen und Fühlerplatzierungen erreicht werden kann. Zugelassen ist ein elektrischer Heizeinsatz für die Desinfektion (Vorbeugung Legionellenvermehrung gemäss Norm SIA 385/1:2011 [31]).
- Die SIA Normen 385/1:2011 [31] und 385/2:2015 [1] sind zu erfüllen.
- Bezüglich Brandschutz müssen neben den Vorgaben der VKF [32] zusätzlich das Merkblatt von GKS / suissetec [33] befolgt werden.
- Wird bei einer warm gehaltenen Trinkwarmwasseranlage eine Umwälzpumpe für die Zirkulation eingesetzt, soll diese zeitgesteuert betrieben werden.
- Eine Gegenstromzirkulation muss nach den Vorgaben der Norm SIA 385/1:2011 verhindert werden. Dazu kann beispielsweise ein Wärmesiphon eingesetzt werden.

- Wird beim Eintritt der Zirkulation in einen Speicher die maximale Eintrittsgeschwindigkeit (0.1 m/s) überschritten, muss eine geeignete Einströmkonstruktion (z.B. Schichtlanze) vorgesehen werden.
- Die Trinkwarmwasseranlage ist so auszulegen, dass pro Tag zwei Ladungen ausreichen.

Heizungsspeicher

(verantwortlich ist der Planer für die Dimensionierung und der Installateur für die Ausführung)

- Es sind Umwälzpumpen mit max. Energieeffizienzindex gemäss geltender Energieverordnung einzusetzen.
- Beim Brandschutz der Dämmung des Speichers muss das Merkblatt von GKS / suissetec [33] befolgt werden.
- Platzierung der Fühler gemäss Vorgaben Lieferant.

Wärmeabgabesystem

(verantwortlich ist der Planer für die Dimensionierung und der Installateur für die Ausführung)

- Die Normen und Vorschriften bezüglich maximaler Vorlauftemperaturen sind einzuhalten (SIA 384/1:2009 [25], MuKE n [24])
- Heizungssysteme sind über die Heizkurve (nach Aussentemperatur geführt) zu regeln.
- Für den hydraulischen Abgleich sind sämtliche notwendigen Armaturen (Regelventile, Durchflussanzeigen, differenzdruckunabhängige Armaturen etc.) einzubauen.
- Einstellung der gemäss Berechnung notwendigen Massenströme pro Heizkreis und Eintrag dieser Werte ins Inbetriebnahmeprotokoll.

Steuerung/Regelung und Anzeigen

(verantwortlich ist der Lieferant)

- Das Steuer- und Regelkonzept muss verhindern, dass elektrische Zusatzheizungen unkontrolliert im Einsatz sind. Dies gilt sowohl für den Heizungs-, wie auch den Trinkwarmwasserbetrieb. Massnahmen: Automatisches Abfallen des Schützes. Der Betrieb der elektrischen Zusatzheizung muss gut sichtbar visualisiert werden (Signallampe).
- Die Wärmeleistung der elektrischen Zusatzheizung darf max. 70% der Wärmepumpen-Wärmeleistung bei den Normpunkten (A2/W35, B0/W35, W10/W35) betragen.
- Die Freigabe der Trinkwarmwasserladungen ist so vorzugeben, dass eine optimale Energieeffizienz erreicht wird (z. B. nur zweimal pro Tag).

- Betriebsstunden und Impulse der Verdichter sowie die Betriebsstunden der elektrischen Zusatzheizung müssen auf jeder Stufe und für jede Maschine erfasst und angezeigt werden können. Ebenfalls müssen die System- und Speichertemperaturen erfasst und angezeigt werden.

Inbetriebnahmen

(verantwortlich sind der Installateur und der Lieferant)

- Inbetriebnahme- und Funktionskontroll-Protokolle werden vorgegeben und müssen ausgefüllt und dem Auftraggeber abgegeben werden.
- Eine Nachkontrolle der Betriebsparameter hinsichtlich der Optimierung der Anlageeffizienz ist im 2. Betriebsjahr durch den Lieferanten durchzuführen.

4.2 Hydraulische Einbindung

Für die hydraulische Einbindung sind in den Funktionsschemas der Heizungsanlagen (siehe 4.2.5) für die Trinkwarmwassererwärmung und die Verteilung jeweils mehrere Varianten möglich. Diese Varianten werden in diesem Kapitel genauer beschrieben, um eine auf das Objekt passende Auswahl treffen zu können. Im Beschrieb zum jeweiligen Schema ist aufgeführt, welche Anlagen für dieses Schema geeignet sind.

Für gewisse Quellen der Wärmepumpe gibt es die Option von zusätzlichem Freecooling oder bei Erdwärmesonden die Möglichkeit der Regeneration durch eine thermische Solaranlage bzw. Lüftungsanlage. Dafür werden in diesem Kapitel ebenfalls mögliche Einbindungen beschrieben.

4.2.1 Gruppenschaltungen Heizungsverteilung

Tabelle 7: Heizungsverteilung

Variante 1 - Direktschaltung	
<p>Eigenschaften System: Für einzelne Wärmeverbraucher.</p> <p>Regelung: Die Heizgruppe ist unregelt, die Regelung erfolgt über die Wärmepumpe.</p>	
Variante 2 – Direktschaltung und Beimischschaltung	
<p>Eigenschaften System: Bei mehreren Wärmeverbraucher mit unterschiedlichem Temperaturniveau (beispielsweise Heizkörper und Fussbodenheizung).</p> <p>Regelung: Die Heizgruppe HK ist nicht geregelt, die Regelung erfolgt über die WP Die Heizgruppe FBH ist über das Dreiweg-Regulierventil geregelt</p> <p>Erweiterung: Es sind mehrere FBH-Gruppen möglich.</p>	

Variante 3 - Beimischschaltung

Eigenschaften System:

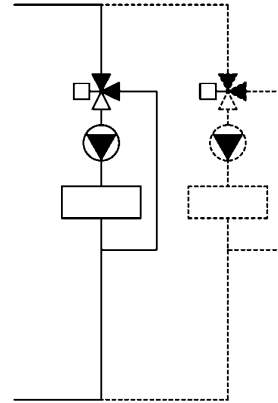
Einzelner oder mehrere (gestrichelt)
Wärmeverbraucher mit ähnlichem
Temperaturniveau (beispielsweise alles
Heizkörper oder alles Fussbodenheizung).

Regelung:

Alle Heizgruppen sind geregelt (ein eventueller
Speicher darf bezüglich Temperatur nicht
überhört geladen werden).

Erweiterung:

Es sind mehrere Heizgruppen möglich.



Variante 4 – Beimischschaltung mit konstantem Bypass

Eigenschaften System:

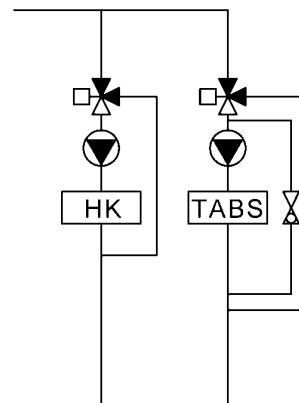
Wenn zwei (oder mehrere) Heizgruppen stark
unterschiedliche VL-Temperaturen fordern,
wird in den Vorlauf mit der tieferen geforderten
Temperatur nach dem Dreiweg-Reguliertventil
eine feste Vormischung eingebaut.

Regelung:

Alle Heizgruppen sind über die Dreiweg-
Reguliertventile geregelt (ein eventueller
Speicher darf bezüglich Temperatur nicht
überhört geladen werden).

Erweiterung:

Es sind jeweils mehrere Heizgruppen möglich.



4.2.2 Trinkwarmwassererwärmung

Tabelle 8: Trinkwarmwasser

Variante 1 – Innenliegender Wärmeübertrager

Eigenschaften System:

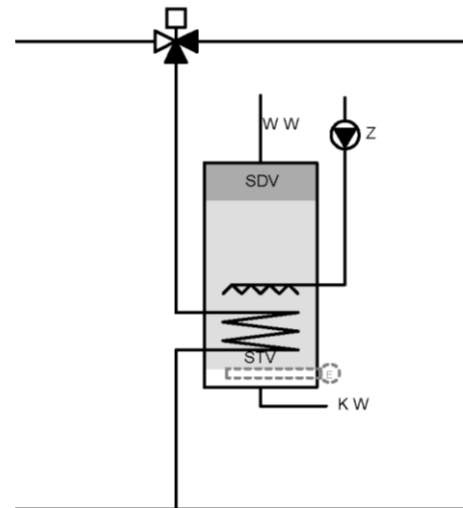
Beschränkt in Wärmeübertragerleistung auf der Heizungsseite.

Variante:

Begleitheizband anstelle des Zirkulationssystems.

