



Für Experten
Wärmepumpe in Bestandsgebäuden
Planungsunterlage

Planungsunterlage

Wärmepumpe in Bestandsgebäuden

Inhaltsverzeichnis

Dokumente, Tools und Services	4
In 5 Schritten zur Wärmepumpen-Lösung.....	5
1 Aufnahme des Bestands	6
2 Benötigte Heizlast ermitteln	7
2.1 Gebäudeheizlast überschlägig ermitteln	7
2.1.1 Überschlägige Heizlastermittlung nach DIN/TS 12831-1	7
2.1.2 Überschlägige Heizlastermittlung durch Verbrauch der letzten drei Jahre	7
2.1.3 Überschlägige Heizlastermittlung durch Baujahr und Wohnfläche	8
2.2 Gebäudeheizlast exakt ermitteln	8
2.3 Zuschlag für die Warmwasserbereitung	9
2.4 Umgang mit EVU-Sperrzeiten	9
2.5 Benötigte Gesamtleistung	9
3 Maximale Vorlauftemperatur und Pufferspeichergröße ermitteln	10
3.1 Maximale Vorlauftemperatur experimentell ermitteln	10
3.2 Regeln zur Senkung der Vorlauftemperatur	10
3.3 Maximale Vorlauftemperatur exakt ermitteln	11
3.4 Pufferspeichergröße ermitteln	12
4 Auswahl der Wärmepumpe und der Speichersysteme	13
4.1 Produktauswahl	13
4.1.1 Auswahl der Wärmepumpe	13
4.1.2 Gebäudekennlinie ermitteln	13
4.1.3 Bivalenzpunkt und Deckungsanteil ermitteln	14
4.1.4 Modulationsbereich	16
4.2 Goldene Regeln	17
4.3 Aufstellbedingungen	17
4.4 Auswahl der Speichersysteme	18
4.5 Auswahl der Hydraulik	18
5 Bewertung und Empfehlung	19
5.1 Jahresarbeitszahl ermitteln	19
5.2 Ökologische Bewertung	19
5.3 Ökonomische Bewertung	19
5.4 Empfehlung	19
Glossar	20

Dokumente, Tools und Services

WOLF unterstützt Sie bei der Planung von Beginn an. Hier finden Sie die wichtigsten Dokumente, Tools und Services, die WOLF zur Verfügung stellt.

Dokumente

Projekterfassungsbogen Wärmepumpe, siehe Projekterfassungsbögen
www.wolf.eu/projekterfassungsboegen



Planungsunterlagen und Betriebsanleitungen zu allen WOLF Wärmepumpen, Regelungsmodulen und relevanten Speichersystemen
www.wolf.eu/downloadcenter



Tools

JAZ-Rechner
www.wolf.eu/jaz-rechner



Schall-Rechner
www.wolf.eu/schall-rechner



Hydraulikdatenbank SCHEMEN
konfig.wolf.eu/hydraulik/



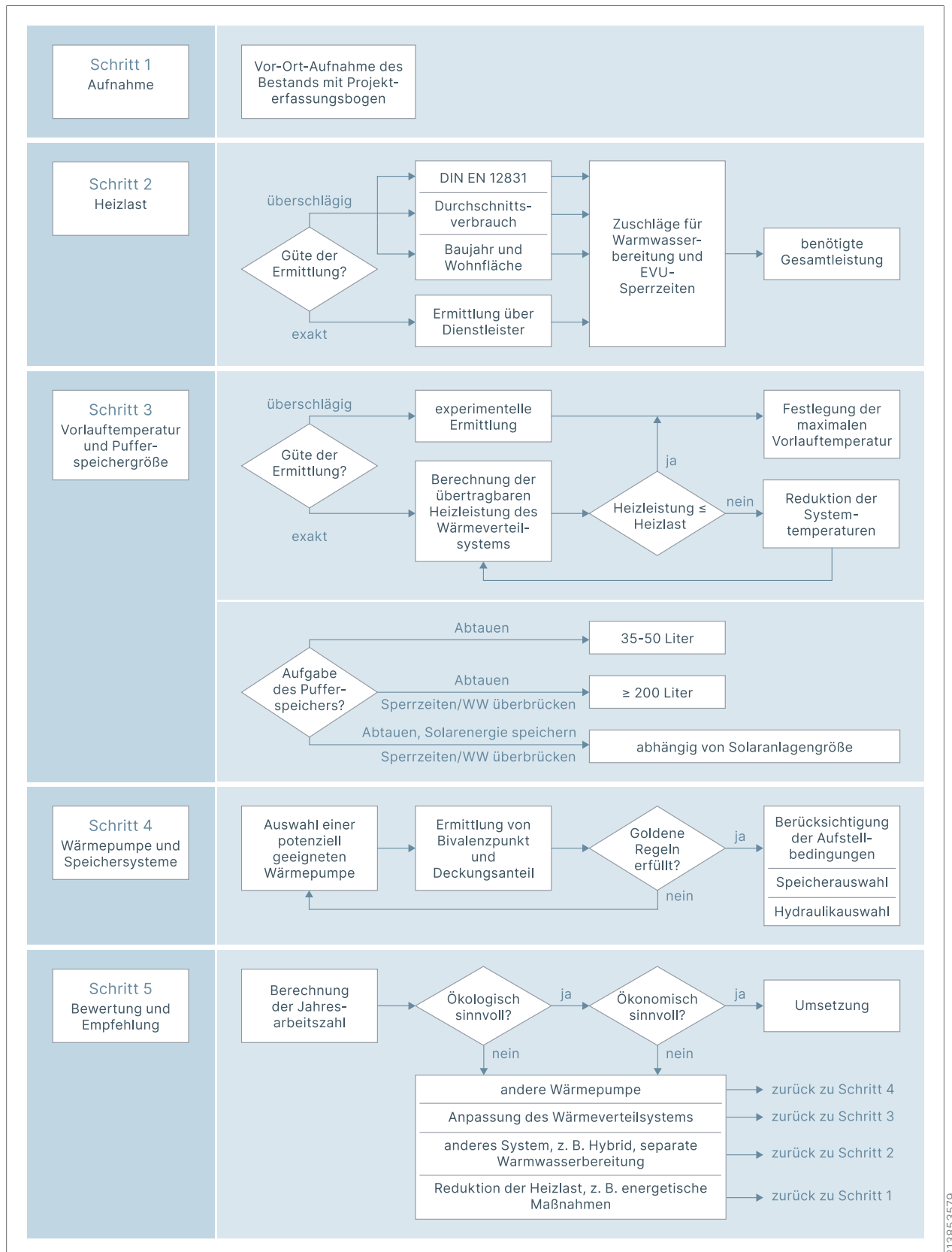
Förderrechner Wärmepumpe
www.foerderung.wolf.eu/



Services

Wenden Sie sich an das zuständige WOLF-Verkaufsbüro.

In 5 Schritten zur Wärmepumpen-Lösung



1 Aufnahme des Bestands

Für die erfolgreiche Planung einer Wärmepumpe im Bestand müssen einige Informationen zum Gebäude, zu geplanten Maßnahmen und zur künftigen Nutzung gesammelt werden.



Die Informationserfassung ist von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Planung

Wir empfehlen:

- ▶ Nehmen Sie die Daten vor Ort auf.
- ▶ Verwenden Sie das Dokument "Projekterfassungsbogen Wärmepumpe". Siehe Projekterfassungsbögen auf www.wolf.eu/projekterfassungsboegen



- ▶ Stimmen Sie mögliche Aufstellorte der Wärmepumpe mit dem Endkunden ab.

2 Benötigte Heizlast ermitteln

Oft liegen keine eindeutigen Indikatoren zur Heizlast von Bestandsgebäude mehr vor oder es gab im Laufe der Jahre Veränderungen des Gebäudes durch Anbau oder Modernisierungen.

Zur Ermittlung der Heizlast und der benötigten Energie für die Warmwasserbereitung werden je nach vorhandenen Informationen und gewünschter Genauigkeit verschiedene Verfahren angewandt. Zu unterscheiden sind überschlägige und exakte Verfahren.

2.1 Gebäudeheizlast überschlägig ermitteln

Die folgenden 3 Verfahren sind geeignet, um die Heizlast überschlägig zu ermitteln. Sie lassen sich hinsichtlich ihrer Genauigkeit unterscheiden. Wir beginnen mit dem Verfahren mit der besten Ergebnisqualität.

2.1.1 Überschlägige Heizlastermittlung nach DIN/TS 12831-1

Um die Heizlast zu ermitteln, führen Sie eine Schätzung der Heizlast aus Wärmemengenmessungen oder Verbrauchsdaten nach DIN/TS 12831-1 Abschnitt 7 durch.

Die Gebäudeheizlast erhält man, wenn man die Erzeugernutzwärmeabgabe pro Jahr durch die Vollbenutzungsstunden pro Jahr teilt.

