



Planungshilfe Wärmepumpentechnik



Wärme für
die Zukunft

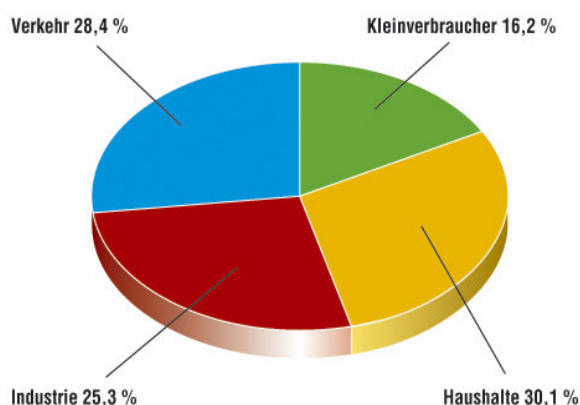
Ludger Pollmann
Brinkstr.81
46348 Raesfeld
www.Euronom.eu
lupollmann@web.de

Inhaltsverzeichnis

- 1.1 Wärmepumpen schonen die Umwelt und den Geldbeutel
- 1.2 Funktion der Wärmepumpe
- 1.3 Arbeitsweise der Wärmepumpe
- 1.4 Begriffe im Umgang mit der Wärmepumpe
- 1.5 Wärmequellen für eine Wärmepumpe
- 1.6 Betriebsarten
- 1.7 Dimensionierung von Wärmepumpen im Bestand
 - 1.71 Auslegung der Wärmepumpen nach den Daten des Gebäudes
 - 1.72 Zusatzheizleistungen bei Wärmepumpen EVU Sperrzeiten
 - 1.73 Zusatzheizleistungen bei Wärmepumpen für die Warmwasseraufbereitung
- 1.8 Ermittlung der Vorlauftemperaturen
- 1.9 Ermittlung der Heizleistung der Radiatoren
 - 1.91 Austausch von Heizkörpern im Gebäudebestand
- 2.0 Auslegung einer Luft –
 - Wasser –Wärmepumpe
- 2.1 Auswahl der Wärmepumpe
 - und Bivalenzpunkt ermitteln
- 2.21 Auswahl der Sole –
 - Wasser - Wärmepumpen und Wasser - Wärmepumpen bei 35°C Vorlauf.
- 2.22 Auswahl der Sole –
 - Wasser - Wärmepumpen und Wasser - Wärmepumpen bei 50°C Vorlauf.

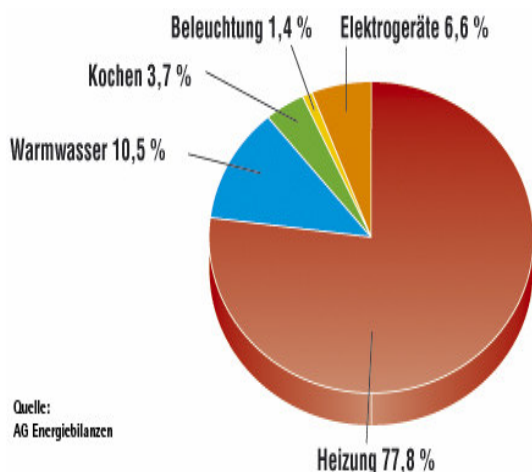
1.1 Wärmepumpen schonen die Umwelt und die Geldbörse

Der Energieverbrauch in deutschen Haushalten beträgt zurzeit 30% des gesamten Verbrauchs. Durch die Wärmepumpe kann ein großer Teil der Primärenergie eingespart werden.



Quelle BWP
Bild 1

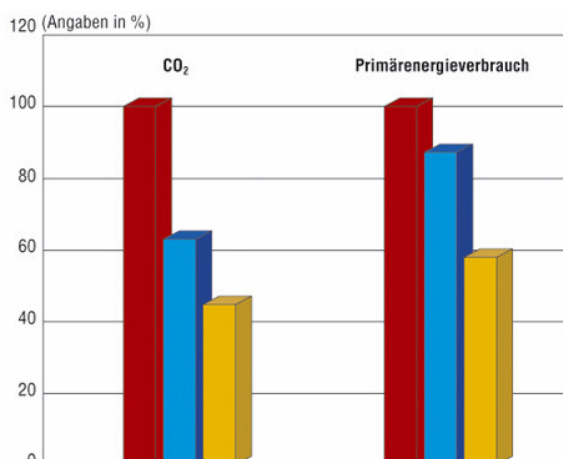
Der Anteil für die Raumheizung im Privathaushalt beträgt etwa 78% des gesamten Verbrauchs im Haushalt. Die Raumheizung die mit fossilen Energieträgern betrieben wird, trägt zu einem großen Teil zum Schadstoff - ausstoß bei, weil keine aufwändigen Abgasreinigungsanlagen wie sie im Kraftwerk verwendet werden, eingebaut sind.



Quelle:
AG Energiebilanzen

Änderungen vorbehalten

In Zukunft wird ein großer Teil der Energie durch regenerative Energie - systeme abgedeckt werden. Viele regenerative Energien speisen ins Stromnetz ein. Dadurch dass in Zukunft auch die Nachspeicherheizungen (Verbraucher) zu einem großen Teil durch andere Heizungssysteme ersetzt werden, ist die Wärmepumpe ein guter Ersatz für das Stromnetz. Durch die Wärmepumpen wird dem Stromnetz eine gleichmäßige Belastung geboten und kann in Spitzenzeiten (Spitzenlast) abgeschaltet werden.



Zentralheizung: Öl Gas-Brennwert
 monovalente Elektrowärmepumpe
Basis: Anlagen neuester Technik Jahresarbeitszahl 4

Quelle BWP
Bild 3

Auch beim Umweltschutz im Bereich Co² und Primärenergieverbrauch ist die Wärmepumpe ein sehr gutes Heizungssystem.

Quelle BWP
Bild 2

1.2 Funktion der Wärmepumpe

Die Wärmepumpe nutzt kostenlose Umweltwärme.

Sie nutzt die gespeicherte Sonnenenergie (Wärme) aus der Luft, dem Erdreich und dem Grundwasser.

Die Wärmepumpe funktioniert nach dem Prinzip des Kühlschranks nur in umgekehrter Funktion.

Damit die Wärmepumpe funktioniert, müssen wir eine gewisse Menge

Antriebsenergie z.B. Strom hineinstecken. Das Verhältnis ist bei der Wärmepumpe Luft - Wasser ca. 1 zu 3 und bei Wärmepumpen Erdreich ca. 1 zu 4.

Das heißt wir benötigen bei einer Erdwärmepumpe ca. 1 Teil Strom und bekommen 4 Teile Wärmeenergie heraus. Diese Angaben beziehen sich auf eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe.

