

Planungsunterlage

Wärmepumpe im Hybridbetrieb



Inhaltsverzeichnis

Dokumente, Tools und Services	4
1 Hybridsysteme	5
1.1 Definition	5
1.2 Vorteile.....	5
1.2.1 Ökonomische Vorteile	5
1.2.2 Ökologische Vorteile.....	6
1.2.3 Zukunftssicherheit	6
1.2.4 Zuverlässigkeit	6
1.3 Modernisierung.....	6
1.4 Neubau	6
2 Umsetzung.....	7
2.1 Bestandsaufnahme	7
2.2 Benötigte Heizlast ermitteln.....	7
2.2.1 Gebäudeheizlast überschlägig ermitteln	8
2.2.2 Gebäudeheizlast exakt ermitteln	9
2.2.3 Zuschlag für die Warmwasserbereitung	9
2.2.4 EVU-Sperre.....	10
2.2.5 Benötigte Gesamtleistung.....	10
2.3 Maximale Vorlauftemperatur und Pufferspeichergröße ermitteln.....	10
2.3.1 Maximale Vorlauftemperatur experimentell ermitteln	10
2.3.2 Regeln zur Senkung der Vorlauftemperatur	11
2.3.3 Maximale Vorlauftemperatur exakt ermitteln	12
2.3.4 Pufferspeichergröße ermitteln	13
2.4 Auswahl der Wärmepumpe und der Speichersysteme.....	13
2.4.1 Auswahl des Hybridsystems	13
2.4.2 Produktauswahl.....	14
2.4.3 Aufstellbedingungen.....	21
2.4.4 Speicher	21
2.4.5 Auswahl des Hydraulikschemas.....	22
2.5 Bewertung.....	22
3 Verbindung und Einstellung.....	23
3.1 Fremdkessel, WOLF-Geräte vor der WRS-2-Generation, zu große Leistungsunterschiede	23
3.2 WOLF-Geräte der WRS-2 Generation mit eBus-Schnittstelle	23
3.3 Wärmepumpe.....	24
3.4 Gas-Brennwert	28
Glossar.....	31

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.

1 Hybridsysteme

1.1 Definition

Ein Hybridsystem besteht aus mindestens zwei Wärmeerzeugern und nutzt verschiedene Energieträger. Eine konventionelle Komponente nutzt Öl oder Gas und mindestens eine Komponente nutzt einen regenerativen Energieträger, zum Beispiel eine Wärmepumpe.

Eine intelligente Regelung wählt automatisch den zu nutzenden Energieträger. Primär handelt es sich dabei um die regenerative Energie der Wärmepumpe. Lediglich bei hohem Leistungsbedarf wird die konventionelle Komponente eingeschaltet. Dies dient der effizientesten Nutzung der Anlage.

