Planungshandbuch
Wärmepumpen

EQtherm®
WÄRMEPUMPEN

Hinweis:

Alle Texte, Daten, Zeichnungen und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erstellt.
Für etwaige Fehler und Änderungen übernimmt EQtherm keine Gewähr.
Auszüge oder komplette Übernahmen von Inhalten und Abbildungen sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung erlaubt.

Version: 1001001-13-29

EQtherm® GmbH Flächenheizungen
Am Kohlenweg
56307 Dürrholz / Daufenbach
Telefon: 0 26 84 / 9 56 32 - 0
Telefax: 0 26 84 / 9 56 32 - 10
info@eqtherm.de
www.eqtherm.de

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG ... 4
1.1. ZWECK DES DOKUMENTES ... 4
1.2. INHALT DES DOKUMENTES ... 4
1.3. IM DOKUMENT NICHT ENTHALTEN ... 4
1.4. WEITERFÜHRENDE DOKUMENTATION UND SOFTWARE ... 4
2. GRUNDLEGENDE BEGRIFFE ... 5
3. FORMELN ... 7
4. FUNKTION EINER WÄRMEPUMPE ... 9
4.1. ENERGIEQUELLEN EINER WÄRMEPUMPE ... 10
4.2. AUSWAHL EINER WÄRMEQUELLE ... 10
4.3. WÄRMEPUMPE EQ EARTH MIT FLÄCHENKOLLEKTOR ... 10
4.4. EQ AIR UND EQ AIR COMPACT ... 10
5. BETRIEBSARTEN ... 11
5.1. MONOVALENT ... 11
5.2. BIVALENT ALTERNATIV ... 11
5.3. BIVALENT PARALLEL ... 11
6. ALLGEMEINES ZUR DIMENSIONIERUNG VON WÄRMEPUMPEN ... 12
6.1. NEUBAU ... 12
6.1.1. VORLAUFTEMPERATUREN DER HEIZFLÄCHEN ... 12
6.2. ALTBAU ... 13
6.2.1. WÄRMEBEDARF UMRECHNEN ... 13
6.3. BENÖTIGTE VORLAUFTEMPERATUR ... 14
6.4. EINBINDUNG IN BESTEHENDES HEIZSYSTEM ... 15
6.5. SPERRZEITEN ... 15
7. DIMENSIONIERUNG WÄRMEPUMPE MIT DIREKTVERDAMPFUNG ... 16
7.1. AUSLEGUNG DER KOLLEKTORFLÄCHE ... 16
8. DIMENSIONIERUNG WÄRMEPUMPE MIT WÄRMEQUELLE LUFT ... 17
8.1. AUSLEGUNG DER WÄRMEPUMPE UND DES ZWEITEN WÄRMEERZEUGERS ... 17
8.2. KENNLINIEN ... 18
8.2.1. EQ AIR COMPACT ... 18
8.2.2. EQ AIR ... 19
9. AUSWAHL DER RICHTIGEN WÄRMEPUMPE ... 20
10. AUFSTELLUNG UND HAUSZULEITUNG ... 21
10.1. EQ AIR & EQ EARTH ... 21
10.1.1. AUSFÜHRUNG MIT KELLER ... 21
10.1.2. AUSFÜHRUNG OHNE KELLER (BODENPLATTE) ... 22
10.1.3. AUSFÜHRUNG MIT FERNWÄRMEROHR ... 22
10.1.4. VERLEGUNG DER ERDKOLLEKTOREN ... 23
10.2. EQ AIR / EQ COMPACT ... 26
10.2.1. EQ AIR COMPACT ... 26
10.2.2. HAUSZULEITUNG ÜBER DIE HAUSWAND ... 27
10.2.3. HAUSZULEITUNG ÜBER DAS ERDREICH ... 27
10.2.4. EQ AIR ... 28
10.2.4.1. SPLIT AUSFÜHRUNG ... 28
10.2.4.2. HUCKEPACK-AUSFÜHRUNG ... 29
14.2.4.3. AUSFÜHRUNG DER HAUSZULEITUNG ... 31
14.2.5. SCHALLEMISSIONEN ... 32
11. WARMWASSER ... 33
11.1. WARMWASSER MIT BRAUCHWASSERWÄRMEPUMPE ... 33
11.1.1. LUFTWÄRMEPUMPE EQ WAVE L ... 33
11.1.2. KÜHLUNG EINES ZUSÄTZLICHEN RAUMES (SPEISEKÜHLUNG) ... 34
11.1.3. EQ WAVE R ... 35
11.2. WARMWASSER MIT HEIZUNGSWÄRMEPUMPE UND HRS SPEICHER ... 37
11.3. WARMWASSER MIT HEIZUNGSWÄRMEPUMPE UND MULTIHYGIENESPEICHER ... 38
11.4. SOLAREINBINDUNG ... 38
11.5. SCHWIMMBAD ERWÄRMUNG ... 38
11.5.1. FREIBÄDER ... 38
11.5.2. HALLENBÄDER ... 38
12. HYDRAULIKSCHEMEN ... 39
NOTIZEN ... 41

1. Einleitung

1.1. Zweck des Dokumentes

Dieses Dokument beschreibt die richtige Planung, die Auslegung, die Wahl des Aufstellungsortes und wichtigsten Richtlinien der Wärmepumpen der Firma EQtherm®.
Dieses Dokument richtet sich hauptsächlich an Planer, Techniker und Installateure.

1.2. Inhalt des Dokumentes

Im Dokument enthalten sind Hinweise zur Planung, zur Auswahl sowie die Aufstellungsrichtlinien der unterschiedlichen Wärmepumpen.

1.3. Nicht im Dokument enthalten

Im Dokument nicht enthalten sind die Bedienungsanleitungen sowie die Beschreibungen zur Installation der Wärmepumpen.

1.4. Weiterführende Dokumente

Weiterführende Dokumente sind Installations- und Bedienungsanleitungen und Inbetriebnahmeprotokoll. Unterlagen und alle Schemen finden Sie im Fachbereich auf www.eqtherm.de.

2. Grundlegende Begriffe

Aufenthaltszone: Fläche des Daueraufenthaltsbereichs innerhalb der heizenden Fußbodenfläche. Sie ergibt sich aus der heizenden Fußbodenfläche abzüglich der Randzone.

Bivalent alternative Betriebsweise: Bei dieser Betriebsweise funktioniert die Wärmepumpe mit einem zweiten Heizsystem. Bis zum Bivalenzpunkt wird der Wärmebedarf durch die Wärmepumpe alleine gedeckt, schaltet dann ab und ein zweiter Energieträger deckt dann den Wärmebedarf ab.

Bivalent parallele Betriebsweise: Bei dieser Betriebsweise funktioniert die Wärmepumpe mit einem zweiten Heizsystem. Bis zum Bivalenzpunkt wird der Wärmebedarf durch die Wärmepumpe alleine gedeckt und ab dann durch einen zweiten Energieträger unterstützt.

Bivalenzpunkt: Außentemperatur, bei der der 2. Wärmeerzeuger (E-Heizstab, Ölheizung, ...) zugeschaltet wird und gemeinsam mit der Wärmepumpe (monoenergetisch, bivalent parallel) oder alleine (bivalent alternativ) den Heizwärmebedarf des Hauses deckt.

Deckenheizung: Flächenheizung an der Decke.

Endenergie: Energie für den Endverbraucher nach Umwandlung der Primärenergie.

EVU Sperrzeiten: Durch die Nutzung von Sondertarifen für die Wärmepumpe kann das örtliche EVU die Stromlieferung unterbrechen. Dies bedingt, dass die erforderliche Heizarbeit in den restlichen zur Verfügung stehenden Stunden aufgebracht werden muss.

Fußbodenheizung: Flächenheizung im Fußboden.

Heizkörper: Diese übertragen die Wärme vom Heizungswasser großteils durch Konvektion an die Raumluft.

Heizlast: Leistung, die einem Gebäude oder einem Raum bei Norm-Außentemperatur und Norm-Innentemperatur zur Beheizung zugeführt werden muss.

Jahresarbeitszahl: Beschreibt das Verhältnis aus der von der Wärmepumpe gelieferten Heizarbeit zur von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrischen Arbeit, bezogen auf ein Jahr.

Kälteleistung: Die Kälteleistung ist jene Leistung, die von der Wärmepumpe aus der Umgebung aufgenommen wird. Sie berechnet sich aus der Heizleistung abzüglich der elektrischen Leistungsaufnahme des Verdichters.

Kältemittel: Das Kältemittel ist der Arbeitsstoff einer Wärmepumpe. Es nimmt Wärme bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck aus der Umwelt auf und gibt diese bei hoher Temperatur und hohem Druck an das Heizsystem ab.

Kreislaufumkehr: Beschreibt die Abtauart einer Luftwärmepumpe mit Kühlfunktion. Über ein 4-Wege Ventil wird die Wärmepumpe „umgekehrt“ betrieben, das heißt die benötigte Abtauenergie wird dem Puffer entnommen und zum Enteisen des Verdampfers herangezogen.

Kondensator: Wärmetauscher einer Wärmepumpe, in dem das Kältemittel gespeicherte Umweltwärme an das Heizsystem abgibt.

Kühllast: Leistung, die aus einem Gebäude oder Raum abgeführt werden muss, um die gewünschte Innentemperatur zu halten.

Kühlung aktiv: Die Wärmepumpe kühlt aktiv, d.h. die Wärmepumpe läuft. Die Abtauung erfolgt mit Kreislaufumkehr.

Kühlung passiv: Die Kühlung erfolgt über z.B. Grundwasser oder das Erdreich, die Wärmepumpe läuft nicht, nur die Umwälzpumpe.

Leistungsziffer: Ist das Verhältnis aus der von der Wärmepumpe abgegebenen Heizleistung zur von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrischen Leistung. Die Leistungsziffer wird bei genau definierten Prüfbedingungen ermittelt. Sie ist eine Momentaufnahme.

Monoenergetische Betriebsweise: Die monoenergetische Betriebsweise gleicht der bivalent parallelen Betriebsweise, mit dem Unterschied, dass nur ein Energieträger, nämlich elektrische Energie eingesetzt wird.

Monovalente Betriebsweise: Bei dieser Betriebsweise erfolgt die Beheizung des Gebäudes mit der Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger.

Nutzenergie: Die effektiv nutzbare Energie, z.B. am Heizkörper.

Primärenergie: Ist an einen Energieträger gebunden, unterliegt keiner technischen Umwandlung.

Randzone: Die mit einer höheren Temperatur heizende Fußbodenfläche,
die sich im Allgemeinen entlang der Außenwände befindet.

Sole (Flüssigkeit): Frostsicheres Gemisch aus Wasser und Frostschutzkonzentrat auf Glykol-Basis für den Einsatz in Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden.

Stellfläche: Fußbodenfläche ohne Fußbodenheizung.

Verdampfer: Wärmetauscher einer Wärmepumpe, in dem das Kältemittel Wärme aus der Umgebung (Luft, Wasser, Erdreich) aufnimmt.

Wandheizung: Flächenheizung an den Wänden.

3. Formeln

Basisgrößen:

Benennung		Einheiten	
Länge	l	Meter	m
Masse	m	Kilogramm	kg
Zeit	t	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A
Thermodynamische Temperatur	T	Kelvin	K
Stoffmenge	n	Mol	mol
Lichtstärke	I	Candela	cd

Umrechnungstabellen:

Energieeinheiten:

	J	kWh	kcal
J	1	$0{,}278*10^{-6}$	$0{,}239*10^{-3}$
kWh	$3{,}6*10^{6}$	1	860
kcal	4187	$1{,}163*10^{-3}$	1

Leistungseinheiten:

	kJ/h	W	Kcal/h
kJ/h	1	0,2778	0,239
W	3,6	1	0,86
kcal/h	4,187	1,163	1

Druckeinheiten:

	Pa	bar	Torr
Pa	1	$1*10^{-5}$	0,0075
bar	$1*10^{5}$	1	750
Torr	133	$1{,}33*10^{-3}$	1

Längeneinheiten:

	m	ft	yd	Zoll
m	1	3,281	1,094	39,37
ft	0,3048	1	0,333	12
yd	0,9144	3	1	36
Zoll	0,0254	0,083	0,028	1

Wärme

$Q = m \times c \times \Delta T$

Q..... Energie [J]
m..... Masse [kg]
c..... spezifische Wärmekapazität [kJ/kgK]
c_{Wasser}..... 4,19 kJ/kgK
ΔT..... .... Temperaturdifferenz

U-Wert Berechnung:

Ebene Wand

$U = 1/R$

$R = R_{si} + d/\lambda + R_{se}$

U..... .... Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]
R..... Wärmedurchgangswiderstand [m²K/W]
d..... ... Schichtdicke des Bauteils [m]
λ..... Wärmeleitzahl [W/mK]
Rsi ..... Wärmeübergangswiderstand innen [m²K/W]
Rse ..... Wärmeübergangswiderstand außen [m²K/W]

Heizkörperleistung:

$$Q = Q_N \times \left[\frac{t}{t_N}\right]^n$$

mit

$$t = \frac{t_v + t_r}{2} - t_L$$

Q.....Heizleistung
Q_N .....Heizleistung bei Norm-bedingungen
t_v .....Vorlauftemperatur
t_r .....Rücklauftemperatur
t_L .....Raumtemperatur
t_N.....bei Normbedingungen = 50°C
n .....Exponent

bei Radiatoren	n = 1,3
bei Rohren	n = 1,25
bei Rippenrohren	n = 1,25
bei Plattenheizkörpern	n = 1,20 bis 1,30
bei Konvektoren	n = 1,25 bis 1,45
bei Fußbodenheizungen	n = 1,10
bei Wandheizungen	n = 1,08

Wärmebedarf bestehender Heizsysteme:

$$Q_n = \frac{B_a \times \eta \times H_U}{b_{VH}}$$

Q_N.....Heizlast [kW]
B_a .....jährlicher Brennstoffverbrauch [Einheit]
η.....Jahreswirkungsgrad [1] (ca. 70%)
H_U .....Heizwert [kWh/Einheit]
b_{VH} ....Vollbenutzungsstunden [h]
(Mittelwert 1800h/a)

Sperrzeiten

$$Q_{WP} = Q_N \times f$$

Q_{WP} ...Heizleistung der Wärmepumpe [kW]
Q_N .....Heizlast des Gebäudes[kW]
f .....Faktor für Berücksichtigung von Sperrzeiten

$$f = \frac{24h}{24h - \text{Sperrdauer}}$$

4. Funktion einer Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist eine Kältemaschine, vergleichbar mit Ihrer Autoklimaanlage oder Ihrem Kühlschrank.

Alle diese Geräte bestehen aus den gleichen wenigen Komponenten wie:

- Verdampfer – Aufnahme der Umweltwärme.
- Kondensator – Abgabe der Umweltwärme inkl. elektrischer Aufnahmeleistung vom Kompressor.
- Kompressor – verdichtet das Kältemittel und sorgt für einen Temperaturhub, um die Umweltwärme für Heiz- bzw. Kühlzwecke nutzbar zu machen.
- Expansionsventil – entspannt das Kältemittel, um es wieder auf ein geringeres Temperaturniveau zu bringen. Dadurch kann der Umwelt wieder Energie entzogen werden.
- Kältemittel – ist das Transportmittel für die Umweltwärme.
- Rohrleitungen – verbinden die einzelnen Komponenten.

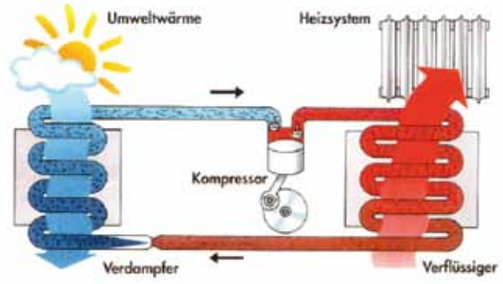


Abbildung 1: Funktion einer Wärmepumpe

Das kalte, flüssige Kältemittel gelangt in den Verdampfer. Auf dem Weg durch den Verdampfer nimmt es Umweltwärme auf und verdampft, geht also in den gasförmigen Zustand über. Für diesen Phasenwechsel von flüssig in gasförmig wird viel Energie benötigt.