Die Wärmepumpe besteht aus Hauptbestandteilen:

1. Der Verdichter
2. Das Expansionsventil oder Drosselventil
3. Der Verdampfer
4. Der Kondensator

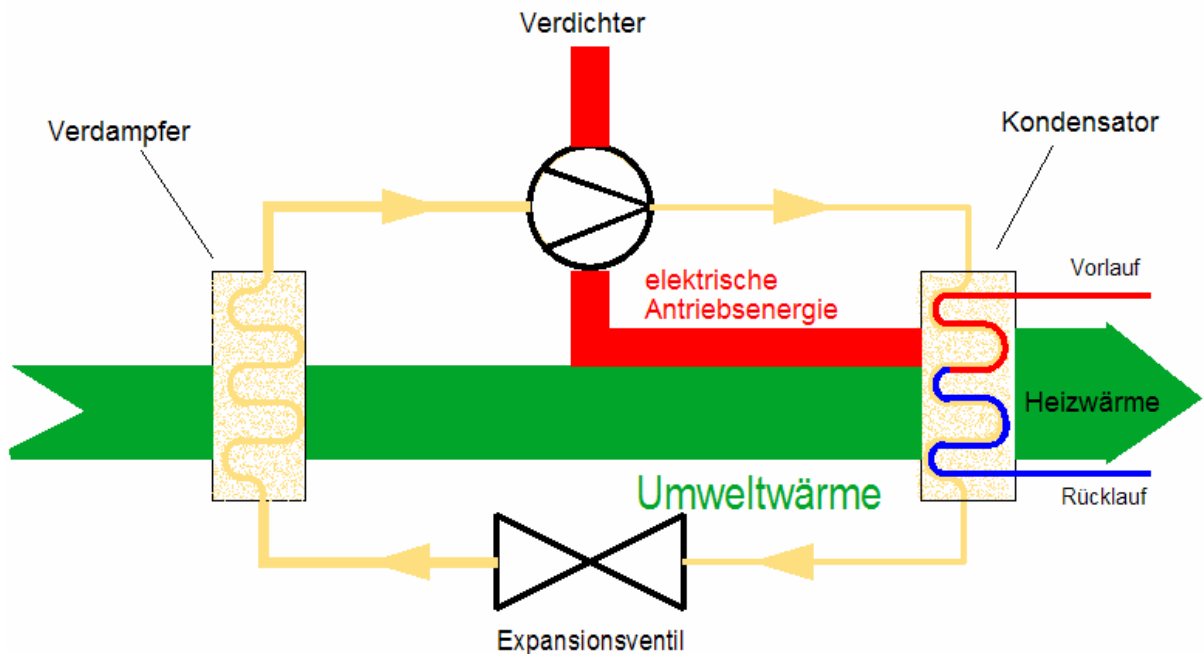


Bild 4

1.3 Arbeitsweise der Wärmepumpe

Im Kältekreis zirkuliert ein FCKW freies Arbeitsmittel mit einem extrem niedrigen Siedepunkt. Im Verdampfer wird dem Arbeitsmittel Umweltwärme durch Luft Erdreich oder Wasser zugeführt. Das Kältemittel wechselt vom flüssigen in den gasförmigen Zustand. Im Verdichter wird es dann auf einen hohen Druck und somit auch auf ein hohes Temperaturniveau gebracht. Der Verdichter benötigt elektrischen Strom. Erdwärmepumpen ca. 25% und Luft –Wasser – Wärmepumpen ca. 33% der gesamten

abgegebenen Wärmeenergie. Im Kondensator (Verflüssiger) wird die Umweltwärme und die Antriebsenergie vom Verdichter an den Heizkreislauf und die Brauchwasseraufbereitung abgegeben. Dadurch erfolgt eine Abkühlung und somit eine Verflüssigung des Kältemittels. Im Expansionsventil wird das Kältemittel von einem hohen Druck auf der Verflüssigerseite auf einen geringen Druck auf der Verdampferseite gebracht. Gleichzeitig kühlt das Kältemittel stark herunter.

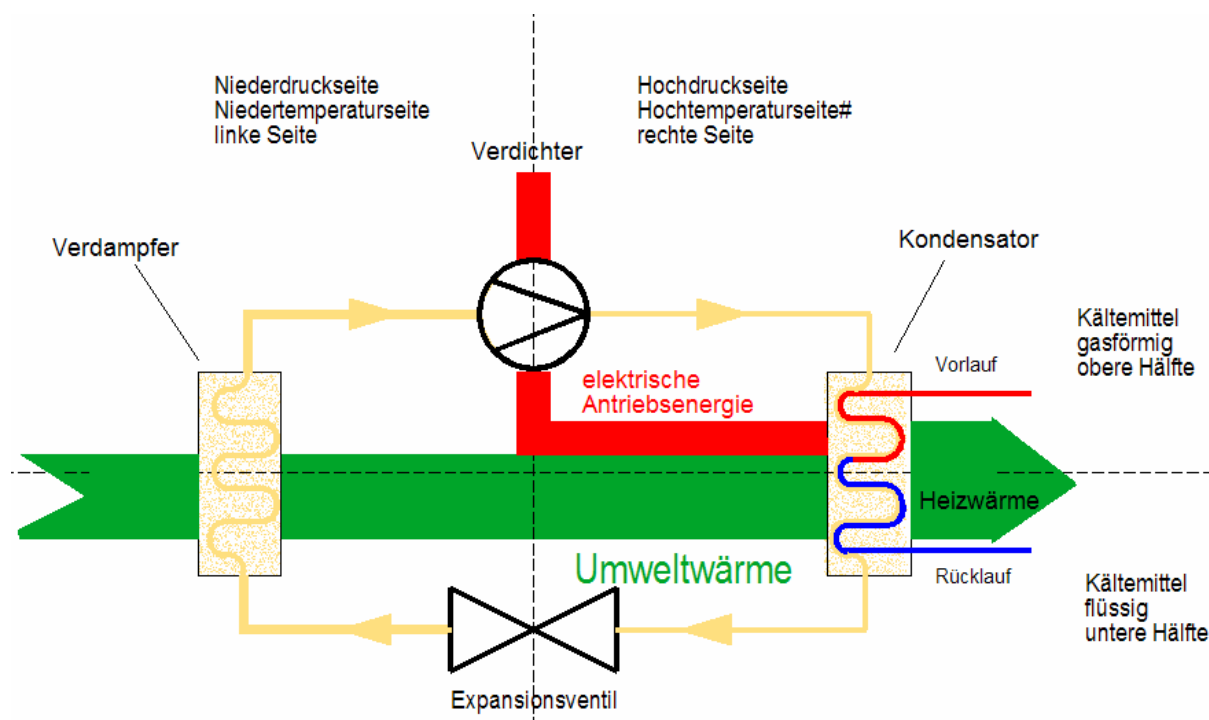


Bild 5

Die linke Seite des Prinzipbildes (5) ist die Niederdruckseite und die Seite der tiefen Temperaturen.

Die rechte Seite des Prinzipbildes (5) ist die Hochdruckseite und die Seite der hohen Temperaturen.

In der unteren Hälfte des Prinzipbildes (5) ist das Kältemittel flüssig.

In der oberen Hälfte des Prinzipbildes (5) ist das Kältemittel gasförmig.

1.4 Begriffe im Umgang mit der Wärmepumpe

Abtauung

In Verbindung mit Luft- Wasser Wärmepumpen wird der Verdampfer nach einer gewissen Zeit durch ein Umkehrverfahren im Kältekreislauf abgetaut.

Leistungszahl

Die Leistungszahl ist das Verhältnis von nutzbarer Wärmeleistung zur aufgenommenen elektrischen Antriebsleistung des Kompressors. ϵ (epsilon)

COP = Coefficient of Performance

QWP = Abgegebene Wärmeleistung

PeL = Elektrische Leistungsaufnahme

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{WP}}}{P_{\text{el.}}} = \frac{9,96\text{KW}}{2,16\text{KW}} 4,61$$

Die Werte werden bei einem bestimmten Arbeitspunkt gemessen bei z. B. B 0 / W35 = Brine (Sole) = 0°C / Wasser = 35°C

Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl β (beta) der Wärmepumpenanlage ist der Quotient der von der Wärmepumpenanlage abgegebenen Jahresnutzwärme und der gesamten von der Wärmepumpenanlage aufgenommenen elektrischen Jahresarbeit. Bei der Jahresarbeitszahl werden auch die Hilfsaggregate wie Sole und Heizungsumwälzpumpe mit einbezogen.

$$\beta = \frac{Q_{\text{WP/a}}}{P_{\text{el./a}}} = \frac{16000\text{KWh}}{3800\text{KWh}} 4,2$$

Pufferspeicher

Der Pufferspeicher ist ein Behältnis mit Heizungswasser. Der Pufferspeicher hat zum einen die Aufgabe der hydraulischen Trennung zwischen Heizung und Beladung des Puffers. Denn die Volumenströme der Heizung und die Beladung des Pufferspeichers sind nur in seltenen Fällen gleich. Zum 2. soll der

Pufferspeicher als Laufzeitverlängerung dienen damit die Wärmepumpe sich nicht ständig „EIN bzw. AUS“ schaltet. Außerdem kann der Pufferspeicher je nach Hydraulik den Wirkungsgrad verbessern. Bei einer Luft – Wasser – Wärmepumpe ist der Pufferspeicher dringend erforderlich, damit sich die WP während des Abtauvorganges am Verdampfer Abtauenergie aus dem Speicher entnehmen kann.