Eintrittsgeschwindigkeit Zirkulation ≤ 0.1 m/s (falls nicht möglich, entsprechende Massnahmen ergreifen wie z.B. Schichtlanze)

Elektroeinatz zum Schutz vor Legionellen (gemäss Norm SIA 385/1:2011 [31]). Die Platzierung muss unterhalb des Spitzendeckungsvolumens sein. Damit wird erreicht, dass die geforderten Speicheraustrittstemperaturen gemäss SIA 385/1:2011 erreicht werden.



Variante 1.2 – Wärmeübertrager mit Solarkollektoren

Eigenschaften System:

Beschränkt in Wärmeübertragerleistung auf der Heizungsseite.

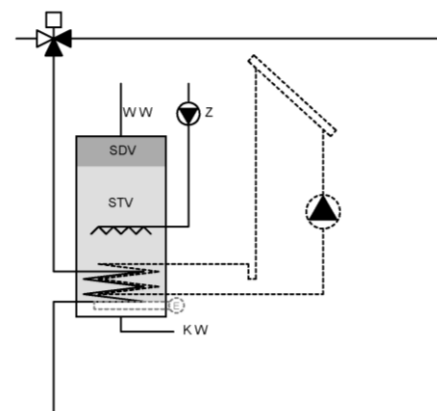
Variante:

Begleitheizband anstelle des Zirkulationssystems.

Eintrittsgeschwindigkeit Zirkulation ≤ 0.1 m/s (falls nicht möglich, entsprechende Massnahmen ergreifen wie z.B. Schichtlanze).

Elektroeinatz zum Schutz vor Legionellen (gemäss Norm SIA 385/1:2011 [31]) Die Platzierung muss unterhalb des Spitzendeckungsvolumens sein. Damit wird erreicht, dass die geforderten Speicheraustrittstemperaturen gemäss SIA 385/1:2011 erreicht werden.

Die Trinkwarmwasser-Austrittstemperatur muss gegen Überhitzung begrenzt werden. Je nach Kollektortyp muss zusätzlich auch ein Überhitzungsschutz für den Kollektor vorgesehen werden.



Variante 2 – Frischwassermodul

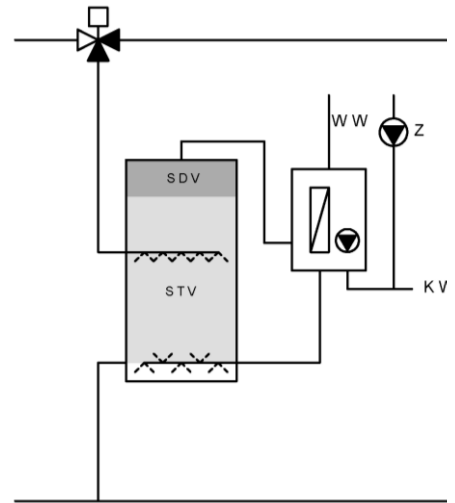
Eigenschaften System:

Legionellenbildung wird reduziert.

Variante:

Begleitheizband anstelle des Zirkulationssystems.

Damit die Speicherschichtung nicht gestört wird, müssen beim Eintritt in den Speicher (Vorlauf Heizung und Rücklauf Frischwassermodul) Massnahmen getroffen werden (z.B. niedrige Eintrittsgeschwindigkeit, Schichtlanzen usw.)



Variante 2.2 – Frischwassermodul mit Solar

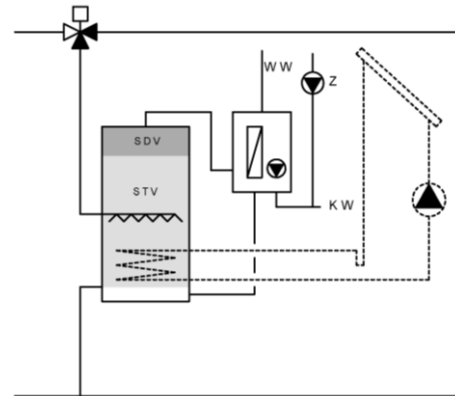
Eigenschaften System:

Legionellenbildung wird reduziert.

Variante:

Begleitheizband anstelle der Zirkulationssystems.

Die Trinkwarmwasser-Austrittstemperatur muss mit dem Frischwassermodul so geregelt werden, dass keine Verbrühung beim Trinwarmwasserbezug möglich ist. Je nach Kollektortyp muss zusätzlich ein Überhitzungsschutz für den Kollektor vorgesehen werden.



Variante 3 – externer Wärmeübertrager

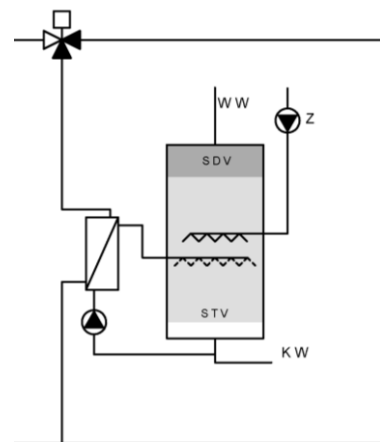
Eigenschaften System:

Grosse Wärmeleistungen übertragbar.

Variante:

Begleitheizband anstelle des Zirkulationssystems.

Eintrittsgeschwindigkeit Zirkulation ≤ 0.1 m/s (falls nicht möglich, entsprechende Massnahmen ergreifen wie z.B. Schichtlanze).



Variante 3.2 – externer Wärmeübertrager mit Solar

Eigenschaften System:

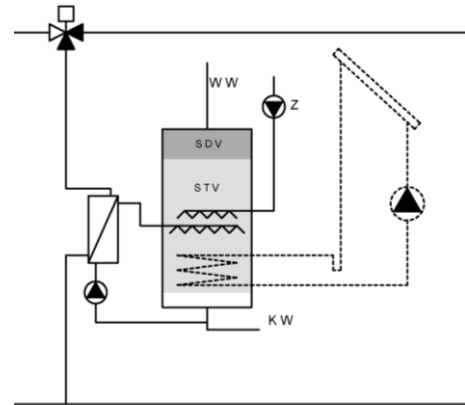
Grosse Wärmeleistungen übertragbar.

Variante:

Begleitheizband anstelle des Zirkulationssystems.

Eintrittsgeschwindigkeit Zirkulation ≤ 0.1 m/s (falls nicht möglich, entsprechende Massnahmen ergreifen z.B. Schichtlanze)

Die Trinkwarmwasser-Austrittstemperatur muss gegen Überhitzung begrenzt werden. Je nach Kollektortyp muss zusätzlich auch ein Überhitzungsschutz für den Kollektor vorgesehen werden.



4.2.3 Freecooling

Freecooling kann gebäudeseitig über die Fussbodenheizung oder durch die Lüftungsanlage integriert werden. Nachfolgend werden einige Varianten exemplarisch mit je einem Schema beschrieben. Die genaue hydraulische Einbindung und Regelung ist von der Anlage abhängig und muss einzeln geprüft werden. Um Schwitzwasser an den Leitungen zu vermeiden, muss die gesamte Verteilung für das Freecooling entsprechend gedämmt werden.

Fussbodenheizung

Die Option Freecooling kann in alle Anlagen mit einer Erdwärmesonden- (SW-WP) oder Wasserwärmepumpe (WW-WP) und Fussbodenheizung eingebunden werden. Durch Freecooling können die Räume gekühlt und gleichzeitig das Erdreich (teilweise) regeneriert werden. Die Vorlauftemperatur zur Fussbodenheizung darf nicht unter 18°C fallen, da sonst Bauschäden auftreten können auf Grund von Kondensation im Unterlagsboden. Die Regulierung der Räume muss umschaltbar (Winterbetrieb – Sommerbetrieb) sein. Es müssen geeignete Einzelraumreguliertventile eingesetzt werden, die mit dem System kompatibel sind.

Nachfolgend ist eine typische Einbindungsvariante von Freecooling dargestellt.

