

## Wärmepumpen Luft | Wasser

PUHZ-HRP•VHA/YHA

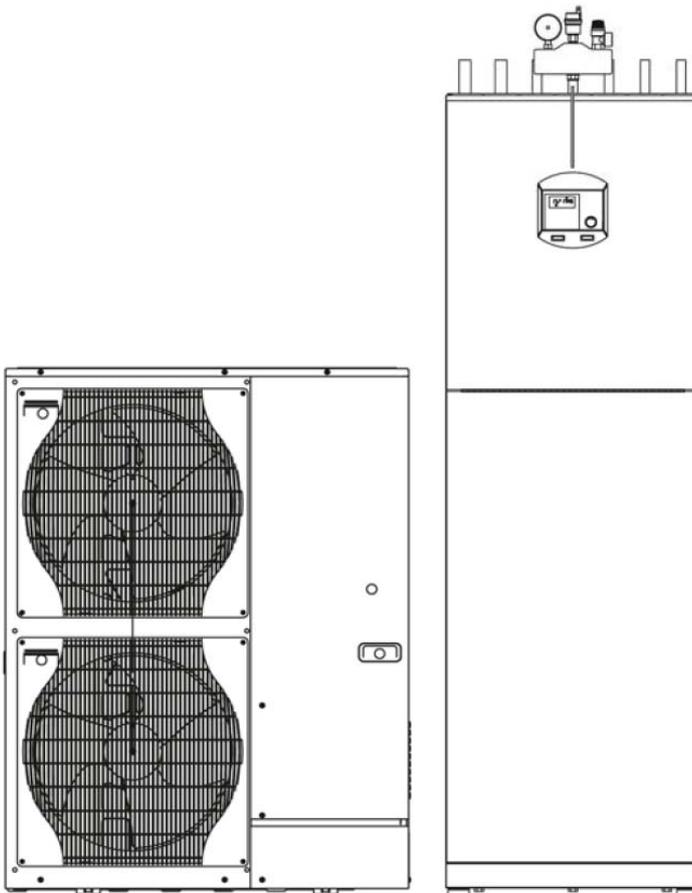
PUHZ-RP•VHA/YHA

PUHZ-W•VHA

PUHZ-HW•VHA/YHA

ECODAN

### Planungsunterlagen



---

**Inhalt**

---

**Gebäudeheizlast ..... 3**

**Auslegung der Wärmepumpe..... 4**

**Aufstellung des Außengerätes..... 6**

**Sicherheitstechnische Anforderungen an die hydraulische Anbindung..... 9**

**Auslegungsdaten für den Plattenwärmetauscher ..... 12**

**Leistungsverlust bei längeren Leitungswegen..... 13**

**Steuerungstechnische Einbindung ..... 14**

**Umwälzpumpe ..... 16**

**Jahresarbeitszahlen, Anlagenaufwandszahlen, EnEV ..... 17**

**Hydraulische Beispiellösung ECODAN ..... 21**

**Hydraulische individuelle Beispiellösungen..... 22**

**Formelsammlung..... 30**

**Glossar ..... 31**

**Vorschriften und Richtlinien..... 33**

**Gebäudeheizlast**

Die Heizlast eines Gebäudes wird ermittelt nach der DIN EN 12831. Für eine erste Auslegung der Wärmepumpe kann die Heizlast auch überschlägig ermittelt werden:

**Nach der beheizten Wohnfläche**

Aus der unten aufgeführten Tabelle kann die spezifische Heizlast pro m<sup>2</sup> Wohnfläche entnommen werden.

**Ein- oder Zweifamilienhaus**

Wärmedämmung der Außenwand	Fenster	Etagen	Watt pro m <sup>2</sup> Wohnfläche
nein	einfach verglast	1	160
nein	einfach verglast	2	140
nein	doppelt verglast	1 bis 2	100
ja	doppelt verglast	1 bis 2	80
ja	isoliert verglast	1 bis 2	50

$$Q_{Geb} = \text{Wohnfläche} \cdot \frac{\text{Watt}}{m^2}$$

**Nach dem Ölverbrauch**

$$Q_N = \frac{B_a \cdot \eta \cdot H_u}{b_{VH}}$$

- $Q_N$  = Heizlast (kW)
- $B_a$  = jährlicher Ölverbrauch im Jahr(l)
- $\eta$  = Jahres-Nutzungsgrad ( $\eta = 0,7$ )
- $H_u$  = Heizwert des Heizöls (10 kWh/l)
- $b_{VH}$  = Vollbenutzungsstunden (Mittelwert 1800 h/a)

**Nach dem Gasverbrauch**

$$Q_N = \frac{B_a \cdot \eta}{b_{VH}}$$

- $Q_N$  = Heizlast (kW)
- $B_a$  = jährlicher Gasverbrauch im Jahr(kWh)
- $\eta$  = Jahres-Nutzungsgrad ( $\eta = 0,8$ )
- $b_{VH}$  = Vollbenutzungsstunden (Mittelwert 1800 h/a)

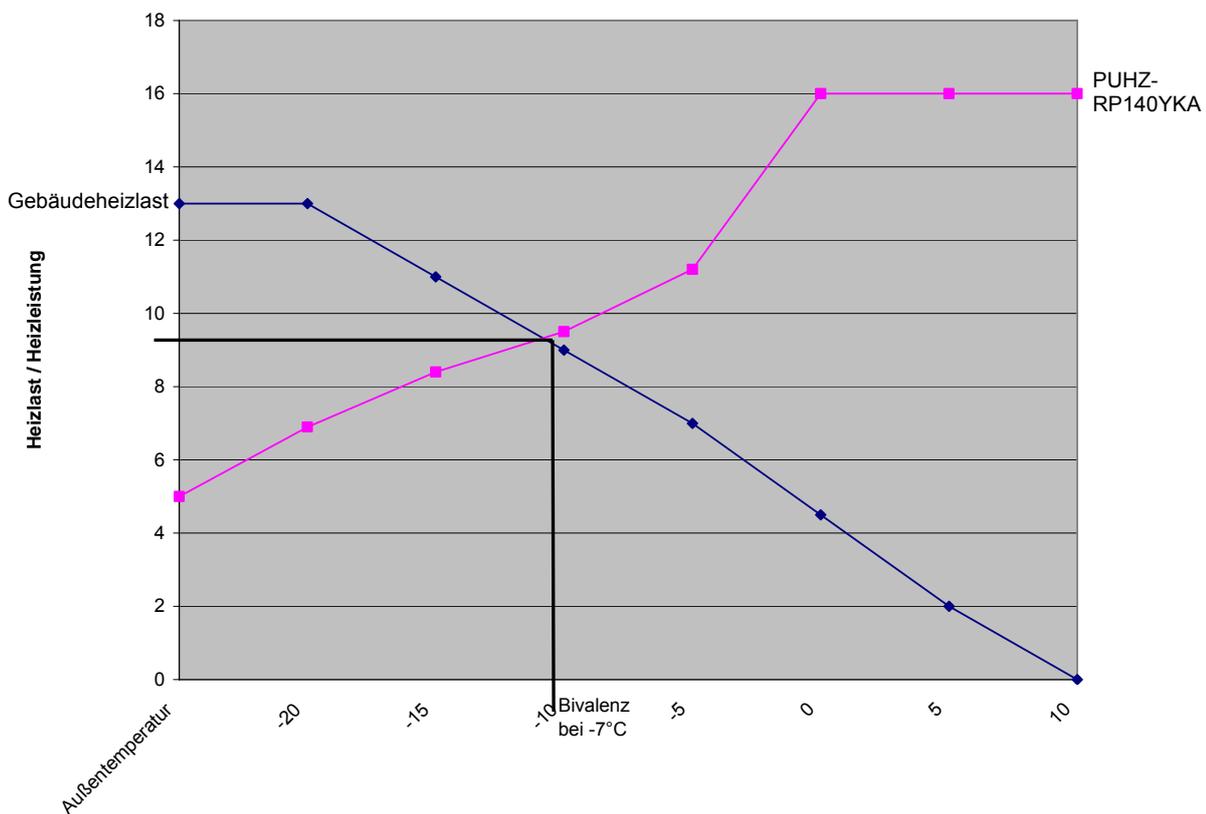
**Auslegung der Wärmepumpe**

Nach dem Bundestarif für Wärmepumpen können die Stromversorger dreimal zwei Stunden pro Tag den Wärmepumpenstrom abschalten. Der Wärmebedarf des Gebäudes muss aber über 24 Stunden abgedeckt werden. Das bedeutet, dass die Heizlast des Gebäudes um den Faktor 1,1 erhöht werden muss, bei einer Sperrzeit von z.B. 2h.

Sperrdauer (gesamt)	Dimensionierungsfaktor
2 h	1,1
4 h	1,2
6 h	1,3

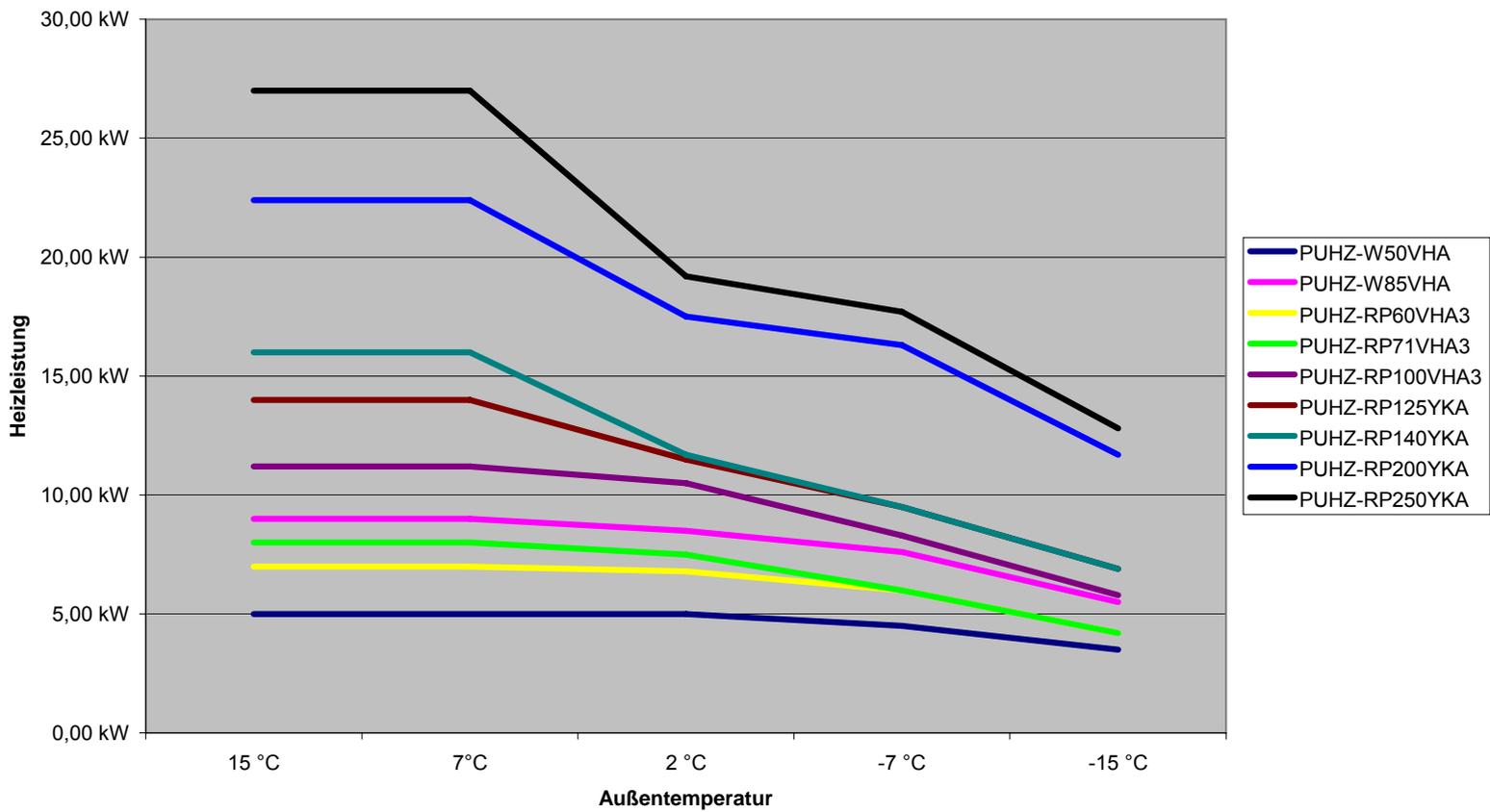
**Power Inverter als Luft | Wasser Wärmepumpe:**

Bei den Power Inverter – Außengeräten ist die Heizleistung abhängig von der Außentemperatur. Um die Heizleistung des Gebäudes auch bei tiefen Außentemperaturen abdecken zu können, muss ein Bivalenzpunkt für die Wärmepumpe gesetzt werden.