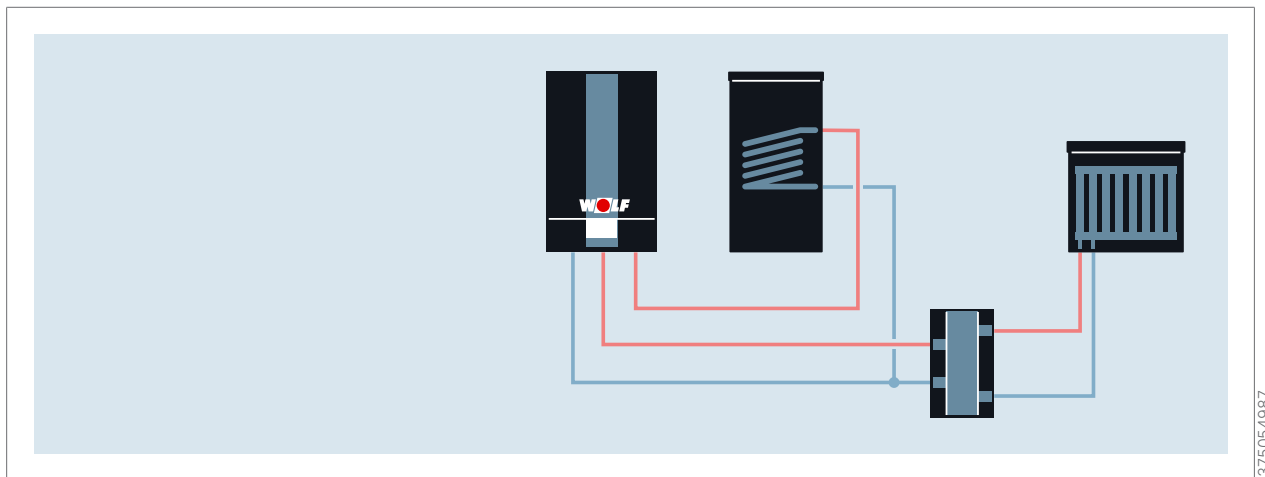


Abb. 1: Konventionelles Heizsystem aus Gastherme, Warmwasserspeicher, hydraulischer Weiche und Heizkörper

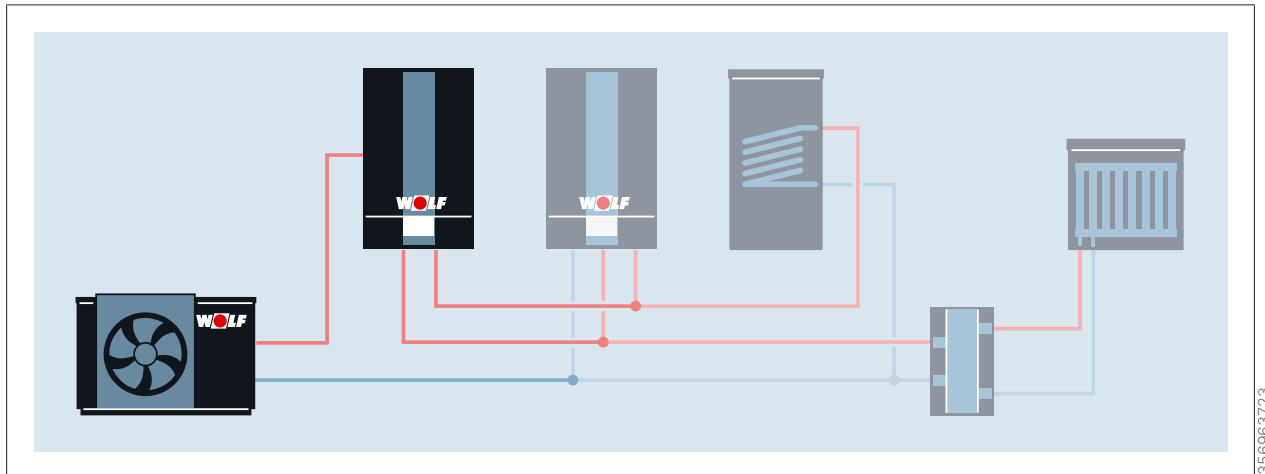


Abb. 2: Hybridsystem aus Wärmepumpe und konventionellem Heizsystem

1.2 Vorteile

1.2.1 Ökonomische Vorteile

Die regenerative Heizquelle, also die Wärmepumpe, deckt ganzjährig die Grundheizlast. Der konventionelle Wärmeerzeuger als so genannter Zweiwärmeerzeuger deckt lediglich die Spitzenlasten. So ist eine Einsparung von jährlich bis zu 35 % der Heizkosten im Vergleich zu einem konventionellen Heizsystem möglich.

Aufgrund der Vorgaben zur Trinkwasserhygiene, werden hohe Temperaturen und ein hoher Energieverbrauchsanteil für das Warmwasser benötigt. Ein Hybridsystem unterstützt die Wärmepumpe bei der Warmwasserbereitung und trägt so zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei.

Sowohl das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung mit steigender CO₂-Steuer als auch die steigenden Öl- und Gaspreise weisen deutlich auf die Umstellung auf regenerative Energieträger hin.

1.2.2 Ökologische Vorteile

Durch die Anwendung von Hybridsystemen lassen sich bis zu 30 % CO₂ einsparen im Vergleich zu einer konventionellen Heizung.

Wird die Wärmepumpe des Hybridsystems mit grünem Strom oder selbst erzeugtem Photovoltaikstrom betrieben, so ist der Wärmepumpenanteil an der Heizleistung nahezu CO₂-neutral.