In die Berechnung der Erzeugernutzwärmeabgabe fließen ein:

- Endenergieverbrauch von Erdgas oder Heizöl in kWh
- Faktoren für Art und Alter der Heizanlage
- Energieverbrauch zur Trinkwassererwärmung, abgeschätzt über die Wohnfläche oder Personenzahl

In die Berechnung der Vollbenutzungsstunden fließen ein:

- Gradtagzahl für den Postleitzahlbereich des Gebäudestandorts nach www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen_Deutschland.xls
- Heizgrenztemperatur 15 °C
- Auslegungsaußentemperatur (Norm-Außentemperatur) am Gebäudestandort

2.1.2 Überschlägige Heizlastermittlung durch Verbrauch der letzten drei Jahre

Um die Heizlast zu ermitteln, teilen Sie die jährlichen Verbrauch des Energieträgers durch den in der Tabelle angegebenen Divisor.

Hinweis: Um jährliche Schwankungen auszugleichen, mitteln Sie den Verbrauch des Energieträgers über mehrere Jahre. Ansonsten könnte ein milder Winter zu einer Unterdimensionierung der Wärmepumpe führen oder ein harter Winter zu einer Überdimensionierung der Wärmepumpe.

Hinweis: Berücksichtigen Sie auch weitere Energieerzeuger wie Holz und Solar.

Beispiel: Der Heizölverbrauch eines Einfamilienhauses in Deutschland beträgt 2800 l im vorletzten Jahr, 2400 l im letzten Jahr und 2480 l in diesem Jahr. Der Durchschnittsverbrauch ist 2560 l pro Jahr. Die Heizlast beträgt $[2560 \text{ l/a}] / [250 \text{ l/(a*kW)}] = 10,2 \text{ kW}$.

Energieträger	Divisor Deutschland ²	Divisor Schweiz ³
Erdgas (m ³)	230 m ³ /(a*kW)	280 m ³ /(a*kW)
Heizöl (l)	250 l/(a*kW)	300 l/(a*kW)
Flüssiggas (l) *	335 l/(a*kW)	400 l/(a*kW)

Divisor gilt für normalen Brauchwasserverbrauch (Ein- und Zweifamilienhäuser)

² = gültig für 1900 Vollbenutzungsstunden und einem Kesseljahresnutzungsgrad von 75 %

³ = gültig für 1800 Vollbenutzungsstunden und einem Kesseljahresnutzungsgrad von 70 %

* = temperaturabhängig

2.1.3 Überschlägige Heizlastermittlung durch Baujahr und Wohnfläche

Um die Heizlast zu ermitteln, multiplizieren Sie die Gesamtwohnfläche in Quadratmetern mit dem in der Abbildung angegebenen spezifischen Heizleistungsbedarf.

Beispiel: Ein Einfamilienhaus aus dem Jahr 1984 hat 126 Quadratmeter Wohnfläche. Die Heizlast beträgt $126 \text{ m}^2 * 99 \text{ W/m}^2 = 12,5 \text{ kW}$.

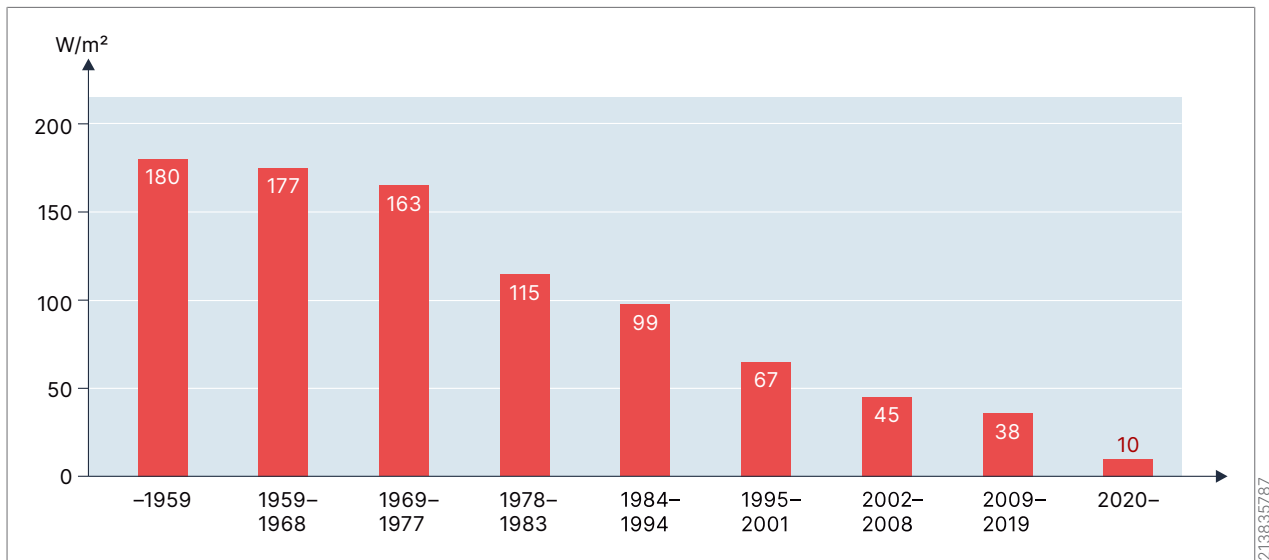


Abb. 1: Spezifischer Heizleistungsbedarf für Gebäude verschiedener Baujahre

Eine Modernisierung können Sie durch die Verwendung kleinerer spezifischer Heizleistungsbedarfe berücksichtigen.

Verschiedene Temperaturwünsche können Sie wie folgt berücksichtigen: Teilen Sie die Räume auf, in wärmere Räume (Wohnzimmer, Kinderzimmer) und kühlere Räume (Schlafzimmer, Flur, Abstellkammer). Setzen Sie für kühlere Räume einen kleineren spezifischen Heizleistungsbedarf an als für wärmere Räume. Führen Sie die Rechnung für wärmere und kühlere Räume getrennt durch.

2.2 Gebäudeheizlast exakt ermitteln

Die exakte Heizlastermittlung wird nach DIN EN 12831-1 Abschnitt 6 durchgeführt. Dazu sind unter anderem erforderlich:

- Gebäudedaten wie Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) aller Bauteile, Volumen der Räume
- Klimadaten wie Jahresmittel der Außentemperatur und Norm-Außentemperatur

- Auslegungsdaten des Lüftungssystems, Norm-Innentemperatur

Eine exakte Heizlastermittlung ist empfehlenswert, wenn Ihnen die Genauigkeit der überschlägigen Verfahren nicht ausreicht oder wenn der Endkunde sie wünscht.

Zur exakten Berechnung der Heizlast beauftragen Sie ein Planungsbüro oder einen anderen Dienstleister.

2.3 Zuschlag für die Warmwasserbereitung

Der Zuschlag für die Warmwasserbereitung beträgt je nach Warmwasserbedarf 100 bis 250 W pro Person.

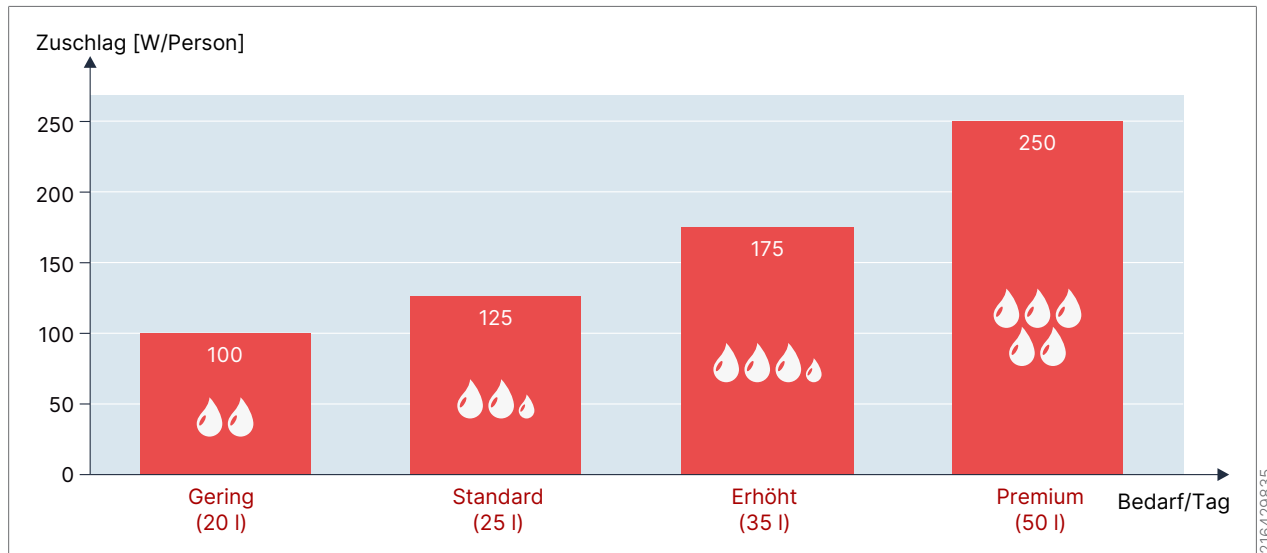


Abb. 2: Zuschlag für die Warmwasserbereitung in Abhängigkeit vom Bedarf an Warmwasser mit 60 °C pro Tag

2.4 Umgang mit EVU-Sperrzeiten

Viele Energieversorgungsunternehmen (EVU) bieten günstigere Stromtarife für den Betrieb von Wärmepumpen an. Im Gegenzug verhängen sie Sperrzeiten für den Betrieb von Wärmepumpen, um das Stromnetz bei Bedarfsspitzen zu entlasten. Bei monovalentem und monoenergetischem Betrieb muss die Wärmepumpe größer dimensioniert werden, um den Wärmebedarf zu decken. Rechnen Sie pro Sperrstunde mit einem Zusatzbedarf von 2,5 %. Im bivalenten Betrieb mit Öl oder Gas hat die Wärmepumpe keinen Zusatzbedarf, weil in Sperrzeiten der zweite Wärmeerzeuger anspringt. Statt eines Zuschlags für EVU-Sperrzeiten empfehlen wir die Verwendung eines größeren Pufferspeichers.