EVU Sperrzeiten

Der Energieversorger kann zu bestimmten die Wärmepumpe abschalten. Das wird in der Regel in der Spitzenlastzeit z.B. am Mittag oder am Abend wenn im Haushalt sehr viel Strom verbraucht wird vorgenommen. Dafür wird der Strompreis um ca. 30% reduziert. Die Abschaltungen werden in der Regel nicht von den Personen wahrgenommen, da der Fußboden und die Wände sehr viel Wärme speichern können.

Bivalenzpunkt

Der Bivalenzpunkt ist der Punkt ab der der zusätzliche Wärmeerzeuger zugeschaltet wird.

Monoenergetisch

Die monoenergetische Betriebsweise bedeutet dass ein Energielieferant genutzt wird. Das ist z.B. bei einer Luft – Wasser – Wärmepumpe Strom für die Wärmepumpe und zusätzlich für den Elektroheizstab unterhalb des Bivalenzpunktes.

Kälteleistung

Die Kälteleistung ist die Leistung die von dem Verdampfer der Wärmepumpe von der Umwelt aufgenommen wird. Z.B. bei einer Sole – Wasser – Wärmepumpe die Leistung

aus den Sondenbohrungen.

QK = Kälteleistung

QWP = Wärmeleistung der Wärmep.

Pel. = Elektrische Leistungsaufnahme

$QK = QWP - Pel.$

$QK = 9,95KW - 2,16KW = 8,00 KW$

Kältemittel

Als Kältemittel bezeichnet man das Arbeitsmittel im geschlossenen Kältekreislauf. Es ist bei den Euronom Maschinen 407C und 404 A.

Wärmeträger

Das Medium womit die Wärme transportiert wird.

Soleflüssigkeit

Die Soleflüssigkeit ist bei einer Sole - Wasser - Wärmepumpe das Frostschutzgemisch mit denen Erdwärmekollektoren befüllt werden.

Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel ist eine spezifische Kenngröße für die abgegebene akustische Leistung der Wärmepumpe.

Wärmequelle

Die Wärmequelle ist das Medium woraus die Umweltwärme entzogen wird.

Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel ist eine vom Messstandort und Messabstand abhängige Größe.

1.5 Wärmequellen für eine Wärmepumpe

Die Wärmequellen können aus unterschiedlichen Umweltenergien kommen. Das kann z. B. sein: Erdreich vertikal (Tiefenbohrung), Erdreich horizontal (Flächenkollektor), Außenluft, und Prozesswärme.

Außenluft

Die Wärmequelle Luft steht in sehr großer Menge zur Verfügung. Die Wärme aus der Luft ist reine Sonnenenergie. Die Wärmepumpen von Euronom haben die Möglichkeit bis zu einer Außentemperatur von – 25°C Wärme aus der Außenluft zu nehmen. Luft ist eine sehr preiswerte Wärmequelle. Die Luft Wasser Wärmepumpe wird in Zukunft im

Gebäudebestand eine große Rolle spielen, da diese Variante eine preiswerte und mit relativ wenig

Aufwand zu realisierende Option darstellt.

Erdreich Vertikal (Tiefenbohrung)

Das Erdreich ist ein optimaler Wärmespeicher. Die Tiefenbohrung nutzt die Sonneneinstrahlung und das

Regenwasser. Die Tiefenbohrung hat relativ gleichbleibende Temperaturen. Bei der Tiefenbohrung ist der Platzbedarf sehr gering. Der Kreislauf ist ein geschlossenes System und mit einem Frostschutzgemisch gefüllt.

Erdreich horizontal (Flächenkollektor)

Der Flächenkollektor nutzt die Sonneneinstrahlung und das Regenwasser. Der Kollektor wird in einer Tiefe zwischen 1,1 – 1,5 m verlegt. Der Flächenkollektor ist eine preiswerte Wärmequelle die aber mehr Flächenbedarf benötigt. Der Kreislauf ist ein geschlossenes System und mit

einem Frostschutzgemisch gefüllt. Bei einem Effektivkollektor (Kapillarrohrsystem) benötigt man eine Fläche von 14m² / KW Heizleistung.

Grundwasser

Die Wärmequelle Wasser ist mit 10 – 13 °C Wärmequellentemperatur die effizienteste Wärmequelle. Wasser wird aus einem Förderbrunnen gepumpt dem Wasser Wärme entzogen (in der Regel 2 – 3K) und anschließend einem Schluckbrunnen zugeführt in dem das Wasser versickert.