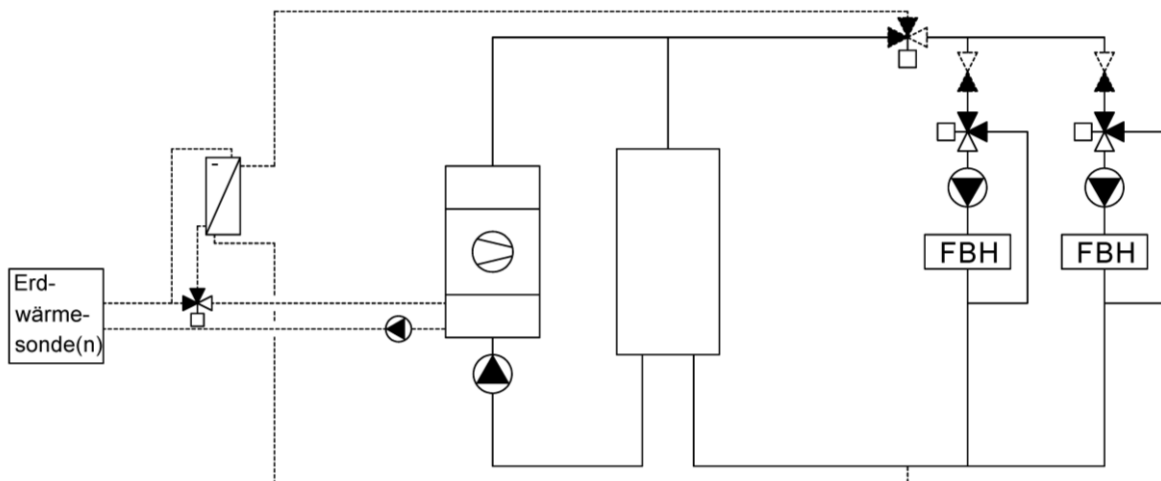


Abbildung 4: Einbindung Freecooling Fussbodenheizung

Bei einer Fussbodenheizung kann mit einer durchschnittlichen Kühlleistung von 10 bis 15 W/m² gerechnet werden (Richtwert für die Dimensionierung des Wärmeübertragers 30 W/m²). Der Grad der Teilregeneration des Erdreichs hängt stark von der Regelung und Geologie ab.

Einfache Lüftungsanlage

Erfolgt das Freecooling über die einfache Lüftungsanlage wird die Zuluft in den Raum über ein Kühlregister gekühlt. Dabei ist zu beachten, dass die Zulufttemperatur nicht unter 16°C fällt, da sonst Behaglichkeitseinbussen auftreten können. Kann anfallendes Kondenswasser nicht abgeführt werden, bildet die Taupunkt-Temperatur die untere Grenze.

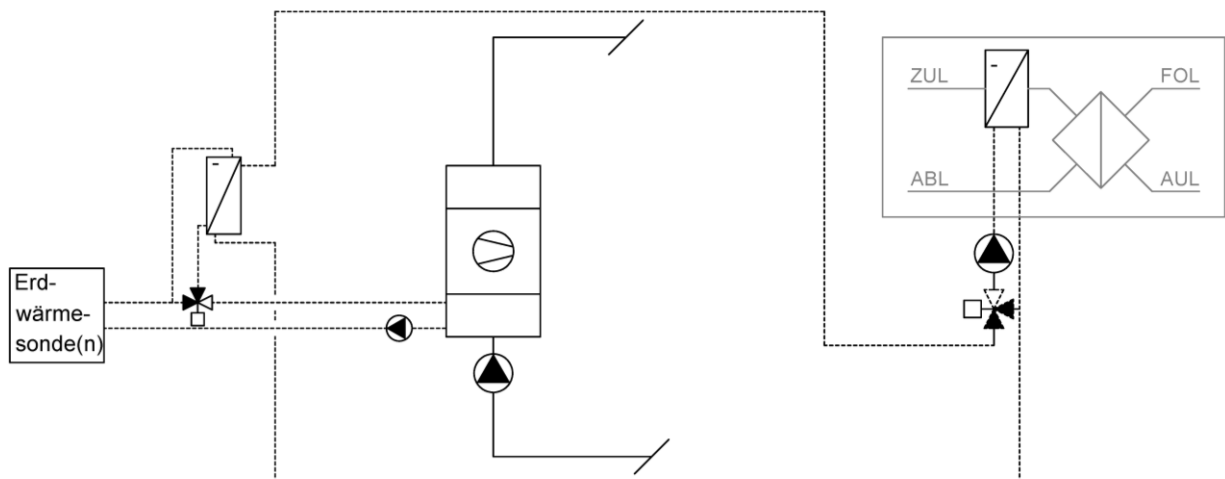


Abbildung 5: Einbindung Freecooling einfache Lüftungsanlage

Bei einer einfachen Lüftungsanlage wird in der Regel nur der hygienisch notwendige Volumenstrom gefördert. Zudem kann die Zuluft nicht beliebig gekühlt werden, da sonst je nach Einblausystem Behaglichkeitsprobleme auftreten. Daher fällt bei dieser Variante die Regeneration der Erdwärmesonde eher bescheiden aus.

Umluft-Anlage

Bei dieser Variante erfolgt das Freecooling mittels Umluftkühler direkt im Raum. Ein Vorteil ist, dass der Volumenstrom gegenüber der Kühlung mit Zuluft deutlich erhöht werden kann. Beachtet werden muss die Lärmbelastung und die möglichen Zugserscheinungen.

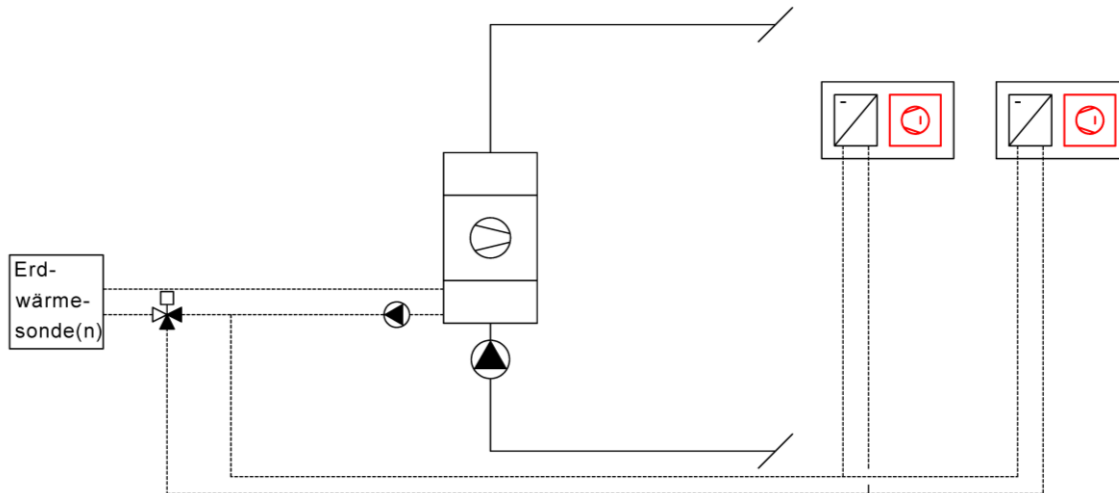


Abbildung 6: Einbindung Freecooling Umluftanlage

Werden mit dieser Variante vor allem Wohn- und Büroräume gekühlt, wird auch hier die Regeneration eher bescheiden ausfallen. Treten im Raum jedoch hohe interne Lasten auf wie zum Beispiel bei einem Serverraum ist eine Regeneration von 100% möglich.

4.2.4 Regeneration der Erdwärmesonden

Anstelle einer indirekten Regeneration der Erdwärmesonde durch Freecooling kann auch direkt regeneriert werden. Nachfolgend werden einige Varianten exemplarisch beschrieben. Die genaue hydraulische Einbindung und Regelung ist von der Anlage abhängig und muss einzeln geprüft werden.

In der Studie RegenOpt [34] wurden verschiedene Varianten der Regeneration untersucht. Die Studie zeigt auf, dass die Erdwärmesonde bis zu 100% regeneriert werden kann. Der Energieeinsatz für die Wärmepumpe und Hilfsenergie ist aber bei allen Varianten höher als ohne Regeneration. Detaillierte Informationen können in der Studie nachgelesen werden.

Thermische Solaranlage

Für die Regeneration des Erdreiches über eine thermische Solaranlage gibt es verschiedene Varianten. Nachfolgend ist ein Beispiel dazu aufgeführt.

Besonders geeignet für eine Regeneration des Erdreiches sind verglaste und unverglaste Kollektoren. Das Temperaturniveau der Solarwärme, die ins Erdreich geführt wird, darf 30°C nicht überschreiten, da das Material der Erdwärmesonden sonst beschädigt wird. Zudem ist darauf zu achten, dass die Vorlauftemperatur aus dem Erdreich nicht zu hoch sein darf, um den Betrieb der Wärmepumpen gewährleisten zu können. Ohne genauere Angaben empfiehlt sich eine Temperatur

von maximal 25°C, die ins Erdreich geführt wird. Die Einsatzgrenze der Wärmepumpe muss bei der Planung mit berücksichtigt werden.