Diese wird der Umwelt entnommen und ist nun im Kältemittel gespeichert.
Das Kältemittel weist nach dem Verdampfen einen sehr hohen Energieinhalt auf, besitzt allerdings eine geringe Temperatur, welche für Heizzwecke nicht genutzt werden kann. Um diese gespeicherte Energie nutzbar zu machen, wird das Kältemittel im Kompressor stark verdichtet. Durch das Verdichten erhöht sich die Temperatur des Kältemittels. Es wird auf ein höheres Temperaturniveau „gepumpt“.
Damit sind im Kältemittel die Umweltwärme und die elektrische Energieaufnahme des Kompressors gespeichert. Es besitzt zusätzlich ein für Heizzwecke nutzbares Temperaturniveau.
In diesem Zustand gelangt es in den Kondensator und gibt dort die gespeicherte Energie an das Heizsystem (Fußbodenheizung, Wandheizung, Heizkörper, etc.) ab. Durch die Energieabgabe erfolgt eine Phasenänderung zurück vom gasförmigen in den flüssigen Zustand.
Das Kältemittel liegt nach dem Kondensator in flüssiger Form und mit hohem Druck vor.
In diesem Zustand gelangt es zum Expansionsventil. Beim Durchströmen durch dieses expandiert das Kältemittel, wodurch der Druck sinkt und es zu einer starken Abkühlung kommt.
Das Kältemittel liegt damit wieder im kalten, flüssigen Zustanden vor und kann den Kreislauf von neuem beginnen.

4.1. Energiequellen einer Wärmepumpe

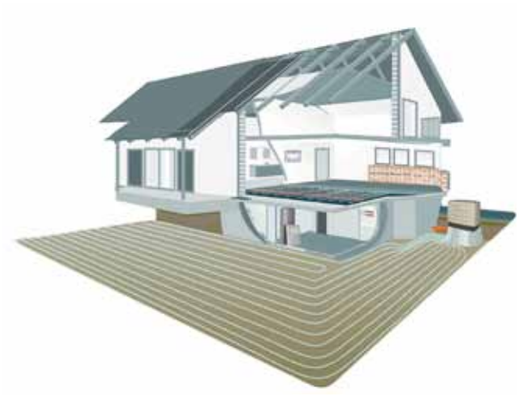
Wärmepumpen nutzen zum größten Teil die unerschöpfliche, gratis zur Verfügung stehende Umweltwärme.
Diese Umweltwärme kann sein:

- Außenluft bei Luftwärmepumpen
- Erdreich in der Fläche bei Erdwärme- und Solewärmepumpen
- Erdreich in der Tiefe bei Wärmepumpen mit Tiefenbohrung
- Grundwasser bei Grundwasser-Wärmepumpen
- Diverse Energiequellen, wie etwa Abwärme und Kühlwasser

4.2. Auswahl einer Wärmequelle

Die Entscheidung für eine Wärmequelle (Luft, Erdreich) hat entscheidenden Einfluss auf die Investitions- und Betriebskosten.
So verursacht eine Luft-Wärmepumpe geringere Kosten in der Anschaffung, aber durch die geringere Jahresarbeitszahl höhere Betriebskosten. Umgekehrt verhält es sich bei einer Wärmepumpe mit Tiefenbohrung. Hier sind hohe Kosten für die Errichtung der Anlage zu veranschlagen, dafür sind die Betriebskosten geringer.
Neben den Investitions- und Betriebskosten sind auch bauliche Gegebenheiten und Vorlieben des Käufers zu berücksichtigen.

4.3. Wärmepumpe EQ Earth mit Flächenkollektor

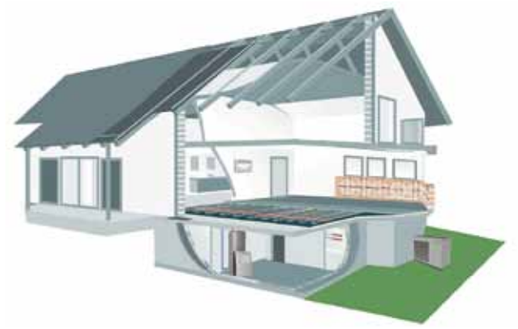


Bei Erdwärmepumpen mit Flächenkollektor erfolgt die Energieaufnahme der Umweltwärme aus dem zur Verfügung stehenden Erdreichvolumen.
Zu diesem Zweck werden Erdkollektoren, bei direkt verdampfenden Systemen Kupferrohre mit Kunststoffummantelung, in einer Tiefe von 1,2 m bis 1,4 m und einem Verlegeabstand von 60 cm bis 80 cm verlegt.
Bei direkt verdampfenden Systemen befindet sich das Kältemittel in den Erdkollektoren und nimmt die Umweltwärme direkt auf. Dies bewirkt, dass ein Wärmeübertrager und die zugehörige Umwälzpumpe wie bei Solesystemen vermieden werden und daher höhere Jahresarbeitszahlen erreicht werden.
Die Entzugsleistung des Kollektors erreicht 10 bis 15 W/m² bei trockenen, sandigen Böden und bis zu 40 W/m² bei wasserführenden Böden.

Um die Regenerationsfähigkeit der Wärmepumpenheizung sicherzustellen, ist es unbedingt erforderlich, die Kollektorfläche baulich freizuhalten.

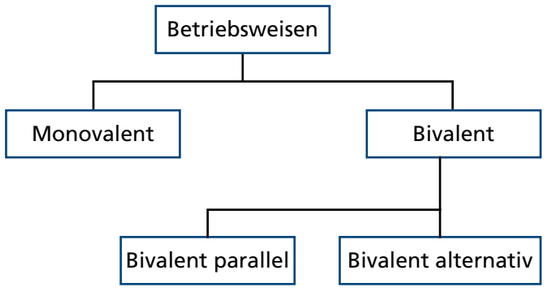
Die Regeneration erfolgt durch Eintrag von Regenwasser, Schmelzwasser und Sonnenenergie. Bei einer Überbauung wäre die Regeneration unterbunden und die Wärmepumpenheizungsanlage würde an Leistungsfähigkeit verlieren.

4.4. EQ Air und EQ Air Compact



Luft ist überall in ausreichender Menge vorhanden. Diese wird ständig durch die Sonne erwärmt, und diese Energie wird der Wärmepumpe über einen Verdampfer mit integriertem Ventilator zugeführt.
Luftwärmepumpen funktionieren bis zu einer Außentemperatur von -20°C.
Die Luftwärmepumpe findet vor allem dort ihre Anwendung, wo Grundwasser nicht vorhanden ist, eine Tiefenbohrung zu teuer und ein Flächenkollektor aufgrund der fehlenden Gartenfläche nicht möglich ist.

5. Betriebsarten



5.1. Monovalent

Eine monovalente Betriebsweise bedeutet, dass die gesamte für das Gebäude benötigte Heizlast von der Wärmepumpe alleine abgedeckt wird. Es ist kein anderer Wärmeerzeuger erforderlich. Vernünftig können nur Anlagen mit einer max. Vorlauftemperatur von 62°C monovalent betrieben werden.

5.2. Bivalent alternativ

Bei einer bivalenten Betriebsweise wird nur ein bestimmter Anteil der erforderlichen Heizleistung von der Wärmepumpe erbracht, die restliche Leistung erbringt ein anderer Wärmeerzeuger.
Eine bivalent alternative Betriebsweise bedeutet, dass die Wärmepumpe bis zum Umschaltpunkt (Bivalenzpunkt) die Heizleistung alleine abdeckt. Ab dem Umschaltpunkt schaltet die Wärmepumpe ab und ein anderes Heizsystem deckt die erforderliche Heizleistung.

5.3. Bivalent parallel

Bei einer bivalenten Betriebsweise wird nur ein bestimmter Anteil der erforderlichen Heizleistung von der Wärmepumpe erbracht, die restliche Leistung erbringt ein anderer Wärmeerzeuger.
Eine bivalent parallele Betriebsweise bedeutet, dass die Wärmepumpe bis zum Umschaltpunkt (Bivalenzpunkt) die Heizleistung alleine abdeckt. Ab dem Umschaltpunkt läuft die Wärmepumpe gemeinsam mit einem anderen Heizsystem.

Abbildung 2: monovalente Betriebsweise

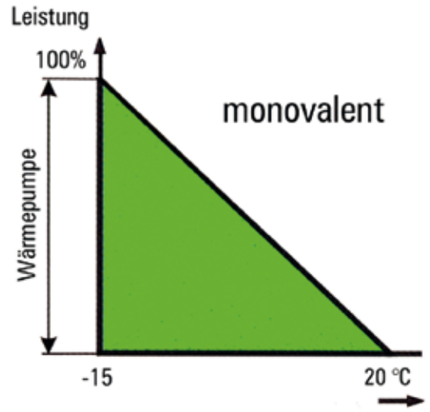


Abbildung 3: bivalent - alternative Betriebsweise

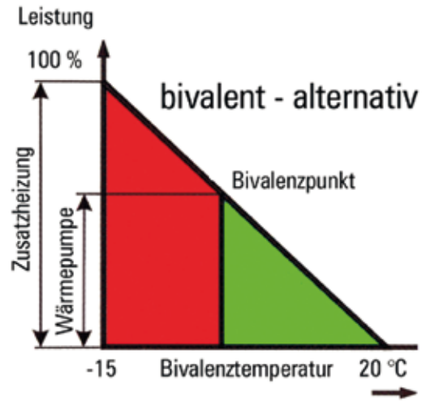
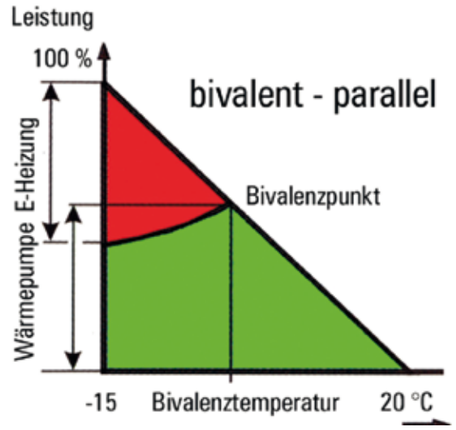


Abbildung 4: bivalent - parallele Betriebsweise



6. Allgemeines zur Dimensionierung von Wärmepumpen

6.1. Neubau

Entsprechend den gültigen Normen in den verschiedenen Ländern ist die Heizungsanlage so zu planen und zu dimensionieren, dass die Norm-Innentemperatur bei Norm-Außentemperatur sichergestellt werden kann.

Für die Berechnung der Gebäudeheizlast sind folgende Normen einzuhalten:

- Deutschland DIN EN 12831und DIN EN 12828
- Schweiz SIA 380-1 und SIA 384-2

Eine überschlägige Berechnung in der Vorplanung kann auch über die zu beheizende Fläche erfolgen. Es wird die spezifische Heizleistung (W/m²) mit der zu beheizenden Fläche multipliziert. Dies ergibt eine erste Abschätzung der Gebäudeheizlast (Transmissions- und Lüftungsverluste). Diese Abschätzung ersetzt jedoch nicht die Berechnung nach Norm!

$Q_N = A \times q_N$

Q_N .....Heizlastabschätzung [W]
A.....beheizte Fläche [m²]
q_N.....spezifische Heizlast [W/m²]

Schätzwerte für q_N:

Altbau ohne Dämmung	120 W/m²
Altbau mit Dämmung (Dämmputz)	100 W/m²
Altbau mit Dämmung (EPS 3-5 cm)	80 W/m²
Energiesparhaus	60 W/m²
Niedrigenergiehaus	50 W/m²
Niedrigstenergiehaus	40 W/m²
Passivhaus	10 W/m²

Von der Dimensionierung der Wärmepumpe aufgrund der im Energieausweis angeführten abgeschätzten Heizlast ist abzuraten.
Erfahrungsgemäß fällt diese zu gering aus. Die Heizflächen können nicht dimensioniert werden.
Auch die im Energieausweis ausgewiesene Energiekennzahl kann zur Dimensionierung nicht herangezogen werden.
Sie beschreibt lediglich den Energiebedarf des Gebäudes und nicht die erforderliche Heizleistung. Außerdem beinhaltet sie solare und innere Gewinne.

6.1.1. Vorlauftemperaturen der Heizflächen

Die Vorlauftemperatur hat einen sehr großen Einfluss auf die Effizienz der Wärmepumpe. Je niedriger die Vorlauftemperatur gefordert wird, desto höher ist die Leistungsziffer und desto geringer sind die Betriebskosten. Im Neubau sollte als Heizfläche eine Fußbodenheizung gewählt werden. Damit lassen sich Vorlauftemperaturen von 30 °C bis 35 °C realisieren.

6.2. Altbau

Bei bestehenden Heizungsanlagen ist der Wärmebedarf des zu beheizenden Gebäudes neu zu bestimmen. Dies ist erforderlich, da im Regelfall der Heizkessel überdimensioniert wurde.
Wird einfach die Heizleistung des bestehenden Heizkessels übernommen, ist die Wärmepumpe überdimensioniert.
Die genaue Berechnung des Wärmebedarfs erfolgt nach DIN EN 12831. Eine überschlägige Ermittlung kann aus dem bisherigen Energieverbrauch ermittelt werden (siehe Punkt 6.2.1)

6.2.1. Wärmebedarf umrechnen

Eine überschlägige Berechnung des Energiebedarfs kann aus dem bisherigen Energieverbrauch, der zu beheizenden Wohnfläche und dem spezifischen Wärmebedarf erfolgen.

Bei der Ermittlung des bisherigen Energie-verbrauches sollte ein Mittelwert über einige Jahre herangezogen werden. Die Abschätzung erfolgt nach folgender Formel:

$$Q_N = \frac{B_a \times \eta h \times H_U}{b_{VH}}$$

Q_N ...Heizlast [kW]

B_a.....jährlicher Brennstoffverbrauch [Einheit]

η.....Jahreswirkungsgrad [1] (ca. 70%)

H_U.....Heizwert [kWh/Einheit] (siehe Abbildung 5)

b_{VH}.....Vollbetriebsstunden [h] (Mittelwert 1800 h/a)

Energieträger	MEH	Dichte r [kg/m³]	Heizwert H_U [kWh/kg]	[kWh/Einheit]	Bemerkung
Heizöl extra leicht	l	830	12,0	10,0	
Heizöl leicht	l	920	11,4	10,5	
Erdgas	m³	0,7	13,5	9,5	H_O 10,7 kWh/m³
Flüssiggas Propan/Butan	kg	2,02	12,8	12,8	
Steinkohle	kg	750	7,0	7,0	
Steinkohle (Eier)Brikett	kg	---	8,3	8,3	
Koks	kg	500	7,5	7,5	
Braunkohle	kg	---	3,9	3,9	
Braunkohle Brikett	kg	710	5,6	5,6	
Brennholz Buche	rm	570	4,2	2410	lufttrocken
Brennholz Fichte	rm	360	4,2	1520	lufttrocken
Hackgut Fichte	srm	215	3,4	730	waldtrocken
Hackgut Erle, Weide	srm	250	3,4	850	waldtrocken
Holzbriketts	kg	800	4,6	4,6	getrocknet
Rindenbriketts	kg	800	4,5	4,5	getrocknet
Pellets	kg	650	4,8	4,8	ÖNORM 7135 gepr.
Fernwärme	kWh	---	---	1,0	
Strom NT Speicher	kWh	---	---	1,0	
Strom HT dirket	kWh	---	---	1,0	
Strom WP	kWh	---	---	1,0	

Abbildung 5: Energieinhalte verschiedener Brennstoffe

6.3. Benötigte Vorlauftemperatur

Bei einer Heizungsumstellung eines Altbaus ist der benötigten Vorlauftemperatur besondere Beachtung zu schenken. Diese sollte bei max. 50°C liegen.
Ist das Wärmeabgabesystem eine Heizkörperanlage, ist davon auszugehen, dass die Vorlauftemperatur deutlich über 50 °C liegt.