Heizleistung in Abhängigkeit der Außentemperatur Power Inverter

Leistungskorrektur Power Inverter Luft|Wasser Wärmepumpe

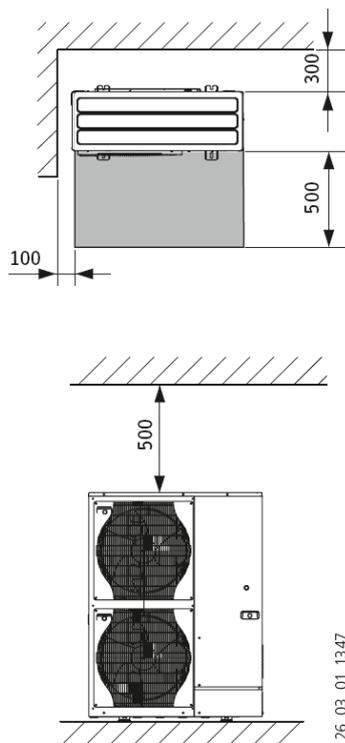


### Aufstellung des Außengerätes

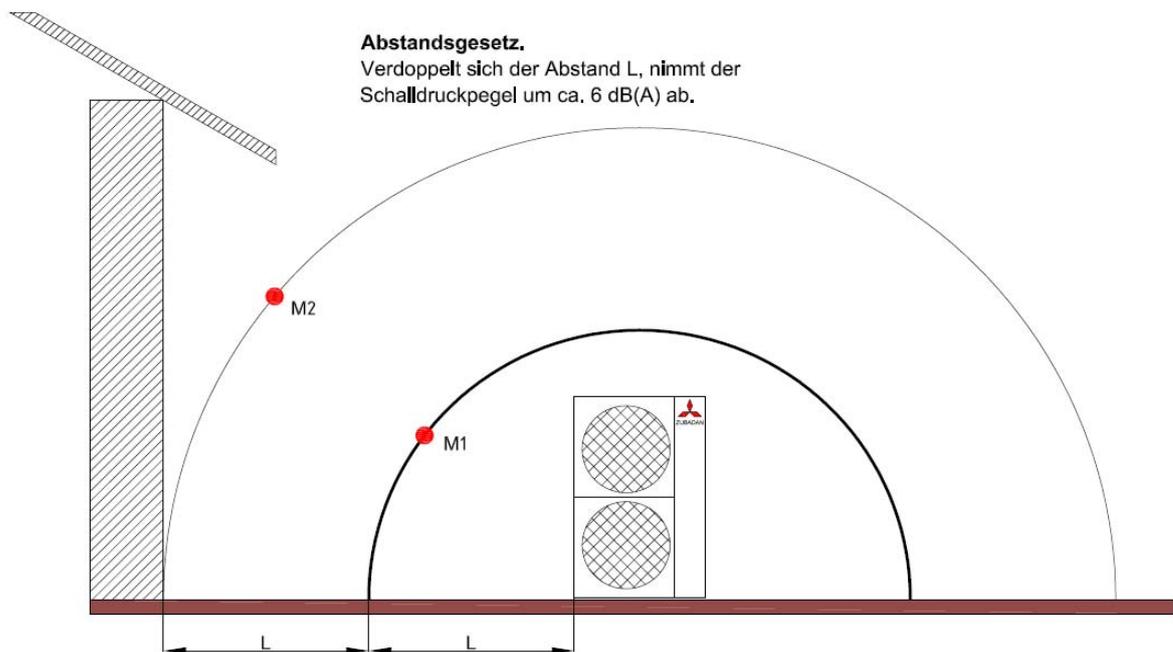
Häufig werden die Begriffe des Schalldruck- und des Schalleistungspegels verwechselt und miteinander verglichen. Als Schalldruck versteht man in der Akustik den messtechnisch erfassbaren Pegel der durch eine Schallquelle in einem bestimmten Abstand verursacht wird. Je näher man sich an der Schallquelle befindet, desto größer ist der gemessene Schalldruckpegel und umgekehrt. Der Schalldruckpegel ist somit eine messbare, abstands- und richtungsabhängige Größe, die z.B. für die Einhaltung der immissionstechnischen Anforderungen gemäß TA-Lärm maßgebend ist.

Die gesamte, durch eine Schallquelle in alle Richtungen ausgesandte Luftdruckänderung wird als Schalleistung bzw. als Schalleistungspegel bezeichnet. Mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle verteilt sich die Schalleistung auf eine immer größer werdende Fläche. Betrachtet man die gesamte, abgestrahlte Schalleistung und bezieht diese auf die Hüllfläche in einem bestimmten Abstand, so bleibt der Wert immer gleich. Da die in alle Richtungen abgestrahlte Schalleistung nicht exakt messtechnisch erfasst werden kann, muss die Schalleistung aus gemessenem Schalldruck in einem bestimmten Abstand rechnerisch ermittelt werden. Der Schalleistungspegel ist somit eine schallquellenspezifische, abstands- und richtungsunabhängige Größe, die nur rechnerisch ermittelt werden kann. Anhand des abgestrahlten Schalleistungspegels können Schallquellen miteinander verglichen werden.

- Mindestabstände



Bei der Aufstellung der Wärmepumpe sollte auf eine größtmögliche Minderung der Schallausbreitung geachtet werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Wärmepumpe in der Nähe von schallabsorbierenden Flächen aufgestellt wird, wie z.B. Zypressenhecken oder ähnliches. Flachdächer (Garagendächer) sind kein geeigneter Aufstellungsort, da sich der Schall in der Regel ungehindert ausbreiten kann und unter Umständen von umliegenden Wänden reflektiert wird.

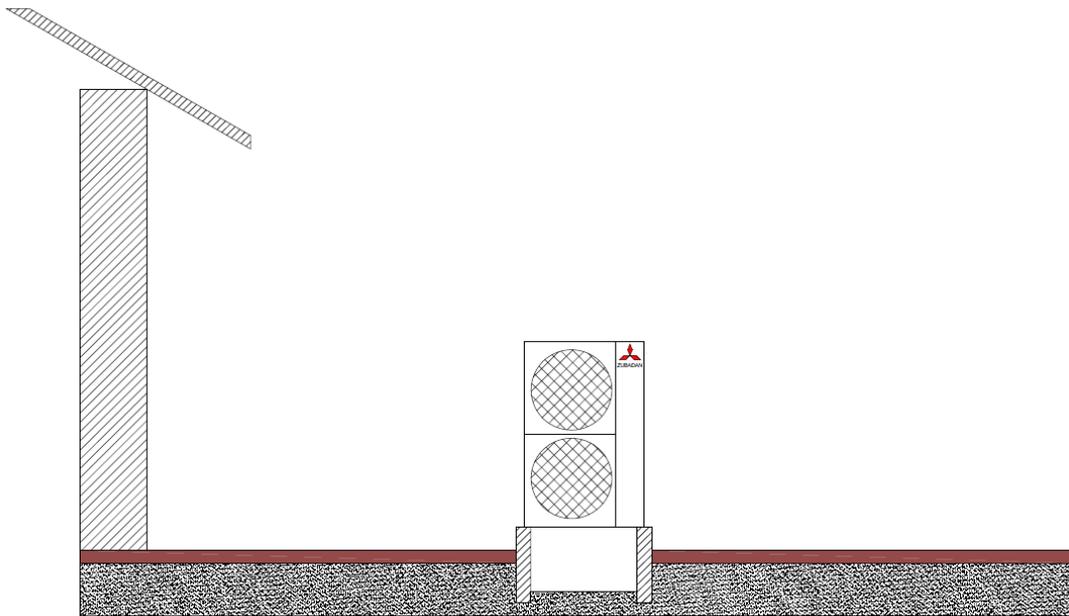


Wie bereits beschrieben, verteilt sich die Schalleistung mit zunehmendem Abstand auf eine größer werdende Fläche, so dass sich daraus resultierend der Schalldruckpegel mit größer werdendem Abstand verringert.

Gebietskategorie	Tag	Nacht
Kranken-, Kurhäuser	45	35
Schulen, Altersheime	45	35
Kleingärten, Parkanlagen	55	55
Reine Wohngebiete WR	50	35
Allgemeine Wohngebiete WA	55	40
Kleinsiedlungsgebiete WS	55	40
Besondere Wohngebiete WB	60	40
Kerngebiete MK	65	50
Dorfgebiete MD	60	45
Mischgebiete MI	60	45
Gewerbegebiete GE	65	50
Industriegebiete GI	70	70

**Tab. 1.1:** Grenzwerte für Lärmimmissionen in dB(A) nach DIN 18005 und TA Lärm

Es ist darauf zu achten, dass das Wasser beim Abtauen abfließen kann. Dies kann ermöglicht werden, durch eine Auskofferung des Untergrunds (siehe Bild).



Bei dem Einsatz der Wärmepumpe als individuelle Lösung mit der witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung PAC-IF021 von Mitsubishi Electric, sollte das Außengerät nach Möglichkeit an der Nordseite des Gebäudes aufgestellt werden. Damit der Außenfühler, welcher auf dem Verdampfer des Außengerätes sitzt, keine unnötigen Störgrößen (z.B. direkte Sonneneinstrahlung) aufnimmt. Der Außenfühler kann nicht vom Außengerät montiert werden, da dieser auch die intelligente Abtauung des Gerätes steuert.

Die Dämmung der Rohrleitungen ist bei den Kompaktgeräten mit einer 100% Dämmung auszuführen.  
Bei den Außengeräten mit Kältemittelverrohrung ist darauf zu achten, dass die Rohrdämmung diffusionsdicht und UV-Beständig ist. Hier reicht eine 9mm Dämmung aus.

**Sicherheitstechnische Anforderungen an die hydraulische Anbindung**

In der Ecodan Systemlösung ist eine Sicherheitsgruppe (Sicherheitsventil, Schnellentlüfter, Manometer und Strömungswächter) enthalten. Das Ausdehnungsgefäß sollte genau nach den Ansprüchen des Heizungssystems berechnet und ausgewählt werden. Unzureichend dimensionierte Ausdehnungsgefäßes führen zu folgenden Problemen:

- Unterdruck und Lufteintritt in kalten Anlagen
- Die Wärmeverteilung im Gebäude wird mangelhaft
- Korrosion in der Heizungsanlage
- Störende Geräusche in der Heizungsanlage

Berechnung des Membranausdehnungsgefäßes

Formblatt „Berechnung Ausdehnungsgefäß“

**Kenndaten der Anlage**

Wärmeerzeuger 1 Typ:	Wärmeerzeuger 2 Typ:	Auslegtemperaturen	Statische Höhe	Anspruchdruck Sicherheitsventil ( $p_{sv}$ )
-------------------------	-------------------------	--------------------	----------------	---

**Wasserinhalt ( $V_A$ )**

Wasserinhalt der gesamten Anlage ist bekannt ( $V_A$ ):

Oder überschlägige Berechnung mit Hilfe der Tabellen auf dem zweiten Blatt

Wasserinhalt der Wärmeerzeuger	Wasserinhalt aller Heizungsrohre	Wasserinhalt aller Wärmeverbraucher mit Korrekturwerten
--------------------------------	----------------------------------	---

Wasserinhalt der gesamten Anlage ( $V_A$ ):

**Prozentuale Ausdehnung für Wasser (n)**

$T_{V_1, max}$ [°C]	20	30	40	50	60	70	80	90	100
n [%]	0,14	0,4	0,75	1,2	1,7	2,1	2,9	3,6	4,3

**Ausdehnungsvolumen ( $V_e$ )**

$$V_e = V_A \cdot \frac{n}{100}$$

Ausdehnungsvolumen ( $V_e$ ) =   $\times$    $\frac{100}{100}$

**Wasservorlage ( $V_V$ )**

Bei einem Nennvolumen ( $V_N$ ) des AG von < 15 l:  $V_V = 0,2 \cdot V_N$

Bei einem Nennvolumen ( $V_N$ ) des AG von > 15 l:  $V_V = 0,005 \cdot V_A$  mindestens 3 Liter

**Enddruck Sicherheitsventil ( $p_e$ )**

$$p_e = p_{sv} - \Delta p_A$$

Enddruck ( $p_e$ ) =  -

Anspruchdruckdifferenz ( $\Delta p_A$ )

bis Anlagendruck 5 bar  $p_e = 0,5$  bar  
 größer als 5 bar  $p_e = 0,1 \times p_e$

**Vordruck ( $p_0$ )**

$p_0 = p_{st}$

$p_0 = p_{st}$

**Nennvolumen Ausdehnungsgefäß ( $V_N$ )**

$$V_N = (V_e + V_V) \cdot \frac{p_e + 1}{p_e - p_0}$$

Nennvolumen  $V_N$  =

Ausschlaggebend für einen dauerhaften und störungsfreien Betrieb der Wärmepumpenanlage ist die Qualität des Heizungsfüllwassers. Mitsubishi Electric empfiehlt folgende maximalen Stoffmengenkonzentrationen im Füllwasser.

- $\text{Ca} \leq 100 \text{ mg/l}$
- $\text{Cl} \leq 100 \text{ mg/l}$
- $\text{Mg} \leq 0,5 \text{ mg/l}$
- pH-Wert 6,5 – 8,0

beachten Sie auch, dass sich der pH-Wert im Heizungswasser verändern kann! Erkundigen Sie sich bei dem örtlichen Wasserversorgungsunternehmen über die Wasserqualität.