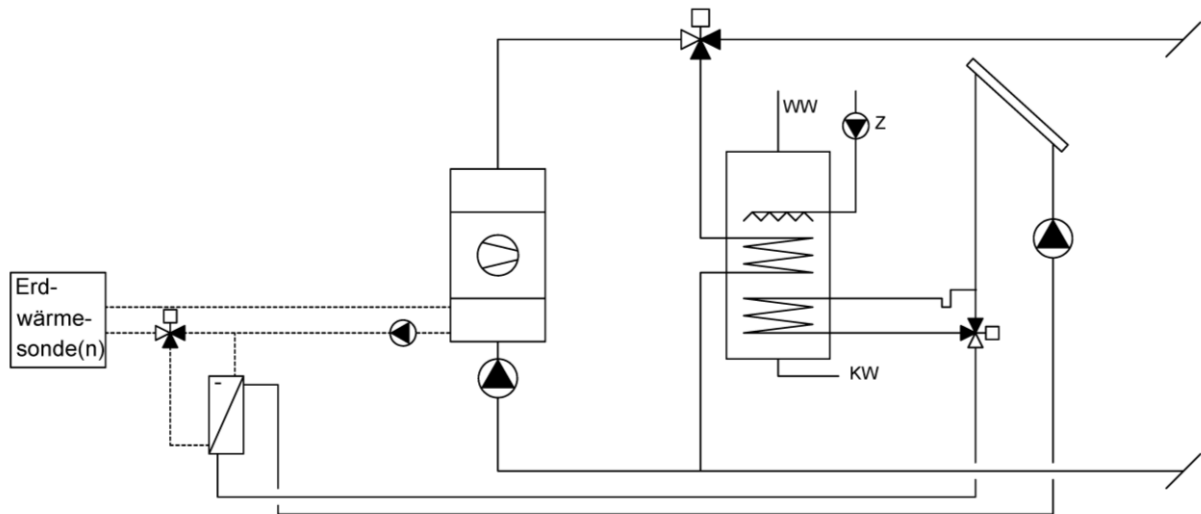


Abbildung 7: Regeneration Erdreich mit Solarwärme

Gemäss der Studie RegenOpt [34] ist die Regeneration des Erdreiches abhängig vom Kollektortyp und wie die Solaranlage ausgelegt wird. Bei einer Auslegung der Solaranlage für die Trinkwarmwasser-Erwärmung kann mit einem verglasten Kollektor bis zu 40% regeneriert werden. Wird die Solaranlage für 100% Regeneration ausgelegt, verdoppelt sich die Fläche der Solaranlage.

Wärme aus der Fortluft

Als weitere Variante kann für die Regeneration des Erdreiches auch die Fortluft einer einfachen Lüftungsanlage genutzt werden. Im Gegensatz zu der Variante Freecooling, wo die Zuluft gekühlt wird, kann der Fortluft deutlich mehr Wärme entzogen werden (keine Behaglichkeitsprobleme). Dem Kondenswasser muss auch bei dieser Variante Beachtung geschenkt werden. Bezüglich der Sondentemperatur gelten dieselben Vorgaben wie bei der Regeneration mit Hilfe einer thermischen Solaranlage, da sich die Erdwärmesonden und Wärmepumpen gleich verhalten.

Alternativ kann auch die Wärme aus der Abluft entnommen werden. Hier muss aber ein Bypass über die WRG geprüft werden.

Nachfolgend ist eine mögliche Einbindung für die Nutzung von Fortluft zur Regeneration von Erdwärmesonden dargestellt.

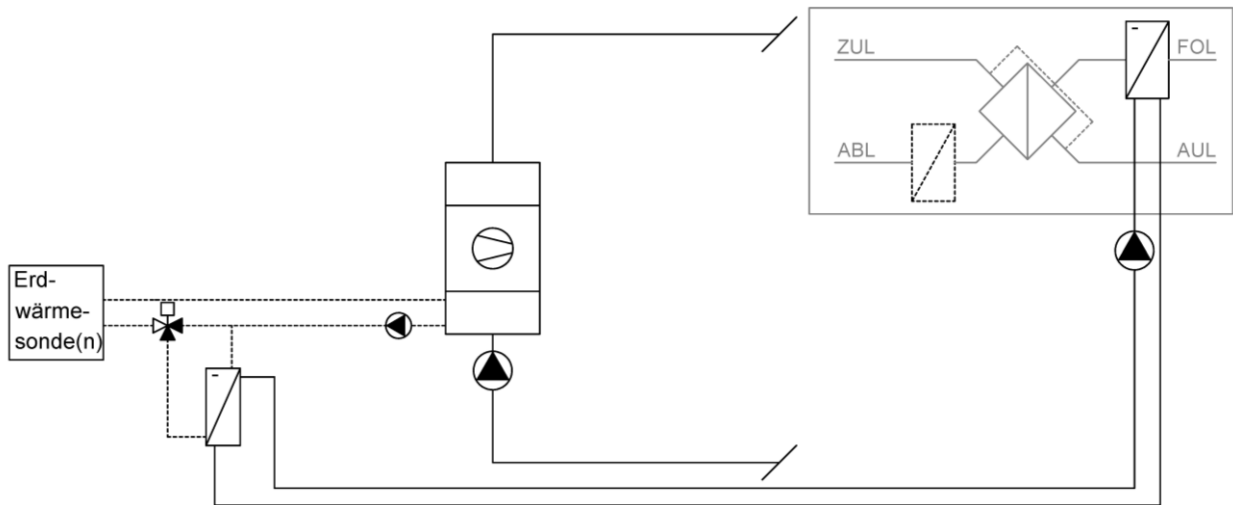


Abbildung 8: Regeneration Erdreich mit Fortluft

Zu dieser Variante liegen leider keine Erfahrungswerte vor, wie gross die Regeneration des Erdreichs ist. Aufgrund des geringen Volumenstroms wird aber eine geringe Regeneration erwartet.

Wärme aus der Aussenluft

In dieser Variante wird die Wärme aus der Aussenluft in die Erdwärmesonde geleitet. Gemäss der Studie RegenOpt [34] können damit bis zu 40% regeneriert werden. Allerdings ist bei dieser Variante der zusätzliche Elektrizitätsverbrauch sehr hoch.

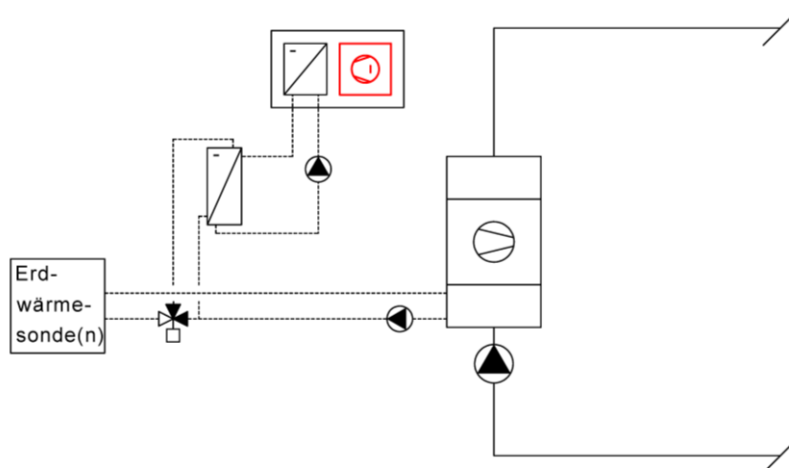


Abbildung 9: Regeneration Erdreich mit Aussenluft

Prozesswärme

Als letzte Variante der Regeneration wird die Nutzung von Prozesswärme vorgeschlagen. Sehr gut eignen sich dafür wassergekühlte Prozesse, wie zum Beispiel Serverkühlung oder Kältemaschinen. Je nach Prozess steht dabei weit mehr Wärme zur Verfügung als dem Erdreich entzogen wurde und das Erdreich wird über die Jahre aufgewärmt. Die Prozesswärme soll in erster Priorität direkt für das Gebäude genutzt werden. Wird im Gebäude keine Wärme benötigt, wird in zweiter Priorität das Erdreich regeneriert.