1.2.3 Zukunftssicherheit

Die optimale Lösung zur Modernisierung bietet die flexible Zusammenstellung des Hybridsystems. Die Integration in ein bestehendes konventionelles Heizsystem ist einfach umsetzbar und bietet sowohl eine Lösung, wenn die örtlichen Gegebenheiten gegen eine reine Wärmepumpenlösung sprechen, als auch bei der Umstellung auf ein klimaschonenderes Heizsystem.

Auch als erster Schritt für eine spätere alleinige Wärmepumpennutzung ist das Hybridsystem der optimale Einstieg. Nach Renovierung der Gebäudehülle und Heizflächen kann der konventionelle Anteil der Anlage außer Betrieb genommen werden. Die durch die Renovierung reduzierte Heizlast des Gebäudes wird dann vollständig durch die regenerative Energienutzung der Wärmepumpe abgedeckt.

1.2.4 Zuverlässigkeit

Die Hybrid-Lösung bringt durch den Betrieb von zwei unabhängigen Wärmeerzeugern eine höhere Ausfallsicherheit. Bei einem Ausfall oder einer Störung eines Wärmeerzeugers, kann das Heizsystem vom anderen Wärmeerzeuger abgedeckt werden.

Auch bei besonders niedrigen Außentemperaturen, die zu einem unwirtschaftlicheren Betrieb der Wärmepumpe allein führen können, besteht die Möglichkeit der Nutzung des Zweitwärmeerzeugers.

1.3 Modernisierung

Die meisten Hybridsysteme werden in Bestandsgebäuden genutzt. Je nach Alter und Art der konventionellen Anlage kann das bestehende System einfach um eine Wärmepumpe erweitert werden. Dies führt zu einer höheren Redundanz des Systems und somit einer erhöhten Sicherheit für den Kunden. Werden später einzelne Bestandteile der Gebäudehülle, wie zum Beispiel Fenster oder Gebäudehülle, erneuert, ist eine Umstellung des Hybridsystems auf eine reine Wärmepumpennutzung möglich. Viele Hybridsysteme dienen somit als Übergang zur Wärmepumpe.

1.4 Neubau

Hybridsysteme sind auch im Neubau einsetzbar. Dabei handelt es sich meist um Mehrfamilienhäuser. Ein Hybridsystem aus Wärmepumpe und neuer Gas-Brennwerttechnik arbeitet in Mehrfamilienhäusern ökologischer als eine Wärmepumpe allein. Ein höherer Wärmebedarf und hohe Systemtemperaturen erschweren die alleinige Nutzung von Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern.

2 Umsetzung

Die Umsetzung läuft in folgenden Schritten ab:

- [□ Bestandsaufnahme ▶ 7\]](#)
- [□ Benötigte Heizlast ermitteln ▶ 7\]](#)
- [□ Maximale Vorlauftemperatur und Pufferspeichergroße ermitteln ▶ 10\]](#)
- [□ Auswahl der Wärmepumpe und der Speichersysteme ▶ 13\]](#)
- [□ Bewertung ▶ 22\]](#)

2.1 Bestandsaufnahme

Sowohl im Neubau als auch im Bestand sind einige Kenngrößen aufzunehmen. Besonders wichtig ist die Aufnahme allerdings im Bestand.

Wichtige Kenngrößen sind:

- Benötigte Heizleistung
- Vorlauftemperatur
- Infrastruktur (Gas-Anschluss, Netzkapazität)
- Vorhandenes Heizsystem, Heizflächen und Versorgungsleitungen

Unter Berücksichtigung dieser Kenngrößen kann das richtige System aus Wärmepumpe und konventionellem Zweitwärmeerzeuger zusammengestellt 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.

2.2 Benötigte Heizlast ermitteln

Oft liegen keine eindeutigen Indikatoren zur Heizlast des Bestandsgebäudes 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.

2.2.1 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.

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 (Normaußentemperatur) am Gebäudestandort

Überschlägige Heizlastermittlung durch Verbrauch der letzten drei Jahre

Um die Heizlast zu ermitteln, teilen Sie den 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 4350 l im vorletzten Jahr, 4300 l im letzten Jahr und 4100 l in diesem Jahr. Der Durchschnittsverbrauch ist 4250 l pro Jahr. Die Heizlast beträgt $[4250 \text{ l/a}] / [250 \text{ l/(a*kW)}] = 17 \text{ kW}$.