Aufgrund von Absenkbetrieben in bestehenden Öl- und Gasheizungen ist es auch wahrscheinlich, dass, wenn das Heizsystem derzeit mit 60°C betrieben wird, dieses nach Einbau einer Wärmepumpe ohne Absenkbetrieb auch mit 50°C ihr Auslangen findet. Hier ist ein Testbetrieb mit der Öl- oder Gasheizung bei geringeren Vorlauftemperaturen im Winter sinnvoll. Sollten einzelne Räume nicht warm werden, kann in diesen Räumen der Heizkörper gegen einen Heizkörper mit größerer Abgabefläche getauscht werden.

6.4. Einbindung in bestehendes Heizsystem

Bei der hydraulischen Einbindung der Wärmepumpe ist darauf zu achten, dass diese nur das tatsächlich benötigte Temperaturniveau liefern muss. Das erzeugte Temperaturniveau soll ungemischt in das Heizsystem eingeleitet werden.
Ein mittels Mischer geregelter Heizkreis ist erst dann erforderlich, wenn zwei unterschiedliche Temperaturniveaus versorgt werden müssen (z.B. Fußbodenheizung, Heizkörper).

6.5. Sperrzeiten

Die meisten Energieversorgungsunternehmen bieten für Wärmepumpen einen gesonderten, billigeren Stromtarif an.
Im Gegenzug kann das EVU bei Lastspitzen die Wärmepumpen abschalten und sperren.
Diese Sperrzeiten können bis zu einigen Stunden pro Tag betragen.
Diese Ausfallzeiten der Wärmepumpe muss bei der Dimensionierung berücksichtigt werden. Die Wärmepumpe muss in der restlichen Zeit die erforderliche Heizlast des Gebäudes erbringen.

Die Berücksichtigung der Sperrzeiten erfolgt nach folgender Formel:

$$Q_{WP} = Q_N \times f$$

Q_{WP} .....Heizleistung der Wärmepumpe [kW]
Q_N .....Heizlast des Gebäudes[kW]
f .....Faktor für Berücksichtigung von Sperrzeiten

$$f = \frac{24h}{24h - \text{Sperrdauer}}$$

7. Dimensionierung Wärmepumpe mit Direktverdampfung

7.1. Auslegung der Kollektorfläche

Aus technischen Gründen (Ölrückführung aus dem Kollektor) ist die Anzahl der verwendbaren Erdkollektoren von der Leistung der eingesetzten Wärmepumpe abhängig.
Die Leistung der Wärmepumpe richtet sich nach der Heizlast des Gebäudes.

Bodenart	spez. Entzugsleistung [W/m²]	
	1800 h/a	2400 h/a
trocken, nicht bindiger Boden (Sand)	ca. 10	ca. 8
bindiger Boden feucht	ca. 20 - 30	ca. 16 - 24
wassergesättigter Boden (Sand, Kies)	ca. 40	ca. 32

Abbildung 6: Richtwerte für spez. Entzugsleistungen bei Direktverdampfungswärme

Entsprechend dieser ist der Wärmepumpentyp zu wählen.
Bei der Wahl der Wärmepumpe ist auf den Einsatzbereich zu achten. Wird die Wärmepumpe mit Heizkörpern betrieben, ist die Leistungsabgabe bei gleichem Typ eine geringere als beim Betrieb mit Fußbodenheizung.
Abbildung 7 zeigt die Anzahl der zu verwendenden Kollektoren und die erforderliche Verlegefläche in Abhängigkeit des Verlegeabstandes und der spez. Entzugsleistung. Die spez. Entzugsleistung ist von der jeweiligen Bodenbeschaffenheit abhängig. Abbildung 6 gibt Richtwerte für die Entzugsleistungen der verschiedenen Erdreicharten vor.

Entzugsleistung [W/m²]

Wärmepumpe	Kälteleistung [kW]*		40	35	30	25	20
EQ E-6	4,65	erf. Fläche [m²]	124	135	165	195	240
		Verlegeabstand [m]	0,55	0,60	0,55	0,65	0,80
EQ E-8	6,08	erf. Fläche [m²]	165	180	206	244	319
		Verlegeabstand [m]	0,55	0,60	0,55	0,65	0,85
EQ E-10	8,06	erf. Fläche [m²]	206	244	270	338	405
		Verlegeabstand [m]	0,55	0,65	0,60	0,75	0,90
EQ E-14	11,94	erf. Fläche [m²]	300	360	420	480	608
		Verlegeabstand [m]	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
EQ E-18	14,30	erf. Fläche [m²]	371	439	506	574	750
		Verlegeabstand [m]	0,55	0,65	0,75	0,85	1,00
EQ E-20	16,06	erf. Fläche [m²]	413	495	536	660	810
		Verlegeabstand [m]	0,50	0,60	0,65	0,80	0,90

Set 1	3 Kreise
Set 2	4 Kreise
Set 3	5 Kreise
Set 4	6 Kreise
Set 5	8 Kreise
Set 6	9 Kreise
Set 7	10 Kreise
Set 8	11 Kreise
Set 9	12 Kreise

* Kälteleistung bei E0/W35

Tabelle laut VDI 4640, konstante Entzugsleistung, Verlegeabstand gerundet in 5 cm Schritten, optimiert aus kleinste Verlegefläche
Kleinster Verlegeabstand 50cm
Größter Verlegeabstand 100cm

Abbildung 7: Kollektoranzahl und erforderliche Verlegefläche in Abhängigkeit der spez. Entzugsleistung und des Verlegeabstandes

8. Dimensionierung Wärmepumpe mit Wärmequelle Luft

8.1. Auslegung der Wärmepumpe und des zweiten Wärmeerzeugers

Die Auslegung der Wärmepumpe erfolgt mit Hilfe der EQ TDS und Ihres zuständigen ADM.

Gegebene Daten:

Benötigte Heizleistung:
10kW

Warmwasser:
2kW (Bereitung über Heizungswärmepumpe)

Heizgrenztemperatur:
12°C (gut gedämmtes Gebäude)

Fußbodenheizung:
Vorlauf 35°C

Norm-Außentemperatur am Standort:
-15°C

Es wird ein Leistungsdiagramm der nächstpassenden Wärmepumpengröße benötigt (bei 35°C Vorlauftemperatur – blaue Linie). In diesem Fall handelt es sich um eine EQ A-14.

Die benötigte (gesamte) Heizleistung (Heizung + Warmwasser) wird am Punkt der ermittelten Norm-Außentemperatur eingetragen und mit der Heizgrenztemperatur (Außentemperatur ab der Heizenergie benötigt wird, um das Gebäude zu temperieren) verbunden (rote Linie).
Die Differenz der beiden Linien links des Schnittpunktes ergibt den Leistungsbedarf des zweiten Wärmeerzeugers.

Am Schnittpunkt beider Linien erhält man den Bivalenzpunkt, die Stelle, an der der zweite Wärmeerzeuger zugeschaltet werden soll.

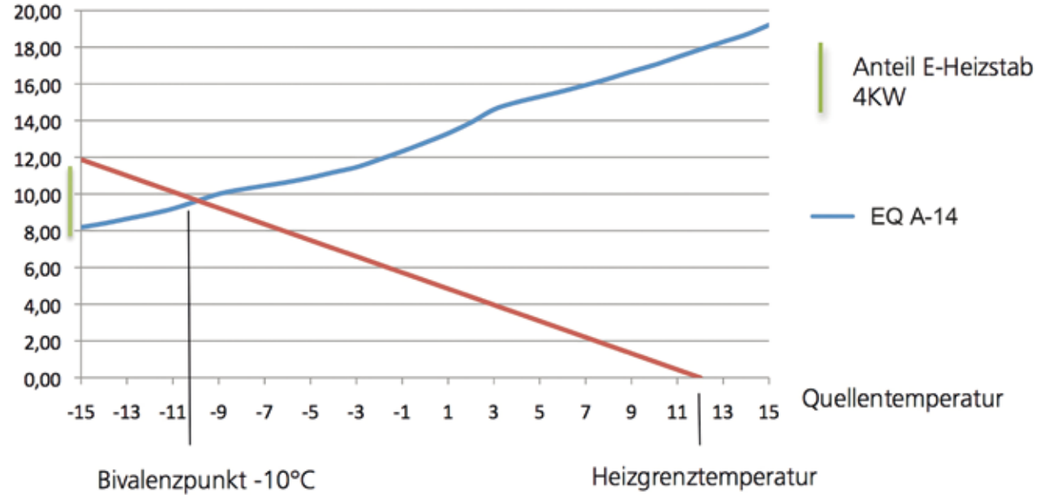


Abbildung 8: Auslegung einer Luftwärmepumpe mittels EQ TDS (Auslegung erfolgt über EQtherm® ADM)

Bei Luftwärmepumpen wird von EQtherm die Verwendung eines Pufferspeichers empfohlen, um die Mindestdurchflussmenge an Heizungswasser über die Wärmepumpe zu garantieren. Vor allem bei Heizkörper-Heizungssystemen ist ein Puffer unbedingt erforderlich, da dort in der Regel große Wassermengen im System vorhanden sind.

Aufgrund der von EQtherm gewählten Heißgasabtauung ist bei Systemen mit Fußbodenheizung nicht zwingend ein Puffer erforderlich.
Die Vorteile einer Wärmepumpe mit Puffer sind die Verlängerung der Taktzeiten und die bessere Regelung der Innentemperatur.

8.2. Kennlinien

8.2.1. EQ Air Compact

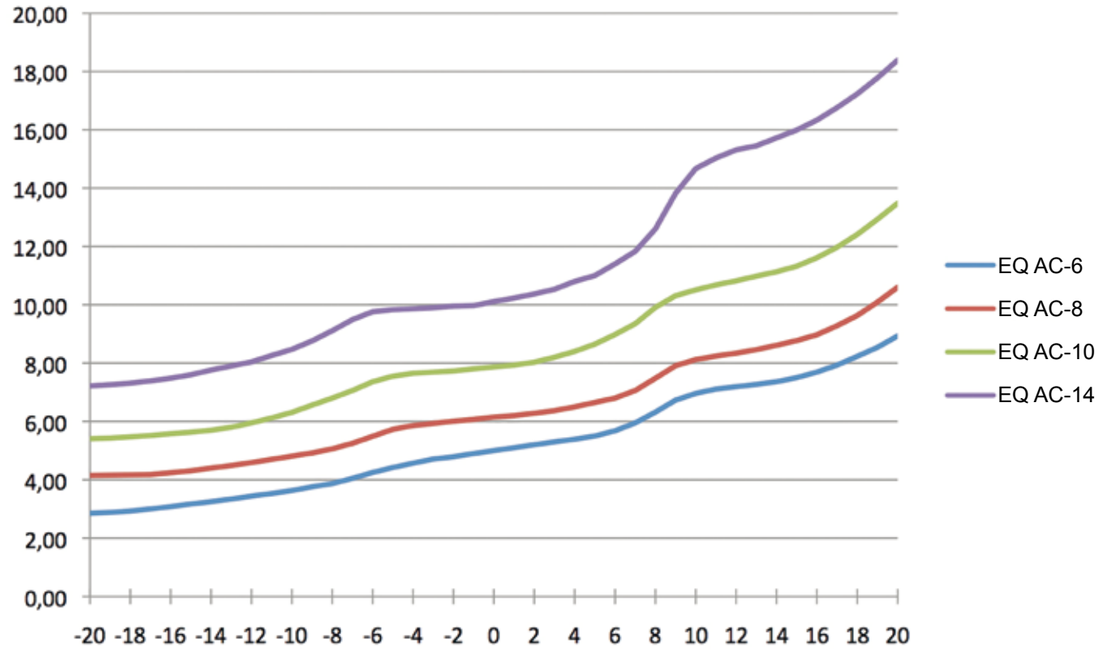


Abbildung 9: Heizkennlinien EQ Air Compact. Heizleistung bezogen auf 35°C Vorlauftemperatur

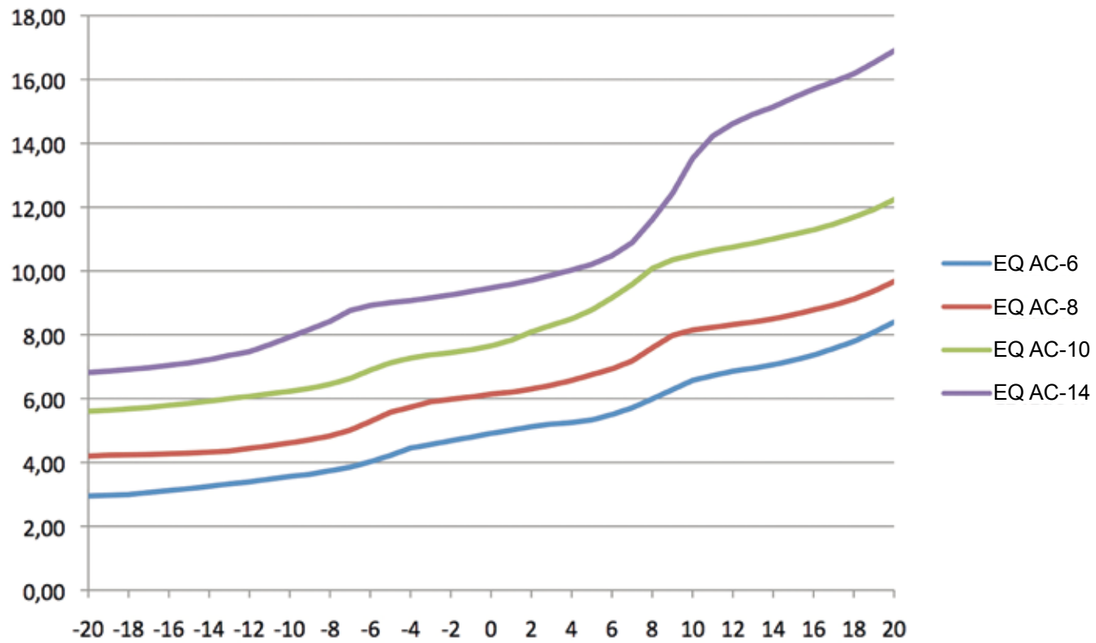


Abbildung 10: Heizkennlinien EQ Air Compact. Heizleistung bezogen auf 55°C Vorlauftemperatur

8.2.2. Kennlinien

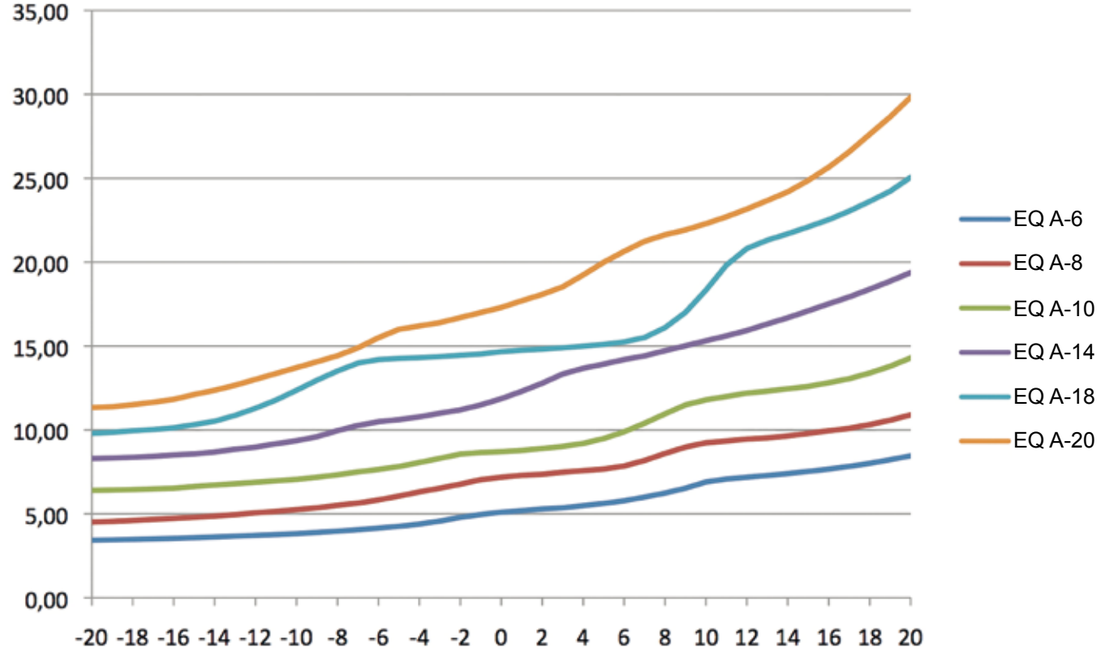


Abbildung 11: Heizkennlinien EQ Air. Heizleistung bezogen auf 35°C Vorlauftemperatur