2.5 Benötigte Gesamtleistung

Die benötigte Gesamtleistung ist die Summe aus der ermittelten überschlägigen oder exakten Gebäudeheizlast, dem Zuschlag für die Warmwasserbereitung und dem Zuschlag für EVU-Sperrzeiten.

Wir empfehlen keine Reserve einzuplanen, um die Wärmepumpe nicht zu groß zu planen. Die volle Leistung der Wärmepumpe wird nur an wenigen sehr kalten Tagen abgerufen. Eine zu große Wärmepumpe ist dagegen weniger effektiv und hat höhere Betriebskosten.

Beispiel: Gebäude mit 12,5 kW Gebäudeheizlast, 4 Personen mit Standard Warmwasserbedarf

- Gebäudeheizlast: 12,5 kW
- Zuschlag für die Warmwasserbereitung: 4 Personen * 0,125 kW/Person = 0,5 kW
- Benötigte Gesamtleistung: 12,5 kW + 0,5 kW = 13 kW

3 Maximale Vorlauftemperatur und Pufferspeichergröße ermitteln

Im dritten Schritt der Planung wird die maximale Vorlauftemperatur und die optimale Speichergröße ermittelt.

3.1 Maximale Vorlauftemperatur experimentell ermitteln

Die maximale Vorlauftemperatur lässt sich mit der bisherigen Öl- oder Gasheizung experimentell ermitteln. Führen Sie die Ermittlung während der Heizperiode an einem möglichst kalten Tag durch.

1. Öffnen Sie alle Heizkörperventile vollständig.
2. Reduzieren Sie schrittweise die Vorlauftemperatur bis zu dem Wert, bei dem die Wohlfühltemperatur in den Räumen gerade noch erreicht wird.

Wenn die ermittelte Vorlauftemperatur unter 55 °C beträgt, dann kann die Wärmepumpe effizient betrieben werden.

Wenn die ermittelte Vorlauftemperatur über 55 °C beträgt, dann ist der Austausch der Heizkörper in den Räumen empfehlenswert, die nicht ausreichend warm geworden sind. Auch Maßnahmen zur Reduktion der Heizlast tragen dazu bei, die Vorlauftemperatur zu verringern, zum Beispiel Austausch von Fenstern mit Einfachverglasung gegen Fenster mit Doppel- oder Dreifachverglasung, Dämmung von Kellerdecke, Dach oder Fassade.

3.2 Regeln zur Senkung der Vorlauftemperatur

Eine Senkung der Vorlauftemperatur verbessert die Effizienz der Wärmepumpe. Sinkt die Vorlauftemperatur um 1 °C, so steigt die Effizienz um 2,5 %.

Beachten Sie folgende Regeln, um die Vorlauftemperatur zu senken und das Gebäude fit zu machen für den Einsatz einer Wärmepumpe:

- Ersetzen Sie Heizkörper in wärmeren Räumen, wie Wohnzimmer und Kinderzimmer. In kühleren Räumen wie Schlafzimmer oder Abstellkammer ist das Ersetzen von Heizkörpern oft nicht erforderlich.
- Ersetzen Sie Gliederheizkörper durch großflächige Kompaktheizkörper.
- Ersetzen Sie Heizkörper vom Typ 10 und 11 durch Heizkörper vom Typ 21, 22 oder 33.

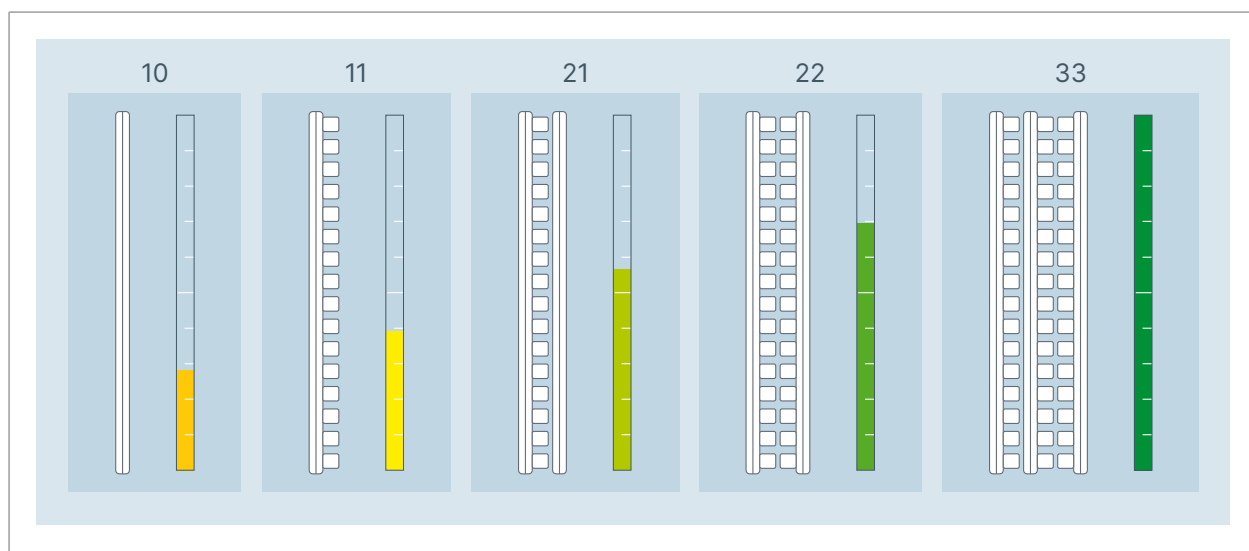


Abb. 3: Heizleistung für verschiedene Heizkörpertypen bei gleicher Vorlauftemperatur

- Wenn bereits eine Fußbodenheizung genutzt wird, ist der Umstieg auf eine Wärmepumpe immer möglich.

3.3 Maximale Vorlauftemperatur exakt ermitteln

1. Berechnen Sie die übertragbare Heizleistung des vorhandenen Wärmeverteilsystems mit der aktuellen Vorlauftemperatur der bestehenden Öl- oder Gasheizung. Verwenden Sie dabei die im Schritt 1 erhobenen Informationen zu den Heizflächen und Heizkörperarten. Nutzen Sie den Heizkörperrechner auf www.waerpumpen.de/normen-technik/heizkoerperrechner/.
2. Vergleichen Sie die Raumheizlast aus der exakten Gebäudeheizlastermittlung in Schritt 2 mit der übertragbaren Heizleistung des Wärmeverteilsystems für diesen Raum. Führen Sie diesen Vergleich für alle Räume im Gebäude durch.
3. Falls die Heizlast für jeden Raum kleiner ist als die berechnete übertragbare Heizleistung des Wärmeverteilsystems: Wiederholen Sie Schritt 1 unter Verwendung einer um 5 °C reduzierten Vorlauftemperatur. Falls die Raumheizlast eines Raumes der berechneten übertragbaren Heizleistung des Wärmeverteilsystems für diesen Raum entspricht, dann haben Sie die Vorlauftemperatur bestimmt.

Die maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe muss der eben ermittelten Vorlauftemperatur entsprechen.



Empfohlene maximale Vorlauftemperatur

Die Vorlauftemperatur bei Normaußentemperatur sollte maximal 55 °C betragen, damit die Wärmepumpe effizient betrieben werden kann.

Wenn die ermittelte Vorlauftemperatur über 55 °C beträgt, dann ist der Austausch der Heizkörper in den Räumen empfehlenswert, deren Heizlast größer als die Heizleistung ist. Auch Maßnahmen zur Reduktion der Heizlast tragen dazu bei, die Vorlauftemperatur zu verringern, zum Beispiel Austausch von Fenstern mit Einfachverglasung gegen Fenster mit Doppel- oder Dreifachverglasung, Dämmung von Dach oder Fassade. Wenn nur ein einzelner Raum mit höherem Temperaturwunsch die Verringerung der Vorlauftemperatur verhindert, ist eine elektrische Zusatzheizung in diesem Raum empfehlenswert. Dadurch können Sie die Vorlauftemperatur im gesamten Gebäude verringern und die Wärmepumpe im effektiveren Bereich betreiben.