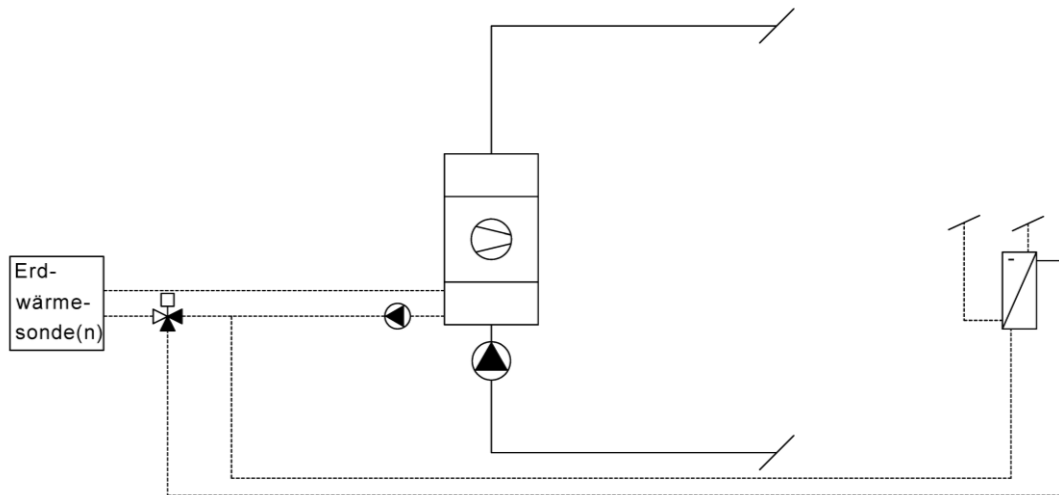
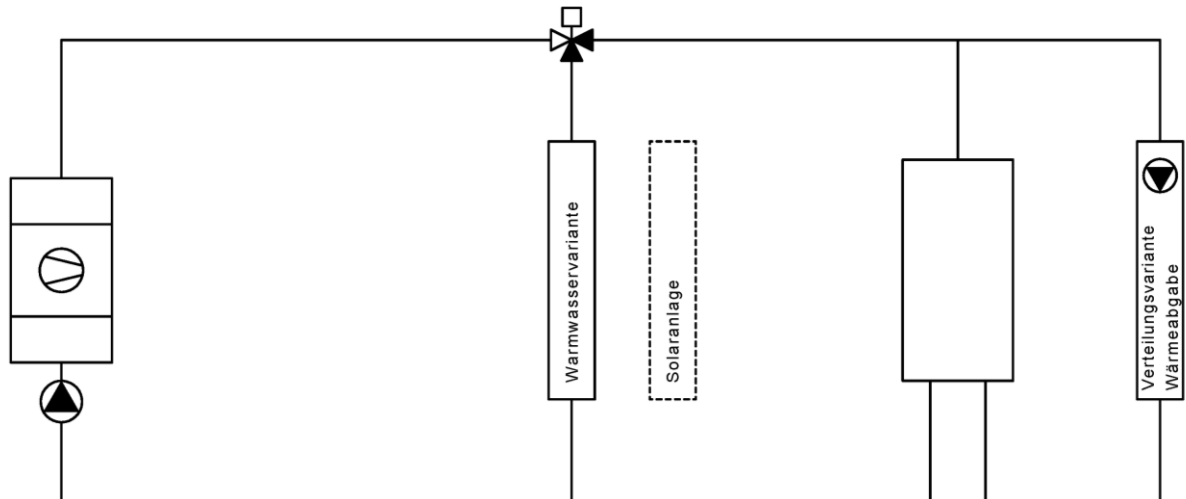


Abbildung 10: Regeneration Erdreich mit Prozesswärme

4.2.5 Funktionsschemas

Schema A – technischer Speicher



Beschreibung: Zwecks hydraulischer Abkoppelung und die Schaltheufigkeit der Wärmepumpe zu reduzieren, wird mit einem kleinen technischen Speicher gearbeitet.

Quelle: Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]

Trinkwarmwasser: Variante 1 / 2 / 3 oder ohne Trinkwassererwärmung

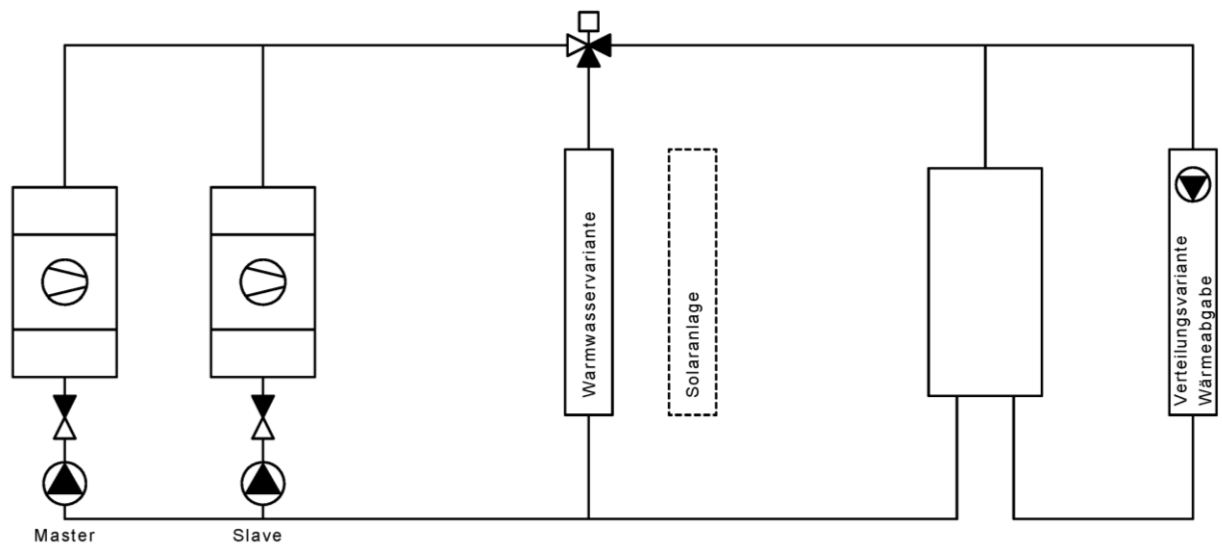
Verteilung: Variante 1 / 2 / 3 / 4

Optionen: Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar
Freecooling / Regeneration des Erdreiches möglich

Regelung: Der Massenstrom im Wärmeerzeugerkreislauf muss gleich oder grösser (max. 5%) sein als derjenige im Verbraucherkreislauf.

Alternativen: Die Anlage kann auch ohne technischen Speicher ausgeführt werden, wenn die minimale Durchflussmenge beim Betrieb der Wärmepumpe sichergestellt ist (Herstellerangaben beachten) und die Durchflussmenge auf der Verbraucherseite immer etwas grösser ist als bei der Wärmepumpe.

Schema B – mehrere Wärmepumpen



Beschreibung: Bei dieser Anlage werden für die beiden Wärmepumpen ausgeglichene Laufzeiten angestrebt. Zwei Wärmepumpen werden vorgesehen, wenn die Wärmeleistung einer einzelnen Wärmepumpe zu klein ist. (Luft/Wasser-WP)

Quelle: Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]

Trinkwarmwasser: Variante 2 / 3 oder ohne Trinkwassererwärmung

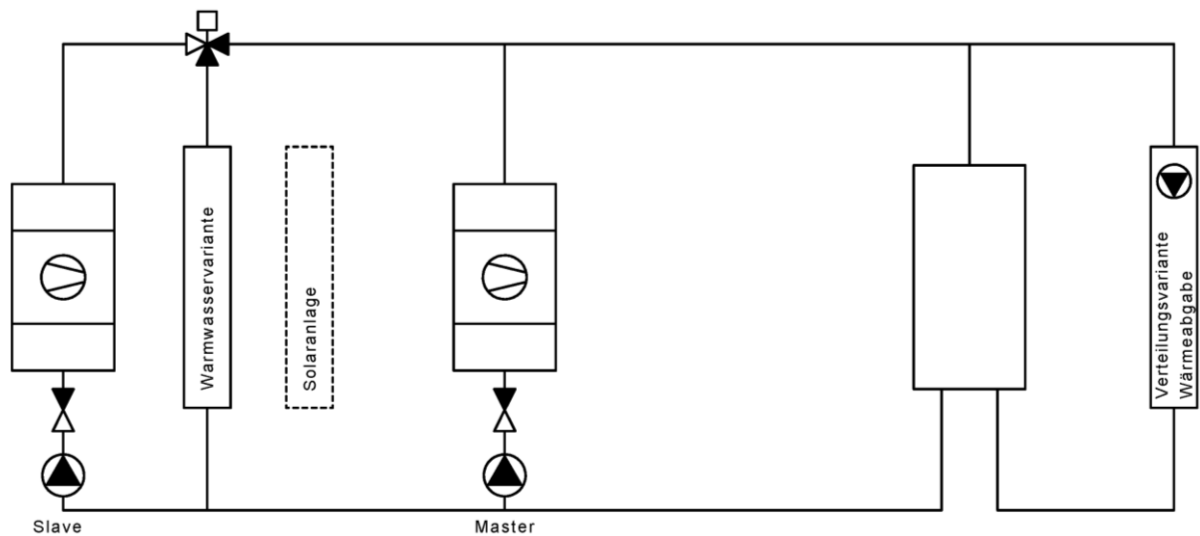
Verteilung: Variante 1 / 2 / 3 / 4

Optionen: Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar
Freecooling / Regeneration des Erdreiches möglich

Regelung: Die Master-Wärmepumpe steuert die Slave-Wärmepumpe so dass ausgeglichene Laufzeiten erzielt werden.

Alternativen: Die Anlage kann mit weiteren Slave-Wärmepumpen ergänzt werden.

Schema C – mehrere Wärmepumpen



Beschreibung: Anlage mit mehreren Wärmepumpen, wobei der erste Slave primär für die Trinkwassererwärmung verwendet wird.