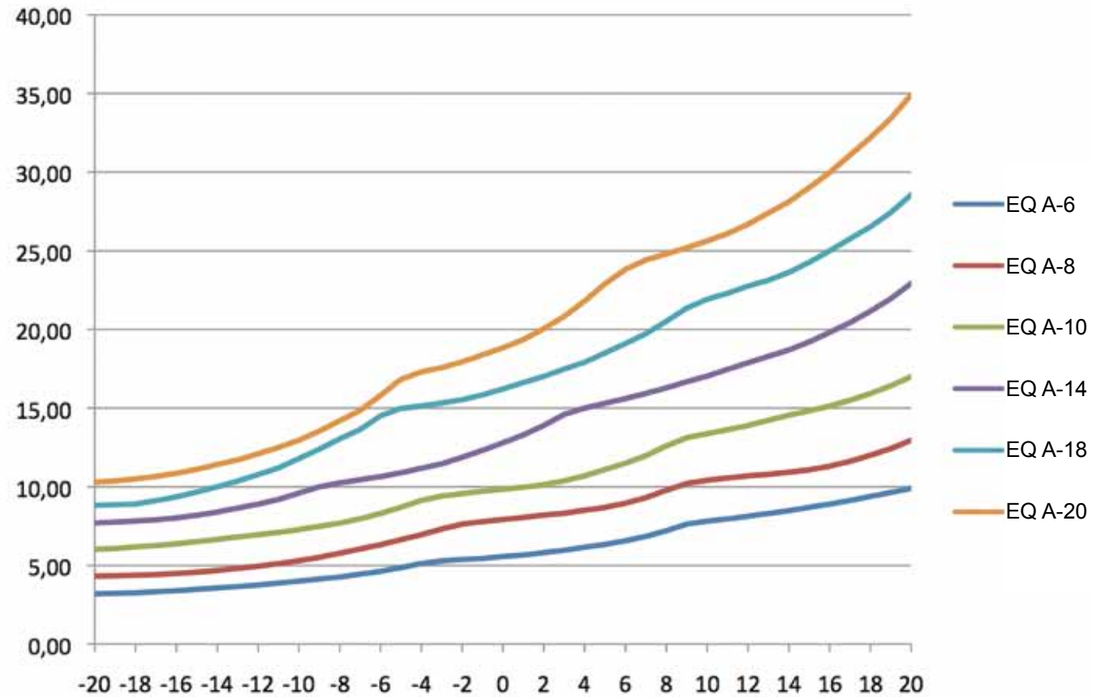


Abbildung 12: Heizkennlinien EQ Air. Heizleistung bezogen auf 55°C Vorlauftemperatur

9. Auswahl der richtigen Wärmepumpe

Zentralheizung

bei 55 W/m² spezifischer Heizlast und 35°C Vorlauftemperatur(Neubau)

Wärmepumpe EQ EARTH mit Flächenkollektor	Wärmepumpe EQ AIR	Wärmepumpe EQ AIR COMPACT
EQ E-6 110 m² Wohnfläche 4 Kollektoren 180 m² Kollektorfläche	EQ A-6 100 m² Wohnfläche ca. 4400m³/h Luftmenge	EQ AC-6 95 m² Wohnfläche ca. 4400m³/h Luftmenge
EQ E-8 160 m² Wohnfläche 5 Kollektoren 225 m² Kollektorfläche	EQ A-8 140 m² Wohnfläche ca. 4400m³/h Luftmenge	EQ AC-8 115 m² Wohnfläche ca. 4400m³/h Luftmenge
EQ E-10 200 m² Wohnfläche 6 Kollektoren bis 270 m² Kollektorfläche	EQ A-10 190 m² Wohnfläche ca. 5700m³/h Luftmenge	EQ AC-10 150 m² Wohnfläche ca. 5700m³/h Luftmenge
EQ E-14 260 m² Wohnfläche 8 Kollektoren bis 360 m² Kollektorfläche	EQ A-14 220 m² Wohnfläche ca. 6800m³/h Luftmenge	EQ AC-14 190 m² Wohnfläche ca. 6800m³/h Luftmenge
EQ E-18 310 m² Wohnfläche 10 Kollektoren bis 450 m² Kollektorfläche	EQ A-18 260 m² Wohnfläche ca. 8800m³/h Luftmenge	
	EQ A-20 350 m² Wohnfläche ca. 11400m³/h Luftmenge	

Die Auswahl stellt lediglich einen Richtwert dar und ist je nach Gebäudeheizlast unterschiedlich!

10. Aufstellung und Hauszuleitung

Mit Ausnahme der EQ Air Compact sind alle EQ Wärmepumpen sowohl für Außen- als auch für Innenaufstellung geeignet. Bei den EQ Air Compact ist nur eine Außenaufstellung möglich.

10.1. EQ Air & EQ Earth

10.1.1. Ausführung mit Keller

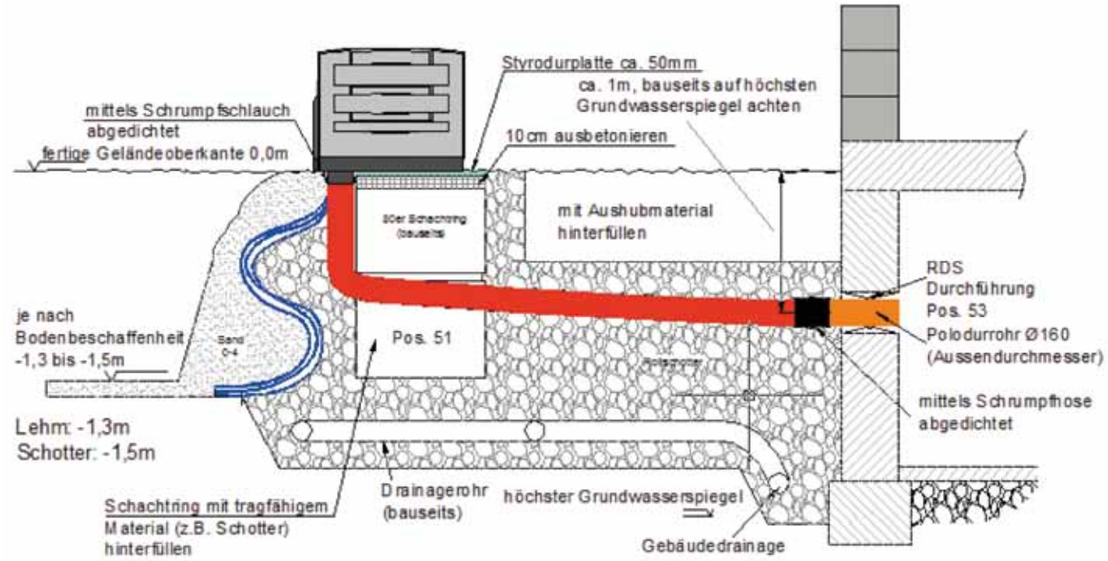


Abbildung 13: Ausführung der Hauszuleitung mit Keller

Die Aufstellung der Wärmepumpe erfolgt auf einem Sockel. Gut bewährt hat sich die Verwendung von Schachtringen.
Diese werden auf gewachsenem Boden gestapelt und mit Aushubmaterial gefüllt. Den Abschluss bildet eine Betonschicht.
Zwischen Betonschicht und Wärmepumpe ist zur Entkopplung eine Dämmplatte (XPS) einzufügen. Diese ist in Form der Wärmepumpe zu gestalten, um ein Anwachsen des Rasens zu ermöglichen.
Der Bereich um den Wärmepumpensockel ist zu drainagieren. Damit wird ein mögliches Auffrieren stehenden Wassers verhindert.
Zur Aufnahme von Kräften, die in der Erdkollektorebene durch Längenausdehnung und Eisbildung auftreten können, sind die Erdkollektoren vom Wärmepumpengehäuse bis in die Kollektorebene in Form eines Schwanenhalses auszubilden (siehe Bild oben).
Fixpunkte der Hauszuleitung sind der Wanddurchbruch in den Keller und der Anschlussstutzen der Wärmepumpe.
Der Wanddurchbruch in den Keller ist mit einer RDS-Durchführung für ein Hauskanalrohr DN 150 auszuführen. Die Anordnung erfolgt im frostfreien Bereich (siehe Abbildung 13).
Durch die RDS-Durchführung wird ein Hauskanalrohr DN 150 von außen nach innen geschoben (innen bündig). Die Verbindung mit dem flexiblen Hauszuleitungsrohr erfolgt durch die nach außen stehende Muffe. Zusätzlich wird diese Verbindung mit einer Schrumpfhose abgedichtet.

Der Anschluss des Hauszuleitungsrohres an die Wärmepumpe erfolgt in gleicher Weise. Das flexible Rohr wird an die Muffe der Wärmepumpe gesteckt und mit einer Schrumpfhose abgedichtet.
Die Verbindung ist auch durch handelsübliche Hauskanalrohre möglich. Um ein Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern, muss diese Hauszuleitung wasserdicht ausgeführt werden.
Bei Hauszuleitungen über 5 m sollte ein gedämmtes Fernwärmerohr verwendet werden (siehe 10.1.3).

10.1.2. Ausführung ohne Keller (Bodenplatte)

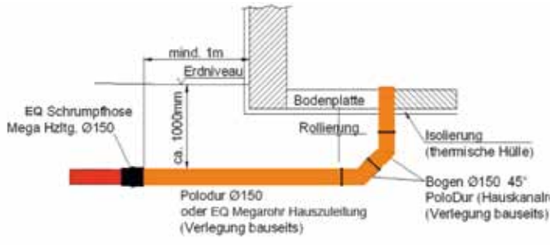


Abbildung 14: Ausführung der Hauszuleitung ohne Keller

Bei Gebäuden ohne Keller erfolgt die Zuführung der Hauszuleitung durch die Bodenplatte mittels Hauskanalrohr DN 150. Dieses wird in die Bodenplatte dicht eingegossen und in Frosttiefe unter dem Gebäudefundament nach außen geführt (siehe Abbildung 14).

Es ist darauf zu achten, dass Richtungsänderungen nicht mit 90° - Bögen ausgeführt werden. Es sind mindestens 45° - Bögen, besser noch 30° - Bögen zu verwenden.
An das nach außen geführte Hauskanalrohr wird die flexible Hauszuleitung angeschlossen.
Zusätzlich wird diese Verbindung mit einer Schrumpfhose abgedichtet.
Der Anschluss des Hauszuleitungsrohres an die Wärmepumpe erfolgt in gleicher Weise wie in 10.1.1 beschrieben. Das flexible Rohr wird an die Muffe der Wärmepumpe gesteckt und mit einer Schrumpfhose abgedichtet.

10.1.3. Ausführung mit Fernwärmerohr

Überschreitet die Hauszuleitung eine Länge von 5 m ist es ratsam, diese mit einem gedämmten Fernwärmerohr auszuführen, um die Energieverluste über die Hauszuleitung möglichst gering zu halten. Die Einführung in das Gebäude erfolgt über eine RDS-Durchführung (siehe Abbildung 15).
Die gesetzlichen Normen des jeweiligen Landes sind einzuhalten.

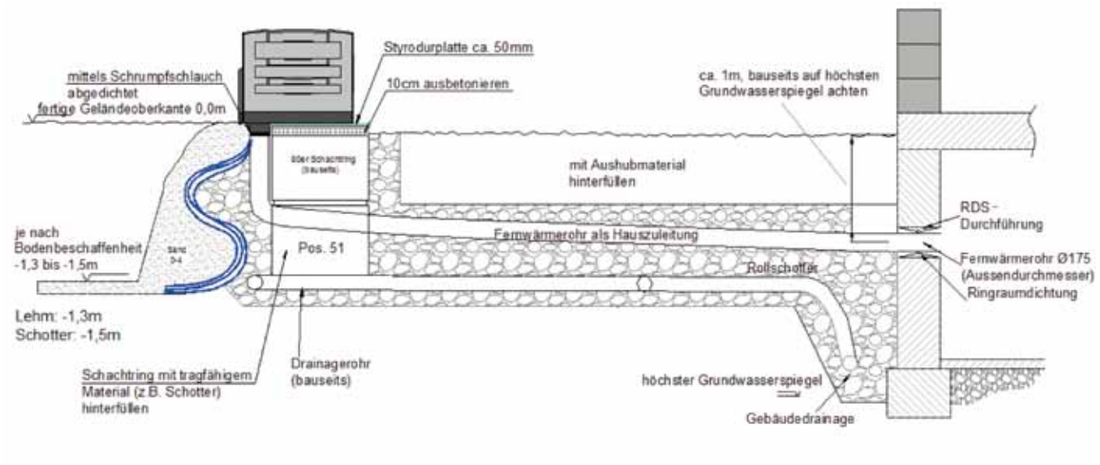


Abbildung 15: Verlegung mit Fernwärmerohr

10.1.4. Verlegung der Erdkollektoren

Allgemeine Anforderungen:
Die Verlegung der Erdkollektoren erfolgt in ca. 1,4 m Tiefe mit einem Verlegeabstand von 60 bis 80 cm.
Das Kollektorfeld wird vor allem bei Lehmboden mit einem Gefälle verlegt, an dessen Ende eine Drainagierung vorzusehen ist, um stehendes Wasser im Bereich des Kollektorfeldes zu verhindern
Zum Schutz der Kollektorrohre und zum besseren Wärmeübergang sind die Kollektorrohre einzusanden. Pro Kollektor werden 4 bis 5 m³ Sand benötigt.
Bei lockeren Böden, z.B. grobem Schotter besteht die Gefahr, dass der Sand längerfristig ausgewaschen wird, d.h. sich in das Erdreich verflüchtigt. Um dies zu verhindern, ist vorher ein Vlies auszulegen.
Die Erdkollektoren werden in einer Tiefe von 1,2 bis 1,4 m mit einem Gefälle von 0,5 % zum Drainagerohr verlegt.
Bewährt hat sich folgende Vorgangsweise: Zuerst wird die ausgehobene Fläche mit ca. 10 cm Sand aufgefüllt und darauf die Kollektorrohre verlegt. Mittels Rechen werden die Rohre gleichmäßig von beiden Seiten mit Sand bedeckt.

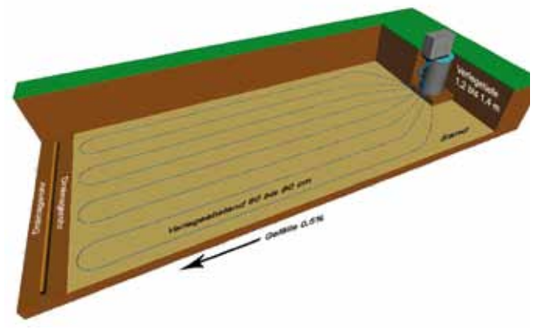


Abbildung 16: Verlegung der Erdkollektorkreise

Verlegung bei Hanglage:
Werden die Erdkollektoren im Hang verlegt (>5°), ist darauf zu achten, dass der Aushub terrassenförmig erfolgt (siehe Abbildung 17).
Würde der Aushub parallel zum Gelände erfolgen, entstünde eine Gleitebene und die obere Schicht rutscht ab.
Bei direkt verdampfenden Wärmepumpen ist zusätzlich darauf zu achten, dass eine max. Höhendifferenz von 8 m (zwischen Wärmepumpe und Kollektorkreis) nicht überschritten wird. Voraussetzung ist dabei, dass die Wärmepumpe in der Mitte angeordnet wird (4m nach oben und 4m nach unten).
Die Beschränkung mit 8 m ergibt sich dadurch, dass bei direkt verdampfenden Wärmepumpen im Kollektorkreis mit den Kältemittel sich auch das Kompressoröl im Umlauf befindet.
Ist der Höhenunterschied zu groß, bleibt das Kompressoröl im Kollektorkreis liegen und wird nicht mehr zum Kompressor rückgeführt. Ein Kompressorschaden ist damit sehr wahrscheinlich.