Bitte beachten Sie die gängigen Vorschriften (z.B. VDI2035 Blatt 2). Um den Heizwasserkreis vor Verunreinigungen und Verschlammung zu schützen müssen Filter und/oder Schlammabscheider eingebaut werden.

Zudem sind Strömungswächter und Kappenventile beim Einbau erforderlich, um einen dauerhaften Mindest -Volumenstrom über den Plattenwärmetauscher zu sichern. Falls der Mindest - Volumenstrom während der Abtauphase des Außengerätes nicht vorhanden ist, sind Frostschäden am Plattenwärmetauscher unausweichlich.

Über den Wärmetauscher ist ein Mindest - Volumenstrom von

- 1,4 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-HRP71VHA)
- 2,0 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-HRP100VHA/YHA)
- 2,5 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-HRP125YHA)
  
- 2,0 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-HW112YHA)
- 2,5 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-HW140VHA/YHA)
  
- 1,4 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-RP60VHA)
- 1,6 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-RP71VHA)
- 2,0 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-RP100YKA)
- 2,5 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-RP125YKA)
- 2,8 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-RP140YKA)
  
- 0,9 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-W50VHA)
- 1,6 m<sup>3</sup>/h (PUHZ-W85VHA)

zu gewährleisten.

Um auch die nötige Energie während der Abtauphase zur Verfügung stellen zu können, ist eine hydraulische Weiche oder ein Pufferspeicher zwingend notwendig. Die minimale Größe dieser Weiche oder des Puffers berechnet sich wie folgt:

$$\text{Größe der hydraulischen Weiche ( in l )} = \frac{\text{Abtauleistung } Q \cdot \text{max. Abtauzeit}}{c_{\text{wasser}} \cdot \Delta v \cdot 60 \text{ min/ h}}$$

**Beispiel:**

$$Q_{\text{Ab}} = 14.000 \text{ W}$$

Max. Abtauzeit = 7 min (3 min + Sicherheit)

$$C_{\text{wasser}} = 1,163 \text{ Wh/kg} \cdot \text{K}$$

dT = 30 K (35°C Auslegungstemperatur FBH; 5°C min. Wassertemperatur)

$$l = \frac{14.000 \text{ W} \cdot 7 \text{ min}}{1,163 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 30 \text{ K} \cdot 60 \text{ min/ h}}$$

$$l = 47 \text{ l}$$

Bei den Außengeräten mit integriertem Plattenwärmetauscher (PUHZ-W und PUHZ-HW) ist auf frostsichere Verlegung der Wasserführenden Rohrleitungen zu achten. Es sind außerdem Maßnahmen zu ergreifen, die das Einfrieren des Plattenwärmetauschers verhindern (z.B. Glykolfüllung).

### Auslegungsdaten für den Plattenwärmetauscher

Mitsubishi Electric empfiehlt für den Einsatz der Zubadan und Power Inverter Split-Außengeräte den Plattenwärmetauscher von Alfa Laval ACH 70/50, da die COP Werte dieser Geräte mit diesem Wärmetauscher ermittelt wurden. Anhand der folgenden Daten kann jedoch ein Wärmetauscher individuell ausgelegt werden.

Technische Anforderungen		
Kältetechnische Seite	Kältemittel	R410A
	Arbeitsdruck	4,15 MPa
	Arbeitstemperaturbereich	-20°C bis 100 °C
Wasserseitig	Wärmeträger	Sauberes Wasser
	Arbeitsdruck	1,5 MPa
	Arbeitstemperaturbereich	-20 °C bis 90 °C, frostfrei
Druckfestigkeit	12,45 MPa (3 × 4,15 MPa) und darüber	
Einfriersicherheit	5 mal tiefes Einfrieren	
Heizkreis	70.000 mal Aufheizen/Abkühlen mit einer Temperaturdifferenz über 50 K	
Druckschwankungen	72.000 mal Druckschwankungen zwischen 0 und 3,3 MPa	

Auslegung und Betriebsdaten – Referenzdaten			Modelle 60/71		Modelle 100/125/140	
Geforderte Heizleistung des Plattenwärmetauschers		kW	9,0	9,0	14,0	14,0
Kältetechnische Seite	Eintrittstemperatur	°C	75	100	75	100
	Kondensationstemperatur	°C	39,5	63,5	39,5	63,5
	Unterkühlung	°C	2	2	2	2
	Max. Druckverlust	kPa	50	50	50	50
	Gasleitung	mm	Ø12,0		Ø16,0	
	Fl.-Leitung	mm	Ø10,0			
Wasserseitig	Eintrittstemperatur RL	°C	30	55	30	55
	Austrittstemperatur VL	°C	35	60	35	60
	Volumenstrom	l/min (m³/h)	25,8 (1,55)	25,8 (1,55)	40,1 (2,41)	40,1 (2,41)
	Max. Druckverlust	kPa	50	50	50	50
	Vorlauf/Rücklauf	mm	Ø28,0			

Modellkapazität	35	50	60	71	100	125	140	200	250
Höchstkapazität [cm³]	1050	1500	1800	2130	3000	3750	4200	6000	7500
Mindestkapazität [cm³]	350	500	600	710	1000	1250	1400	2000	2500

### Leistungsverlust bei längeren Leitungswegen

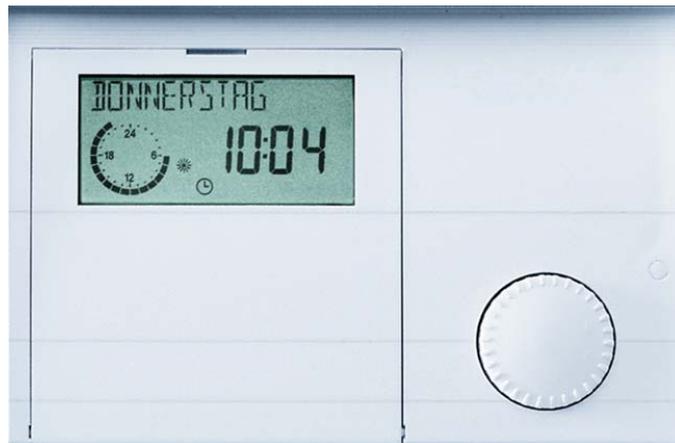
Die Split Außengeräte sind mit Kältemittel vorgefüllt für bis zu 30 m Leitungslänge vom Außengerät zum Plattenwärmetauscher (ein Weg). Die Korrekturfaktoren der Heizleistung in Abhängigkeit der Leitungslängen können den unten aufgeführten Tabellen entnommen werden.

Leistungs- klasse	Leitungslänge (ein Weg)									
	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	55 m	60 m	70 m	80 m
HRP71	1,00	0,997	0,991	0,985	0,979	0,973	0,970	0,967	0,961	0,955
HRP100	1,00	0,997	0,991	0,985	0,979	0,973	0,970	0,967	0,961	0,955
HRP125	1,00	0,997	0,991	0,985	0,979	0,973	0,970	0,967	0,961	0,955

Leistungs- klasse	Leitungslänge (ein Weg)									
	5 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	55 m	60 m	70 m	80 m
RP35	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	—	—	—
RP50		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	—	—	—
RP60		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	—	—	—
RP71		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	—	—	—
RP100		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
RP125		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
RP140		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96

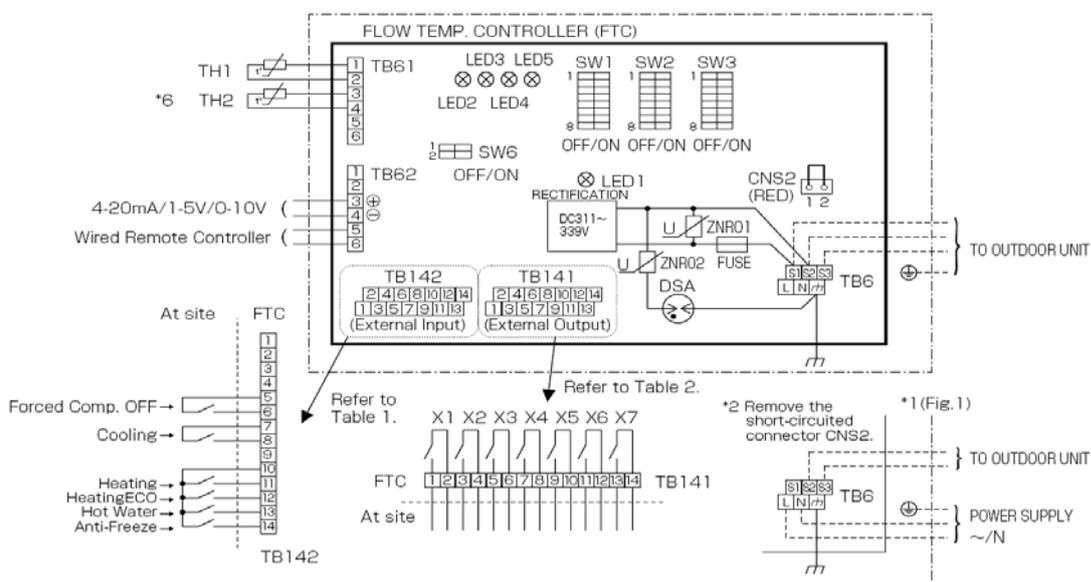
**Steuerungstechnische Einbindung**

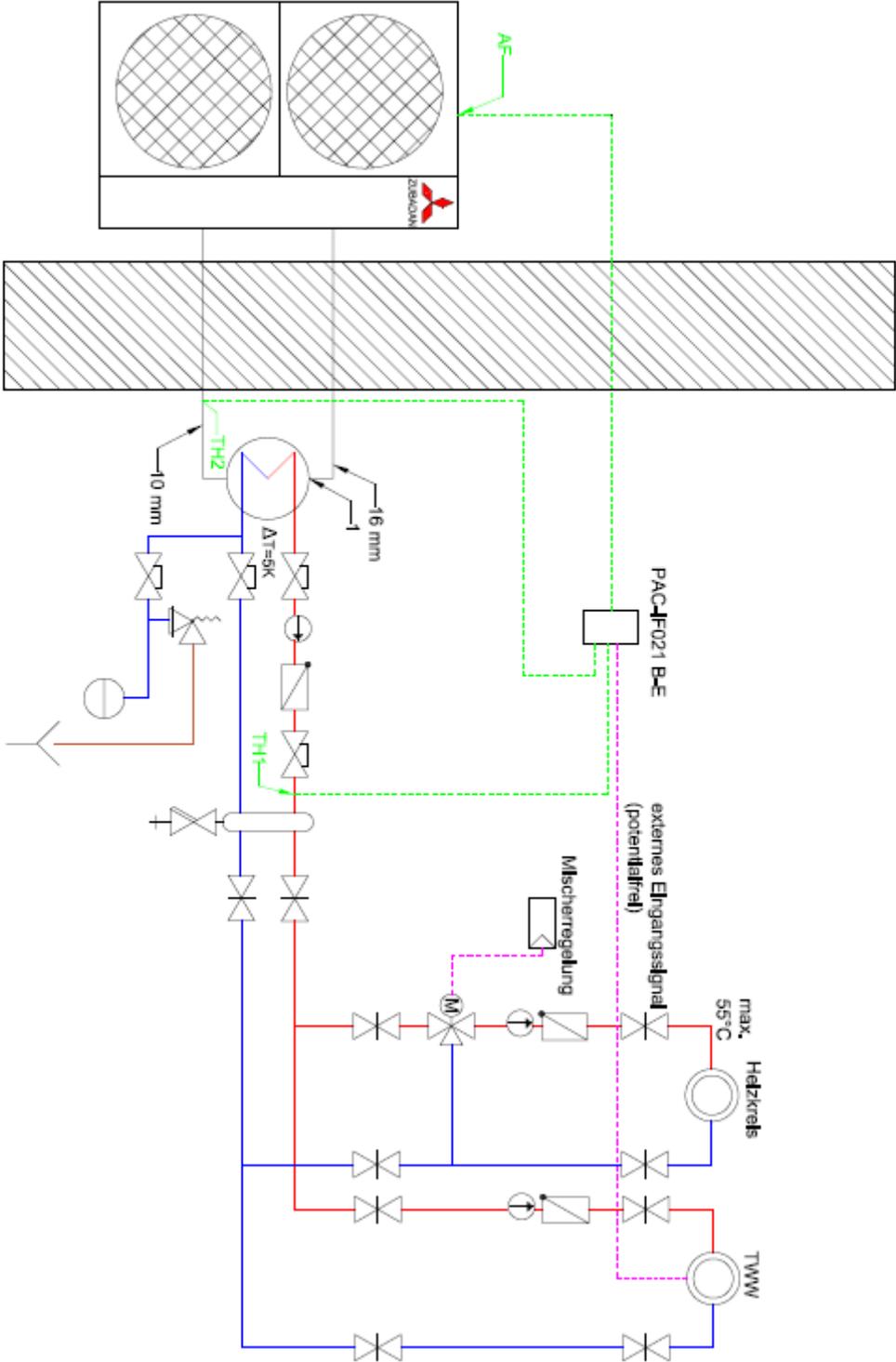
In den Ecodan Systemlösungen von Mitsubishi Electric ist ein Wärmepumpenmanager im Speichermodul integriert. Dieser hat die Möglichkeit, verschiedene Heizkreise (1 Heizkreis ungemischt und 1 Heizkreis gemischt) witterungsgeführt zu regeln. Zudem können bei diesem System verschiedene Zeitgestützte Programme hinterlegt werden. Die Trinkwassererwärmung findet bei diesem Regler über eine Speichervorrangschaltung statt.