Energieträger	Divisor Deutschland ²	Divisor Schweiz ³
Erdgas (m³)	230 m³/(a*kW)	280 m³/(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

Tab. 1: Divisoren für verschiedene Energieträger

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 1980 hat 143 Quadratmeter Wohnfläche. Die Heizlast beträgt $143 \text{ m}^2 \cdot 115 \text{ W/m}^2 = 16,5 \text{ kW}$.

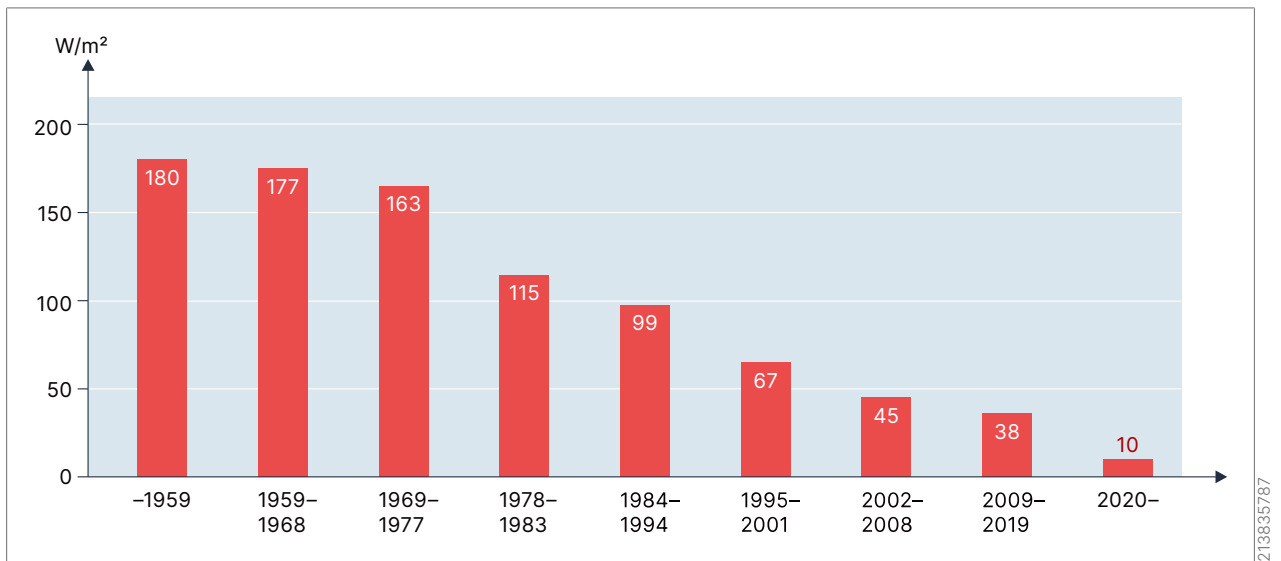


Abb. 3: Spezifischer Heizleistungsbedarf für Gebäude verschiedener Baujahre

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.

2.2.2 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 Normaußentemperatur
- 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.