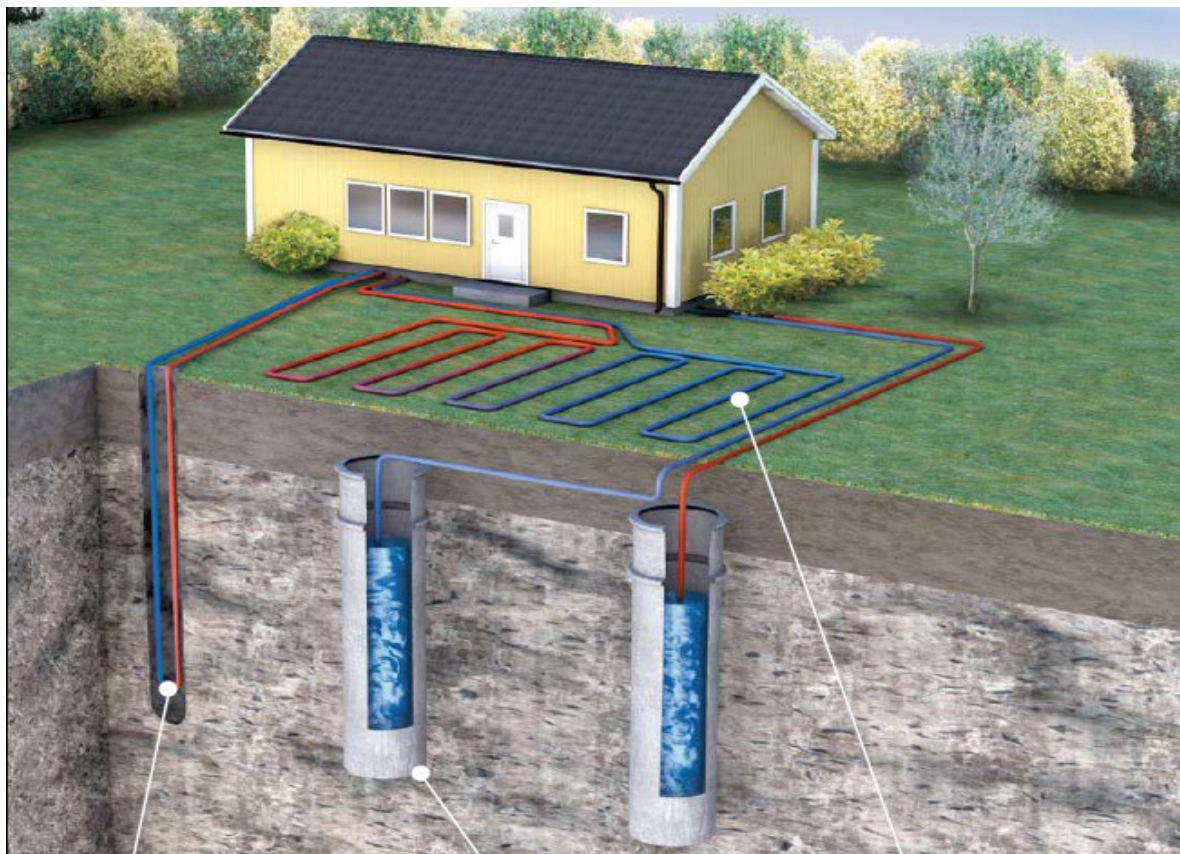


Bild6 Erdsonde Grundwasserkollektor Flächenkollektor

Prozesswärme

Neben den vorher besprochenen Wärmequellen gibt es die Prozesswärme die an sehr vielen Stellen ungenutzt bleibt. Durch den stetigen Anstieg der Energiepreise, wird diese Wärmequelle immer interessanter. Überall wo durch Kühl und Gefrierkombinationen Abwärme erzeugt wird,

kann davon ein sehr großer Teil zurück gewonnen werden. Außerdem im produzierenden Gewerbe gibt es sehr viele Maschinen die Abwärme produzieren und die ungenutzt in die Umwelt entweichen.

1.6 Betriebsarten der Wärmepumpe

Monovalent

Bei der Betriebsart monovalent gibt es nur einen Wärmeerzeuger. Der komplette Wärmebedarf wird über die Wärmepumpe abgedeckt. Das ist ein typischer Einsatzfall für eine Sole – Wasser- Wärmepumpe-

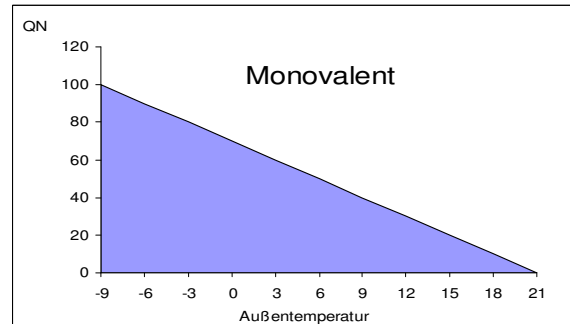


Bild7

Bivalent - alternativ

Bei der Betriebsart bivalent alternativ wird bis zu einer festgelegten Temperatur die Wärme von der Wärmepumpe abgedeckt, darüber hinaus wird der zusätzliche Wärmeerzeuger die komplette Heizlast übernehmen. Diese Variante wird nicht mehr oder nur selten angewandt, da die heutigen Wärmepumpen weit in den Minusbereich der Außentemperaturen arbeiten.

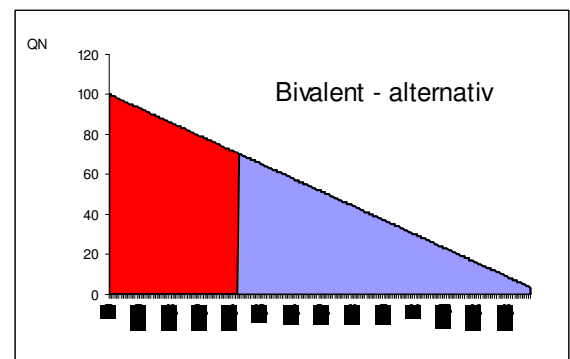


Bild 8

Bivalent - teilparallel

Bei der Betriebsart bivalent alternativ wird bis zu einer festgelegten Temperatur die Wärme von der Wärmepumpe abgedeckt, darüber hinaus wird der zusätzliche Wärmeerzeuger zugeschaltet. Ab einer weiteren Temperaturdifferenz wird die Heizlast komplett vom 2. Wärmeerzeuger übernommen. Diese Variante wird nicht mehr oder nur selten angewandt, da die heutigen Wärmepumpen weit in den Minusbereich der Außentemperaturen arbeiten.

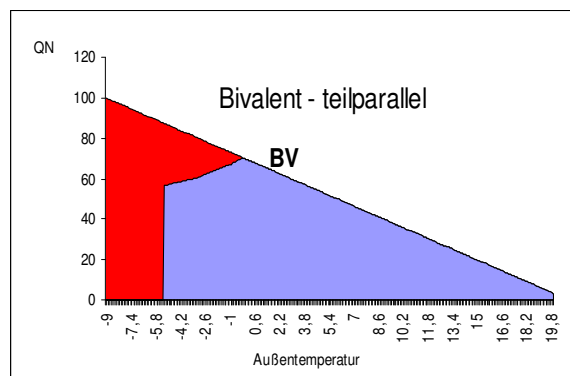


Bild9

Biavalent - parallel

Bei der Betriebsart bivalent parallel wird bis zu einer festgelegten Temperatur die Wärme von der Wärmepumpe abgedeckt, darüber hinaus wird der zusätzliche Wärmeerzeuger zugeschaltet. Ab dieser Temperatur arbeiten die Wärmeerzeuger parallel. Die Heizlast wird von beiden Wärmeerzeugern übernommen. Diese Variante wird heute als gängig im Bereich Luft – Wasser – Wärmepumpen angewandt.

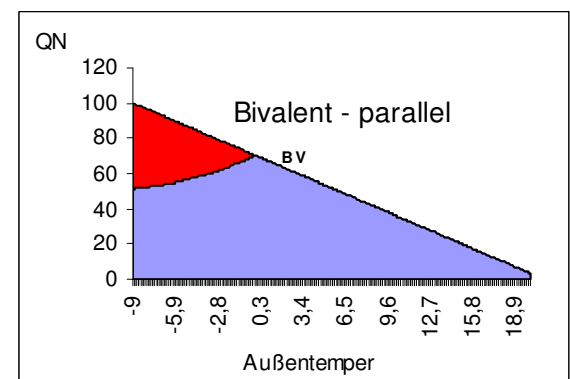


Bild 10

1.7 Dimensionierung von Wärmepumpen in bestehenden Gebäuden und in der Sanierung

Im Gebäudebestand besteht sehr häufig keine Heizlastberechnung. Das vorhandene Heizsystem ist in der Regel überdimensioniert und somit kein Maß für die Auslegung. Durch einen Energieberater, Ingenieurbüro oder ein Installateur kann eine Heizlastberechnung nach DIN 12831 erstellt werden. Da für die Angebotserstellung keine großen Kosten entstehen sollten, gibt es nachstehend aufgeführt eine einfache Formel die angewandt werden kann.

Diese Formel setzt sich unter folgenden Voraussetzungen zusammen:

Die Heizungsanlage läuft ca. 2000h / a
1 Liter Öl entspricht ca. 10KWh
Gesamtwirkungsgrad der Anlage 80%

z.B. 2500L Heizöl Verbrauch pro Jahr

$$QN \frac{\text{Ölverbrauch(L/a)}}{250(\text{L/a KW})} \text{ (KW)}$$

$$QN \frac{10\text{KWh/Lx}2500\text{Lx}0,8}{2000\text{h}} 10\text{KW}$$

Das ergibt eine Heizleistung von 10 KW.

z. B. 2500m³ Erdgas Verbrauch pro Jahr

Die Heizungsanlage läuft ca. 2000h / a
1 m³ Erdgas entspricht ca. 11KWh
Gesamtwirkungsgrad der Anlage ca. 80%

$$QN \frac{\text{Gasverbrauch(m}^3\text{/a)}}{230(\text{m}^3\text{/a KW})} \text{ (KW)}$$

$$QN \frac{11\text{KWh/m}^3\text{x}2500\text{m}^3\text{x}0,8}{2000\text{h}} 11\text{KW}$$

Bei Flüssiggas sieht es etwas anders aus.