Tipps zur künftigen Nutzung des Wärmeverteilsystems

Nach der Installation einer Wärmepumpe sind einige Anpassungen der Nutzungsgewohnheiten sinnvoll:

- ▶ Lassen Sie die Heizkörperthermostate bzw. Raumthermostate in den Aufenthaltsräumen stets vollständig geöffnet (Stufe 5).
 - ⇒ Die Regelung erfolgt zentral. Die Wärmepumpe muss nur die tatsächlich benötigte Wärme bereitstellen.
- ▶ Verwenden Sie keine Nachtabsenkung.
 - ⇒ Die Wärmepumpe wird gleichmäßig ausgelastet und Leistungsspitzen bei Wiederaufheizen der Räume werden vermieden.

3.4 Pufferspeichergröße ermitteln

Für den Betrieb einer Wärmepumpe ist der Einsatz eines Pufferspeichers empfohlen. Der Pufferspeicher nimmt überschüssige Wärme auf und gibt sie bei Bedarf wieder an das Heizsystem ab.

Wenn Sie den Pufferspeicher nur zum Abtauen der Wärmepumpe verwenden, genügt ein kleines Volumen von 35 bis 50 Liter.

Größere Pufferspeicher sind sinnvoll, um Sperrzeiten für Wärmepumpenstrom und Zeiten für Warmwasserbereitung zu überbrücken. Außerdem arbeitet eine Luft-Wasser-Wärmepumpe effizienter und kostensparender, wenn sie die höhere Lufttemperatur am Tag besser ausnutzen kann, die Wärme zwischenspeichert und in der Nacht an die Heizanlage abgibt. Auch überschüssige Energie aus einer Solaranlage oder Photovoltaikanlage kann in den Pufferspeicher eingespeist werden.

Für ein Einfamilienhaus sind 200 Liter Pufferspeichervolumen oft ausreichend. Wählen Sie das Volumen nicht zu groß, weil nicht abgerufene Wärme trotz guter Dämmung des Pufferspeichers mit der Zeit an die Umwelt abgegeben wird und damit verloren geht.

Wenn das Volumen des Pufferspeichers stimmt, können auch vorhandene Pufferspeicher verwendet werden.

Pufferspeicher werden im Bestand in der Regel als Trennspeicher ausgeführt. Ein Trennspeicher trennt die Volumenströme zur Wärmepumpe und zum Gebäude. Somit werden Wärmepumpe und Heizkörper hydraulisch entkoppelt.

Funktionen des Pufferspeichers	Pufferspeichervolumen
Abtauen	35-50 Liter
Abtauen, Überbrückung von EVU-Sperrzeiten und Zeiten für Warmwasserbereitung	mehr als 200 Liter
Abtauen, Überbrückung von EVU-Sperrzeiten und Zeiten für Warmwasserbereitung, Speicher für Solaranlage oder Photovoltaikanlage	Abhängig von der Größe der Solaranlage

4 Auswahl der Wärmepumpe und der Speichersysteme

4.1 Produktauswahl

Die Auswahl der geeigneten Wärmepumpe umfasst mehrere Schritte.

4.1.1 Auswahl der Wärmepumpe

Wählen Sie eine potentiell geeignete Wärmepumpe, die die in Schritt 3 ermittelte maximale Vorlauftemperatur liefert.

Die Wärmepumpe sollte etwa drei Viertel der in Schritt 2 ermittelten Gebäudeheizlast abdecken. Das letzte Viertel liefert der elektrischer Heizstab in der Wärmepumpe. Die gesamte Gebäudeheizlast muss nur an sehr wenigen Tagen bei sehr kalten Außentemperaturen erbracht werden. Über das ganze Jahr gerechnet ist es günstiger, an diesen wenigen Tagen elektrisch zuzuheizen als das ganze Jahr eine überdimensionierte Wärmepumpe mit höheren Betriebskosten zu nutzen.

Beispiel: Für eine Gebäudeheizlast von 13 kW genügt eine Wärmepumpe mit einer Leistung von 10 kW.

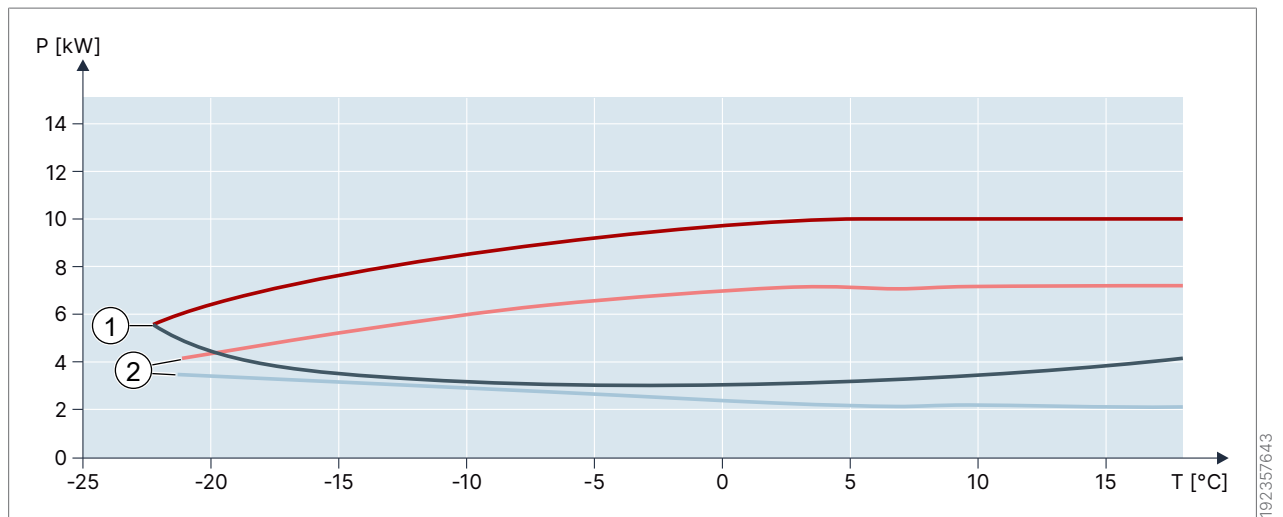


Abb. 4: Heizleistungskurven verschiedener Wärmepumpen bei der in Schritt 3 bestimmten Vorlauftemperatur, im Beispiel 55 °C

- ① Maximale und minimale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-10 ② Maximale und minimale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07

4.1.2 Gebäudekennlinie ermitteln

1. Zeichnen Sie die Gebäudeheizlast aus Schritt 2 als waagerechte Linie ③ in das Heizleistungsdiagramm ein.
2. Zeichnen Sie die Normaußentemperatur des Gebäudestandorts als senkrechte Linie ① in das Heizleistungsdiagramm ein.
Bei der Normaußentemperatur ist die Gebäudeheizlast aus Schritt 2 als Heizleistung erforderlich. Im Diagramm ist das der Schnittpunkt der eingezeichneten senkrechten Normaußentemperatur ① und der waagerechten Gebäudeheizlast ③.
3. Zeichnen Sie die Heizgrenztemperatur als senkrechte Linie ② in das Heizleistungsdiagramm ein.
Bei der Heizgrenztemperatur ist keine Heizleistung erforderlich. Für Bestandsgebäude ist das der Punkt 15 °C auf der Temperaturachse.

4. Verbinden Sie diese beiden Punkte durch eine Gerade, um die Gebäudekennlinie ⑥ zu erhalten. Die Gebäudekennlinie gibt die Gebäudeheizlast in Abhängigkeit von der Temperatur an.