2.2.3 Zuschlag für die Warmwasserbereitung

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

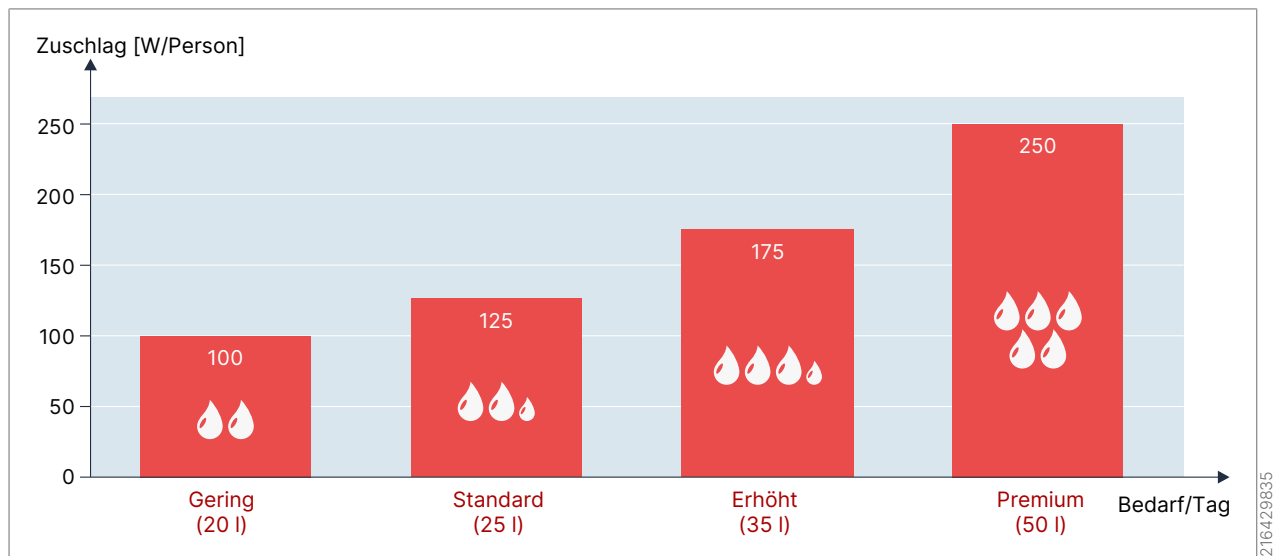


Abb. 4: Zuschlag für die Warmwasserbereitung in Abhängigkeit vom Bedarf an Warmwasser mit 60 °C pro Tag

2.2.4 EVU-Sperre

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. Ein Zusatzbedarf pro Sperrstunde, wie bei der Auslegung einer alleinigen Wärmepumpe ist nicht notwendig. Im bivalenten Betrieb mit einem konventionellen Wärmeerzeuger hat die Wärmepumpe keinen Zusatzbedarf, da in Sperrzeiten der Zweitwärmeerzeuger einspringen kann. Es gilt zu beachten, dass bei einer Umrüstung des Hybridsystems auf eine alleinige Wärmepumpen-Nutzung, ein entsprechender Pufferspeicher für die EVU-Sperre nachgerüstet werden muss.

2.2.5 Benötigte Gesamtleistung

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

Wir empfehlen das Hybridsystem so auszulegen, dass die Grundheizlast ganzjährig über die Wärmepumpe abgedeckt werden kann. Lediglich Leistungsspitzen werden über den konventionellen Wärmeerzeuger gedeckt.

Des Weiteren, sind auf gesetzliche Vorgaben und aktuelle Förderbedingungen zur Auslegung von Hybridsystemen zu achten.

Beispiel: Gebäude mit 16,5 kW Gebäudeheizlast, 4 Personen mit Standard Warmwasserbedarf

- Gebäudeheizlast: 16,5 kW
- Zuschlag für die Warmwasserbereitung: 4 Personen * 0,125 kW/Person = 0,5 kW
- Benötigte Gesamtleistung: 16,5 kW + 0,5 kW = 17 kW

2.3 Maximale Vorlauftemperatur und Pufferspeichergröße ermitteln

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

2.3.1 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.

2.3.2 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.