(Abbildung des Wärmepumpenmanagers)

Bei den individuellen Lösungen ist die einfachste Lösung einer regelungstechnischen Anbindung der Zubadan Wärmepumpe ist der FTC Controller PAC-IF021B-E. Bei diesem Regler ist möglich eine Heizkurve zu hinterlegen. Das heißt, dass die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt werden kann. Mit Hilfe eines potentialfreien Speicherthermostaten ist es möglich, eine Speichervorrangschaltung zur Trinkwassererwärmung zu hinterlegen. Bei dem FTC Controller ist es nicht möglich, verschiedene Heizkreise zu regeln und Pumpen anzusteuern.

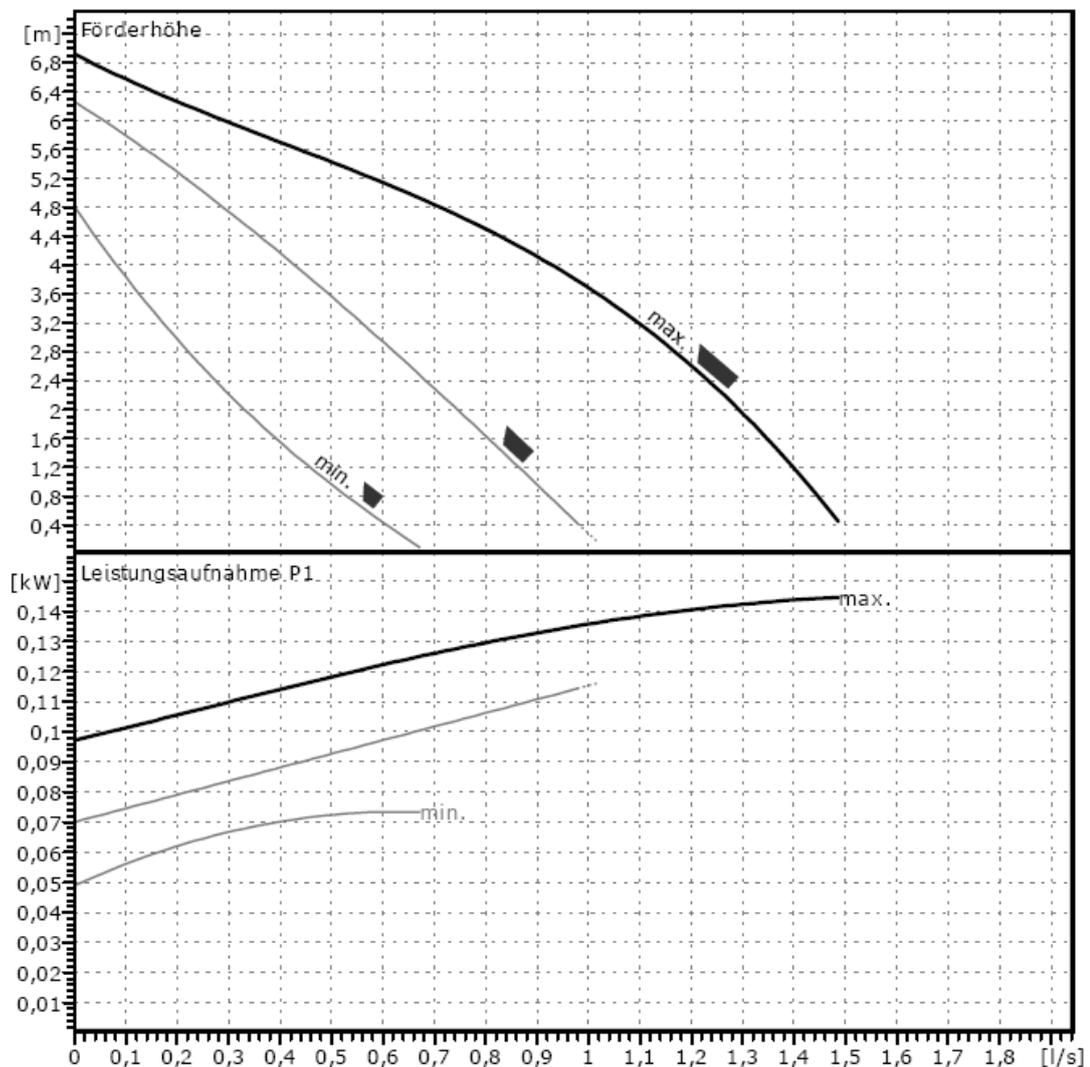




### Umwälzpumpe

Im Innengerät des Ecodansystems ist bereits eine unregelte Heizungsumwälzpumpe eingebaut.

Es handelt sich um eine Wilo Star RSG 25/7. Die Kennlinien entnehmen Sie bitte dem folgenden Diagramm.



Bei den individuellen Wärmepumpenlösungen sollte die Umwälzpumpe im Primärkreis unregelt als Dauerläufer ausgelegt werden. Die Druckverluste der Rohrleitungen, des Wärmetauschers und Armaturen müssen für die Auslegung berechnet werden.

**Jahresarbeitszahlen, Anlagenaufwandszahlen, EnEV**

Bei den Jahresarbeitszahlen handelt es sich um einen theoretischen Wert, der sich auf Prüfstandsmessungen bezieht und nach der VDI4650 Blatt 2 berechnet wird. Verschiedene Einflussgrößen haben einen positiven oder negativen Effekt auf die berechneten Jahresarbeitszahlen, wie z.B. Witterung oder Nutzerverhalten. Bei der Berechnung der Jahresarbeitszahl wird die Normaußentemperatur der Region zu Grunde gelegt (siehe Tabelle Seite 18 und 19).

Um die berechneten Jahresarbeitszahlen erreichen zu können, ist ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage zwingend erforderlich sowie auch von der BAFA für die Beantragung von Fördermitteln vorgeschrieben und in der Fachunternehmererklärung zu bestätigen. Zudem sollte die Temperaturspreizung am Plattenwärmetauscher zwischen 5 und 8 K liegen.

Energetische Anforderungen an das Wohngebäude und die verwendete Anlagentechnik werden zusammenfassend betrachtet. Dieser ganzheitliche Ansatz ermöglicht eine Gesamtbilanzierung von Gebäudehülle und Anlagentechnik und erfolgt auf primärenergetischer Basis, wodurch Verluste bei der Energieerzeugung und der Energieübergabe berücksichtigt werden können. Für die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_P$  und der Anlagenaufwandszahl  $e_P$  muss vom Gebäude der Jahresheizwärmebedarf  $Q_h$  und die Nutzfläche  $A_n$  bekannt sein. Mit der dimensionslosen, auf die notwendige Primärenergie für Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasser bezogenen Anlagenaufwandszahl  $e_P$  wird die Bewertung der gesamten Anlagentechnik möglich. Diese Kennzahl ist zudem Grundlage für die Berechnung des Jahresprimärenergiebedarfs  $Q_P$  eines Gebäudes und beschreibt die Effizienz der Anlage. Je geringer die Anlagenaufwandszahl, desto größer der Spielraum für die Gebäudehülle, sprich Bauphysik. Es wird ersichtlich, wie wichtig die Zusammenarbeit aller beteiligten Planer und Gewerke ist.

$$Q_P = (Q_h + Q_{tW}^*) \cdot e_P$$

$Q_P$  = Primärenergiebedarf

$Q_h$  = Heizwärmebedarf

$Q_{tW}$  = Trinkwasserbedarf (\*konst. nach EnEV = 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a)

$e_P$  = Anlagenaufwandszahl

**EnEV – Berechnung nach DIN V 4701-10**

Die EnEV bietet drei Möglichkeiten für das Nachweisverfahren:

- Diagrammverfahren
- Tabellenverfahren
- detailliertes Verfahren

Bei dem detaillierten Nachweisverfahren kann der Nachweis mit Standardwerten oder Herstellerangaben durchgeführt werden. In der Regel reicht das Nachweisverfahren mit Standardwerten aus, da aufgrund der hohen Effizienz von Wärmepumpen die erforderliche Energieaufwandszahl unterschritten wird.

Werden zur Erreichung strengerer Vorgaben von Förderprogrammen (z.B. KfW 40 oder KfW 60) bessere Energieaufwandszahlen erforderlich, können diese unter Umständen mit dem Nachweis durch Herstellerangaben erzielt werden. Um die Herstellerangaben zu nutzen, sind entweder EDV-Programme oder das Rechenverfahren der EnEV einzusetzen. Wird das Tabellenverfahren zur Berechnung der  $e_p$  Zahl benutzt, können die Aufwandszahlen  $e_g$  aus der DIN V 4701-10 entsprechend „Tabelle C3-4C-Aufwandszahlen  $e_g$  und Hilfsenergie  $q_{g, HE}$  der Erzeugung für Elektrowärmepumpen“ entnommen werden.

Die **Wärmeerzeugungs-Aufwandszahl** berechnet sich anhand der Jahresarbeitszahl nach folgender Gleichung:

$$e_{H,g} = \frac{1}{\beta_{WP}}$$

$$e_{H,g} = \text{Aufwandszahl der Wärmepumpe}$$

$$\beta_{WP} = \text{Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe}$$

Norm-Außentemperaturen  $\Theta_e$ , Jahresmittel  $\Theta_{e,m}$  und Klimazonen KZo (DIN EN 12831)

Ort	KZo	$\Theta_e$	$\Theta_{e,m}$ <sup>1)</sup>	Ort	KZo	$\Theta_e$	$\Theta_{e,m}$ <sup>1)</sup>
Aachen	5	-12	8,1	Feldberg/Schwarzwald	11	-18	3,0
Amberg	13	-16	7,9	Finsterwalde	4	-16	9,5
Apolda	9	-14	7,9	Flensburg	3	-10	8,5
Augsburg	13	-14	7,9	Frankfurt am Main	12	-12	10,2
Baden-Baden	12	-12	10,2	Frankfurt a.d. Oder	4	-16	9,5
Bamberg	13	-16	7,9	Freiburg im Breisgau	12	-12	10,2
Bautzen	10	-16	6,3	Fürth	13	-16	7,9
Berchtesgaden	15	-16	6,8	Fulda	7	-14	8,8
Bergen/Rügen	2	-10	8,4	Garmisch-Patenkirchen	15	-18	6,8
Berlin	4	-14	9,5	Gelsenkirchen	5	-10	8,1
Bielefeld	6	-12	6,8	Gera	9	-14	7,9
Bingen/Rhein	12	-12	10,2	Giesen	10	-12	6,3
Bitterfeld	4	-14	9,5	Glauchau	10	-14	6,3
Bochum	5	-10	8,1	Görlitz	9	-16	7,9
Bonn	5	-10	8,1	Göttingen	7	-16	8,8
Braunschweig	3	-14	8,5	Goslar	3	-14	8,5
Bremen	3	-12	8,5	Greifswald	2	-12	8,4
Bremerhaven	1	-10	9,0	Güstrow	4	-12	9,5
Celle	3	-12	8,5	Hagen	5	-12	8,1
Chemnitz	9	-14	7,9	Halle/Saale	4	-14	9,5
Coburg	13	-15	7,9	Hamburg	3	-12	8,5
Cottbus	4	-16	9,5	Hamm/Westf.	5	-12	8,1
Cuxhaven	1	-10	9,0	Hannover	3	-14	8,5
Darmstadt	12	-12	10,2	Heidelberg	12	-10	10,2
Dessau	4	-14	9,5	Heidenheim	14	-16	6,8
Dortmund	5	-12	8,1	Heilbronn	12	-12	10,2
Dresden	4	-14	9,5	Herne	5	-10	8,1
Düsseldorf	5	-10	8,1	Hildesheim	3	-14	8,5
Eberswalde	4	-14	9,5	Hof/Saale	11	-18	3,0
Eisenach	7	-16	8,8	Ingolstadt	13	-16	7,9
Eisenhüttenstadt	4	-16	9,5	Jena	9	-14	7,9
Eisleben	4	-14	9,5	Kaiserslautern	6	-12	6,8
Emden	1	-10	9,0	Karlsruhe	12	-12	10,2
Erfurt	9	-14	7,9	Kassel	7	-12	8,8
Erlangen	13	-16	7,9	Kiel	2	-10	8,4
Essen	5	-10	8,1	Kleve	5	-10	8,1