Zur Ermittlung der Stufenlänge (erste horizontale Aushubfläche) und Stufenhöhe werden die folgenden Diagramme genutzt.

Zur Ermittlung des Neigungswinkels wird aus Abbildung 18 die Länge der Kollektorfläche gewählt und an der jeweiligen Höhenkurve (Geländehöhe) der Hang-Neigungswinkel ermittelt.
Um einen Verlegeabstand von 60 cm und eine mittlere Verlegetiefe von 120 cm zu gewährleisten, werden aus Abbildung 19 und Abbildung 20 die Stufenlänge und die Stufenhöhe abgelesen.

Dazu wird der aus Abbildung 18 ermittelte Winkel in die Abbildung 19 übertragen und die Stufenhöhe ermittelt. Auf gleiche Weise erhält man aus der Abbildung 20 die Stufenlänge.

Es ist auch möglich, einen Kollektor über mehrere Stufen zu verlegen. Die max. Höhendifferenz von 4 m bis zur Wärmepumpe darf allerdings dabei nicht überschritten werden.

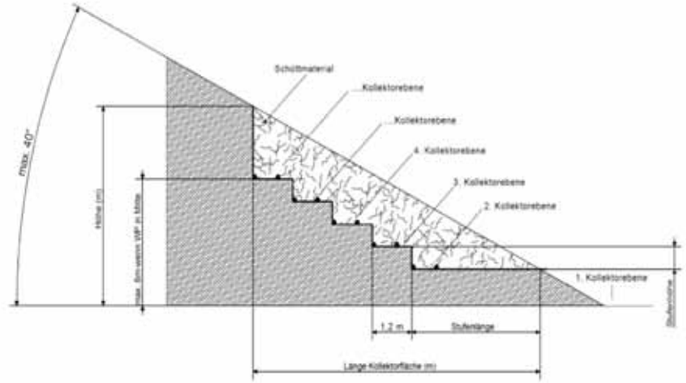


Abbildung 17: Verlegung der Erdkollektorkreise bei Hanglage

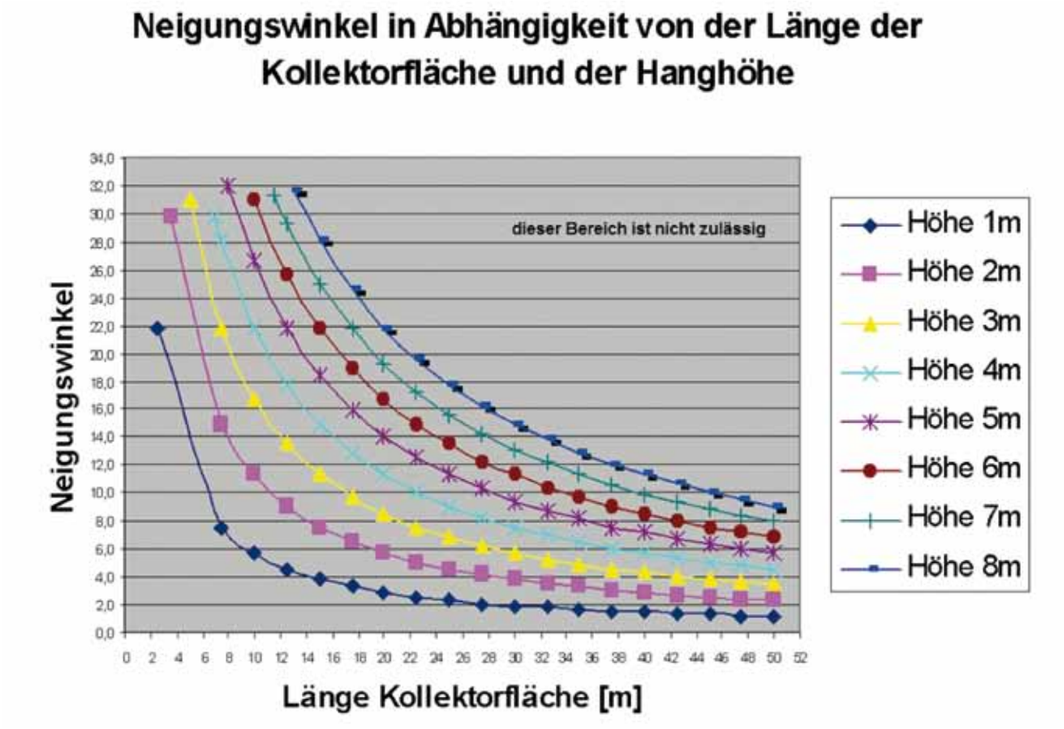


Abbildung 18: Länge der Kollektorfläche in Abhängigkeit des Neigungswinkels

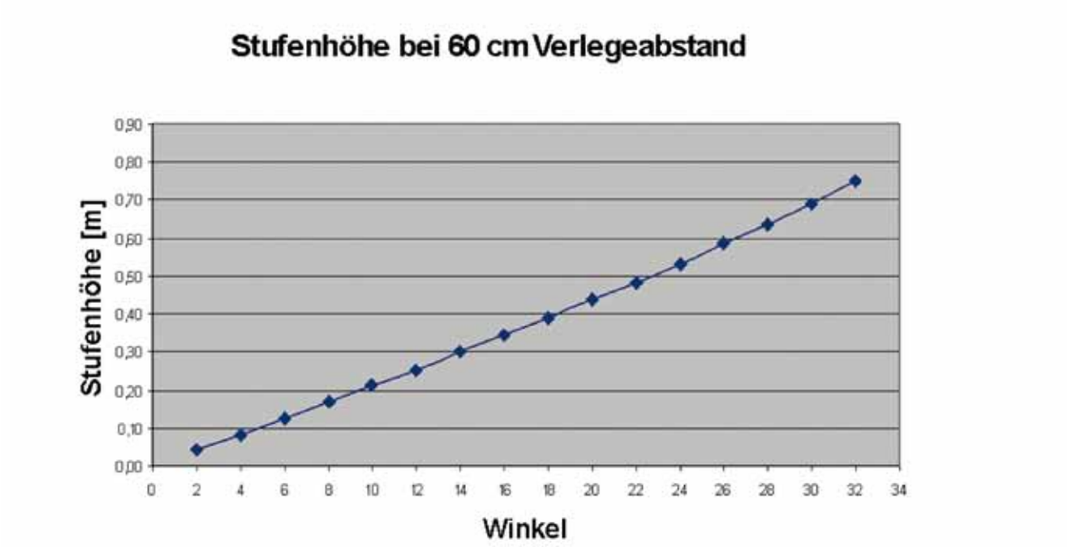


Abbildung 19: Stufenhöhe in Abhängigkeit des Neigungswinkels

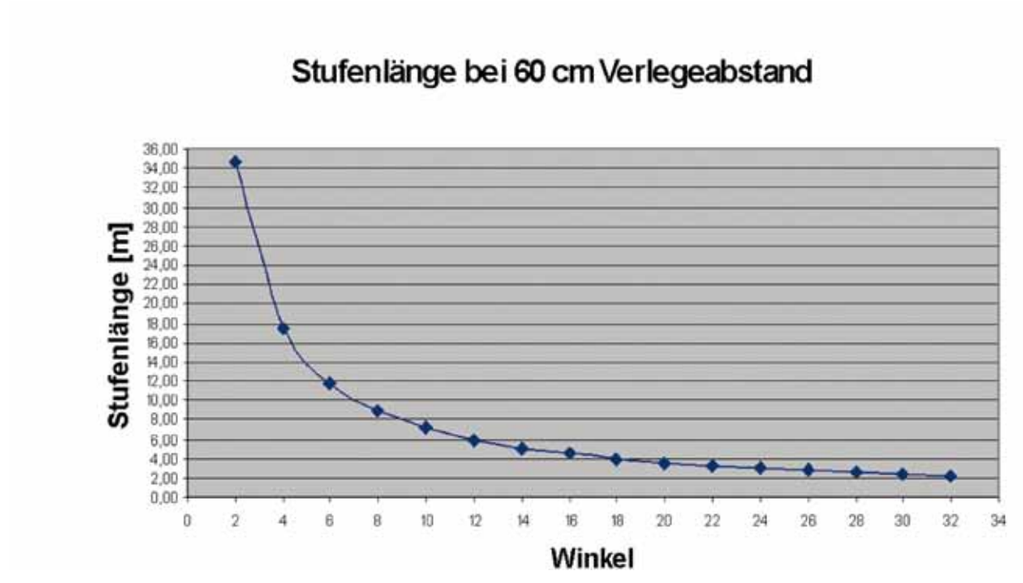


Abbildung 20: Stufenlänge in Abhängigkeit des Neigungswinkels

Verlegeabstände zu Kanal, Wasser und Gebäude

Aufgrund des Wärmeentzugs der Kollektoren kommt es im Kollektorfeld zu starker Abkühlung, auch bis in den Frostbereich.
Um Schäden an in der Nähe des Kollektorfeldes verlaufenden Einbauten (Wasserleitung, Kanal, Fundamente, ...) zu vermeiden, ist zu diesen ein Mindestabstand von einem Meter zu halten.
Lassen sich Kreuzungen von Wasserleitungen und Kanal nicht vermeiden, sind diese mit einer Dämmplatte (XPS Dämmung > 6 cm) thermisch voneinander zu trennen. Dazu werden die Dämmplatten großflächig zwischen den Einbauten und den Kollektoren angebracht.

10.2. EQ Air / EQ Air Compact

10.2.1. EQ Air Compact

Die Luftwärmepumpe EQ Air Compact ist nur zur Außenaufstellung geeignet. Die Abmessungen des Kompaktgerätes sind 1560 mm x 56 mm x 104 mm (BxTxH). Alle notwendigen Leitungen wie Vor- und Rücklauf und die elektrischen Leitungen sowie die Netzwerkverbindung werden über ein Rohr (DN150) ins Haus geführt. Zwischen Wärmepumpe und Hauswand ist ein Mindestabstand von 20 cm einzuhalten.

Es sollte ein ausreichendes Schotterbett eingeplant werden, um das anfallende Kondenswasser ableiten zu können.
In schneereichen Gebieten ist die Höhe des Fundaments so zu projektieren, dass eine Luftansaugung sichergestellt ist.

Des Weiteren ist darauf zu achten, dass das Ausblasen der kalten Luft unmittelbar zum Nachbarn oder auf Gehsteige zu vermeiden ist, da es dort zu Eisbildung kommen kann.
Auch ein direktes Anblasen von Haus oder Garagenwänden sollte vermieden werden.
Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Wärmepumpe richtig zur Hauptwindrichtung installiert wird. Die Ausblaserichtung der Luft, welche durch die Wärmepumpe gesogen wird, soll im rechten Winkel zur Hauptwindrichtung stehen.

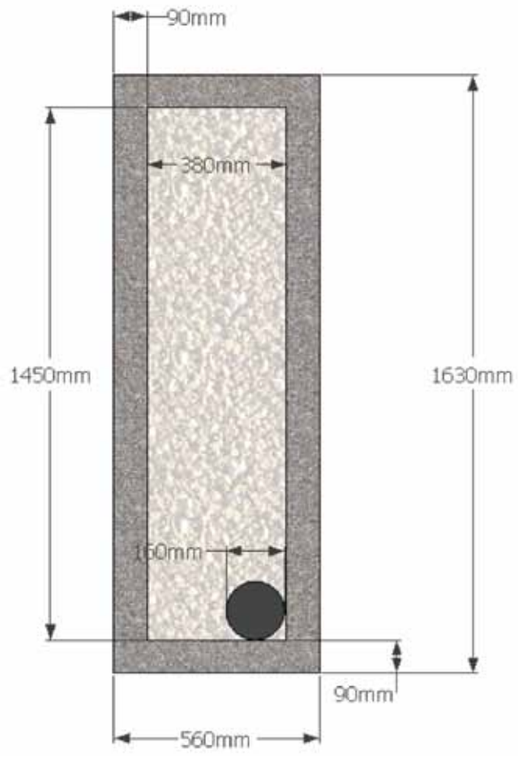


Abbildung 22: Abmessung des Betonrings

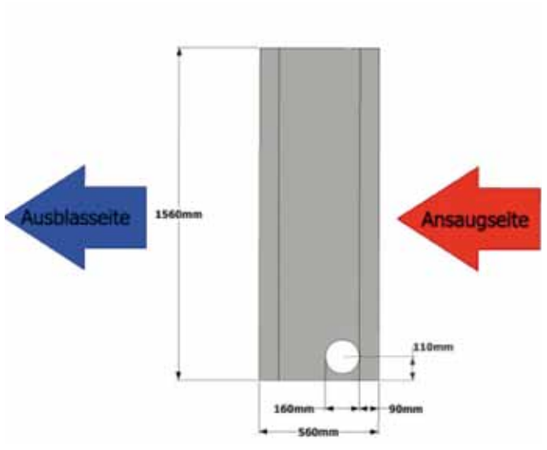


Abbildung 21:
Abmessung der EQ Air Compact Grundplatte

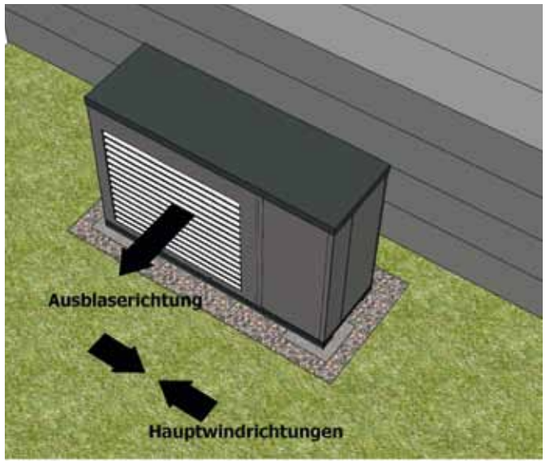


Abbildung 23:
Hauptwindrichtung zur Ausblaserichtung

Es ist möglich, die Hauszuleitung über das Erdreich ins Haus zu führen oder direkt über die Hauswand. Sowohl bei einer Hauszuleitung über das Erdreich als auch direkt von der Rückseite der Wärmepumpe ist ein Wanddurchbruch DN 160 vorzusehen. Dieser bildet gemeinsam mit dem Anschluss an die Wärmepumpe die beiden Fixpunkte der Hauszuleitung. Der Wanddurchbruch ist mit einer RDS-Durchführung für ein Hauskanalrohr DN 150 auszuführen.

10.2.2. Hauszuleitung über die Hauswand

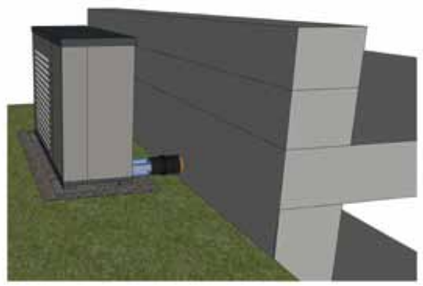


Abbildung 24: Hauszuleitung über die Hauswand

Bei einer Hauszuleitung über die Hauswand schiebt man ein Hauskanalrohr von der Gebäudeinnenseite soweit durch die RDS-Durchführung, bis diese an der Wärmepumpe ansteht. Diese Hauszuleitung ist zu isolieren und somit vor Einfrieren zu schützen.