Quelle: Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]

Trinkwarmwasser: Variante 2 / 3

Verteilung: Variante 1 / 2 / 3 / 4

Optionen: Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar

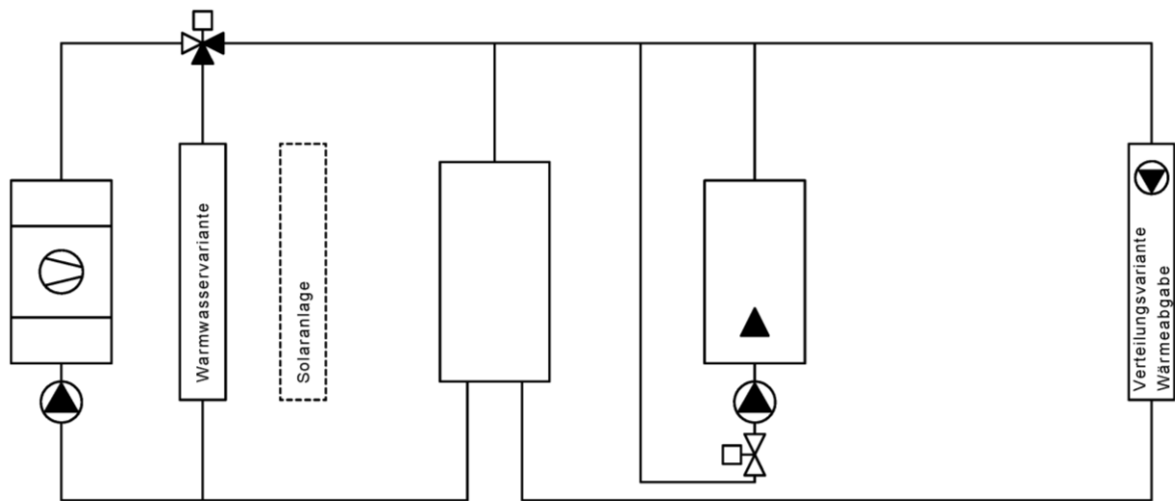
Freecooling / Regeneration des Erdreiches möglich

Regelung: Die erste Slave-Wärmepumpe ist für die Trinkwassererwärmung zuständig. Während dieser Zeit steht diese für die Raumwärme nicht zur Verfügung.

Alternativen: Die Anlage kann mit weiteren Slave-Wärmepumpen ergänzt werden.

Zur Effizienzsteigerung kann die Anlage mit einer Hochtemperatur- (Trinkwarmwasser) und einer Niedertemperaturwärmepumpe (Raumwärme) ausgestattet werden. Als Quelle für die Hochtemperaturwärmepumpe kann dann der Vorlauf der Master-Wärmepumpe genutzt werden (im Schema nicht ersichtlich).

Schema D – Bivalente Anlage Wärmepumpe und Gaskessel im parallel Betrieb



Beschreibung: Kombination Wärmepumpe mit einem modulierenden Gaskessel im parallelen Betrieb. Die Vorlauftemperatur aus dem Gaskessel kann auch mit der Umwälzpumpe reguliert werden (Anpassung des Massenstroms).

Quelle: Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]

Trinkwarmwasser: Variante 2 / 3 oder ohne Trinkwassererwärmung

Verteilung: Variante 2 / 3 / 4

Optionen: Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar
Freecooling / Regeneration des Erdreiches möglich

Regelung: Im Heizbetrieb deckt die Wärmepumpe bis zum Bivalenzpunkt den notwendigen Wärmeleistungsbedarf ab. Wird mit tieferen Aussentemperaturen der Bivalenzpunkt unterschritten, wird zusätzlich der Gaskessel dazu geschaltet. Da die Wärmepumpe und der Gaskessel hydraulisch in Serie geschaltet sind, erhöht der Gaskessel die Vorlauftemperatur auf den geforderten Wert.

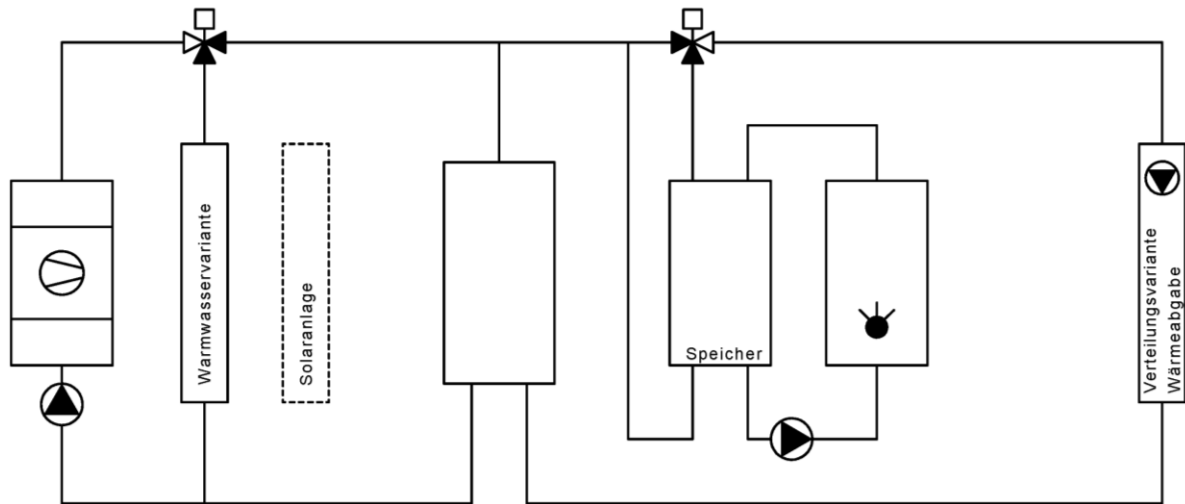
Abgrenzung: Die Wärmepumpe soll im Rahmen des WP-System-Moduls die Grundlast übernehmen, der fossile Anteil ist nur für die Spitzenlastabdeckung vorgesehen.

Das Trinkwasser kann nicht mit dem Gaskessel erwärmt werden.

Diese Anlage ist nur mit Gaskessel möglich, da Gasbrenner für diesen Anlagentyp genügend regulierbar sind (modulierende Anlage).

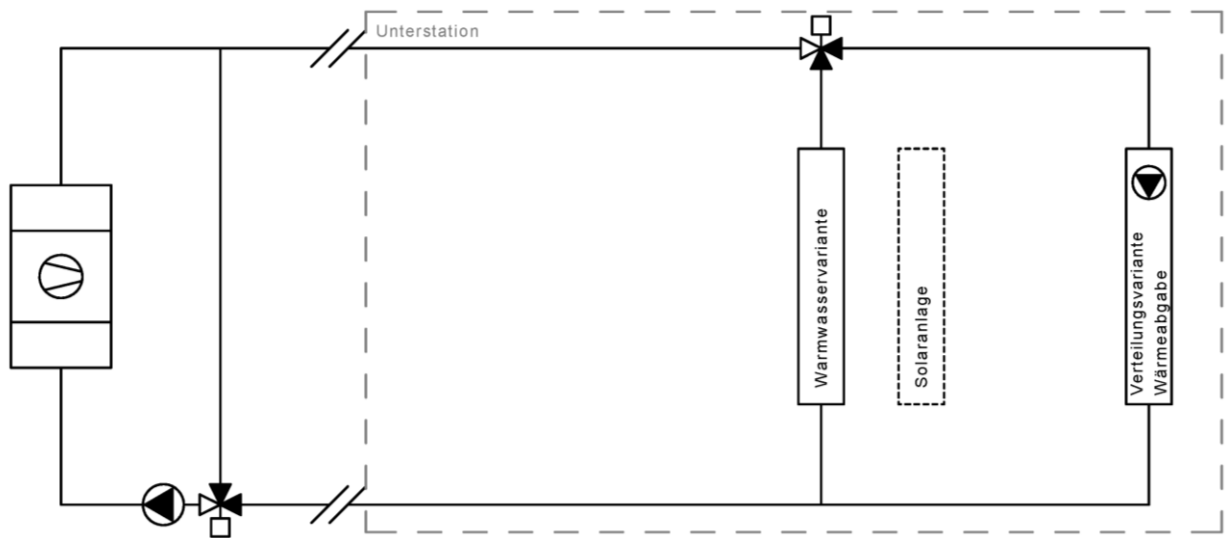
Die Wärmeleistung des Gaskessels muss von 10 bis 100% regulierbar sein.