Die Heizungsanlage läuft ca. 2000h / a
1 Lm³ Gas entspricht ca. 6KWh
Gesamtwirkungsgrad der Anlage ca. 80%

z.B. 2500L Flüssiggas Verbrauch pro Jahr

$$QN \frac{\text{Gasverbrauch(L/a)}}{400(\text{L/a KW})} \text{ (KW)}$$

$$QN \frac{6\text{KWh/Lx}2500\text{Lx}0,8}{2000\text{h}} 6\text{KW}$$

Diese Berechnung kann genauer sein wie eine Heizlastberechnung da die Benutzergewohnheiten bereits in dieser Rechnung einbezogen sind. Derjenige der das Objekt seit mehreren Jahren bewohnt und auch in Zukunft bewohnen wird, ändert seine Benutzergewohnheiten nicht weil er ein neues Heizsystem bekommt.

In Gebäuden die vermietet werden und wo mehrmals die Mietparteien wechseln, ist die Heizlastberechnung die bessere Auslegung, da sie unabhängig von den Benutzer - gewohnheiten angelegt wird.

1.71 Auslegung der Wärmepumpen nach den Daten des Gebäudes

Bei der nachstehend aufgeführten Tabelle lässt sich eine grobe Ermittlung der Heizlast ermitteln wenn zwischendurch keine Sanierungen durchgeführt wurden.

	1958	1958-1968	1969-1973	1974-1977	1978-1982	1983-1994	1995-2002	Heute
Bauart des Gebäudes	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Einfamilienhaus freistehend	180	170	150	115	95	75	60	40 - 45
Reihenendhaus	160	150	130	110	90	70	55	35
Reihenhaus	140	130	120	100	85	65	50	30
Mehrfamilienhaus	125	115	105	75	65	60	45	25-30

1.72 Zusatzheizleistungen bei Wärmepumpen mit EVU Sperrzeiten

Ein großer Teil der Energieversorger haben einen Sondertarif für Wärmepumpen, der in der Regel von den Kosten 30% unter dem normalen Tarif liegt. Dafür hält sich der Energieversorger vor, zwischenzeitlich in Stromspitzenzeiten die Wärmepumpen abzuschalten. Das kann bis zu 3 x 2 Stunden sein. Damit Sie auch in diese Zeit genügend Wärme haben, wird die Wärmepumpe

mit dem unten aufgeführten Faktor größer ausgelegt. Der Faktor beträgt:

Sperrzeit	Erweiterungsfaktor
2 h	1,1
4 h	1,2
6 h	1,3

1.73 Zusatzheizleistungen bei Wärmepumpen für die Warmwasseraufbereitung

Wenn die Auslegung der Wärmepumpe nicht über die Verbrauchswerte ermittelt wurde, sind 0,2KW / Person zu Grunde zulegen.

1.8 Ermittlung und Bestimmung der benötigten Vorlauftemperatur

In bestehenden Heizungsanlagen (ÖL oder Gas) sind die Einstellungen oft sehr hoch und für eine Wärmepumpe unrealisierbar. Jedoch werden in den wenigsten Fällen diese Temperaturen benötigt. Aus Erfahrungen heraus, sind 95% aller Anlagen in der Lage mit einer Wärmepumpe zu arbeiten ohne ein Heizkörper auszutauschen.

Durch herabsenken der Heizkurve lässt sich die Vorlauftemperatur ermitteln.

In der Heizperiode die Thermostatventile an den Heizkörpern ganz aufstellen. Die Temperatur am Heizkessel solange absenken bis die die gewünschte Raumtemperatur (20 – 22°C) ansteht. Unter zu Hilfenahme eines Heizkurvendiagramms kann die entsprechende Vorlauftemperatur bei z.B. -12°C abgelesen werden.

HEIZKURVENDIAGRAMM

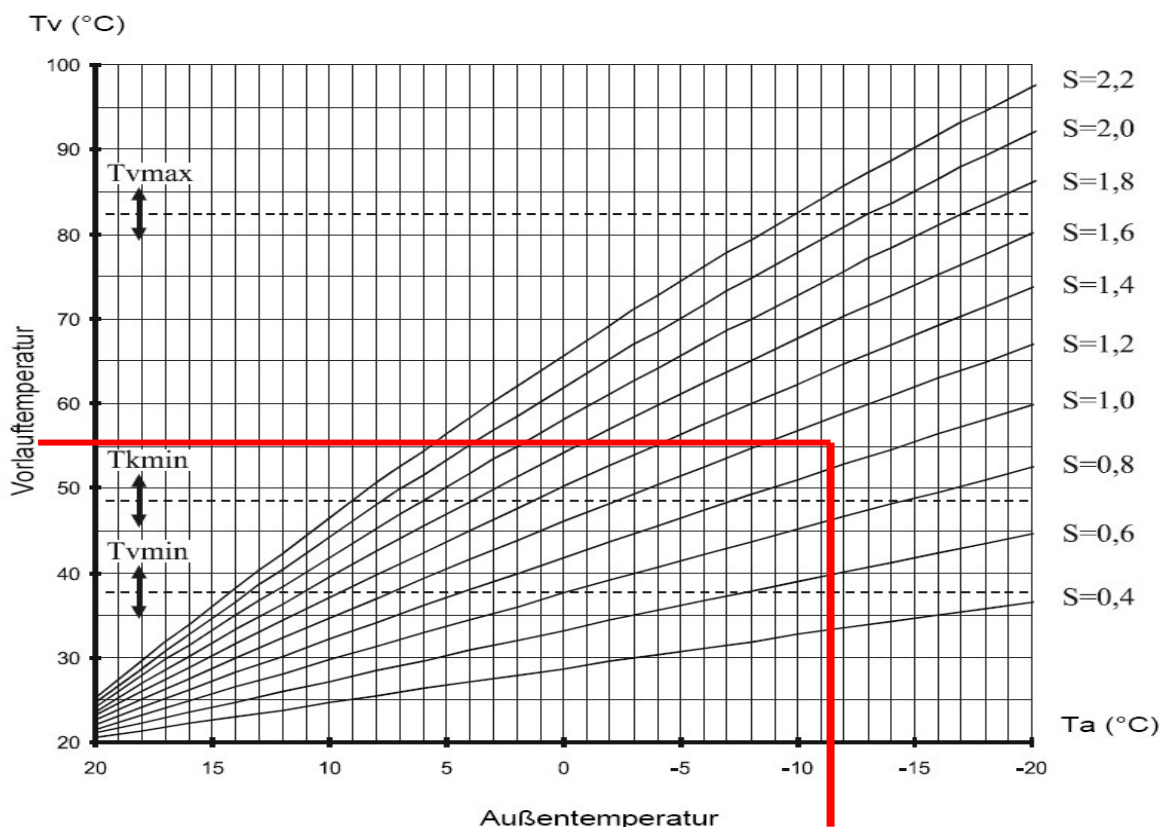


Bild11

Die Vorlauftemperatur sollten bei monoenergetischer Betriebsweise 55°C nicht überschreiten, da sonst der Wirkungsgrad stark nachlässt. Jedes Grad nach unten bringt ca. 2,5% Verbesserung des Wirkungsgrades und somit eine Kostenersparnis. Sollten die Temperaturen jedoch höher sein, kann die Anlage bis zu einer bestimmten Temperatur die Wärme liefern darüber hinaus sollte ein 2. Wärmeerzeuger zugeschaltet werden.