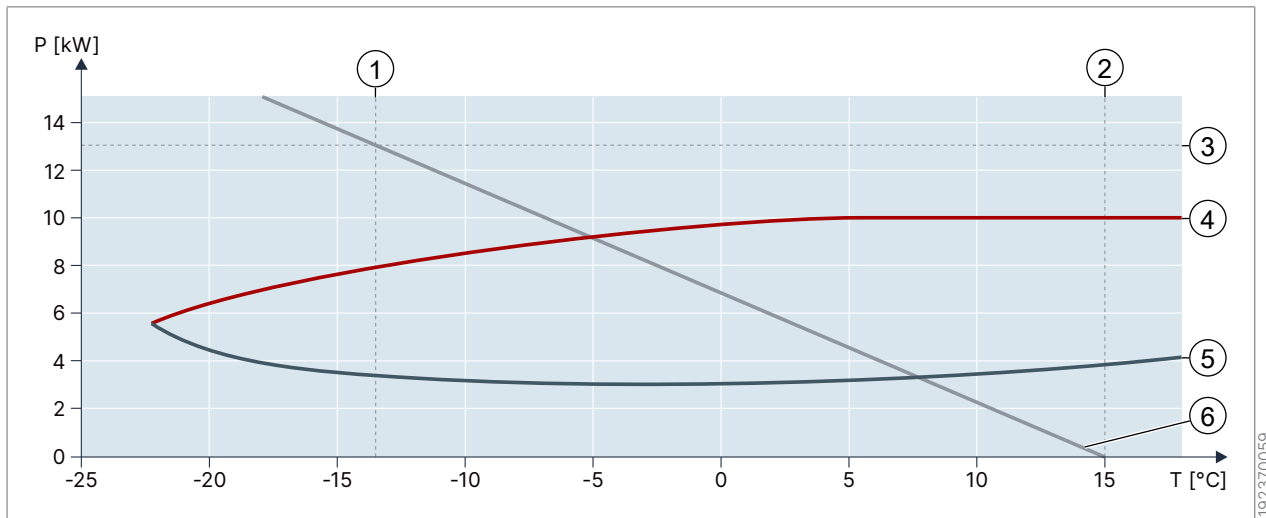


Abb. 5: Konstruktion der Gebäudekennlinie ⑥

- | | | | |
|---|--|---|--|
| ① | Normaußentemperatur | ② | Heizgrenztemperatur |
| ③ | Gebäudeheizlast | ④ | Maximale Heizleistungskurve Wärmepumpe
CHA-10 |
| ⑤ | Minimale Heizleistungskurve Wärmepumpe
CHA-10 | ⑥ | Gebäudekennlinie |

4.1.3 Bivalenzpunkt und Deckungsanteil ermitteln

Der Schnittpunkt der Gebäudekennlinie ① und der maximalen Heizleistung der Wärmepumpe ② liefert den Bivalenzpunkt ③. Verbinden Sie den Bivalenzpunkt mit der Temperaturachse und lesen Sie die Bivalenztemperatur ④ ab. Bei höheren Temperaturen trägt die Wärmepumpe die vollständige Heizlast (blaue Fläche ⑥). Bei niedrigeren Temperaturen ist ein zusätzlicher Wärmeerzeuger erforderlich (rote Fläche ⑤). Der zusätzliche Wärmeerzeuger kann ein Elektroheizstab innerhalb der Wärmepumpe sein oder eine Gas- oder Ölheizung. Unterhalb der Bivalenztemperatur sind verschiedene Betriebsarten möglich:

- Die Wärmepumpe wird durch einen zweiten Wärmeerzeuger unterstützt und der zweite Wärmeerzeuger erbringt nur die Heizleistung zwischen Heizleistungskurve und Gebäudekennlinie (bivalent-paralleler Betrieb).
- Die Wärmepumpe wird abgeschaltet und der zweite Wärmeerzeuger erbringt die vollständige Heizlast (bivalent-alternativer Betrieb).

Der Abstand zwischen Heizleistungskurve und der Gebäudekennlinie auf der senkrechten Linie für die Normaußentemperatur ist der zusätzliche Leistungsbedarf, der durch den elektrischen Heizstab oder einen Heizkessel erbracht werden muss.

Beispiel: Bei einer Normaußentemperatur von $-13,6\text{ °C}$ ist die Gebäudeheizlast 13 kW und die ausgewählte Wärmepumpe erbringt eine Heizleistung von $7,8\text{ kW}$. Dann muss der elektrische Zuheizter die Differenz erbringen, also $5,2\text{ kW}$.

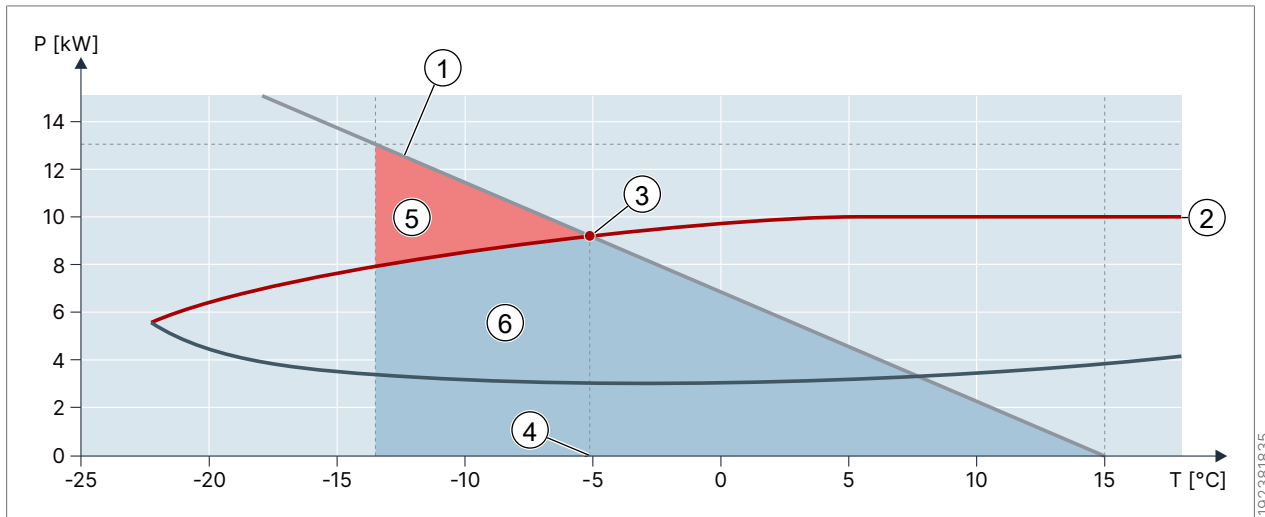


Abb. 6: Konstruktion des Bivalenzpunkts ③

- | | |
|--|---|
| ① Gebäudekennlinie | ② Maximale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-10 |
| ③ Bivalenzpunkt | ④ Bivalenztemperatur |
| ⑤ Rote Fläche: Heizleistung durch E-Heizstab | ⑥ Blaue Fläche: Heizleistung durch Wärmepumpe |

Lassen Sie sich von der Größe der roten Fläche nicht täuschen! Temperaturen unterhalb der Bivalenztemperatur sind selten. Im Beispiel ist es in 350 Stunden von 8760 Stunden im Jahr kälter als $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, das sind nur 4 Prozent der Zeit.

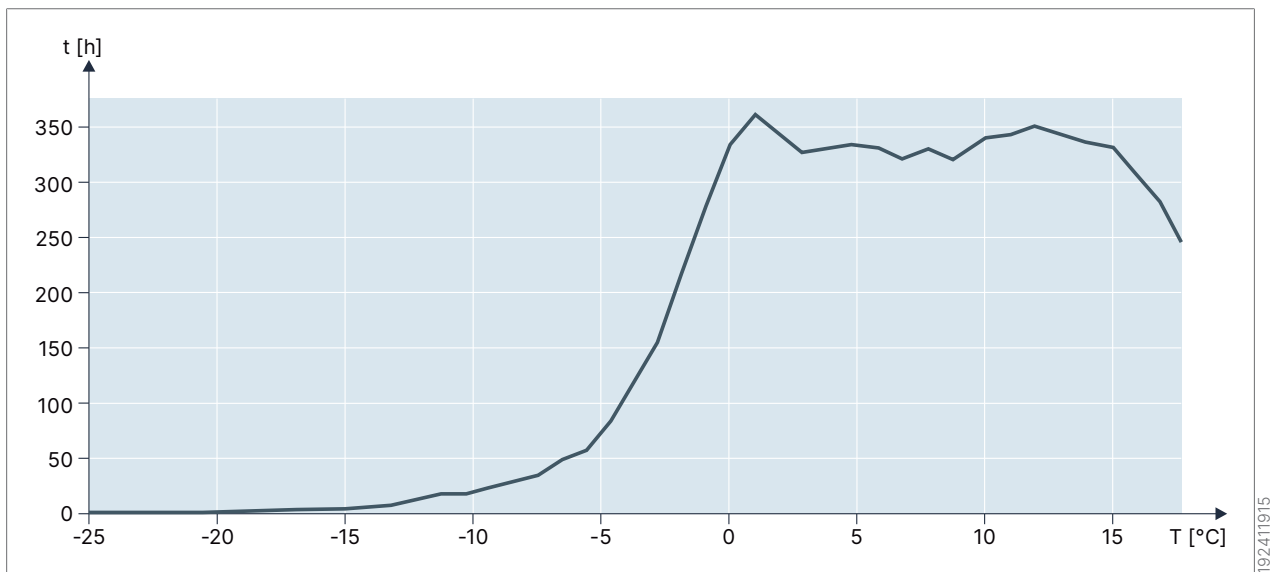


Abb. 7: Temperaturverteilung für den Postleitzahlbereich 84048 nach www.waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte/

Die unterhalb der Bivalenztemperatur benötigte Heizleistung trägt nur wenig zur Jahresheizleistung bei. Multipliziert man die Leistung in kW mit der Zeit in h erhält man die Energie in kWh. Die Flächen im folgenden Diagramm entsprechen der Wärmeenergie, die die Wärmepumpe liefert (blau) und die der Heizstab liefert (rot).