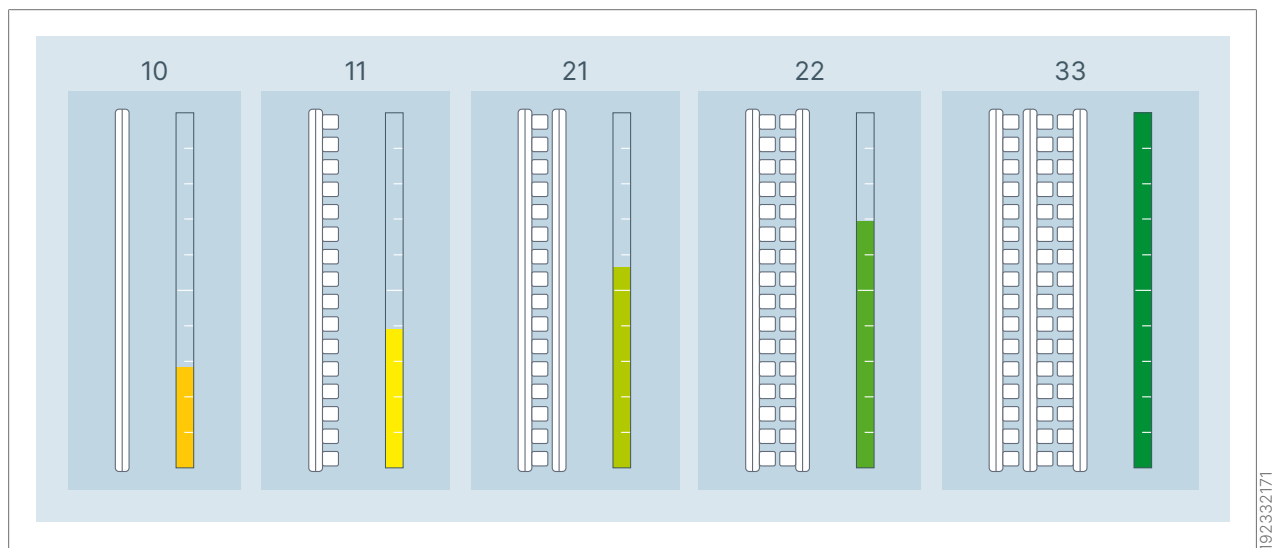


Abb. 5: Heizleistung für verschiedene Heizkörpertypen bei gleicher Vorlauftemperatur

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

2.3.3 Maximale Vorlauftemperatur exakt ermitteln



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 Nachtabenkung.
 - ⇒ Die Wärmepumpe wird gleichmäßig ausgelastet und Leistungsspitzen bei Wiederaufheizen der Räume werden vermieden.

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 Heizkörpertypen. Nutzen Sie den Heizkörperrechner auf www.waerme-pumpe.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.

Bei Hybridsystemen sollte eine niedrige Vorlauftemperatur ebenfalls eingehalten werden. Es besteht allerdings die Möglichkeit höhere Vorlauftemperaturen durch den Zweitwärmeerzeuger abzudecken. Dies ist bei der Ermittlung der Heizlast zu berücksichtigen. Bei späterer Renovierung (Dämmung der Außenhülle, neue Heizkörper, etc.) und alleiniger Wärmepumpennutzung sollte die Vorlauftemperatur entsprechend heruntergesetzt werden.

2.3.4 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.

Bei der Planung eines Hybridsystems mit einer Wärmepumpe ist auf die ausreichende Auslegung des Pufferspeichers für das Abtauen und die hydraulische Entkopplung zu achten. Es empfiehlt sich ein Mindestvolumen von 50 Litern.

Größere Pufferspeicher sind sinnvoll, um Wärme, welche am Tag durch höhere Lufttemperaturen effizienter von einer Luft-Wasser-Wärmepumpe erzeugt werden kann, für die Nacht zwischenspeichern. Auch überschüssige Energie aus der Solaranlage oder Photovoltaikanlage kann in den Puffer eingespeist werden. Zusätzliches Volumen für die Überbrückung von Sperrzeiten ist im Falle eines Hybridsystems nicht vorzusehen.

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 und Systemtrennung	Mehr als 50 Liter
Abtauen, Überbrückung von EVU-Sperrzeiten und Zeiten für Warmwasserbereitung, Speicher für Solaranlage oder Photovoltaikanlage	Abhängig von der Größe der Solaranlage

2.4 Auswahl der Wärmepumpe und der Speichersysteme

2.4.1 Auswahl des Hybridsystems

Wärmepumpe als Hauptwärmeerzeuger – Brennwertgerät als Spitzenlast-Zusatzquelle

In Gebäuden, die bereits renoviert wurden oder einen entsprechenden Stand der Gebäudehülle aufweisen, wird die Wärmepumpe als Hauptwärmequelle ausgelegt. Der Zweitwärmeerzeuger dient, ähnlich wie der E-Heizstab, nur zur Deckung von Leistungsspitzen. In diesem System dient der Zweitwärmeerzeuger nur als zusätzliche Redundanz, eine alleinige Wärmepumpennutzung ist jederzeit möglich.

Je nach Betriebsart, wie in Kapitel [□ Bivalenter Betrieb](#) [▶ 18](#) dargestellt, ist zu beachten, dass der Zweitwärmeerzeuger die gesamte Heizlast decken können muss. Dies ist bei der Umsetzung zu berücksichtigen.