1.9 Ermittlung der Heizleistung von Radiatoren mit Hilfe von Tabellen

Wärmeleistung von Stahlradiatoren in Kompaktbauweise															
Vorlauftemperatur 55 , Rücklauftemperatur 45°C Raumtemperatur 20°C															
Bauhöhe	300			400			500			600			900		
Typ	11	22	33	11	22	33	11	22	33	11	22	33	11	22	33
Baulänge	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
400	93	170	247	118	211	303	143	251	358	167	289	413	241	401	581
500	116	212	308	148	263	378	178	312	447	209	361	515	300	500	724
600	139	253	369	177	315	453	214	374	535	250	432	617	359	599	868
700	162	295	430	206	367	528	249	436	624	292	503	719	419	697	1011
800	185	337	491	235	420	603	294	498	712	333	575	821	478	796	1154
900	208	379	552	264	472	678	320	560	801	374	646	923	538	895	1298
1000	231	421	613	294	524	753	355	622	889	416	718	1025	597	994	1441
1100	254	463	674	323	576	828	390	684	978	457	789	1127	656	1093	1585
1200	277	505	735	352	628	903	426	746	1066	498	860	1228	716	1192	1728
1300	300	547	797	381	680	978	461	808	1155	540	932	1330	775	1291	1871
1400	323	589	858	411	732	1053	496	869	1243	581	1003	1432	835	1390	2015
1600	363	672	980	469	836	1202	567	993	1420	664	1146	1636	954	1588	2302
1800	415	756	1102	527	941	1352	637	1117	1597	746	1289	1840	1072	1786	2588
2000	461	840	1224	586	1045	1502	708	1241	1774	829	1432	2044	1191	1984	2875

Diese Werte können je nach Hersteller abweichen und sind ein Hilfsmittel für die Ermittlung

Bild 12

1.9.1 Austausch von Heizkörpern im Gebäudebestand

Sollten die Heizflächen nicht ausreichen, können Sie durch größere ersetzt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit durch Gebläsekonvektoren

die Heizkörper zu ersetzen und dann können Vorlauftemperaturen wie bei einer Flächenheizung (35°C) erreichen.

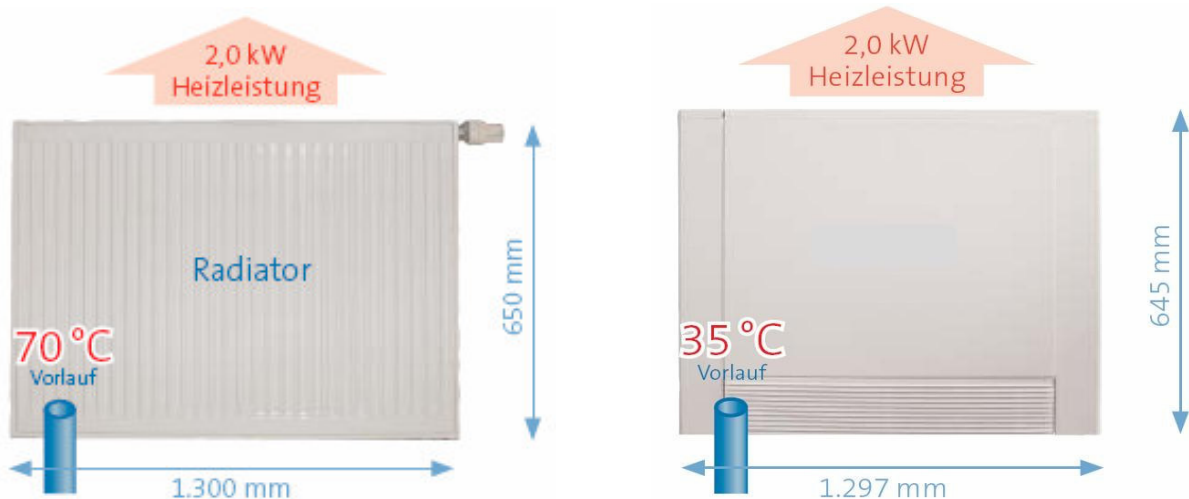


Bild 13

1.9.1 Austausch von Heizkörpern im Gebäudebestand

Durch eine Generation von Gebläsekonvektoren mit einer Einbautiefe von 127 mm wirken diese Gebläsekonvektoren nicht auffallend. Mit den Gebläsekonvektoren besteht die Möglichkeit im Winter zu heizen und im Sommer zu kühlen. Durch den sehr großen Wärmetauscher lässt sich eine sehr Leistung erzielen.

SL 2 Leiter System	Typ	200	400	600	800	1000
Kälteleistung	KW	0,96	1,9	2,53	3,13	4,22
sensible Kälteleistung	KW	0,71	1,41	1,95	2,46	3,25
Wasservolumen	l/h	164	326	434	538	724
Druckverlust	KPa	17,6	12,2	26,3	15,2	13,6
Heizleistung 55°C	KW	1,56	2,56	3,77	4,34	6,12
Wasservolumen	l/h	136	223	329	379	535
Druckverlust	KPa	10,1	5	12,8	6,5	6,4
Heizleistung 35°C	KW	0,63	1,03	1,54	1,76	2,48
Wasservolumen	l/h	110	178	267	305	431
Druckverlust	KPa	7,5	3,6	9,7	4,8	4,7
Luftvolumenstrom	m ³ /h	69/177	142/355	214/534	287/712	360/891
leistungsaufnahme	W	50	50	60	60	110
Schalldruckpegel	dB/A	25/41	28/43	29/43	30/44	30/45
Hydraulische Anschl.	Zoll	Eurokonus3/4	Eurokonus3/4	Eurokonus3/4	Eurokonus3/4	Eurokonus3/4
Spannungsversorgung	V	230	230	230	230	230
Länge	mm	697	897	1097	1297	1497
Höhe	mm	579	579	579	579	579
Tiefe	mm	128	128	128	128	128
Einsatzbereich Neubau ca.	m ²	16	20	24	28	32
Einsatzbereich Bestand ca.	m ²	10	14	18	22	26

Bild 14

2.0 Auslegung einer Luft – Wasser – Wärmepumpe im monoenergetischen Betrieb

In Deutschland werden Luft –Wasser – Wärmepumpen zu einem sehr großen Teil im monoenergetisch betrieben. Das bedeutet die Wärmepumpe deckt bis zum Bivalenzpunkt den kompletten

Bedarf allein ab. Darüber hinaus wird der Heizstab aktiviert. Abhängig von der Auslegungstemperatur wird der Bivalenzpunkt festgelegt.