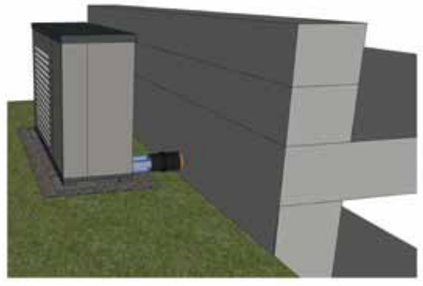


Abbildung 25: Abschlussmaße der Hauszuleitung bei Anschluss über Rückseite

10.2.3. Hauszuleitung über das Erdreich

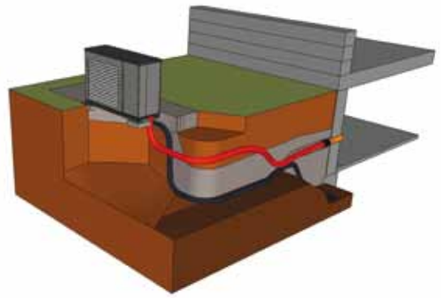


Abbildung 26: Hauszuleitung über das Erdreich

Bei einer Hauszuleitung über das Erdreich wird durch die RDS Durchführung ein Hauskanalrohr DN 150 von außen nach innen geschoben (innen bündig).
Die Verbindung mit dem flexiblen Hauszuleitungsrohr erfolgt durch die nach außen stehende Muffe.
Auf der Wärmepumpenseite schließt man den flexiblen Schlauch bündig mit dem Gehäuse zusammen.
Um ein Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern, muss diese Hauszuleitung wasserdicht ausgeführt werden. Bei Hauszuleitungen über das Erdreich, deren Länge 5 m überschreitet, sollte ein gedämmtes Fernwärmerohr verwendet werden.
Ist kein Keller vorhanden, so ist die Hauszuleitung wie in Kapitel 10.1.1 beschrieben, auszuführen.

10.2.4. EQ Air

10.2.4.1. Split-Ausführung

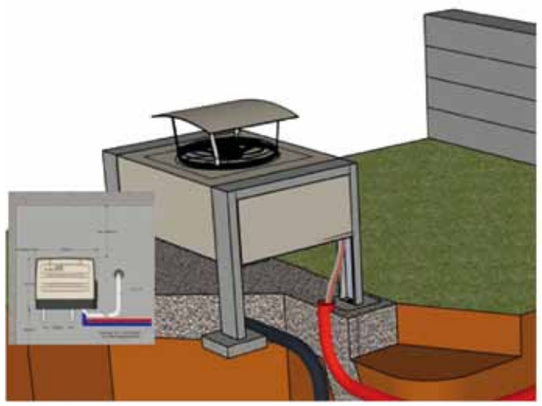


Abbildung 27: EQ Air Wärmepumpe in Split-Ausführung

Der Verdampfer wird im Außenbereich platziert, die Wärmepumpe im Innenbereich.
In diesem Fall werden beide Teile mittels vorisolierten Kupferrohren miteinander verbunden. Dafür ist ein Kältetechniker vor Ort nötig, um die Leitungen zu verlöten, das System zu evakuieren und mit Kältemittel zu füllen.

ACHTUNG:
Maximale Länge der Verbindungsleitung: 15 m; maximaler Höhenunterschied: 5 m

- Wenn der Verdampfer höher als die Wärmepumpe platziert wird, kann der Höhenunterschied auf 8 m erhöht werden.

- Das mitgelieferte Wetterschutzdach ist auf dem Verdampfer zu montieren.

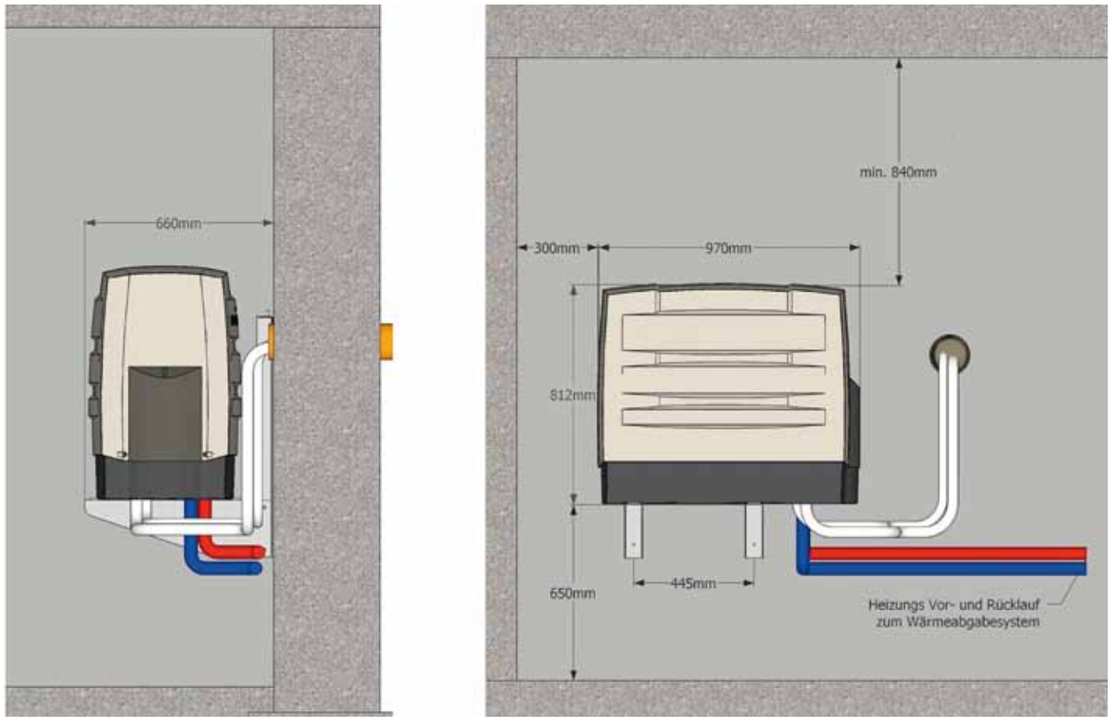


Abbildung 28: Abmessung des Innengerätes bei Split-Ausführung

10.2.4.2. Huckepack-Ausführung

Die Wärmepumpe wird mittels einer Halterung direkt mit dem Verdampfer verbunden. Die Kälteleitungen sind bereits verlötet, die Anlage gefüllt und geprüft, weshalb bei der Inbetriebnahme kein Kälteanlagentechniker benötigt wird.

Lediglich Strom sowie Vor- und Rücklauf müssen mit der Wärmepumpenanlage verbunden werden.

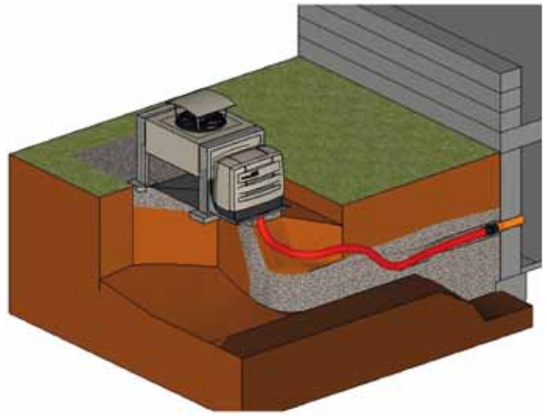


Abbildung 29:
EQ Air Wärmepumpe in Huckepack-Ausführung

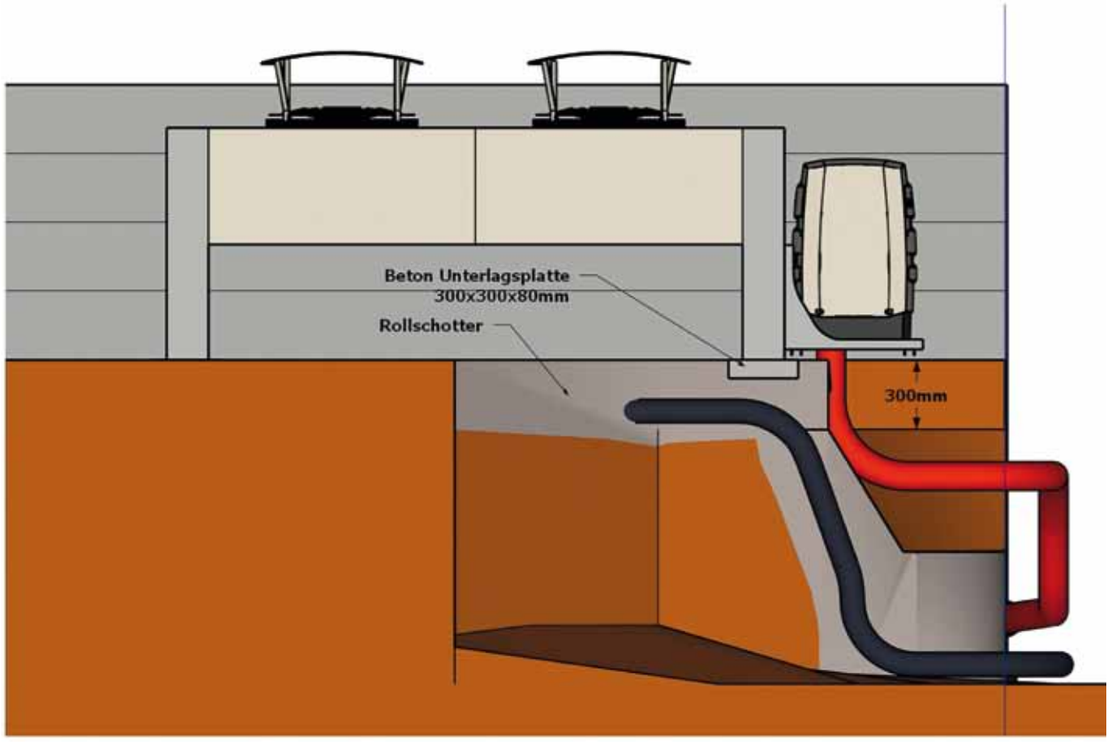


Abbildung 30: Fundament EQ Air Premium 2 - Verdampfer inklusive Hauszuleitung

Installation des Verdampfers

Der Verdampfer wird mittels Ventilator mit Luft durchströmt. Je nach Luftfeuchtigkeit kondensiert diese mehr oder weniger am kälteren Verdampfer und kann dort auch gefrieren. Dies tritt vor allem dann auf, wenn die Außentemperatur um den Gefrierpunkt liegt.
Dieser Reif- bzw. Eisansatz wird bei Bedarf durch Erwärmen (Abtauen) des Verdampfers beseitigt.
Dabei fällt Wasser an, welches im dafür vorgesehen Schotterbett versickern bzw. über die Hausdrainage abgeführt werden soll.

Abmessungen der Fundamente

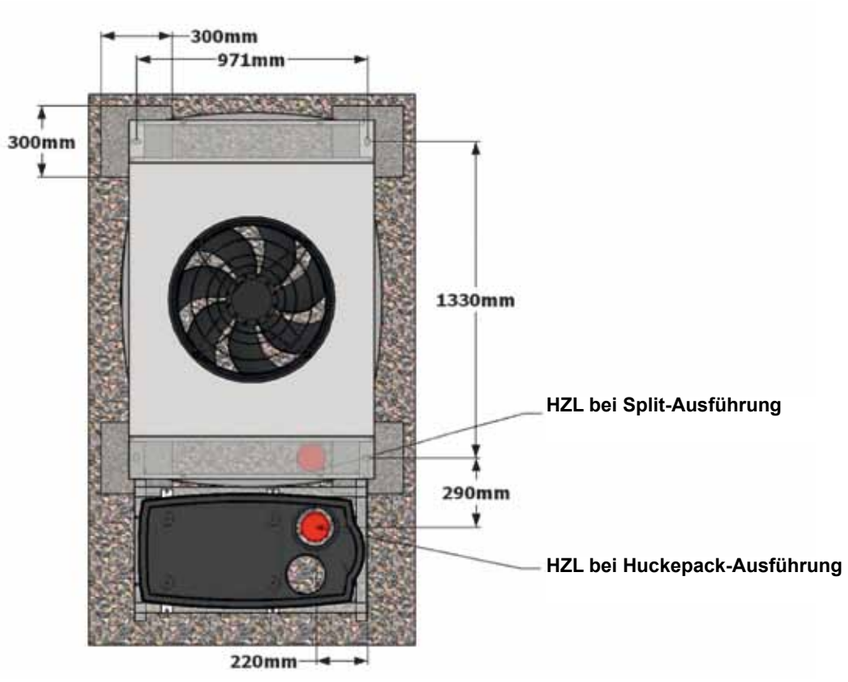


Abbildung 31: Fundament EQ Air Premium 1 Verdampfer

10.2.4.3. Ausführung der Hauszuleitung

Fixpunkte der Hauszuleitung sind der Wanddurchbruch in den Keller und der Anschlussstutzen der Wärmepumpe. Bei Split-Ausführung sollte das Rohr 10cm aus dem Erdreich herausragen, um die Leitungen optimal anschließen zu können.
Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Hauszuleitung wasserdicht ausgeführt wird, um Eindringen von Kondensat, welches beim Abtauen des Verdampfers auftritt, zu verhindern. Der Wanddurchbruch in den Keller ist mit einer RDS-Durchführung für ein Hauskanalrohr DN 150 auszuführen. Die Anordnung erfolgt im frostfreien Bereich (siehe Abbildung 32).
Durch die RDS-Durchführung wird ein Hauskanalrohr DN 150 von außen nach innen geschoben (innen bündig). Die Verbindung mit dem flexiblen Hauszuleitungsrohr erfolgt durch die nach außen stehende Muffe. Zusätzlich wird diese Verbindung mit einer Schrumpfhose abgedichtet.
Die Verbindung ist auch durch handelsübliche Hauskanalrohre möglich. Um ein Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern, muss diese Hauszuleitung wasserdicht ausgeführt werden. Bei Hauszuleitungen über 5 m sollte ein gedämmtes Fernwärmerohr verwendet werden.
Bei Split-Anlagen werden durch das Hauszuleitungsrohr Kupferrohre und die Elektroanspeisung gezogen. Da die Kupferrohre sehr steif sind, sind nur große Radien möglich. Um die Installation einfach zu gestalten, wird angeraten, diese Kupferrohre bereits bei Verlegung des Hauszuleitungsrohrs mit einzuziehen.

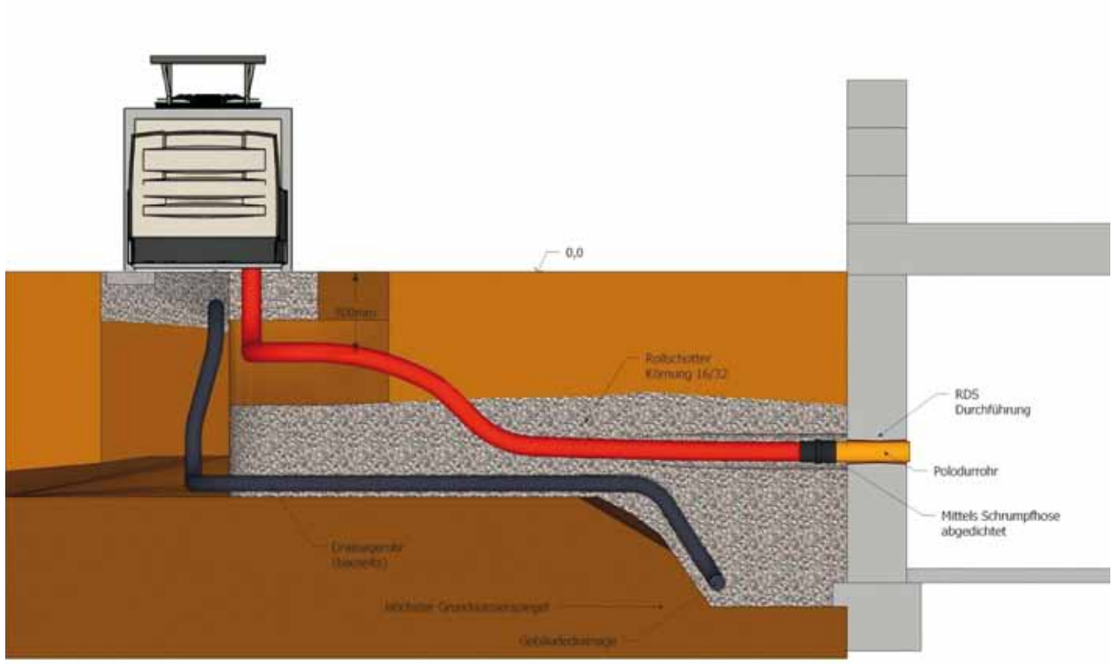


Abbildung 32: Ausführung der Hauszuleitung

10.2.5. Schallemissionen

Physikalisch handelt es sich beim Luftschall um winzige Schwankungen des Luftdruckes. Die Lautheit von Geräten wird in Dezibel (dB) angegeben.
Mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle nimmt die Schallenergie ab und führt zu einer Abnahme des Schallpegels. Der Schalldruckpegel hängt von der Intensität der abgestrahlten Schallwellen und von der Größe der Maschine ab.