Konventioneller Zweitwärmeerzeuger mit höherem Leistungsanteil

In Bestandsgebäuden, die höhere Vorlauftemperaturen, eine hohe Heizlast oder auch einen großen Warmwasserbedarf abdecken müssen, kann ein Hybridsystem mit höherem Leistungsanteil des konventionellen Zweitwärmeerzeugers eingesetzt werden. Je nach benötigtem Zusatzbedarf wird die Wärmepumpe und der Zweitwärmeerzeuger ausgelegt.

Auch Gebäude, deren Renovierung geplant ist, können in der Zwischenzeit optimal durch ein Hybridsystem beheizt werden. Die Wärmepumpe wird dabei so ausgelegt, dass nach Abschluss der Renovierungen die Heizlast vollständig von der Wärmepumpe abgedeckt werden kann. Der vorhandene Zweitwärmeerzeuger kann dann immer noch, als Sicherheit bei einem Ausfall, bestehen bleiben oder ganz zurückgebaut werden.

Auf gesetzliche Vorgaben und aktuelle Förderbedingungen zur Auslegung von Hybridsystemen ist zu achten.

2.4.2 Produktauswahl

Die Auswahl der geeigneten Wärmepumpe umfasst mehrere Schritte.

Auswahl der Wärmepumpe

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

Beachten Sie bei der Auslegung des Hybridsystems die gesetzlichen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Diese schreiben ab 2024 einen Anteil von mindestens 65 % der mit der Anlage bereitgestellten Wärme (auf den Jahresverbrauch gesehen) mit erneuerbarer Energie bei der Auslegung von Wärmepumpen vor. Dieses Kriterium ist erfüllt, wenn die Wärmepumpe 30 % der Gebäudeheizlast im bivalent parallelen/teilparallelen Betrieb oder 40 % der Heizlast im bivalent alternativen Betrieb abdeckt mit Vorrang für die Wärmepumpe. Der Spitzenlasterzeuger wird nur eingesetzt, wenn der Wärmebedarf nicht mehr von der Wärmepumpe gedeckt werden kann. Der restliche Anteil der Gebäudeheizlast kann über den Zweitwärmeerzeuger abgedeckt werden.

Eine weitere Vereinfachung stellt die Auslegung der Wärmepumpe nach der Leistung des Spitzenlastkessels dar. In diesem Fall muss die Wärmepumpe im Teillastpunkt A nach DIN 14825 (entspricht Leistung bei A-7/W34) 30 % der Leistung des Spitzenlastkessels aufweisen. Der Teillastpunkt A wird von Herstellern meist in der Betriebsanleitung angegeben. Sie finden diesen in den Technischen Parametern nach Verordnung (EU) Nr. 813/2013.

Beispiel: Für eine Gebäudeheizlast von 17 kW muss die Wärmepumpe im bivalent parallelen Betrieb eine Leistung von mindestens 5,1 kW aufweisen. Für die Auslegung mithilfe der Vereinfachung kann der Teillastpunkt A der CHA-07/400V aus den Technischen Parametern nach Verordnung (EU) Nr. 813/2013 verwendet werden. Dieser beträgt für 5,3 kW.