Schema E – Bivalente Anlage Wärmepumpe und Ölkessel im parallel Betrieb



- Beschreibung:** Kombination Wärmepumpe mit Ölkessel im parallelen Betrieb
- Quelle:** Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]
- Trinkwarmwasser:** Variante 2 / 3 oder ohne Trinkwassererzeugung
- Verteilung:** Variante 2 / 3 / 4
- Optionen:** Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar
Freecooling / Regeneration des Erdreiches möglich
- Regelung:** Im Heizbetrieb deckt die Wärmepumpe bis zum Bivalenzpunkt den notwendigen Wärmeleistungsbedarf ab. Wird mit tieferen Aussentemperaturen der Bivalenzpunkt unterschritten, wird zusätzlich der Ölkessel dazu geschaltet. Da die Wärmepumpe und der Ölkessel hydraulisch in Serie geschaltet sind (paralleler Betrieb), erhöht der Ölkessel die Vorlauftemperatur auf den geforderten Wert.
- Abgrenzung:** Die Wärmepumpe soll im Rahmen des WP-System-Moduls die Grundlast übernehmen, der fossile Anteil ist nur für die Spitzenlastabdeckung vorgesehen.
Das Trinkwasser kann nicht mit dem Ölkessel erwärmt werden.
Es wird davon ausgegangen, dass Ölbrenner in diesem Wärmeleistungsbereich nicht modulierend sind.
- Alternative** Einbindung Ölkessel auch ohne Speicher möglich (Herstellerangaben beachten!). Gilt insbesondere für modulierende Kessel.

Schema F - Nahwärmeverbund



Beschreibung: Die Wärmepumpe wird an einem zentralen Ort installiert und die Wärmeverteilung erfolgt in einem Nahwärmeverbund zu den einzelnen Unterstationen.

Quelle: Luft/Wasser, Wasser/Wasser, Sole/Wasser; Anschluss gemäss SWKI 92-1 [35]

Trinkwarmwasser: Variante 1 / 2 / 3 oder ohne Trinkwassererwärmung

In der Regel befindet sich die Trinkwassererwärmung in den Unterstationen. Bei dieser Variante ist zu beachten, dass die Trinkwassererwärmung in vordefinierten Zeitfenstern erfolgt. Dadurch wird vermieden, dass der Nahwärmeverbund dauernd mit hohen Temperaturen betrieben wird.

Verteilung: Variante 2 / 3 / 4

Optionen: Freecooling

Ein- oder mehrstufige Wärmepumpe einsetzbar

Regelung: Um die Wärmeverluste der Verteilung zu reduzieren, muss die Trinkwarmwassererwärmung in allen Unterstationen gleichzeitig erfolgen.

Alternativen: Das Trinkwarmwasser separat in den Unterstationen und nicht über den Nahwärmeverbund erwärmen.

Bei Wasser/Wasser oder Sole/Wasser-Wärmepumpen nicht die Wärme, sondern die Quelle (z.B. Seewasser) verteilen.

Anlage ohne Rücklaufhochhaltung bei der Wärmepumpe umsetzen.

4.3 Inbetriebnahme

Die Unterlagen für die Inbetriebnahme können gemäss Kapitel 3.3 grösstenteils von dem bestehenden WP-System-Modul übernommen werden. Die vorgeschlagenen Anforderungen sind nachfolgend aufgeführt.

4.3.1 Inbetriebnahmeprotokoll

Es wurden unterschiedliche Inbetriebnahmeprotokolle für die unterschiedlichen Schemas erstellt, basierend auf dem Protokoll des bestehenden WP-System-Moduls. Die Protokolle müssen neu mit Planungs- und effektiv eingestellten Werten ausgefüllt werden. Im Anhang A.1 ist ein Inbetriebnahmeprotokoll für eine einfache Anlage eingefügt.

4.3.2 Hydraulischer Abgleich

Das Formular hydraulischer Abgleich wird analog zum bestehenden WP-System-Modul übernommen und ist im Anhang A.2 zu finden. Bei Druckunabhängigen Regelventilen muss der eingestellte Volumenstrom protokolliert werden.

4.3.3 Anlagedokumentation

Die Anlagedokumentation muss folgende Unterlagen beinhalten:

- Kontaktdaten der beteiligten Installationsfirmen und Hersteller
- Ausgefüllte FWS-Wärmeleistungsgarantie WP-System-Modul
- Berechnungsgrundlagen der Wärmepumpenanlage, Grundlagendaten und Berechnung Wärmeerzeugerleistung
- Bei Anlagen mit Erdwärmesonden:
Protokoll Erdwärmesonden-Dimensionierung nach SIA 384/6:2010 [30], Bohrprofil der Erdwärmesondenbohrfirma und Plan der Sondenposition (Koordinaten und Sondennummer)
- Bei Anlagen mit Luft/Wasser-Wärmepumpen:
Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen
- Inbetriebnahmeprotokoll Lieferant WP-System-Modul
- Inbetriebnahmeprotokoll Installationsfirma
- Protokoll Nachkontrolle im 2. Betriebsjahr
- Betriebsanleitungen aller Komponenten des WP-System-Moduls
- Prinzip- und Elektroschema
- Bau- und Erdwärmesonden-Bewilligungen, sowie die Anmeldung für elektrische Wärme (EVU)
- FWS-Anlagezertifikat.

4.3.4 Instruktion

Der Betreiber der Anlage muss ausführlich über die Funktion und Steuerung der Anlage instruiert werden.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm 385/2: Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden - Warmwasserbedarf, Gesamtanforderung und Auslegung,» Zürich, 2015.
- [2] M. Erb, P. Hubacher und M. Ehrbar, «Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996-2003,» Bundesamt für Energie, Bern, 2004.
- [3] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), «Wärmepumpen-System-Modul,» 2016. [Online]. Available: www.wp-systemmodul.ch.
- [4] CTA AG, *div. Funktionsschemas von Heizungsanlagen mit WP*, 2016.
- [5] Hoval AG, *div. Funktionsschemas von Heizungsanlagen mit WP*, 2016.
- [6] Viessmann (Schweiz) AG, *div. Funktionsschemas von Heizungsanlagen mit WP*, 2016.
- [7] Europäischer Wärmepumpenverband EHPA, «EHPA Quality Label,» 2016. [Online]. Available: <http://www.ehpa.org/de/ehpa-quality-label/>.
- [8] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), «Das Wärmepumpen-Gütesiegel,» 2016. [Online]. Available: <http://www.fws.ch/waermepumpen-mit-zertifikat.html>.
- [9] CEN European Heat Pump KEYMARK, «Heat Pump KEYMARK,» 2016. [Online]. Available: <http://heatpumpkeymark.com/>.
- [10] P. Hubacher und C. Bernal, «Feldmessungen an leistungsgeregelten Wärmepumpen und Warmwasser-Wärmepumpen,» Bundesamt für Energie BFE, 2015.
- [11] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), *Inbetriebnahmeprotokoll und Betriebsdatenzusammenstellung durch Lieferfirma*, 23.11.2015.
- [12] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), *Inbetriebnahmeprotokoll und Betriebsdatenzusammenstellung Installateur*, 23.11.2015.
- [13] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), *Protokoll hydraulischer Abgleich*, 2015.

- [14] suisstec, *Hydraulischer Abgleich in neuen Heizungsanlagen (inkl. Protokolle)*, August, 2016.
- [15] cercle bruit, *Lärmschutz-Nachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen*.
- [16] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), «Tool: Erdwärmesondenberechnung nach SIA 384/6 (Version 1.2.151117)».
- [17] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), suisstec und GebäudeKlima Schweiz (GKS), «Merkblatt - Anbindungen von Erdwärmesonden an Wärmepumpen,» suisstec, Juli 2015.
- [18] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS), «Tool: Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung im Neubau,» Version 4.0, 2015. [Online]. Available: <http://www.wp-systemmodul.ch/de-ch/page/InstallateurePlaner/Arbeitsunterlagen-und-Formulare-25>.
- [19] A. f. U. u. E. (. Kanton Luzern, «Heizungs-Check, Heizung optimieren, Energieverbrauch senken».
- [20] F. W. S. (FWS), «Grundlagen für Heizungsersatz mit Wärmepumpen».
- [21] WP-System-Modul, «FWS-Leistungsgarantie Wärmepumpen-System-Modul,» 2015.
- [22] GebäudeKlima Schweiz (GKS), «Füllen von Erdwärmesonden-Anlagen,» 2014.
- [23] Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ing. und SWKI, «Richtlinie SWKI BT102-01 - Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen,» 2012.
- [24] K. K. E. EndK, «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE),» 2015.
- [25] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden - Grundlagen und Anforderungen,» Zürich, 2009.
- [26] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm 384.201: Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast,» Zürich, 2005.