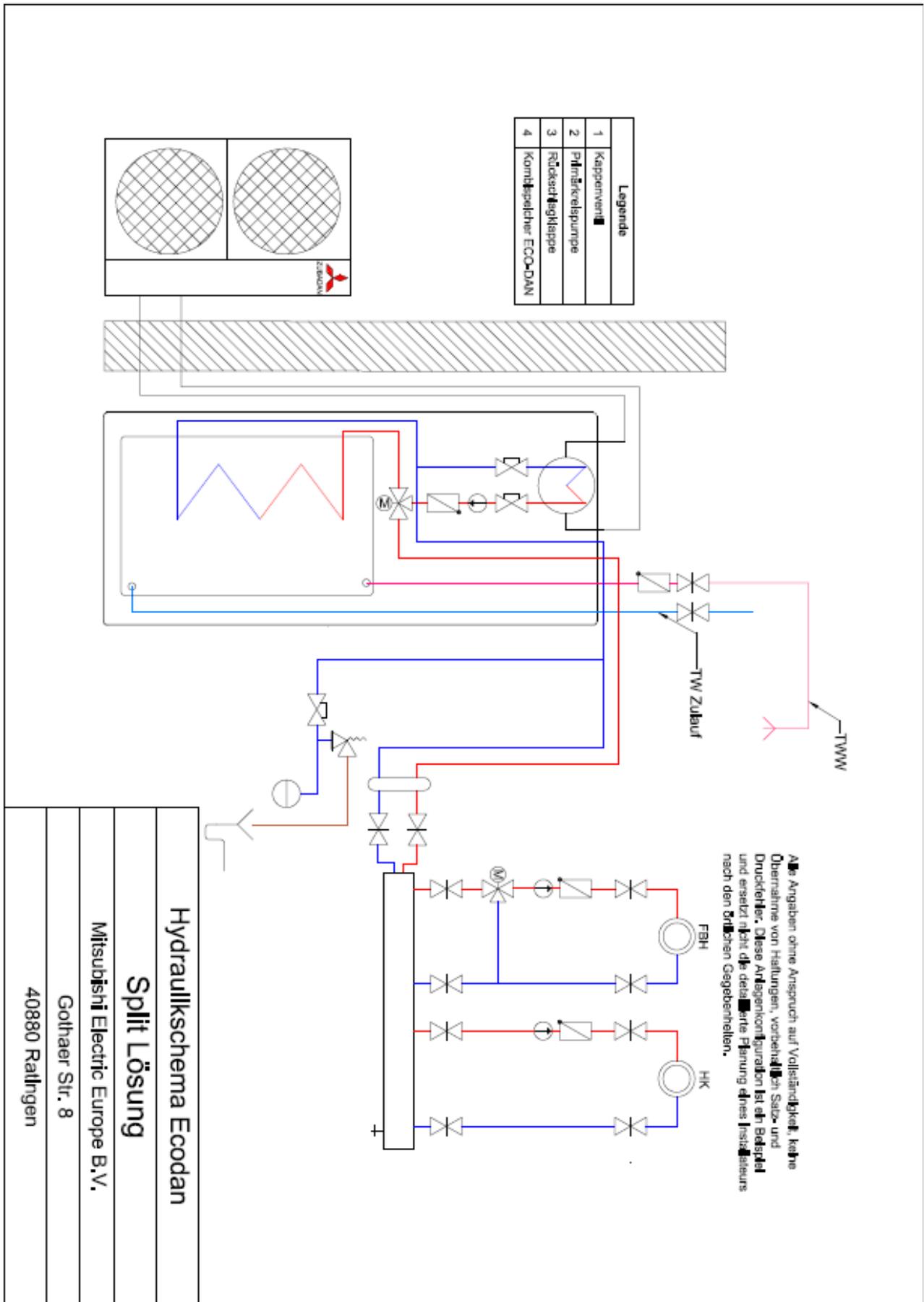
<sup>1</sup> Mittlere Außentemperatur in Übereinstimmung mit DIN 4710

Norm-Außentemperaturen  $\Theta_e$ , Jahresmittel  $\Theta_{e,m}$  und Klimazonen KZo (DIN EN 12831) -Fortsetzung-

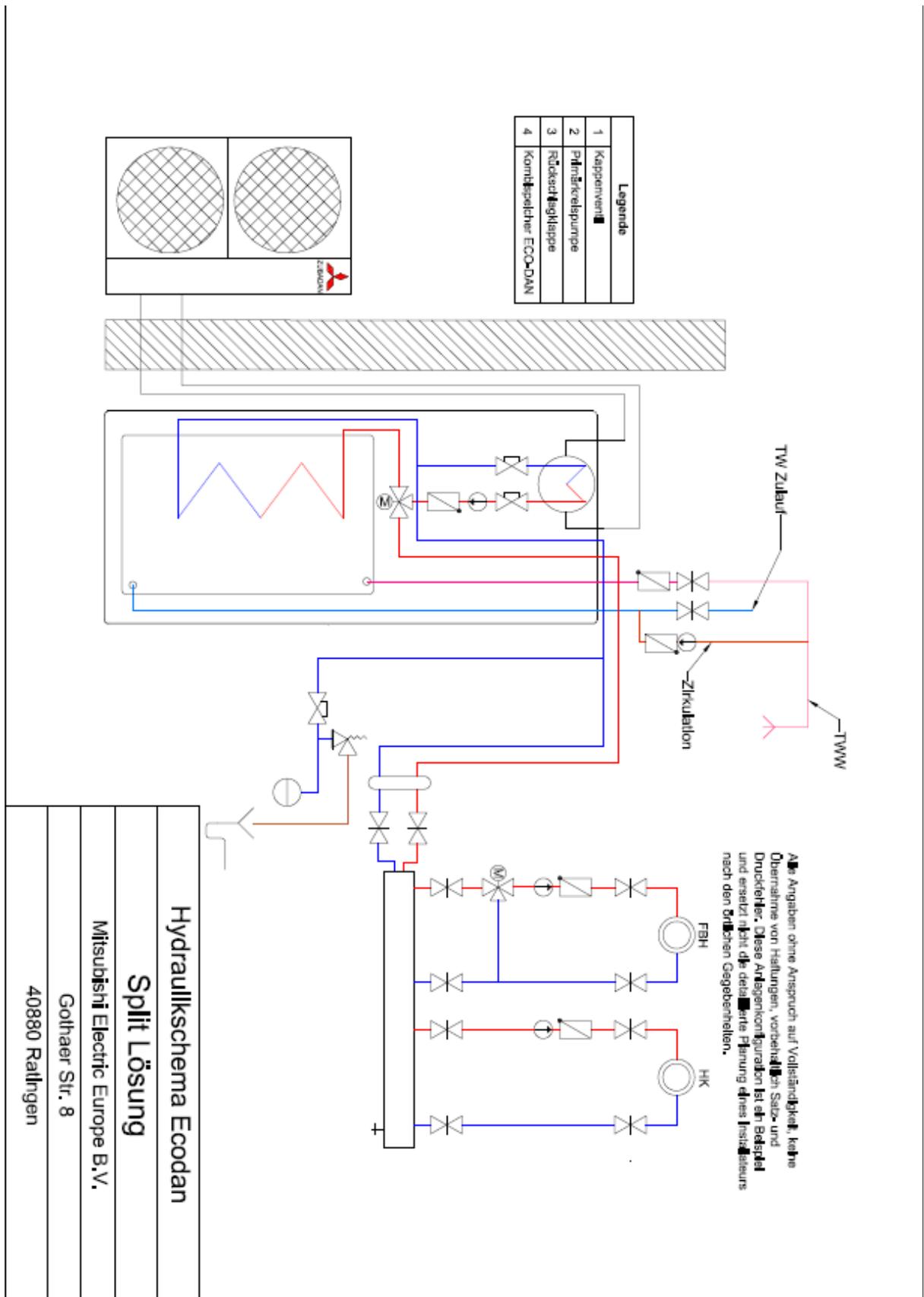
Ort	KZo	$\Theta_e$	$\Theta_{e,m}$ <sup>1)</sup>	Ort	KZo	$\Theta_e$	$\Theta_{e,m}$ <sup>1)</sup>
Koblenz	5	-12	8,1	Saarbrücken	6	-12	6,8
Köln	5	-10	8,1	Salzgitter	3	-14	8,5
Konstanz	13	-12	7,9	Schwäbisch Hall	13	-16	7,9
Landshut	13	-16	7,9	Schweinfurt	13	-14	7,9
Leipzig	4	-14	8,7	Schwerin	4	-12	9,5
Leverkusen	5	-10	8,1	Senftenberg	4	-16	9,5
Lübbenau	4	-16	9,5	Siegen	6	-12	6,8
Lübeck	2	-10	8,4	Singen, Ho.	13	-14	7,9
Magdeburg	4	-14	9,5	Solingen	6	-12	6,8
Mainz	12	-12	10,2	Stade	3	-10	8,5
Mannheim	12	-12	10,2	Stahlsund	2	-10	8,4
Meißen	4	-14	9,5	Straubing	11	-18	3,0
Memmingen	13	-16	7,9	Stuttgart	12	-12	10,2
Mönchengladbach	5	-10	8,1	Torgau	4	-16	9,5
Mühlhausen	8	-14	6,0	Trier	7	-10	8,8
Mühlheim a.d. Ruhr	5	-10	8,1	Tübingen	6	-16	6,8
München	13	-16	7,9	Ulm, Donau	13	-14	7,9
Münster/Westf.	5	-12	8,1	Unna	5	-12	8,1
Neubrandenburg	4	-14	9,5	Villingen/Schwenningen	8	-16	6,0
Neumünster	3	-12	8,5	Wattenscheid	5	-10	8,1
Neuruppin	4	-14	9,5	Weimar	9	-14	7,9
Nürnberg	13	-16	7,9	Weinheim/B	6	-10	6,8
Oberhausen a.d. Ruhr	5	-10	8,1	Werningerode	6	-16	6,8
Obersdorf	15	-20	6,8	Wetzlar	7	-12	8,8
Offenbach/M	12	-12	10,2	Wismar	2	-10	8,4
Oldenburg	3	-10	8,5	Wittenberg	4	-14	9,5
Oranienburg	4	-14	9,5	Wolfenbüttel	3	-14	8,5
Osnabrück	5	-12	8,1	Wolfsburg	3	-14	8,5
Paderborn	5	-12	8,1	Wuppertal	6	-12	6,8
Passau	13	-14	7,9	Würzburg	13	-12	7,9
Pforzheim	6	-12	6,8	Zweibrücken	6	-12	6,8
Pinneberg	1	-12	9,0	Zwickau	9	-14	7,9
Plauen	10	-16	6,3				
Regensburg	13	-16	7,9				
Remscheid	6	-12	6,8				
Rostock	2	-10	8,4				