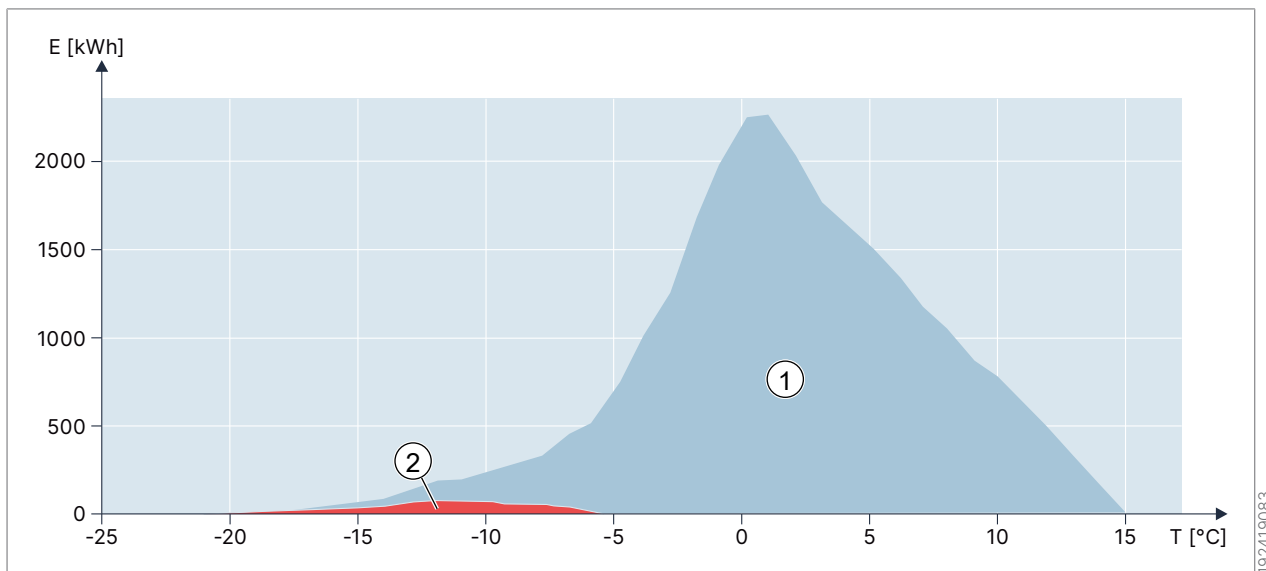


Abb. 8: Verteilung der Heizenergie

- ① Blaue Fläche: Heizenergie durch Wärmepumpe ② Rote Fläche: Heizenergie durch E-Heizstab

Der Deckungsanteil der Wärmepumpe ist der Anteil der blauen Fläche an der Gesamtfläche, das heißt der Anteil der Wärmeenergie, die die Wärmepumpe liefert zur gesamten Wärmeenergie zur Beheizung des Gebäudes.

Beispiel: Der Heizstab liefert 671 kWh, die Wärmepumpe 27.595 kWh von insgesamt 28.265 kWh. Der Deckungsanteil der Wärmepumpe beträgt 97,6 Prozent und der Deckungsanteil des E-Heizstabes ist 2,4 Prozent.

4.1.4 Modulationsbereich

Der Modulationsbereich ist der Temperaturbereich, in dem die Gebäudekennlinie zwischen maximaler und minimaler Heizleistung der Wärmepumpe liegt. Im Modulationsbereich arbeitet die Wärmepumpe besonders effektiv, denn sie liefert genau die vom Gebäude benötigte Heizleistung. Bei Temperaturen oberhalb des Modulationsbereichs, im Beispiel bei über 8 °C, liefert die Wärmepumpe mehr Heizleistung als das Gebäude benötigt. Um das Gebäude nicht unnötig aufzuheizen, wird die Wärmepumpe immer wieder für einige Zeit abgeschaltet („getaktet“).

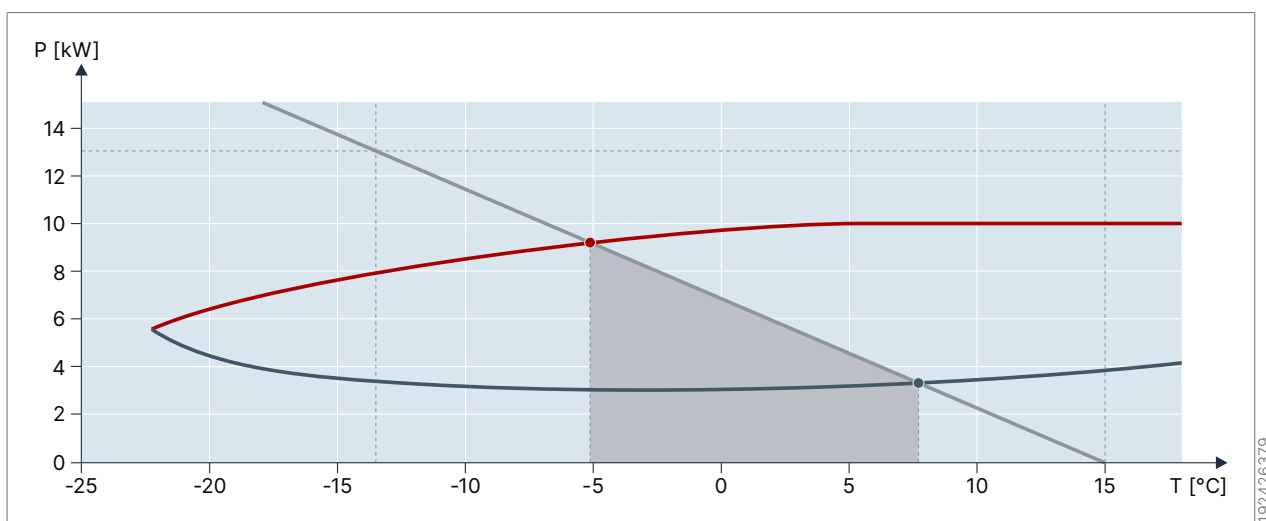


Abb. 9: Der Modulationsbereich reicht von der Bivalenztemperatur bei etwa -5 °C bis +8 °C (graue Fläche)

4.2 Goldene Regeln

Prüfen Sie, ob die von Ihnen geplante Wärmepumpe die goldenen Regeln erfüllt. Wenn nicht, dann führen Sie Schritt 4 mit einer anderen Wärmepumpe erneut durch. Wählen Sie am Ende die Wärmepumpe, die die Regeln am besten erfüllt.

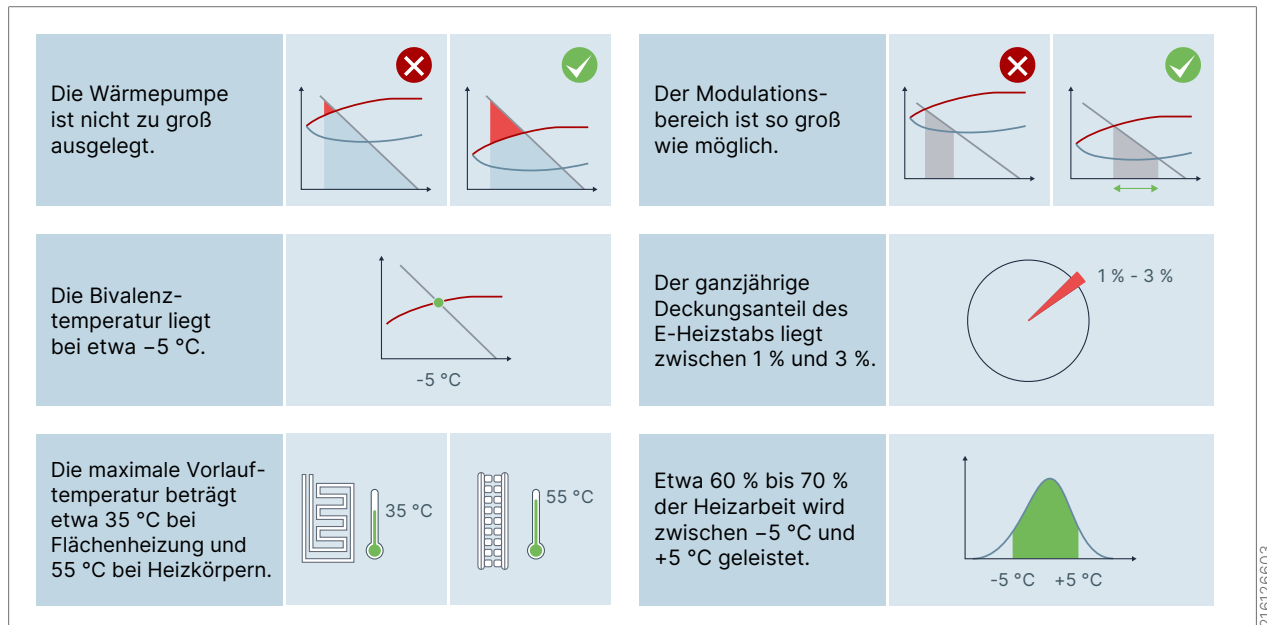


Abb. 10: Goldene Regeln für Wärmepumpen mit monoenergetischem Betrieb

4.3 Aufstellbedingungen

Auch die Aufstellbedingungen beeinflussen die Einsetzbarkeit bestimmter Wärmepumpenmodelle. Hier sind folgende Punkte zu beachten:

Außeneinheit (ODU):

- Schallemissionen
- Sicherheitsabstände, abhängig vom Kältemittel und Wärmepumpenmodell
- Einzuhaltende Abstände, zum Beispiel Grundstücksgrenze, Gehwege, Serviceabstände
- Vereisungsgefahr der Verbindungsleitung zur Inneneinheit bei Monoblock-Wärmepumpe
- Bei Split-Wärmepumpen: Öl-Hebebogen, Größe des Aufstellraums
- Windbelastung
- Vibrationsübertragung
- Optik („Sichtschall“)

Inneneinheit (IDU):

- Serviceabstände
- Höhenunterschied zwischen Inneneinheit und Außeneinheit

4.4 Auswahl der Speichersysteme

Wählen Sie einen Pufferspeicher, der die in Schritt 3 ermittelte Größe hat.