- [27] S. I.- u. A. u. SIA, «Norm 380/1: Heizwärmebedarf,» 2016.
- [28] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm 384/3: Heizungsanlagen in Gebäuden - Energiebedarf,» Zürich, 2013.
- [29] S. Eidgenossenschaft, «Lärmschutz-Verordnung (LSV) 814.41,» 2016.
- [30] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm 384/6: Erdwärmesonden,» Zürich, 2010.
- [31] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein und SIA, «Norm SIA 385/1: Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden - Grundlagen und Anforderungen,» Zürich, 2011.
- [32] Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), «Brandschutzvorschriften 2015,» 2017.
- [33] GebäudeKlima Schweiz (GKS) und suisstec, «Brandschutz für Speicher-Dämmstoffe,» 2014.
- [34] Institut für Solartechnik SPF, Hochschule für Technik Rapperswil, «RegenOpt,» 2015.
- [35] Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ing. und SWKI, «Richtlinie SWKI 92-1: Hydraulische Schaltungen von Wärmepumpen-Heizungsanlagen,» 1992.
- [36] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz, *Wärmepumpen Gütesiegel*.
- [37] S. V. v. Gebäudetechnik-Ing. und SWKI.
- [38] W. Betschart, *Hydraulik in der Gebäudetechnik*, Zürich: Faktor Verlag, 2013.
- [39] R. von Euw, Z. Alimpic und K. Hildebrand, *Gebäudetechnik - Systeme integral planen*, 2012.

6 Indexverzeichnis

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Speicher mit drei Anschlüssen	17
Abbildung 2: Speicher mit vier Anschlüssen	22
Abbildung 3: Übersicht WP-System-Modul	28
Abbildung 4: Einbindung Freecooling Fussbodenheizung	40
Abbildung 5: Einbindung Freecooling einfache Lüftungsanlage	40
Abbildung 6: Einbindung Freecooling Umluftanlage	41
Abbildung 7: Regeneration mit Solarwärme	42
Abbildung 8: Regeneration mit Fortluft	43
Abbildung 9: Regeneration mit Aussenluft	43
Abbildung 10: Regeneration mit Prozesswärme	44


6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einbindungsmöglichkeiten Warmhaltung	13
Tabelle 2: Temperaturhochhaltung bei aussenliegendem Wärmeübertrager	15
Tabelle 3: Einbindung Frischwassermodul	16
Tabelle 4: Übersicht Pflichtenheft (Teil1)	18
Tabelle 5: Übersicht Pflichtenheft (Teil 2)	18
Tabelle 6: Mitgeltende Dokumente und Merkblätter	26
Tabelle 7: Heizungsverteilung	35
Tabelle 8: Trinkwarmwasser	37

Anhang A Dokumente Inbetriebnahme

A.1 Inbetriebnahmeprotokoll einfache WP-Anlage

Modul Systemanforderungen
Inbetriebnahmeprotokoll und Betriebsdatenzusammenstellung durch Lieferfirma
 (einfache Wärmepumpenanlage)



Objekt PLZ Ort

Neubau Sanierung

Wärmepumpe Fabrikat Typ
 Serie-Nr.

Kältemittelfüllung Typ Füllmenge kg

Wassererwärmer Fabrikat Typ
 Inhalt Ltr.

Speicher Fabrikat Typ
 Inhalt Ltr.

Hydraulische Einbindung Schema Nr. WP-S-M

Einstellungen: Reglerparameter

<input type="checkbox"/> Heizkurve WP bei + 10.0 °C AT	Einstellung	°C		
bei - 8.0 °C AT	Einstellung	°C		
<input type="checkbox"/> Tvorlauf <input type="checkbox"/> Trücklauf				
<input type="checkbox"/> Warmwasser-Ladetemperatur	Einstellung	°C		
<input type="checkbox"/> Warmwasser Elektroheizstab	Einstellung	°C		
<input type="checkbox"/> Thermische Desinfektion	Einstellung	°C		
<input type="checkbox"/> Ladefenster für Warmwasser (WW)	Einstellung	h		
<input type="checkbox"/> Schalthysterese Warmwasser 1)	Einstellung	K		
<input type="checkbox"/> Position Thermostat/Fühler WW 2)	Angabe Position			
<input type="checkbox"/> Bivalenzpunkt elektr. Zusatzheizung	Einstellung	°C		
<input type="checkbox"/> Elektr. Zusatzheizung	Verdrahtet	kW		
<input type="checkbox"/> Raumkompensation aktiv	Einstellung	°C		
	Einfluss	%		
<input type="checkbox"/> Signalisation Betrieb elektr. Zusatzheizung				

		Planungswert	Auf der Anlage

Messdatenerfassung

Verdichter 1	Betriebsstunden	h		
	Schaltimpulse	n		
Verdichter 2	Betriebsstunden	h		
	Schaltimpulse	n		
Zusatzheizung	Betriebsstunden	h		

Bemerkungen:

Legende

kontrolliert/erfüllt 1) min. 10 K bei Freigabe WW-Ladung 24 h 2) Position muss mindestens Mitte oder oberhalb des Speichers sein

Ort und Datum Firma

Unterschrift

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS 5.12.2016

A.2 Hydraulischer Abgleich Strangreguliertventil



Schweizerisch-Liechtensteinerischer Gebäudetechnikverband
Association suisse et liechtensteinoise de la technique du bâtiment
Associazione svizzera e del Liechtenstein della tecnica della costruzione
Associazion svizra e liechtensteinaisa da la tecnica da costrucziun

Protokoll der Einstellwerte der Strangreguliertventile

Anlage:
.....
.....

Ort/Strang/Raum	Fabrikat/Typ	Soll-Wert l/h	Ist-Wert l/h	Δp kPa	ΔT VL/RL K	Position	Bemerkungen
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Voreinstellungen gemäss Rohrnetzrechnung: Ja Nein

Bemerkungen:
.....
.....

Ort, Datum	Unterschrift Unternehmung	Ort, Datum	Unterschrift Bauherrschaft/ Fachbauleitung
.....



A.5 Leistungsgarantie bei einfachen Anlagen



FWS-Leistungsgarantie Wärmepumpen-System-Modul

Die Leistungsgarantie gilt als erfüllt, wenn alle nachfolgenden Punkte eingehalten und auf diesem Dokument einzeln visiert sind und das Formular rechtsverbindlich datiert und unterzeichnet ist.

Objekt:

Adresse:

PLZ Ort:

	Erledigt/erfüllt (Visum)
Neubauten: Erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe gemäss SIA 384/1. Norm-Heizlast berechnet mit SIA 384.201. Zuschlag für Warmwasser gemäss SIA 384/1, Ziffer 4.3.3.3. Zuschlag für Sperrzeiten. Berechnungen im Anlageordner abgelegt.	
Sanierungen: Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser aufgrund der Historie (durchschnittlicher Öl-, Gas-, Holz- oder elektrischer Verbrauch) mittels Datenerfassungsdokument aufgenommen und erforderliche Heizleistung für Heizung und Warmwasser mit FWS Berechnungstool berechnet. Allfälliger Zuschlag für Sperrzeiten ist berücksichtigt. Datenerfassungsblatt und Berechnungsdokument im Anlageordner abgelegt.	
Erdwärmesonde gemäss SIA 384/6 dimensioniert und ausgeführt (bei Erdsondenanlagen). Die Erdwärmesondenbohrung wurde durch eine Bohrfirma mit dem FWS-Gütesiegel ausgeführt. Das Erdwärmesonden-Berechnungsdokument und das Bohrprofil der Bohrfirma sind im Anlageordner abgelegt.	
Erdwärmesondenanbindung gemäss suissetec/FWS/GKS Merkblatt und Füllung der Erdwärmesondenkreise gemäss Merkblatt GKS und SWKI-Empfehlung BT-102-01 durchgeführt.	.

Kooperationspartner





Lärmschutznachweis nach Cercle Bruit (kantonale Vorschriften sind zu beachten) erstellt und bei Verlangen an die Behörde abgeliefert (bei Luft/Wasser-Wärmepumpen Anlagen). Der Lärmschutznachweis ist im Anlageordner abgelegt.	
Zertifiziertes System-Modul des Wärmepumpen-Lieferanten ein- und umgesetzt	
Hydraulische Einbindung gemäss Funktionsschema des System-Modul-Lieferanten ausgeführt	
Heizungssystem gefüllt nach SWKI-Empfehlung BT-102-01	
Umwälzpumpen mit aktuell gefordertem Energieeffizienz-Index eingesetzt. Bei Erdwärmesonden sind die Vorgaben des System-Modul-Pflichtenheftes bezüglich max. Erdsondenlängen erfüllt	
Die Systemtemperaturen entsprechen den gesetzlichen Vorschriften (MuKEn). Die Leitungen sind nach Vorschrift MuKEn isoliert.	
Installateur-Inbetriebnahme gemäss Pflichtenheft System-Modul durchgeführt und Inbetriebnahmeprotokoll ausgefüllt.	
Anlagedokumentation nach Vorgabe System-Modul erstellt und dem Besteller der Anlage übergeben.	
Anlagebetreiber ist instruiert.	

Datum, Ort

Stempel und rechtsverbindliche Unterschrift
Installationsfirma

Kooperationspartner



Version: 15.06.2015