<sup>1</sup> Mittlere Außentemperatur in Übereinstimmung mit DIN 4710

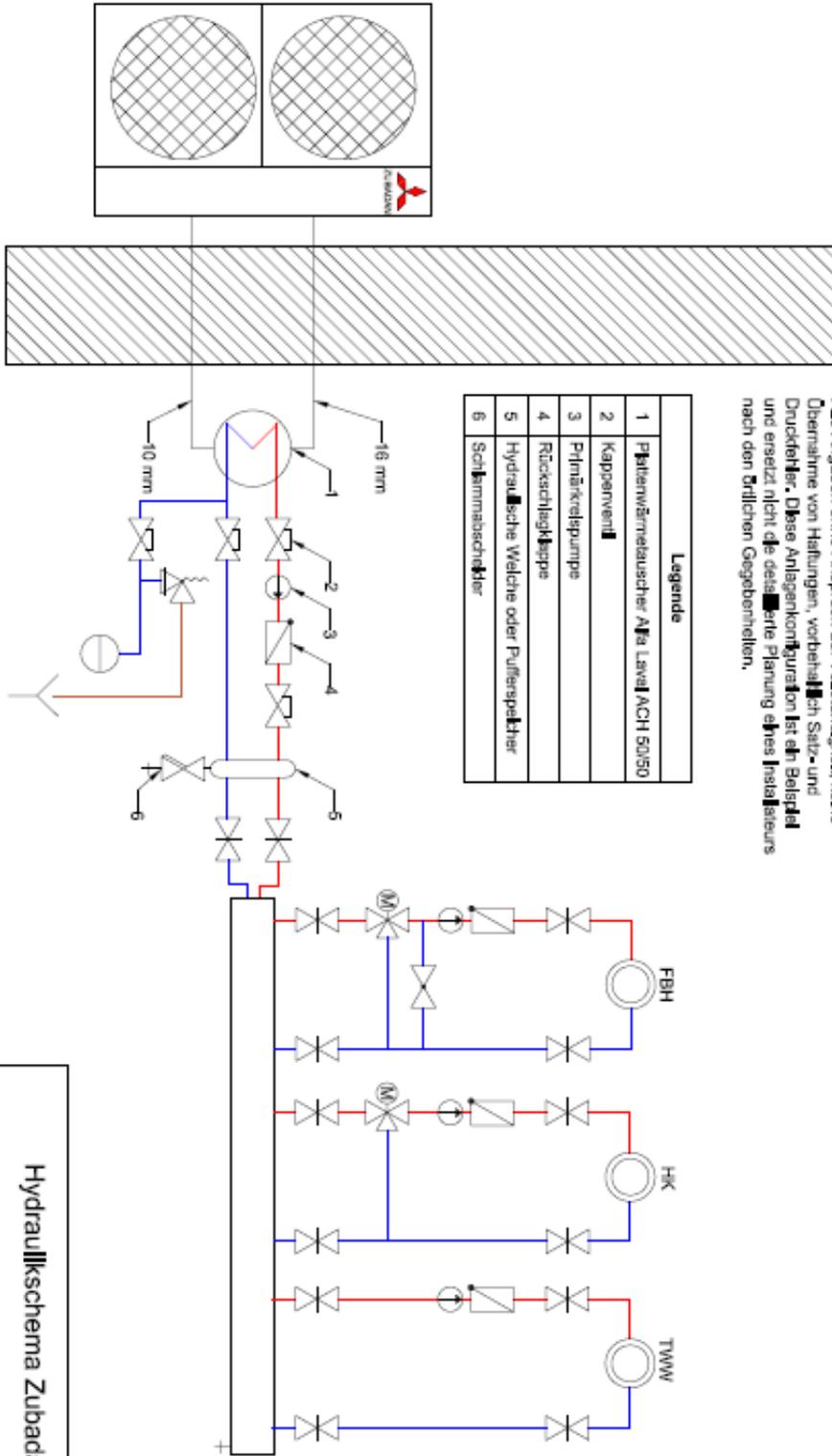
Hydraulische Beispiellösung  
Ecodan



Hydraulische Beispiellösung  
Ecodan mit Zirkulationsleitung

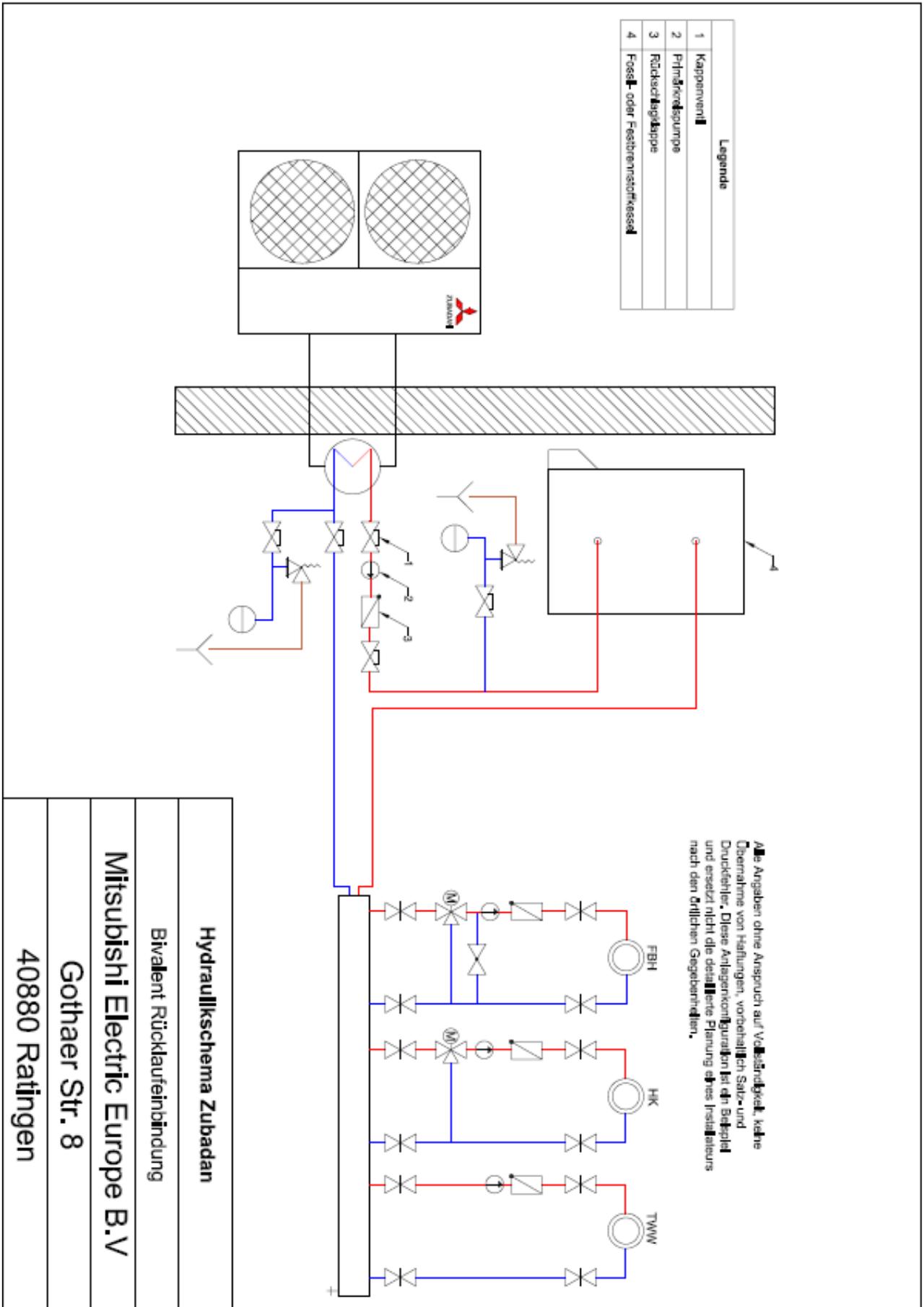


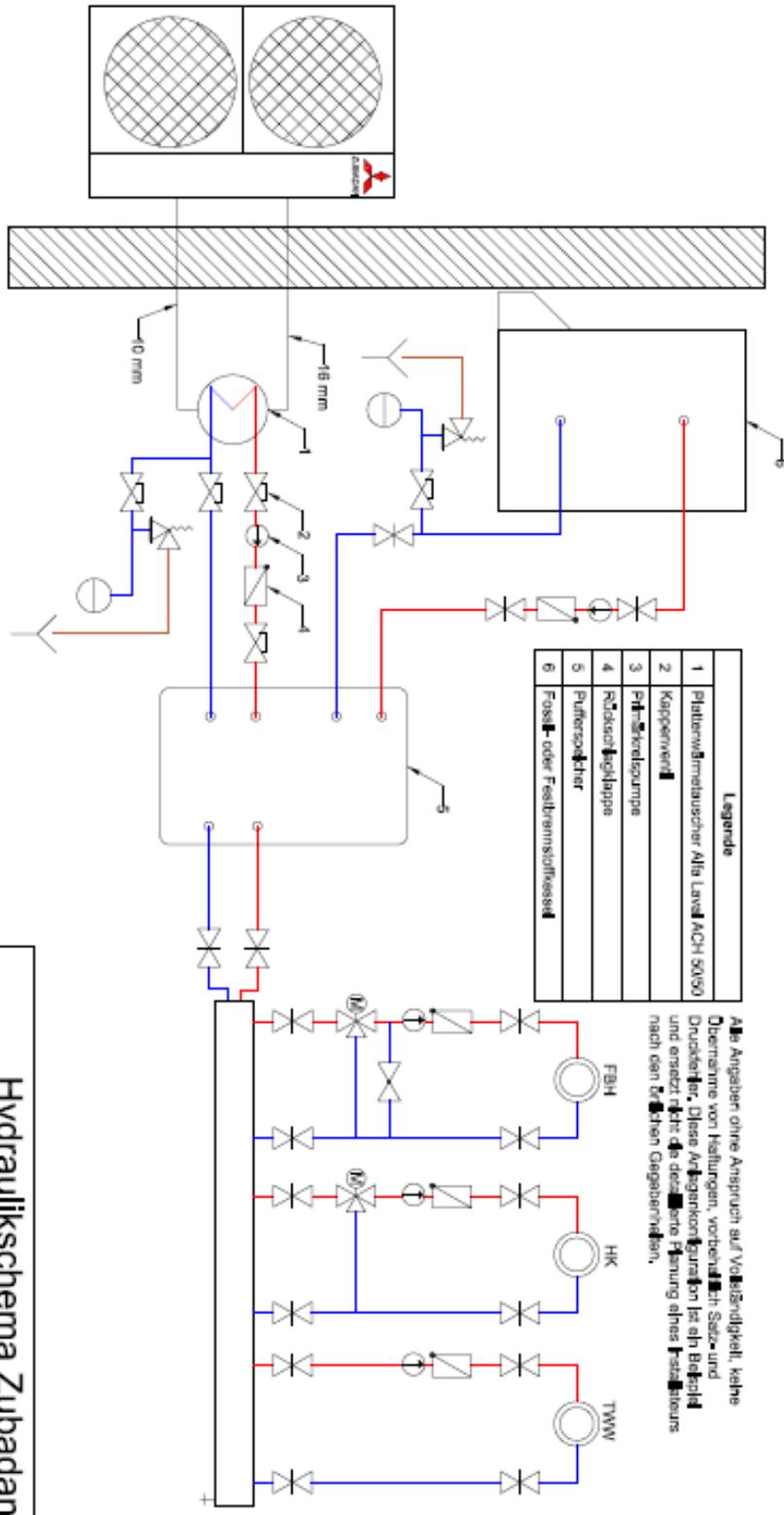
Hydraulische Beispiellösungen  
Individuelle Lösungen



**Alle Angaben ohne Anspruch auf Vollständigkeit, keine Übernahme von Haftungen, vorbehaltlich Satz- und Druckfehler. Diese Anlagenkonfiguration ist ein Beispiel und ersetzt nicht die detaillierte Planung eines Installateurs nach den örtlichen Gegebenheiten.**

Hydraulikschema Zubadan
<b>Monovalente Einbindung</b>
Mitsubishi Electric Europe B.V.
Gothaer Str. 8
40880 Rattlingen



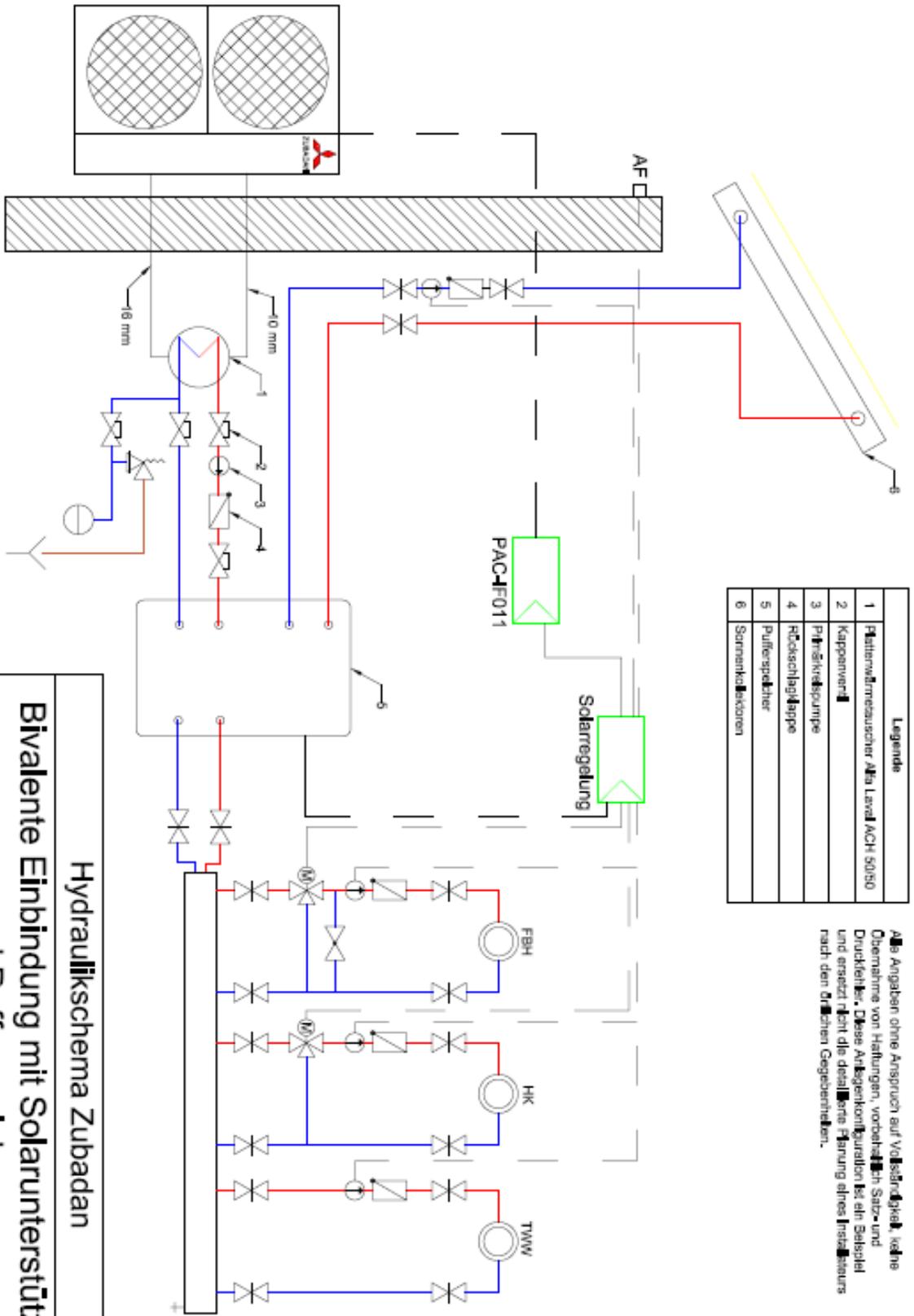


**Legende**

1	Plattenwärmtauscher Alfa Laval ACH 50/30
2	Kältemittel
3	PH-Kältemittelpumpe
4	Reversenklappe
5	Pufferspeicher
6	Fosel- oder Feststromsicherung

Alle Angaben ohne Anspruch auf Vollständigkeit, keine Übernahme von Haftungen, vorbehalten ist Satz- und Druckfehler. Diese Angelegenheiten sind bei off-Betrieb und ersetzt nicht die detaillierte Planung eines Installateurs nach den örtlichen Gegebenheiten.