Auslegungs- temperatur Klimazone / °C	Bivalenzpunkt / °C																		
	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
-10	100	100	100	100	100	99	99	99	99	98	98	97	96	94	92	90	87	84	81
-12	100	100	100	99	99	99	99	98	98	97	96	95	93	90	88	86	83	80	77
-14	100	100	99	98	98	98	98	97	97	96	94	92	90	88	85	82	79	75	72
-16	99	99	98	98	97	97	97	96	95	94	92	90	87	84	81	78	74	71	67
Deckungsanteil der Wärmepumpe in Prozent																			

Bild 15

Damit die Betriebskosten möglichst gering sind und die Jahresarbeitszahl möglichst hoch ist, sollte der Deckungsanteil der Wärmepumpe möglichst hoch sein. Da die Anzahl der Tage unter -5°C sehr gering ist (siehe Bild 13, wird der Bivalenzpunkt um die -5°C bei einer Auslegungstemperatur -12°C ausgelegt. Der Anteil des Heizstabes beträgt dann ca. 2% der gesamten Wärmemenge. Siehe Bild 15

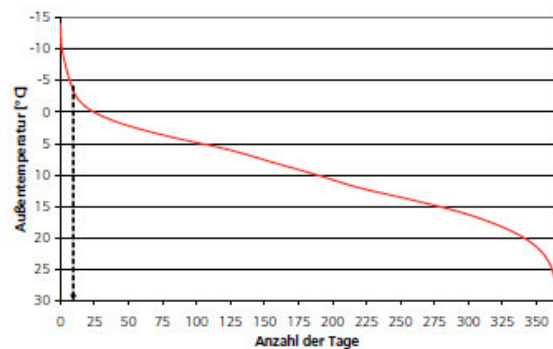


Bild 16

2.1 Auswahl der Wärmepumpe und Bivalenzpunkt ermitteln

Beispiel:

Heizlast eines Hauses 8,2 KW

4 Pers. im Haushalt

Warmwasser 4 x 0,2 KW = 0,8KW

Sperrzeit 2 x 1 Std. Faktor 1,1

Das ergibt:

$8,2 \text{ KW} + 0,8 \text{ KW} = 9 \text{ KW}$

$9 \text{ KW} \times 1,1 = 9,9 \text{ KW}$

9,9KW bei -10°C Außentemperatur

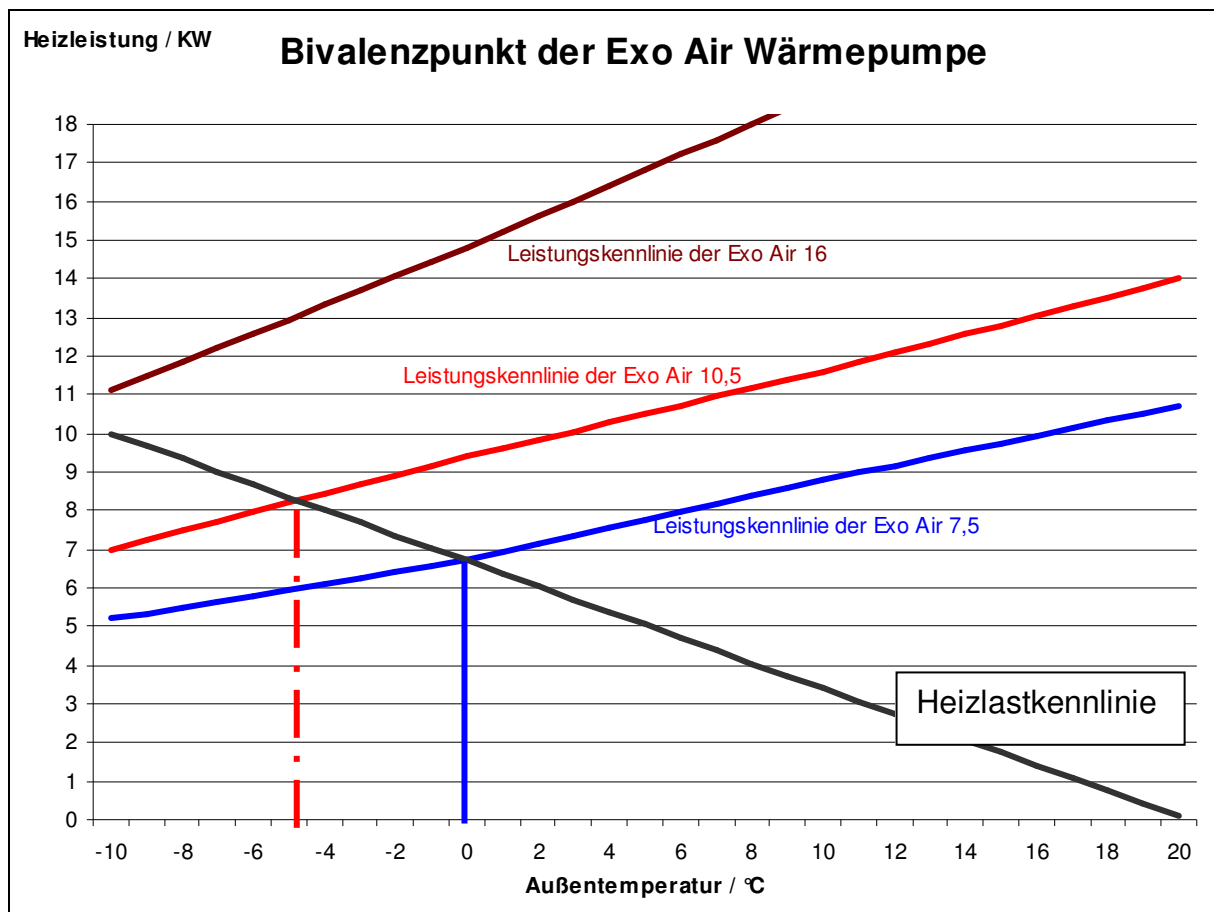


Bild17

Der Schnittpunkt der **Leistungskennlinie 10,5 KW** Wärmepumpe und der Heizlastkennlinie 9,9KW liegt bei $-5,3^\circ\text{C}$. Das bedeutet unterhalb $-5,3^\circ\text{C}$ wird der 2. Wärmeerzeuger zugeschaltet (Zusatzenergie 1% siehe Bild 15). Wenn dafür die 16 KW Maschine eingesetzt wird, deckt die Wärmepumpe den gesamten Wärmebedarf alleine ab. Wenn an Stelle der 10,5 KW Maschine die 7,5 KW Maschine eingesetzt wird, liegt der Bivalenzpunkt bei 0°C und der Anteil der Zusatzheizleistung beträgt 4%.