Folgende Punkte beeinflussen die Wahl des Pufferspeichers:

- Art des Speichers: Reihenspeicher oder Trennspeicher. Im Bestand werden bevorzugt Trennspeicher genutzt.
- Aufgabe des Speichers: Warmwasserspeicher, Pufferspeicher mit Frischwasserstation, Hygienespeicher
- Kompatibilität des Speichers mit der ausgewählten Wärmepumpe
- Einfluss der EVU-Sperre
- Einbindung Photovoltaik (PV)
- Einbindung Solarthermie, dann wählen Sie einen Speicher mit Solarwendel
- Hybrid: Einbindung von Gas oder Holz

4.5 Auswahl der Hydraulik

1. Rufen Sie die Hydraulikdatenbank SCHEMEN auf, siehe konfig.wolf.eu/hydraulik/.



2. Setzen Sie den Filter "Hauptwärmeerzeuger" auf "Wärmepumpe" oder "Hybrid (Wärmepumpe & Brennwert)".
3. Setzen Sie die weiteren Filter, die der von Ihnen geplanten Anlage entsprechen.
⇒ Je mehr Filter Sie gesetzt haben, desto weniger Hydraulikschemen verbleiben.
4. Wenn nach Setzen aller Filter mehrere Hydraulikschemen verbleiben, dann wählen Sie das Schema aus, das Ihren Wünschen am besten entspricht.
5. Bei erforderlichen Anpassungen, sprechen Sie mit dem WOLF-Verkaufsbüro.

5 Bewertung und Empfehlung

5.1 Jahresarbeitszahl ermitteln

Nutzen Sie den Jahresarbeitszahl-Rechner auf wolf.eu, siehe www.wolf.eu/jaz-rechner.



5.2 Ökologische Bewertung

Der Einsatz einer Wärmepumpe spart Kohlenstoffdioxid, wenn die Jahresarbeitszahl größer ist als das Verhältnis von 1 kWh CO₂-Äquivalent von Strom zu 1 kWh CO₂-Äquivalent von Öl oder Gas.

Beispiel für den deutschen Strommix 2020: 366 g/kWh / 279 g/kWh = 1,3 (für Heizöl), 366 g/kWh / 182 g/kWh = 2,0 (für Erdgas)

Da der deutsche Strommix von Jahr zu Jahr immer mehr erneuerbare Energien enthält und das CO₂-Äquivalent von Strom sinkt, sinkt auch der benötigte Schwellwert der Jahresarbeitszahl. Mit anderen Worten: Eine Wärmepumpe spart jedes Jahr mehr CO₂.

5.3 Ökonomische Bewertung

Der Einsatz der Wärmepumpe ist ökonomisch sinnvoll, wenn die Jahresarbeitszahl größer ist als das Verhältnis von Kosten für 1 kWh Strom zu Kosten für 1 kWh Gas oder Öl.

Beispiel: 1 kWh Strom kostet 41 Cent, 1 kWh Gas kostet 12,2 Cent. Die Jahresarbeitszahl muss größer sein als 41/12,2=3,4.

Je teurer Öl und Gas sind, desto niedriger ist die nötige Jahresarbeitszahl und desto mehr lohnt sich der Einsatz einer Wärmepumpe finanziell.

5.4 Empfehlung

Ist die Wärmepumpe ökonomisch sinnvoll, dann bleibt das bestehende Wärmeverteilsystem bestehen. Keine oder nur geringe Sanierungsmaßnahmen, wie der Ersatz weniger Heizkörper, sind erforderlich.

Ist die Wärmepumpe ökonomisch nicht sinnvoll, dann betrachten Sie folgende Punkte neu:

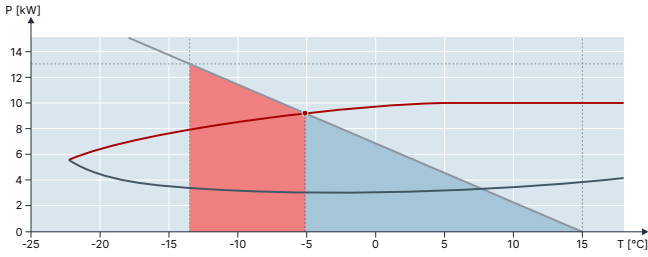
- Auswahl eines anderen Wärmepumpenmodells → zurück zu Schritt 4
- Anpassung des Wärmeverteilsystems → zurück zu Schritt 3
- Auswahl eines anderen Systems, zum Beispiel Hybrid, separate Warmwasserbereitung → zurück zu Schritt 2
- Maßnahmen zur Reduktion der Heizlast, zum Beispiel Gebäudesanierung → zurück zu Schritt 1



Hydraulischer Abgleich

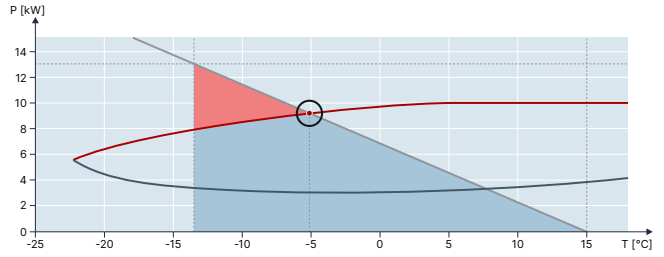
Um das Wärmeverteilsystem und damit das gesamte Heizsystem effizient zu betreiben, unbedingt nach der Installation einen hydraulischen Abgleich durchführen.

Betriebsweise, bivalent-alternative



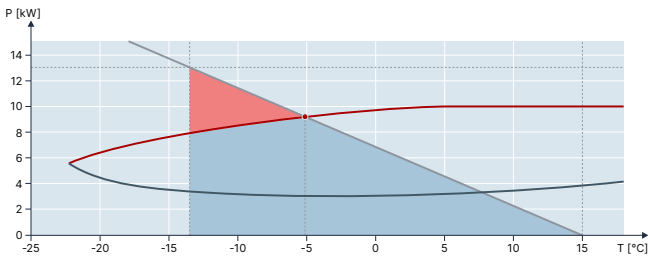
Bei der bivalent-alternativen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den Großteil der Gebäudeheizlast und der Heizlast für die Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Nur bei Bedarfsspitzen springt ein anderer Wärmeerzeuger ein, zum Beispiel Öl, Gas, E-Heizstab (rote Fläche).

Bivalenzpunkt



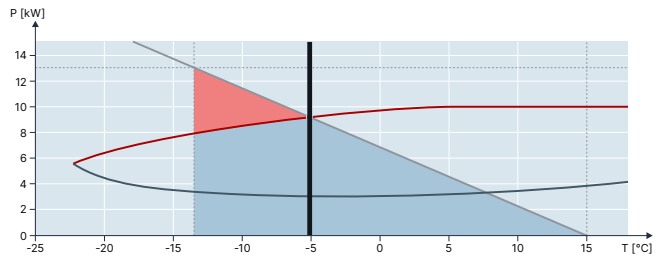
Der Bivalenzpunkt ist der Betriebspunkt, an dem die Heizleistung der Wärmepumpe und die Gebäudeheizlast gleich sind.

Betriebsweise, bivalent-monoenergetische



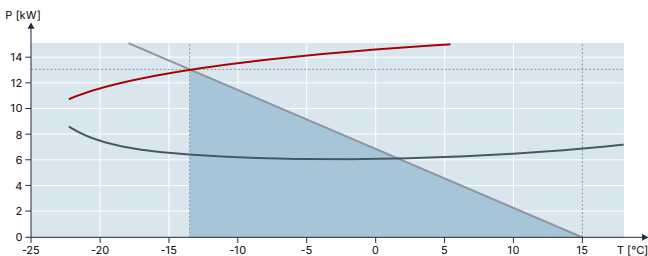
Bei der bivalent-monoenergetischen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den Großteil der Gebäudeheizlast und der Heizlast für die Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Nur bei Bedarfsspitzen trägt der E-Heizstab der Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung bei (rote Fläche). Wenn die rote Fläche von irgendeinem Wärmeerzeuger, zum Beispiel Öl, Gas, E-Heizstab, geliefert wird, spricht man allgemeiner von bivalent-paralleler Betriebsweise.