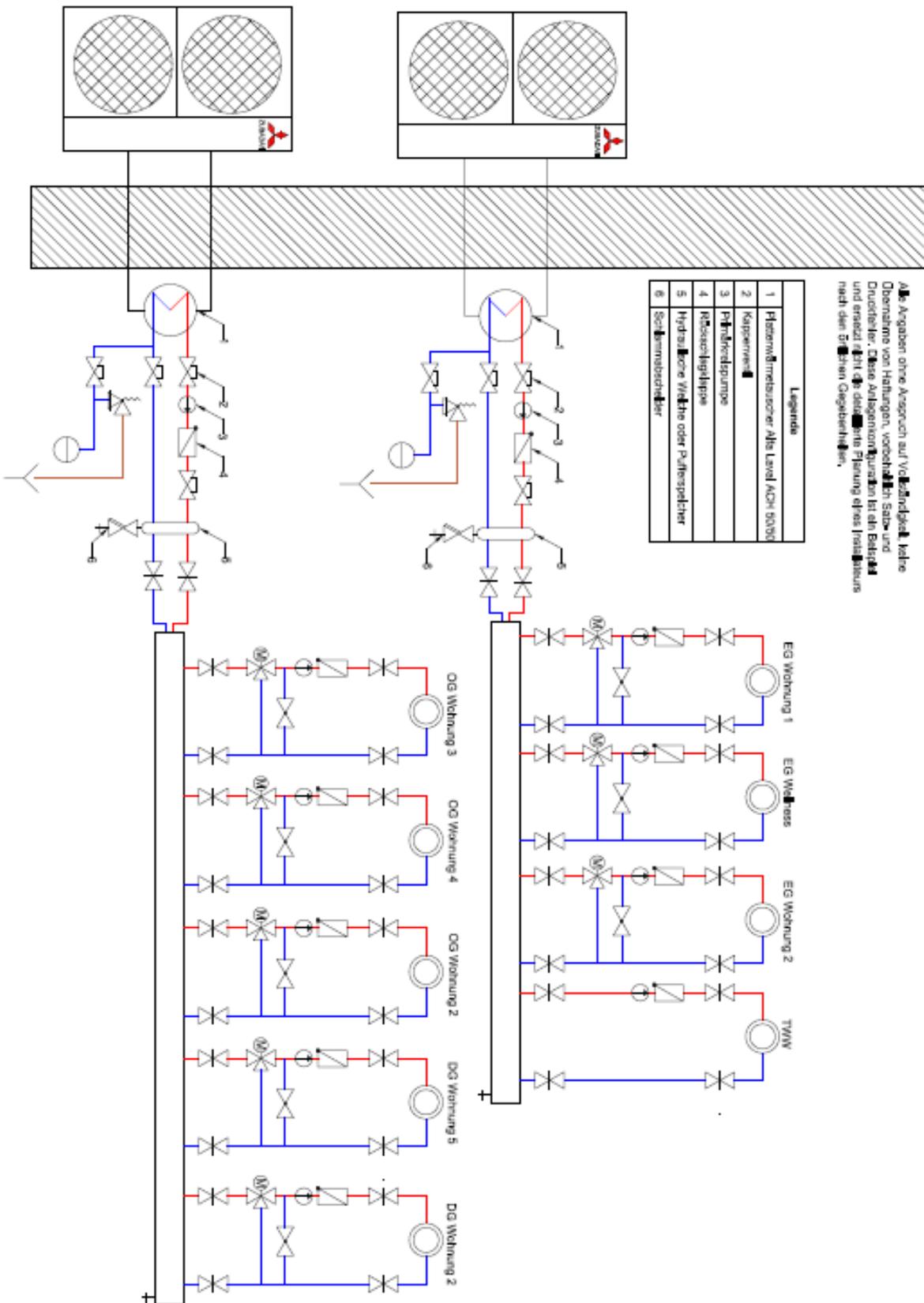
Hydraulikschema Zubadan  
**Bivalente Einbindung mit Pufferspeicher**  
 Mitsubishi Electric Europe B.V.  
 Gotthard Str. 8  
 40880 Ratingen

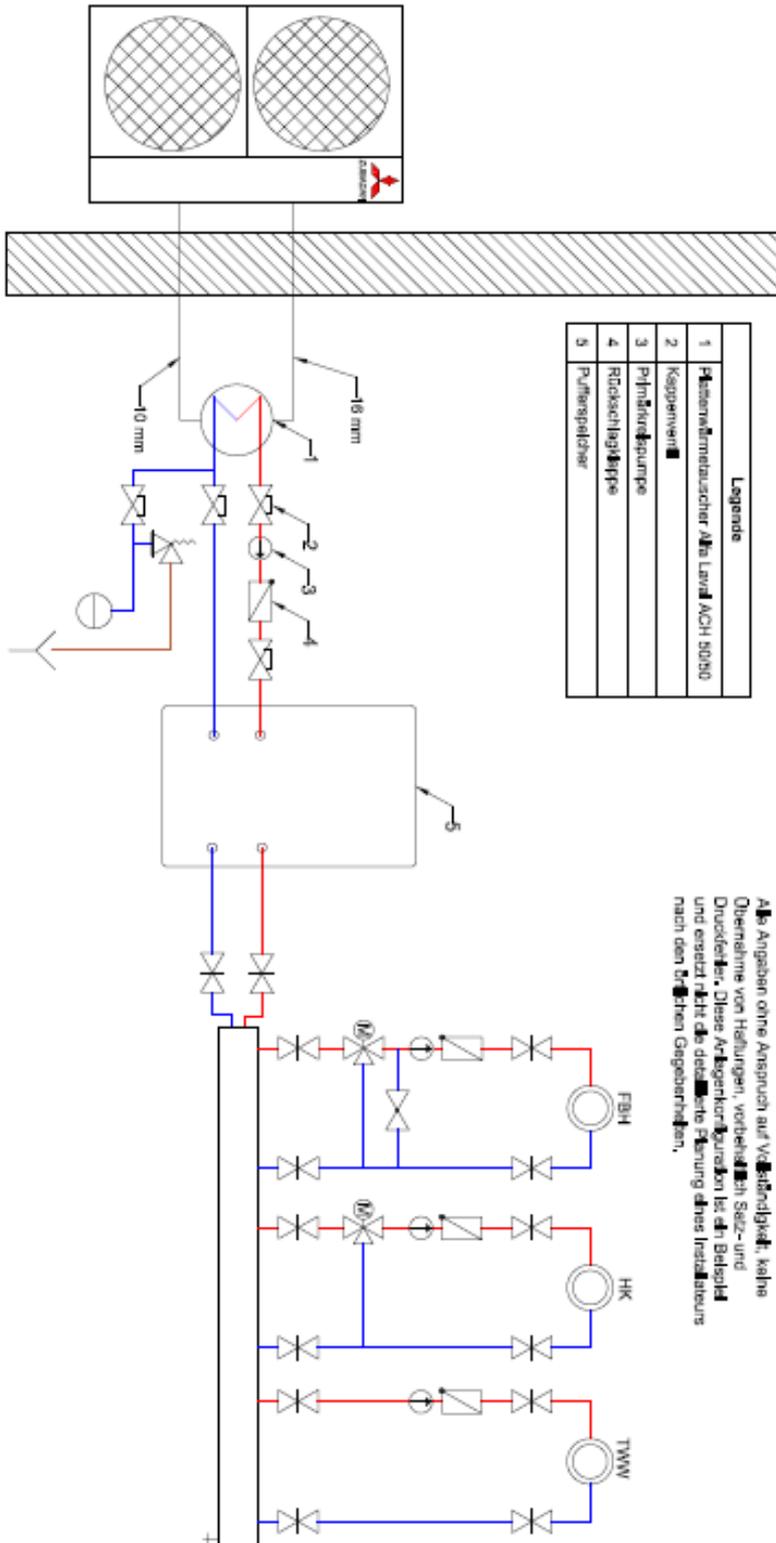


**Hydraulikschema Zubadan**

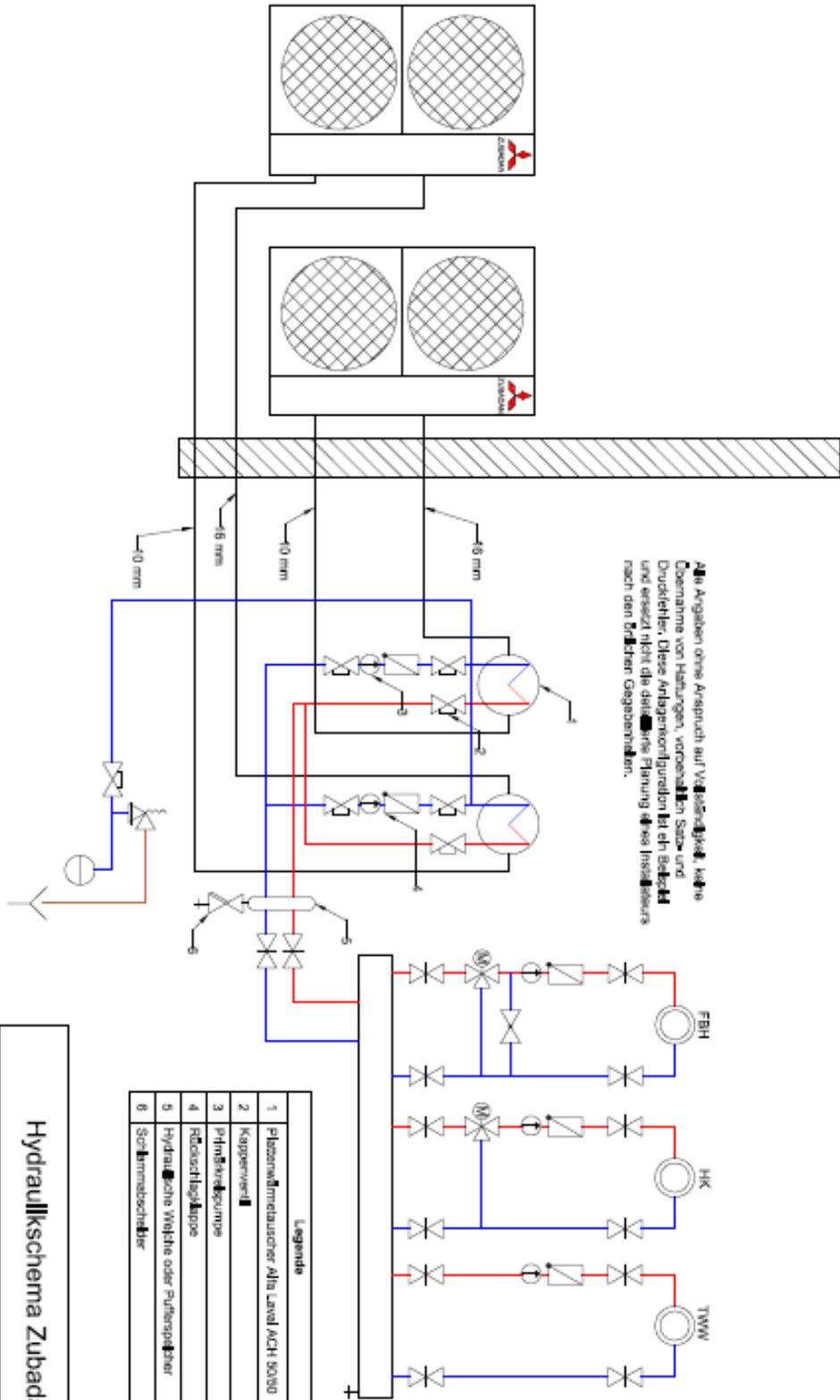
**Bivalente Einbindung mit Solarunterstützung  
und Pufferspeicher**

Mitsubishi Electric Europe B.V.  
Gothaer Str. 8  
40880 Ratingen





Hydraulikschema Zubadan  
 Einbindung mit Pufferspeicher  
 Mitsubishi Electric Europe B.V.  
 Gotthard Str. 8  
 40880 Rallingen



Hydraulikschema Zubadan
<b>Einbindung Kaskade</b>
Mitsubishi Electric Europe B.V.
Gothaer Str. 8
40880 Ratingen

## Formelsammlung

## Wärmemenge

$$Q = m \times c \times (t_2 - t_1)$$

- $Q$  = Wärmemenge Wh  
 $m$  = Wassermenge kg  
 $c$  = spezifische Wärme Wh/kgK  
 1,163 Wh/kgK  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser Temperatur °C

## Wärmeleistung

$$Q = A \times k \times \Delta\theta$$

- $Q$  = Wärmeleistung W  
 $A$  = Fläche m<sup>2</sup>  
 $k$  = Wärmedurchgangszahl W/m<sup>2</sup>K  
 $\Delta\theta$  = Temperaturdifferenz K

## k-Zahl

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

- $k$  = k-Zahl W/m<sup>2</sup>K  
 $\alpha_i$  = Wärmeübergangs-Koeffizient, innen W/m<sup>2</sup>K  
 $\alpha_a$  = Wärmeübergangs-Koeffizient, außen W/m<sup>2</sup>K  
 $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit W/mK

## Anschlussleistung

$$P = \frac{m \times c \times (t_2 - t_1)}{T \times \eta}$$

- $P$  = Anschlussleistung W  
 $m$  = Wassermenge kg  
 $c$  = spezifische Wärme Wh/kgK  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser-Temperatur °C  
 $T$  = Aufheizzeit h  
 $\eta$  = Wirkungsgrad

## Aufheizzeit T

$$T = \frac{m \times c \times (t_2 - t_1)}{P \times \eta}$$

- $T$  = Aufheizzeit h  
 $m$  = Wassermenge kg  
 $c$  = spezifische Wärme Wh/kgK  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser-Temperatur °C  
 $P$  = Anschlussleistung W  
 $\eta$  = Wirkungsgrad

## Druckverlust-Berechnung

$$\Delta p = L \times R + Z$$

- $\Delta p$  = Druckdifferenz Pa  
 $R$  = Rohr-Reibungswiderstand  
 $L$  = Rohrlänge (m)  
 $Z$  = Druckverlust der Einzelwiderstände Pa

## Einzelwiderstände

$$Z = \sum z \times \frac{\zeta}{2} \times v^2$$

- $z$  = Widerstandsbeiwert  
 $\zeta$  = Dichte  
 $v$  = Strömungsgeschwindigkeit (m/s)

Z kann nach der Summe z und der Geschwindigkeit im Rohrnetz aus Tabellen entnommen werden.