Für Schallquellen, die direkt auf dem Boden stehen, kann eine halbkugelförmige Schalldruckabnahme angenommen werden.
Verdoppelt sich der Abstand zur Schallquelle, verringert sich der Schalldruckpegel um
ca. 6dB (A) abhängig von Aufstellungsort und Umgebungsbedingungen.

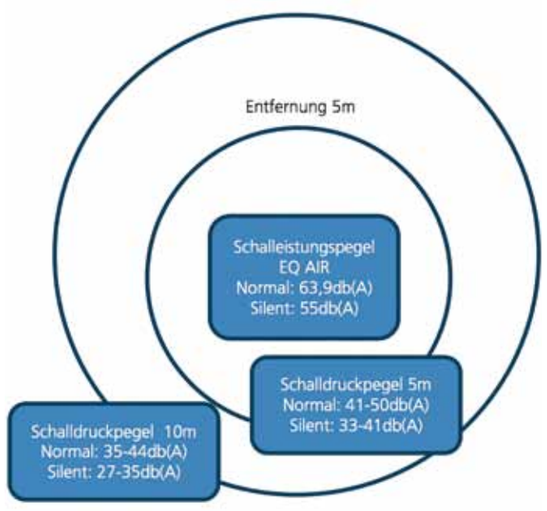


Abbildung 33: Schalldruckpegel in Abhängigkeit der Entfernung

Der EQtherm®-Verdampfer ist mit einem drehzahlgeregelten Gleichstromventilator ausgestattet und daher sehr leise. Der Verdampfer sollte jedoch immer so platziert sein, dass die Schallemissionen möglichst gering gehalten werden.
Dabei sind einige bauliche Hinweise zu befolgen:

- Pflanzen bzw. „weiche“ Gegenstände in der Umgebung können die Schalleistung reduzieren, da letztere in Reibungswärme umgewandelt wird. Sie sind jedoch so zu platzieren, dass die Luftzufuhr zum Verdampfer nicht behindert bzw. unterbrochen wird.
- Die Aufstellung zwischen zwei Wänden oder in Ecken sollte vermieden werden, da die Wände als Spiegel wirken und der Schallpegel erhöht werden kann.
- Die Aufstellung soll nicht in der Nähe von Schlafräumen erfolgen.
- Die Aufstellung auf schallharten Böden sollte vermieden werden.
- Rohrdurchführungen müssen körperschallgedämmt ausgeführt werden.
- Auch die Aufstellung direkt an der Grundstücksgrenze zum Nachbarn sollte vermieden werden.

Die direkte Schallübertragung kann durch bauliche Hindernisse wie Wände und Zäune unterbrochen werden. Dabei kann es jedoch zu einer Reflexion der Schallwellen kommen. Je poröser oder weicher die Wand ist, umso höher ist der Anteil der Schallwellen, die absorbiert und dadurch in Reibungsenergie umgewandelt werden.

Folgende Schalldruckpegel sollten an den Fenstern der Nachbarn nicht überschritten werden:

Gewerbliche Wohngebiete:

- Tag: 60dB(A);
- Nachts (22 bis 6 Uhr): 45dB(A)

Allgemeine Wohngebiete:

- Tag: 55dB(A)
- Nachts (22 bis 6 Uhr): 40dB(A)

Ausschließliche Wohngebiete:

- Tag: 50dB(A)
- Nachts (22 bis 6 Uhr): 35dB(A)

11. Warmwasser

Der Warmwasserbedarf in einem Haushalt ist stark abhängig vom Benutzerverhalten. Duschen statt Baden, niedrige Temperaturen und Wasserspararmaturen helfen, den Warmwasserbedarf zu senken.
In einem durchschnittlichen Haushalt kann von folgenden Werten ausgegangen werden (bei 55°C):

- sparsam (nur duschen) 15 bis 25 l (ca. 1kWh) pro Person und Tag
- durchschnittlich (1 Vollbad pro Woche) 25 bis 45 l (ca. 2 kWh) pro Person und Tag
- nicht sparsam (2 Vollbäder pro Woche) 50 bis 90 l (ca. 3 kWh) pro Person und Tag

11.1. Warmwasser mit Brauchwasserwärmepumpe

Die Brauchwasserwärmepumpe ist ein steckfertiges Gerät und dient ausschließlich der Erwärmung von Brauchwasser.
Sie besteht aus dem Brauchwasserspeicher (in 300l, 400l oder 500l Ausführung) und dem angeflanschten Wärmepumpen-aggregat.
Das Wärmepumpenaggregat steht in zwei Varianten zur Verfügung. Entweder als Luftmodul oder als Rücklaufwärmepumpenmodul.

11.1.1. Luftwärmepumpe EQ Wave L

Das Luftmodul nutzt die im Aufstellungsraum vorhandene, in der Luft gespeicherte Energiemenge.
Der Aufstellungsraum muss beim 300 l Speicher mindestens 10 m² und beim 500 l Speicher mindestens 15 m² groß sein, um die erforderliche Luftmenge bereitstellen zu können. Der Aufstellungsraum hat, sofern er nicht beheizt ist, eine um 2 - 5 °C tiefere Temperatur als andere Räume. Dies eignet sich sehr gut für die Lagerung von Getränken. Des Weiteren wird der Aufstellungsraum entfeuchtet. Oft werden Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschine und Wäschetrockner in diesen Raum gestellt, um die Abwärme der Geräte für die Beheizung des Warmwassers wieder zu benutzen.
Im unmittelbaren Bereich der Warmwasser-Wärmepumpe ist ein Kondensatablauf vorzusehen.

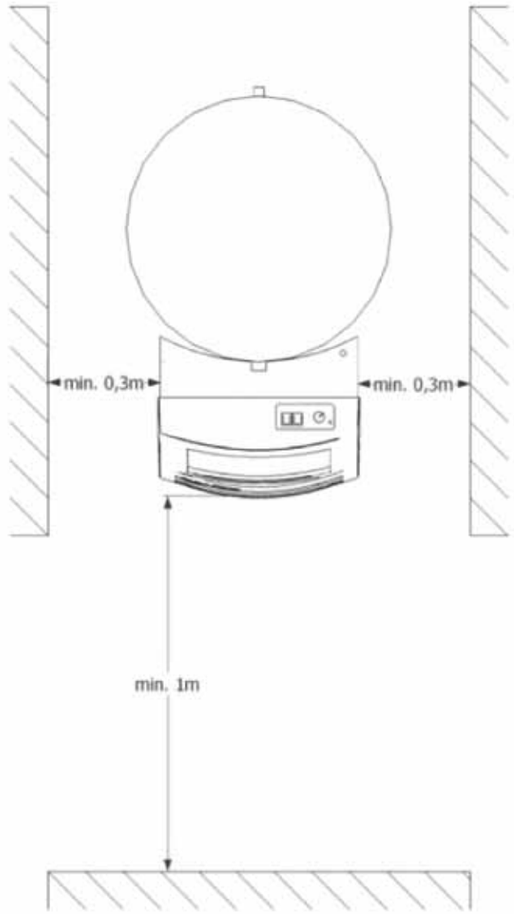


Abbildung 34: Platzbedarf EQ Wave L

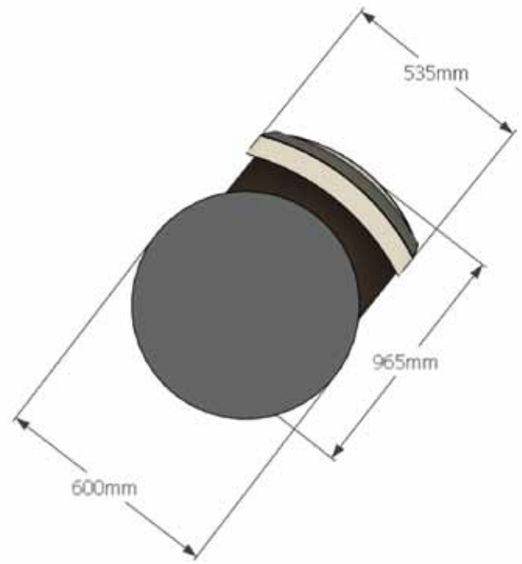


Abbildung 35: Abmessungen EQ Wave L montiert auf einem 300l Speicher

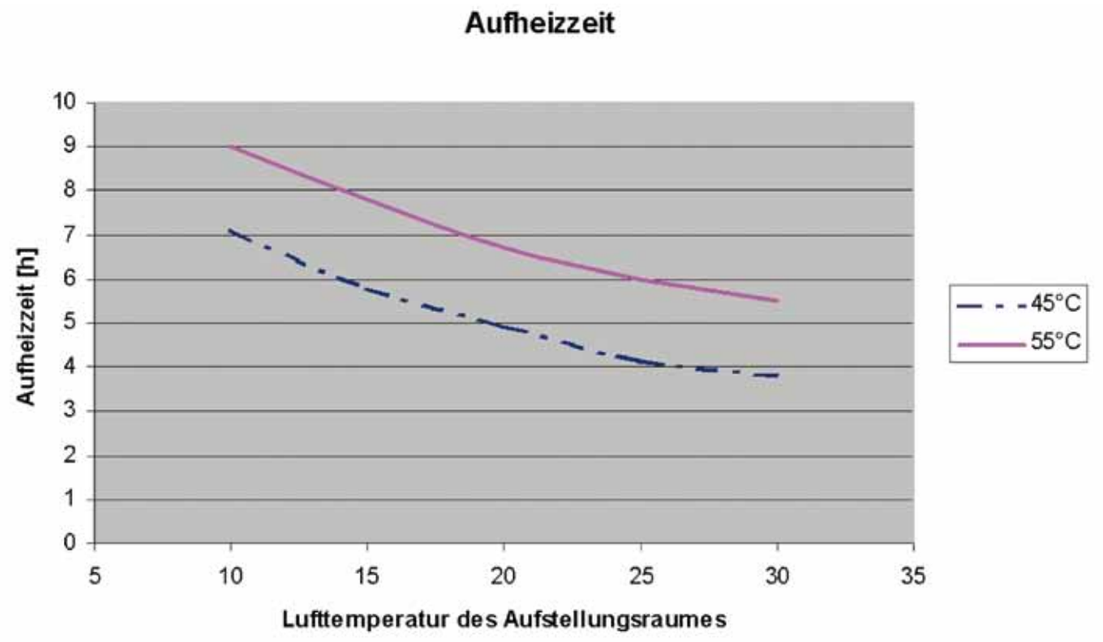


Abbildung 36: Aufheizzeit in Abhängigkeit der erforderlichen Boilertemperatur

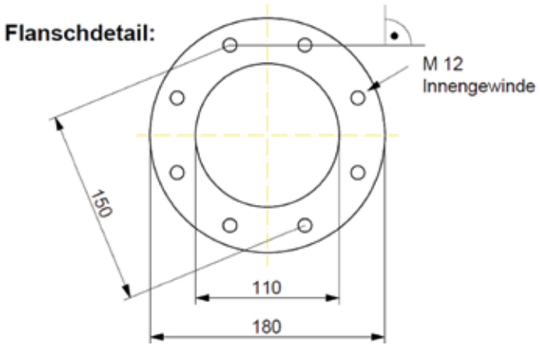


Abbildung 37: Flansch für EQ Wave L

Abbildung 37 zeigt das Lochbild des erforderlichen Flansches für die EQ Wave L.
Bei Bedarf ist es möglich, den Flansch mit einem Zwischenflansch zu verlängern. Dieser hat eine Länge von 50 mm und kann bestellt werden.

11.1.2. Kühlung eines zusätzlichen Raumes (Speisekühlung)

Bei Verwendung einer Luftwärmepumpe für die Warmwassererzeugung besteht auch die Möglichkeit einen angrenzenden Raum zu kühlen.
Es wird ein Teilvolumenstrom der abgekühlten Raumluft über ein Rohr in den zu kühlenden Raum eingebracht. Durch den entstehenden Überdruck strömt wärmere Luft aus dem zu kühlenden Raum über eine Öffnung zurück zur Luftwärmepumpe. Damit ist ein geschlossener Luftkreislauf gewährleistet.

Wird diese Option bestellt, ist die Abdeckhaube der Wärmepumpe mit einem Anschlussstutzen DN 100 ausgestattet.
Bei einer nachträglichen Adaption ist an der Abdeckhaube oben ein Anschluss mit mindestens DN 100 herzustellen und eine Seite der Ausblasöffnung hinten am Aggregat zu verschließen (nur eine Seite).
Die Rohrleitungen vom Wärmepumpenaggregat in den zu kühlenden Raum sind so kurz wie möglich zu halten, bzw. es ist ein Stützventilator mit einem Fördervolumen von 200 bis 300 m³/h einzubauen.

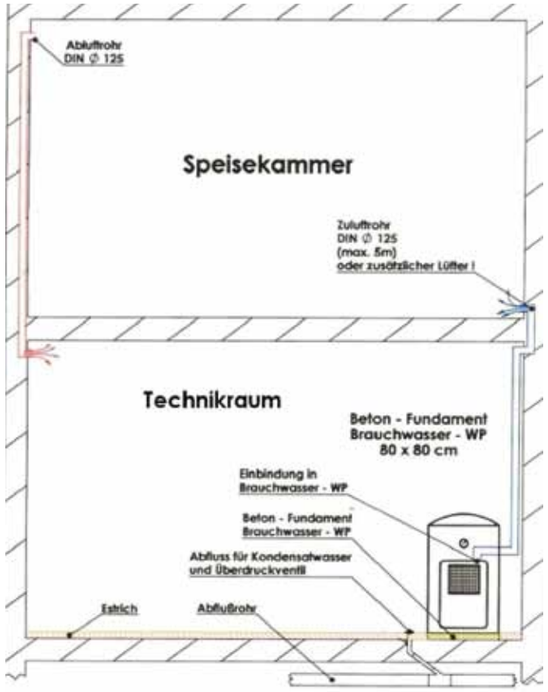


Abbildung 38:
Erweiterte Umlüftung und Kühlung der Speisekammer

11.1.3. EQ Wave R

Das Wärmepumpenmodul nützt die vorhandene Wärme des Heizungsrücklaufs, um Warmwasser kostengünstig zu bereiten. Dies ist ausschließlich bei Fußbodenheizungen bis 35°C Rücklauftemperatur und einer Fläche von mindestens 80m² möglich. Die Fläche darf nicht durch Absperrungen oder Einzelraumregelungen minimiert werden.
Bei der Dimensionierung der Heizungswärmepumpe ist der zusätzliche Leistungsbedarf der Brauchwasserwärmepumpe von 1,5 KW Kälteleistung zu berücksichtigen

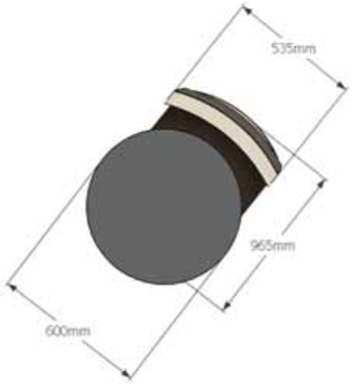


Abbildung 39:
Abmessung EQ Wave R montiert auf einem 300l Speicher

Ein Teil des Heizungsrücklaufes wird über eine eingebaute Umwälzpumpe durch den Edelstahl-Plattenwärmetauscher abgekühlt und wieder dem Heizungsrücklauf zugeführt. Die dem Heizungswasser entzogene Wärme wird über die Wärmepumpe dem Brauchwasser zugeführt.

ACHTUNG
Gerät ohne Kunststoffgehäuse und ohne Wasserfüllung des Boilers nicht in Betrieb nehmen!
Vor dem Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

Achtung! Der Boiler ist vor Frostgefahr zu schützen oder zu entleeren.