2.1 Auswahl der Wärmepumpe und Bivalenzpunkt ermitteln

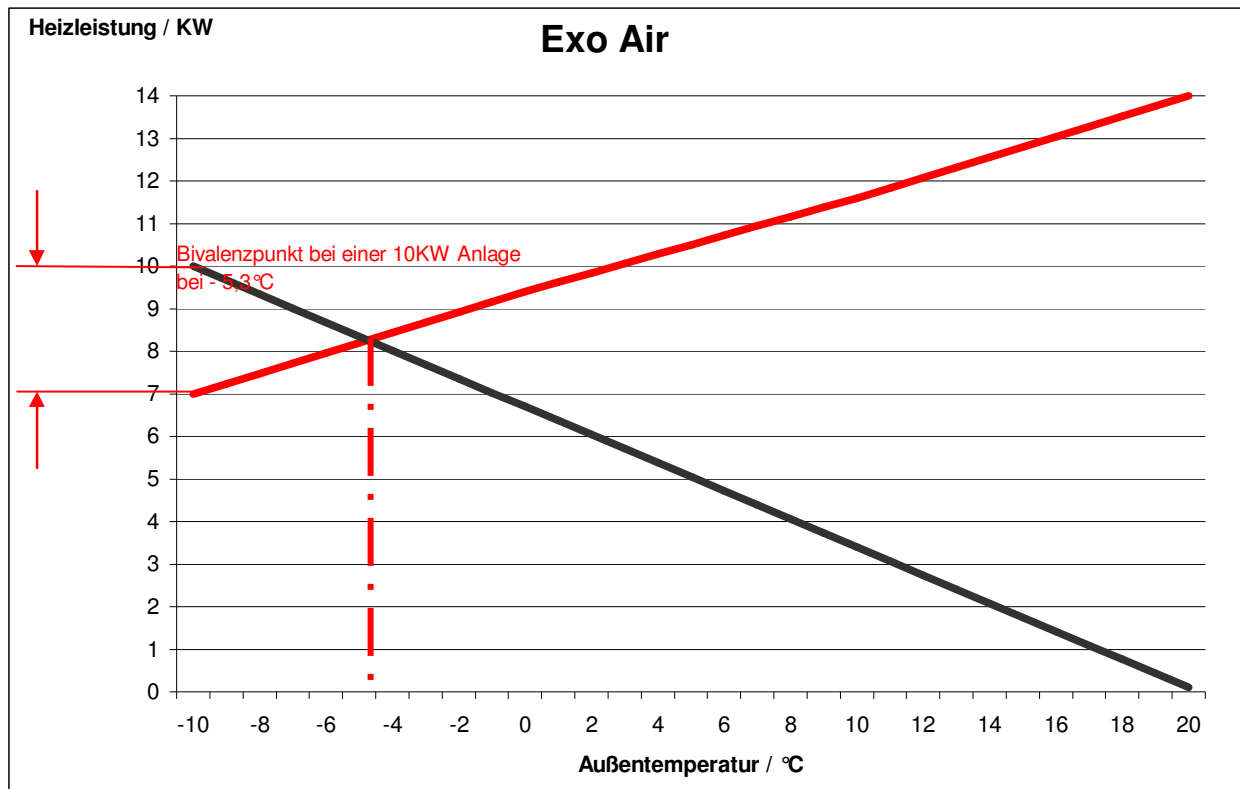


Bild 18

Eine Möglichkeit ist die Wärmepumpe Exo Air 10,5

Da der 2. Wärmeerzeuger noch ermittelt werden muss, wird von der Gesamtleistung die Wärmepumpenleistung subtrahiert. In diesem Fall ist das:

$$(Bild 18) 9,9 \text{ KW} - 7 \text{ KW} = 2,9 \text{ KW}$$

Das heißt wir benötigen bei einer Auslegungstemperatur -10°C eine Zusatzleistung von 2,9 KW.

Damit die Anlage auch bei niedrigeren Temperaturen wie -10°C arbeitet und auch als 2. Heizung (Notheizung) im Störfall der WP genutzt werden kann sollte der Heizstab größer ausgelegt werden. Das ist eine preiswerte Heizung die im Notfall als kompletter Ersatz zugeschaltet werden kann.

2.21 Auswahl der Sole – Wasser – Wärmepumpen und Wasser - Wasser – Wärmepumpen (monovalenter Betrieb)

Bei den Sole - Wasser - Wärmepumpen wird die Wärmepumpe nach der Sole Eintrittstemperatur dies ist in der Regel 0°C ausgelegt (B0/W35). Das bedeutet bei einer Soletemperatur von 0° Sole und der Vorlauf 35° hat die Wärmepumpe eine bestimmte Leistung. Die Leistung kann z. B. in dem unten aufgeführten Diagramm abgelesen werden. Leistungskennlinie Exotic 8S hat bei 0°C eine Leistung von 8 KW
Bei einer Wasser – Wasser – Wärmepumpe liegt die Eintrittstemperatur bei ca. 10°C. Die

Leistung der Exotic 8S hat bei 10° Soletemperatur ca. 12KW. Die Leistung hängt nicht nur mit der Soleeintrittstemperatur sondern auch mit der Soleaustrittstemperatur. Je geringer die Differenz zwischen Sole Eintritt und Soleaustritt umso größer ist die Leistung.

Sole – Wasser und Wasser – Wasser Anlagen werden in den meisten Fällen monovalent betrieben: das heißt es wird kein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt.



Bild 19

2.22 Auswahl der Sole – Wasser – Wärmepumpen und Wasser - Wasser – Wärmepumpen (monovalenter Betrieb)

Werden Anlagen im Bestand mit großflächigen Heizkörpern betrieben muss die Vorlauftemperatur erhöht werden. Die nachfolgend aufgeführte Tabelle zeigt die Leistungen bei einer Vorlauftemperatur von 50°C. Die Leistungswerte der Wärmepumpe gegenüber 35°C sind bei 50°C Vorlauf

geringer. Der Wirkungsgrad ist etwas schlechter. Die Jahresarbeitszahl liegt bei einer Vorlauftemperatur von 35°C bei ca. 4 und bei einer Vorlauftemperatur von 50°C liegt sie bei ca. 3,5. Eine Möglichkeit die Vorlauftemperaturen in den ähnlichen Bereich zu bekommen wie bei einer Flächenheizung (Fußbodenheizung) sind Gebläsekonvektoren.

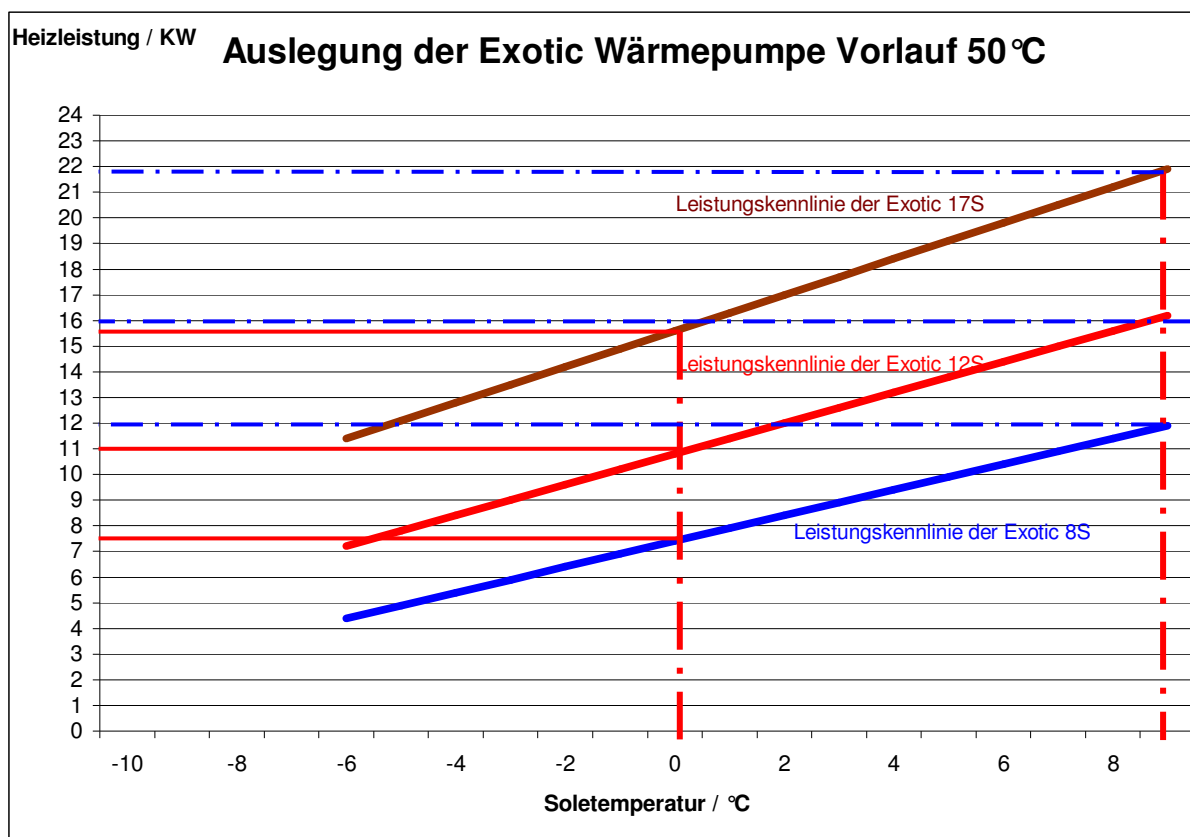


Bild 20