## Kanalnetz-Kennlinie

$$\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^2$$

- $\Delta p_1$  = Druckdifferenz Pa  
 $\Delta p_2$  = Druckdifferenz Pa  
 $V_1$  = Volumenstrom m<sup>3</sup>/h  
 $V_2$  = Volumenstrom m<sup>3</sup>/h

## Mischwasser-Temperatur

$$t_m = \frac{(m_1 \times t_1) + (m_2 \times t_2)}{(m_1 + m_2)}$$

- $t_m$  = Mischwasser-Temperatur °C  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser-Temperatur °C  
 $m_1$  = Kaltwassermenge kg  
 $m_2$  = Warmwassermenge kg

## Mischwassermenge

$$m_m = \frac{m_2 \times (t_2 - t_1)}{t_m - t_1}$$

- $m_m$  = Mischwassermenge kg  
 $m_1$  = Kaltwassermenge kg  
 $m_2$  = Warmwassermenge kg  
 $t_m$  = Mischwasser-Temperatur °C  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser-Temperatur °C

## Warmwassermenge

$$m_2 = \frac{m_m \times (t_m - t_1)}{t_2 - t_1}$$

- $m_m$  = Mischwassermenge kg  
 $m_1$  = Kaltwassermenge kg  
 $m_2$  = Warmwassermenge kg  
 $t_m$  = Mischwasser-Temperatur °C  
 $t_1$  = Kaltwasser-Temperatur °C  
 $t_2$  = Warmwasser-Temperatur °C

## Heizlast überschlägig nach dem Ölverbrauch

$$Q_N = B_a \times h \times H_u / b_{vH}$$

- $Q_N$  = Heizlast (kW)  
 $B_a$  = jährlicher Ölverbrauch (l) Durchschnittlicher Verbrauch der letzten fünf Jahre, abzüglich 75 Liter Öl pro Person für die Warmwasser-Erwärmung.  
 $h$  = Jahres-Nutzungsgrad (h = 0,7)  
 $H_u$  = Heizwert des Heizöls (10 kWh/l)  
 $b_{vH}$  = Vollbenutzungsstunden (Mittelwert 1800 h/a)

- $Q_N = B_a / 250$

**Glossar****Abtauen:**

Beseitigen eines Reif- oder Eisansatzes am Verdampfer der Luft | Wasser-Wärmepumpe durch Wärmezufuhr. Bei Mitsubishi Electric Wärmepumpen erfolgt die Abtauung bedarfsgerecht durch den Kältekreislauf.

**Arbeitsmedium:**

Spezieller Begriff für Kältemittel in Wärmepumpen-Anlagen.

**Bivalenztemperatur:**

Außentemperatur, ab der ein zweiter Wärmeerzeuger zugeschaltet wird.

**Expansionsventil:**

Bauteil der Wärmepumpe zwischen Verflüssiger und Verdampfer zur Absenkung des Verflüssigungsdruckes auf den der Verdampfungstemperatur entsprechenden Verdampfungsdruck. Zusätzlich regelt das Expansionsorgan die Einspritzmenge des Arbeitsmediums in Abhängigkeit von der Verdampferbelastung.

**Füllmenge:**

Die Masse des in der Wärmepumpe befindlichen Arbeitsmediums.

**Heizleistung:**

Die Heizleistung ist die von der Wärmepumpe abgegebene Nutzwärmeleistung.

**log p, h-Diagramm:**

Grafische Darstellung der thermo-dynamischen Eigenschaften von Arbeitsmedien. (Enthalpie h, Druck p).

**Jahres-Arbeitszahl:**

Quotient der Heizwärme und der Verdichter-Antriebsarbeit über einen bestimmten Zeitraum.

**Erzeuger-Aufwandszahl:**

Die Erzeuger-Aufwandszahl ist der Kehrwert Jahres-Arbeitszahl.

**Kälteleistung:**

Wärmestrom, der durch den Verdampfer einer Wärmepumpe entzogen wird.

**Kältemittel:**

Stoff mit niedriger Siedetemperatur, der in einem Kreisprozess durch Wärmeaufnahme verdampft und durch Wärmeabgabe wieder verflüssigt wird.

**Kompaktgerät:**

Die Verbindung zwischen dem Außengerät und dem Heizungsnetz wird mit wasserführenden Rohrleitungen ausgeführt. Der Wärmetauscher befindet sich im Außengerät.

**Kreisprozess:**

Sich ständig wiederholende Zustandsänderungen eines Arbeitsmediums durch Zufuhr und Abgabe von Energie in einem geschlossenen System.

**Leistungszahl:**

Quotient aus Heizleistung und Verdichter Antriebsleistung. Die Leistungszahl kann nur als Momentanwert bei einem definitiven Betriebszustand angegeben werden. Da die Heizleistung stets größer ist als die Verdichter Antriebsleistung, ist die Leistungszahl immer  $> 1$ .  
Formelzeichen:  $\epsilon$

**Nennaufnahme (Verdichter):**

Die im Dauerbetrieb unter definierten Bedingungen maximal mögliche elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe. Sie ist nur für die elektrische Installation an das Versorgungsnetz maßgebend und wird vom Hersteller auf dem Leistungsschild angegeben.

**Nutzungsgrad:**

Quotient aus genutzter und dafür aufgewendeter Arbeit bzw. Wärme.

**Splitgerät:**

Die Verbindung zwischen dem Außengerät und dem Wärmetauscher nach innen wird mit Kältemittelleitungen ausgeführt. Der Wärmetauscher befindet sich im Haus.

**Verdampfer:**

Wärmeaustauscher einer Wärmepumpe, in dem ein Wärmestrom durch Verdampfen eines Arbeitsmediums der Wärmequelle entzogen wird.

**Verdichter:**

Maschine zur mechanischen Förderung und Verdichtung von Dämpfen und Gasen. Unterscheidung nach Bauarten.

**Verflüssiger:**

Wärmeaustauscher einer Wärmepumpe, in dem ein Wärmestrom durch Verflüssigung eines Arbeitsmediums an den Wärmeträger abgegeben wird.

**Wärmepumpe:**

Maschine, die einen Wärmestrom bei niedriger Temperatur aufnimmt (kalte Seite) und mittels Energiezufuhr bei höherer Temperatur wieder abgibt (warme Seite). Bei Nutzung der „kalten Seite“ spricht man von Kältemaschinen, bei Nutzung der „warmen Seite“ von Wärmepumpen.

**Wärmepumpen-Anlage:**

Gesamtanlage, bestehend aus der Wärmequellen-Anlage und der Wärmepumpen-Anlage.

**Wärmepumpen-Kompaktgerät:**

Der Wärmetauscher befindet sich im Außengerät. Verbindung vom Außengerät in das

Haus erfolgt durch Wasserleitungen. Hermetischgeschlossener Kältekreislauf.

**Wärmepumpen-Splitgerät:**

Der Wärmetauscher befindet sich im Gebäude. Verbindung vom Außengerät in das Haus erfolgt durch Kältemittelleitungen.

**Wärmequelle:**

Medium, dem mit der Wärmepumpe Wärme entzogen wird.

**Wärmenutzungs-Anlage:**

Einrichtung zur Wärmeabgabe an das Heizsystem.

**Wärmequellen-Anlage:**

Einrichtung zum Entzug der Wärme aus einer Wärmequelle und dem Transport des Wärmeträgers zwischen Wärmequelle und „kalter Seite“ der Wärmepumpe einschließlich aller Zusatzeinrichtungen.

**Wärmeträger:**

Flüssiges oder gasförmiges Medium (z.B. Wasser oder Luft), mit dem Wärme transportiert wird.

**Zusatzenergie:**

Energie, die zum Betrieb von Zusatzeinrichtungen notwendig ist.

**Sperrzeiten:**

Nach dem Bundesnetztarif kann die Wärmepumpe für 3 x 2 Stunden am Tag durch das Elektro-Versorgungs-

Unternehmen gesperrt werden.

**Invertertechnologie:**

Alle Luft | Wasser Wärmepumpen von Mitsubishi Electric arbeiten mit der Invertertechnologie. Das bedeutet, dass die Verdichterleistung immer der momentanen Heizlastanforderung angepasst wird.

## Vorschriften und Richtlinien

## Heizanlagen - Wasserseitige Korrosion

### DIN-Blätter:

- DIN EN 12831 Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast.
- DIN 4108 Wärmeschutz und Energie- Einsparung in Gebäuden.
- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau.
- DIN 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung.

### VDI-Richtlinien:

- VDI 2067 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen.
- VDI 2068 Mess-, Überwachungs- und Regelgeräte in heizungstechnischen Anlagen mit Wasser als Wärmeträger.
- VDI 2715 Lärminderung an Warm und Heißwasser- Heizungsanlagen
- VDI 4650 (Blatt 1) Berechnung von Wärmepumpen. Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresaufwandszahlen von Wärmepumpenanlagen.
- VDI 2078 Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume.
- VDI 2035 Vermeidung von Schäden in Warmwasser

### Wasserseitige

### Bestimmungen:

- DIN EN 806 Technische Regeln für Trinkwasser- Installationen.
- DIN 4708-1 Zentrale Wassererwärmungsanlagen
- Teil 1: Begriffe und Berechnungsgrundlagen.
- DIN EN 378 Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen.
- DIN EN 14511-1 bis 4 Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumheizung und - kühlung
- Teil 1: Begriffe, Teil 2: Prüfbedingungen, Teil 3: Prüfverfahren, Teil 4: Anforderungen.
- DIN EN 12828 Heizungssysteme in Gebäuden– Planung von Warmwasser- Heizungsanlagen.
- TRD 721 Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung; Sicherheitsventile für Dampfkessel der Gruppe II.

- DVGW Arbeitsblatt W 501 Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasser- leitungsanlagen - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser- Installationen.

### Elektroseitige

### Bestimmungen:

- VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstrom-Anlagen bis 1000 V.
- VDE 0105 Bestimmungen für den Betrieb von Starkstrom- Anlagen.
- VDE 0700 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke.

### **Zusätzliche Normen und Vorschriften für bivalente**

**Wärmepumpen-Anlagen:**  
Folgende Normen, Vorschriften und Verordnungen sind bei der Installation einer Zusatzheizung mit festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen zu beachten:

### **Feuerungsverordnung:**

- Feu Vo Teil II, § 4, Abs. 2, Abs. 4
- DIN EN 267  
Ölfeuerungsanlagen – Technische Regel Ölfeuerungsinstallation (TRÖ) - Prüfung.

### **Sicherheitstechnische Grundsätze:**

- DIN 4787  
Ölzerstäubungsbrenner; Begriffe, Sicherheitstechnische Anforderungen; Prüfung, Kennzeichnung.
- DIN 18160-1;  
Abgasanlagen.
- DIN 18381 VOB  
Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden.

### **DVGW-Richtlinien (DVGW-Arbeitsblätter):**

- TRF 1996 Technische Regeln für Flüssiggas.
- G 430 Richtlinie für die Aufstellung und den Betrieb von Niederdruck-Gasbehältern.
- G 600 Technische Regeln für Gasinstallation.
- G 626 Technische Regeln für die mechanische Abführung von Abgasen für raumluftabhängige Gasfeuerstätten in Abgas- bzw. Zentralentlüftungsanlagen.
- G 666 Richtlinien für die Zusammenarbeit zwischen den Gasversorgungsunternehmen und den Vertragsinstallationsunternehmen.