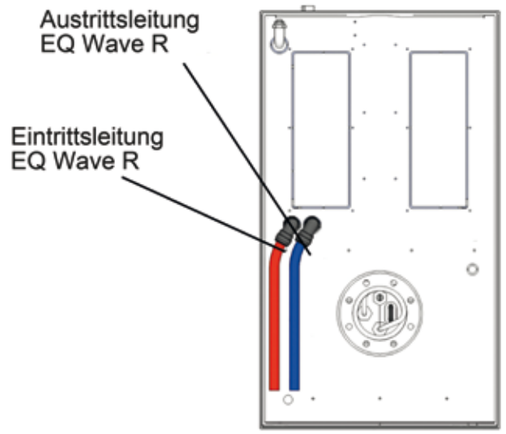


Abbildung 40: Anschluss EQ Wave R

Um einen reibungslose Montage zu gewährleisten, sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

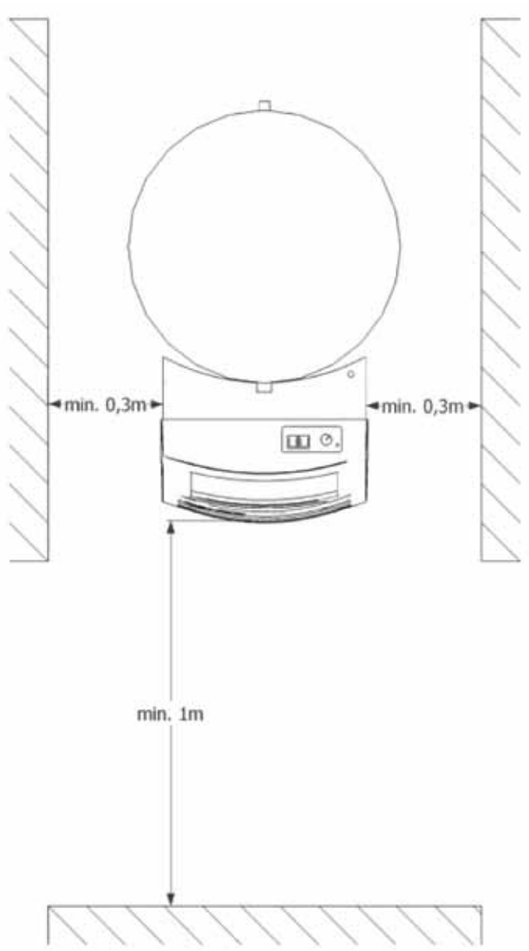


Abbildung 41: Platzbedarf EQ Wave R

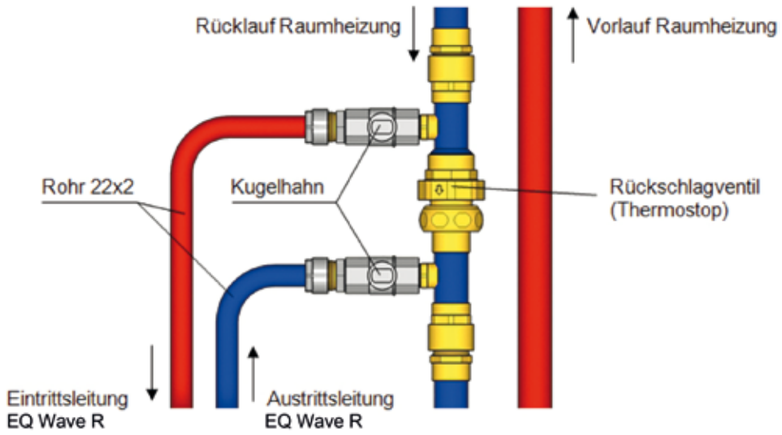


Abbildung 42: Einbindung EQ Wave R in den Rücklauf

Abbildung 41 zeigt das Lochbild des erforderlichen Flansches für die EQ Wave R. Bei Bedarf ist es möglich, den Flansch mit einem Zwischenflansch zu verlängern. Dieser hat eine Länge von 50 mm und kann bestellt werden.

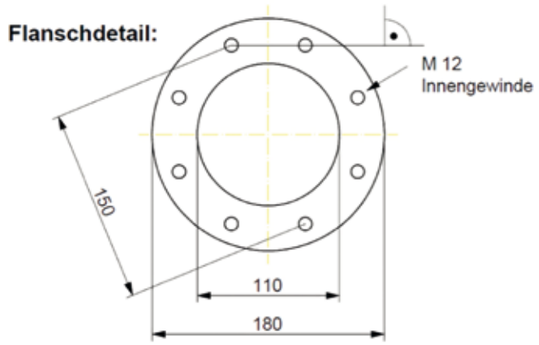


Abbildung 43: Flansch für EQ Wave R

11.2. Warmwasser mit Heizungswärmepumpe und HRS Speicher

Eine Möglichkeit der Warmwasserbereitung stellt die Erwärmung des warmen Wassers mittels Heizungswärmepumpe dar. Vorteil ist vor allem eine hohe Schüttleistung und eine schnellere Nachladung.
Die Größe des Warmwasserspeichers richtet sich nach dem Spitzenverbrauch der Bewohner. Dieser kann mit 50 bis 90 Liter pro Person und Tag bei 55°C Warmwassertemperatur angenommen werden.
Für die Übertragung der Heizleistung auf das Warmwasser ist aufgrund der geringen Temperaturdifferenz eine große Wärmetauscherfläche erforderlich. Empfohlen werden mindestens 0,35 m² pro kW Heizleistung, um die Leistung abgeben zu können.
Bei der Dimensionierung der Wärmepumpe ist die zusätzliche Leistung für die Warmwassererwärmung von ca. 0,25 kW pro Person zu berücksichtigen.
Bei Verwendung der Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung ist die Verwendung eines Hochleistungsregisterspeichers zu empfehlen.

WP Typ	Speicher
EQ A-6, EQ AC-6, EQ A-8, EQ AC-8, EQ E-6, EQ E-8	HRS 300
EQ A-10, EQ AC-10, EQ E-10	HRS 300-400
EQ A-14, EQ AC-14, EQ A-18, EQ A-20, EQ E-14, EQ E-18, EQ E-20	HRS 500

Abbildung 44: HRS-Speicher für Wärmepumpen

11.3. Warmwasser mit Heizungswärmepumpe und Multihygienespeicher / Kombispeicher

Ein Multihygienespeicher / Kombispeicher ist gleichzeitig Pufferspeicher und Durchlauferhitzer.
Im Vergleich zur vorher beschriebenen Warmwasserbereitung mit HRS-Speicher bietet die Warmwasserbereitung mit einem Multihygienespeicher / Kombispeicher den Vorteil einer hygienischen Warmwasserbereitung.
Im Speicher ist dazu ein Rohrregister, Tank in Tank, mit kleinem Wasserinhalt eingebaut.
Der Speicher kann auch einfach für die Nutzung von Solaranlagen adaptiert werden.
Des Weiteren ist mit diesem Speicher die Einbindung der Heizflächen, für z.B. eine Einzelraumregelung möglich.
Als Nachteil dieses Speichers ist die relativ geringe Zapfleistung zu nennen. Es wird empfohlen, den Speicher komplett auf 55°C durchzuladen.

11.4. Solareinbindung

Soll in den Sommermonaten die Warmwasserbereitung kostengünstig mit einer Solaranlage gedeckt werden, wird der Multihygienespeicher / Kombispeicher mit einem Solarregister ergänzt. Dieser dient zur optimalen Beladung des Speichers.

11.5. Schwimmbad-Erwärmung

Bei der Schwimmbad-Erwärmung ist zwischen Freibad und Hallenbad zu unterscheiden.
Des Weiteren werden nur Privatschwimmbäder in die Betrachtung miteinbezogen.
Der Wärmebedarf für Schwimmbäder kann größenmäßig den von EFH erreichen oder auch übersteigen.
Vorsicht ist bei allen erdgebundenen Wärmepumpensystemen geboten, da sich durch den Pool die Laufzeiten der Wärmepumpe deutlich erhöhen.
Durch diese Laufzeiterhöhung wird das Erdreich (Fläche oder Tiefenbohrung) über Maßen beansprucht. Dies muss bei der Auslegung der Kollektorfläche oder Tiefenbohrung berücksichtigt werden.
Nur bei Luft/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpen steht die Wärmequelle unbegrenzt und stabil zur Verfügung.

11.5.1. Freibäder

Der Wärmebedarf von Freibädern ist abhängig von der Beckenwassertemperatur, vom Windanfall, von der Nutzungsperiode und davon, ob das Becken abgedeckt ist oder nicht.
Nachfolgende Tabelle gibt eine Hilfestellung zur Abschätzung des erforderlichen Wärmebedarfs.

	Beckenwassertemperatur	
	24 °C	28 °C
mit Abdeckung	150 W/m²	200 W/m²
ohne Abdeckung, geschützte Lage	400 W/m²	600 W/m²
ohne Abdeckung, teilgeschützte Lage	500 W/m²	700 W/m²
ohne Abdeckung, ungeschützte Lage	800 W/m²	1000 W/m²

Abbildung 45: Abschätzung des erforderlichen Wärmebedarfs bei Freibädern

11.5.2. Hallenbäder

Die Dimensionierung der Heizflächen für das Hallenbad erfolgt über eine Wärmebedarfsberechnung.
Der Wärmebedarf für das Beckenwasser ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Beckenwasser.
Des Weiteren nimmt auch die Nutzungsdauer und die Abdeckung des Beckens Einfluss auf den Wärmebedarf.
Nachfolgende Tabelle gibt eine Hilfestellung zur Abschätzung des erforderlichen Wärmebedarfs.

Raumtemperatur	Beckenwassertemperatur	
[°C]	24 °C	28 °C
23	165 W/m²	265 W/m²
25	140 W/m²	240 W/m²
28	100 W/m²	195 W/m²

Abbildung 46: Abschätzung des erforderlichen Wärmebedarfs bei Hallenbädern

12. Hydraulikschemen

Die nachfolgenden Hydraulikschemen sind ein Auszug aus einer Reihe von Hydraulikschemen, die im Internet unter *www.eqtherm.de* → *Partner-Login* zu finden sind. Diese Hydraulikschemen werden von EQtherm® ständig gewartet und sind in weiterer Folge auch in der Steuerung mit WEBDIALOG® auswählbar. Somit kann sichergestellt werden, dass, sofern diese Hydraulikschemen bei der Installation angewendet werden, eine optimale Funktion der gesamten Wärmepumpenanlage gegeben ist.

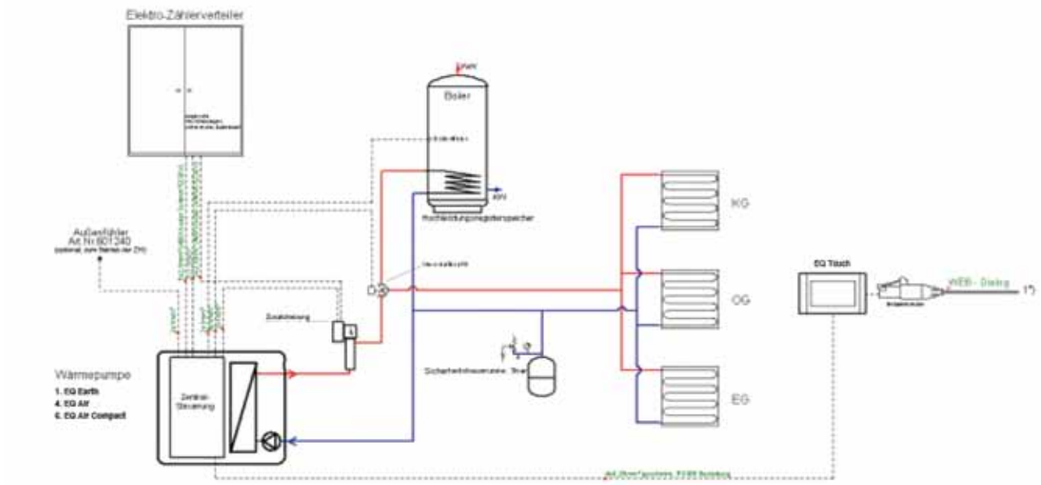


Abbildung 47: Schema Direktanschluss

Dieses Hydraulikschema ist ein Beispiel einer Anlage ohne Pufferspeicher mit einer Wohneinheit. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen Hochleistungsregisterspeicher (HRS- Speicher).

Die Steuereinheit ist direkt in der Wärmepumpe verbaut. Puffer- und Boilerfühler, das Umschaltventil, die Umwälzpumpe und das Bediengerät werden direkt mit der Steuereinheit verbunden und von dieser gesteuert.

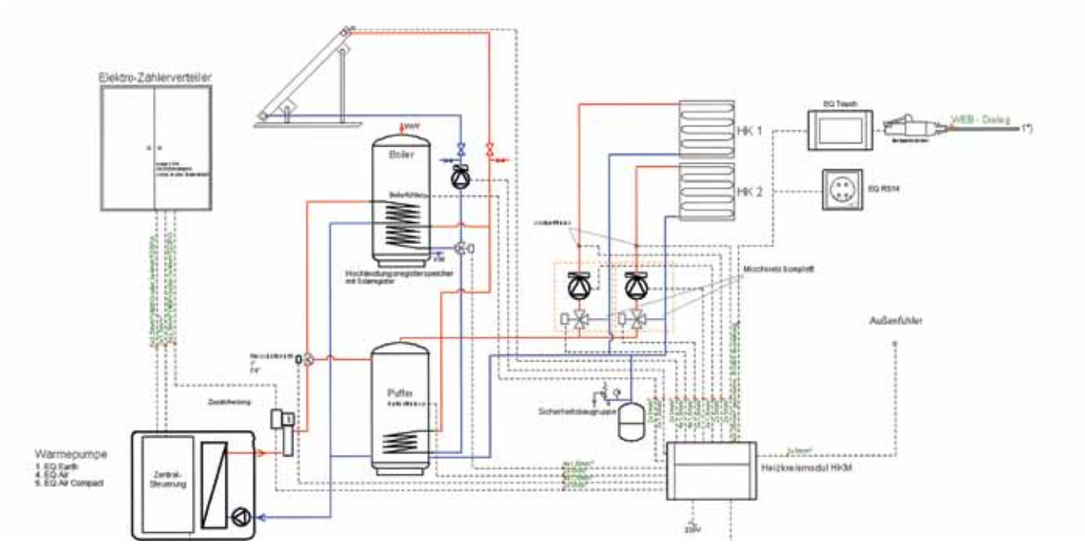


Abbildung 48: Schema Hochleistungsregisterspeicher

Dieses Hydraulikschema beschreibt ein Beispiel einer Anlage mit Pufferspeicher und zwei Wohneinheiten. Beide Wohneinheiten sind mit witterungsgeführten Heizkreisen ausgestattet. Des Weiteren erfolgt die Warmwasserbereitung über einen Hochleistungsregisterspeicher (HRS-Speicher). Zusätzlich ist eine Solaranlage verbaut, die sowohl zur Pufferladung als auch zur Warmwasserbereitung herangezogen werden kann.
Die Steuereinheit ist direkt in der Wärmepumpe verbaut. Die Wohneinheiten und die Warmwasserbereitung werden über das Heizkreismodul (HKM) angeschlossen, das wiederum mit einem RS485-Bus mit der Steuereinheit verbunden ist. Das HKM regelt bis zu zwei gemischte Heizkreise, sorgt für die Steuerung der Zusatzheizung (E-Heizung) und der Umschaltung bei Warmwasserbetrieb.

Als Bedieneinheit bzw. Raumsteuergerät können der EQ Touch oder das Raumsteuergerät EQ RS 14 verwendet werden.
Der EQ Touch ist insbesondere zum Einstellen der Parameter, der Mischerkreisregelung und der Wärmepumpe im Allgemeinen empfehlenswert.
Das EQ RS14 wird im Normalfall ab der zweiten Wohneinheit eingesetzt. Hydraulikschemen und die dazugehörigen Parameter finden Sie auf unserer Homepage „www.eqtherm.de“ im Partner-Login.

Notizen

Notizen

Notizen

EQtherm GmbH®
Am Kohlenweg
56307 Dürrholz / Daufenbach
Telefon: 0 26 84 / 9 56 32 - 0
Telefax: 0 26 84 / 9 56 32 - 10
info@eqtherm.de
www.eqtherm.de

EQtherm® Flächenheizungen

EQtherm® WÄRMEPUMPEN