Bivalenztemperatur



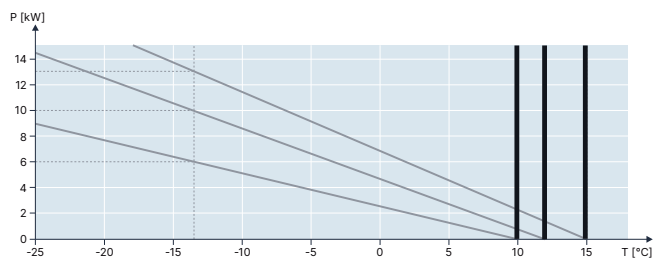
Die Bivalenztemperatur ist die Außentemperatur, bei der die Heizleistung der Wärmepumpe und die Gebäudeheizlast gleich sind. Unterhalb der Bivalenztemperatur springt der andere Wärmeerzeuger ein.

Betriebsweise, monovalente



Bei der monoenergetischen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe die gesamte Gebäudeheizlast einschließlich Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Luft-Wasser-Wärmepumpen ohne elektrischen Zuheizung sind eher unüblich.

Heizgrenztemperatur



Die Heizgrenztemperatur gibt an bis zu welcher Temperatur ein Gebäude beheizt wird. Nach der Norm VDI 4650 Blatt 1 ist die Heizgrenztemperatur abhängig vom Haustyp: Niedrigenergiehaus: 10 °C, Neubau: 12 °C, Bestand: 15 °C.

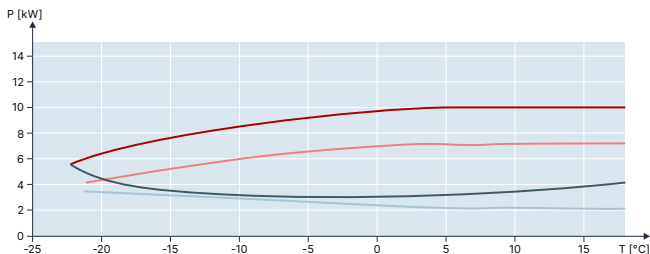
Heizlast

Die Heizlast ist die Wärmezufuhr, die erforderlich ist, um eine bestimmte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten.

Heizleistung

Die Heizleistung ist die vom Wärmeerzeuger bereitgestellte Wärmezufuhr. Wenn die Heizlast des Gebäudes und die Heizleistung des Wärmeerzeugers übereinstimmen, bleibt die Temperatur im Gebäude konstant.

Heizleistungskurve



Die Heizleistungskurve gibt an, wie viel Heizleistung ein Wärmeerzeuger in Abhängigkeit von der Außentemperatur erzeugen kann.

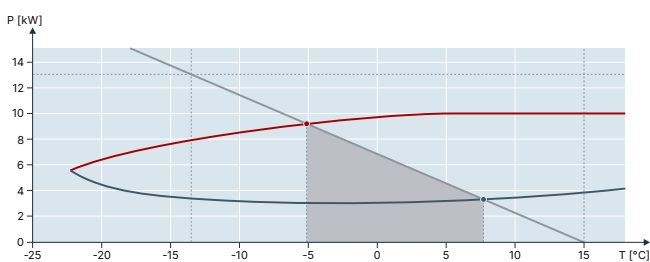
IDU

Indoor Unit, Inneneinheit einer Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl (JAZ)

Die Jahresarbeitszahl ist das Verhältnis von produzierter Wärme zu eingesetztem Strom. Die von der Wärmepumpe produzierte Wärme und der zum Betrieb der Wärmepumpe eingesetzte Strom werden über ein Jahr betrachtet, um saisonale Schwankungen zu mitteln. Je größer die Jahresarbeitszahl, desto geringer sind die Betriebskosten der Wärmepumpe.

Modulationsbereich

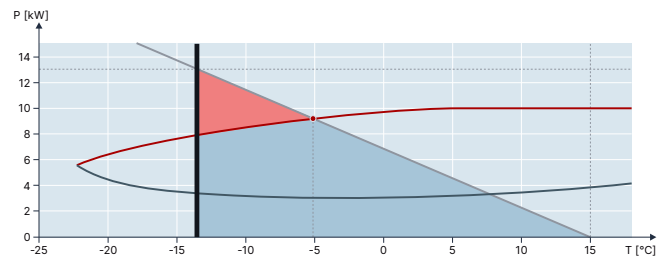


Der Modulationsbereich ist der Temperaturbereich, in dem die Gebäudekennlinie zwischen maximaler und minimaler Heizleistung der Wärmepumpe liegt (graue Fläche).

Monoblock-Wärmepumpe

Bauform der Wärmepumpe, bei der alle für die Wärmege-
winnung wichtigen Komponenten in der Außeneinheit der
Wärmepumpe sind. In den Verbindungsleitungen zwi-
schen Innen- und Außeneinheit fließt nur Wasser und
kein Kältemittel, was die Installation vereinfacht.

Normaußentemperatur



Die Normaußentemperatur ist das tiefste Zweitagesmit-
tel der Lufttemperatur, das zehnmals in 20 Jahren erreicht
oder unterschritten wird. In Deutschland beträgt die
durchschnittliche Normaußentemperatur $-11,5\text{ °C}$. Im
Nordwesten Deutschlands ist die Normaußentemperatur
höher, im Südosten geringer. Auf waermepumpe.de fin-
den Sie die Normaußentemperatur für jeden Postleitzahl-
bereich Deutschlands.

ODU

Outdoor Unit, Außeneinheit einer Wärmepumpe

Split-Wärmepumpe

Bauform der Wärmepumpe, bei der alle für den Kältekreis
notwendigen Komponenten in der Außeneinheit der Wär-
mepumpe sind, außer der Verflüssiger. In den Verbind-
ungsleitungen zwischen Innen- und Außeneinheit fließt
ein Kältemittel. Der Kältekreis wird erst bei der Installati-
on von einem zertifizierten Techniker fertiggestellt. Die
Inneneinheit ist kleiner als bei der Monoblock-Bauweise
und alle schall-emittierenden Bauteile befinden sich in
der Außeneinheit.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist eine Maschine, die thermische
Energie aus der Umgebung aufnimmt und als Nutzwärme
auf zu beheizende Räume überträgt. Bei der Luft-Was-
ser-Wärmepumpe dient die Außenluft als Wärmequelle.
Sie ist einfach und kostengünstig zu installieren, ist aber
nicht ganz so effizient wie andere Wärmepumpen. Bei
der Sole-Wasser-Wärmepumpe dient das Erdreich als
Wärmequelle. In Rohren im Erdreich zirkuliert Wasser mit
Frostschutzmittel (Sole). Sole-Wasser-Wärmepumpen
haben eine höhere JAZ als Luft-Wasser-Wärmepumpen.
Für die Installation ist eine größere unbebaute Gartenflä-

che und eine Genehmigung erforderlich. Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen dient Grundwasser als Wärmequelle. Das Grundwasser ist das ganze Jahr über gleichwarm, etwa 10 °C. Dadurch sind Wasser-Wasser-Wärmepumpen effizienter als Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Installation ist eine kostenintensive Tiefenbohrung und eine spezielle Genehmigung erforderlich.

Unsere Beratungsprofis sind gerne für Sie da:

Berlin

14974 Ludwigsfelde
Tel. +49 3378 8577-3

Koblenz

56218 Mülheim-Kärlich
Tel. +49 2630 96246-0

Dresden

01723 Wilsdruff
Tel. +49 35204 7858-0

München

85748 Garching
Tel. +49 89 13012200

Frankfurt

61191 Rosbach
Tel. +49 6003 93455-0

Nürnberg

96050 Bamberg
Tel. +49 951 208540

Hamburg

22525 Hamburg
Tel. +49 40 5260588-0

Osnabrück

49076 Osnabrück-Atterfeld
Tel. +49 541 91318-0

Hannover

30625 Hannover
Tel. +49 511 6766963

Stuttgart

70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. +49 711 939209-0

Sie haben Fragen oder Anregungen zu dieser Broschüre?
Melden Sie sich gerne bei uns via feedback@wolf.eu



Geben Sie uns
gerne Feedback!

Änderungen vorbehalten. Bitte beachten Sie, dass auf den Produktbildern allein das Produkt von WOLF abgebildet ist. Zusätzlich erforderlich sind meist Zu- und Ableitungen, die von außen an das WOLF-Produkt herangeführt werden. Für die Richtigkeit dieser Broschüre übernimmt die WOLF Gruppe keine Haftung und Gewährleistung. Abbildungen zeigen teilweise Sonderzubehör.

WOLF GmbH
Postfach 1380
84048 Mainburg
Deutschland
Tel. +49 8751 74-0
E-Mail info@wolf.eu
www.wolf.eu



DE AT CH | 4801900 | 202208