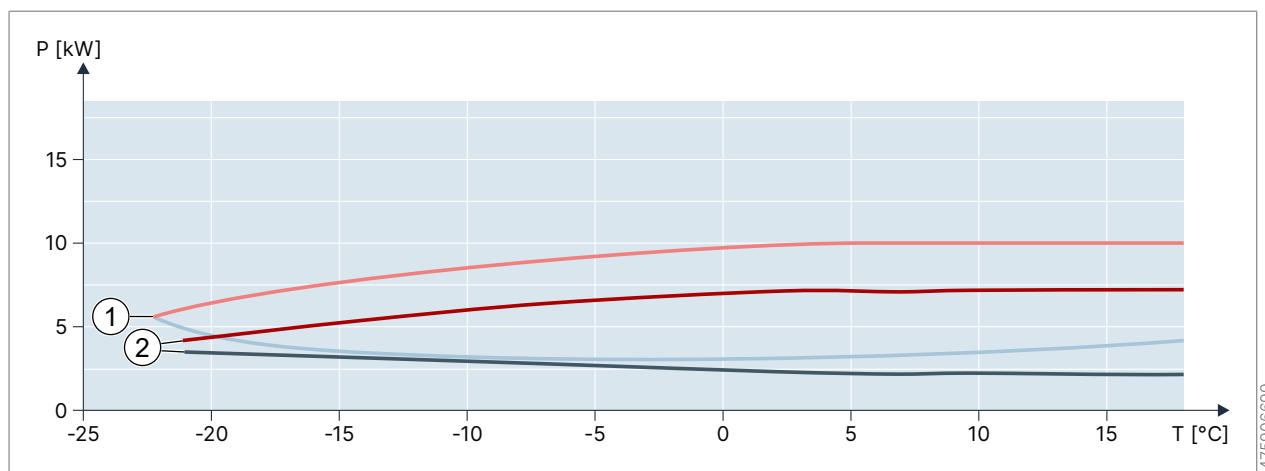


Abb. 6: Heizleistungskurven verschiedener Wärmepumpen bei der in Schritt 3 bestimmten Vorlauftemperatur, im Beispiel 55 °C

☐ Maximale und minimale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-10

☐ Maximale und minimale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07

Gebäudekennlinie ermitteln

1. Zeichnen Sie die Gebäudeheizlast aus Schritt 2 als waagerechte Linie ☐ in das Heizleistungsdiagramm ein.
2. Zeichnen Sie die Normaußentemperatur des Gebäudestandorts als senkrechte Linie ☐ 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 ☐ und der waagerechten Gebäudeheizlast ☐.

3. Zeichnen Sie die Heizgrenztemperatur als senkrechte Linie □ 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 □ zu erhalten. Die Gebäudekennlinie gibt die Gebäudeheizlast in Abhängigkeit von der Temperatur an.

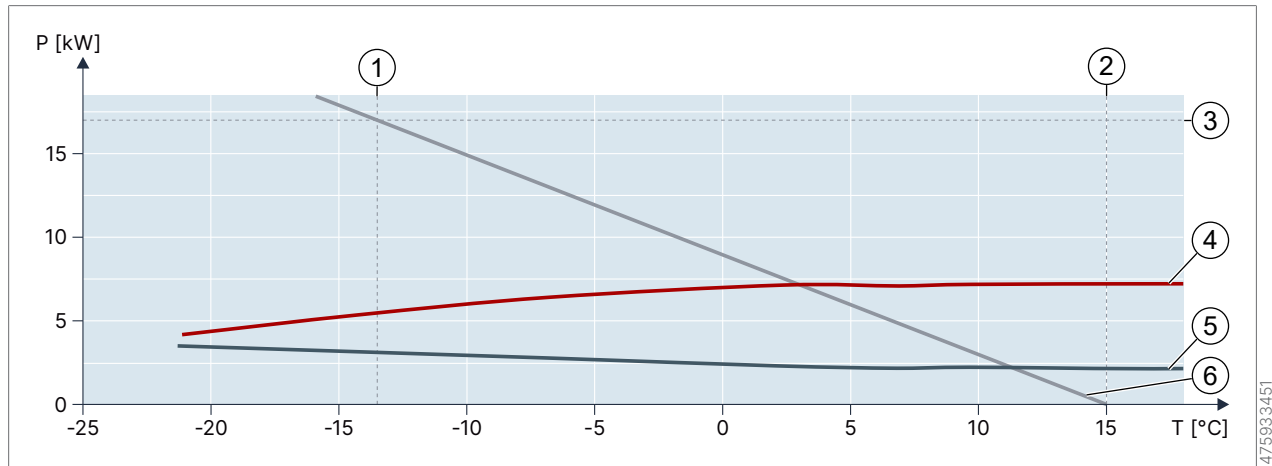


Abb. 7: Konstruktion der Gebäudekennlinie □

- | | |
|---|---|
| □ Normaußentemperatur | □ Heizgrenztemperatur |
| □ Gebäudeheizlast | □ Maximale Heizleistungskurve Wärmepumpe CHA-07 |
| □ Minimale Heizleistungskurve Wärmepumpe CHA-07 | □ Gebäudekennlinie |

Bivalenzpunkt und Deckungsanteil ermitteln

Der Schnittpunkt der Gebäudekennlinie □ und der maximalen Heizleistung der Wärmepumpe □ liefert den Bivalenzpunkt □. Verbinden Sie den Bivalenzpunkt mit der Temperaturachse und lesen Sie die Bivalenztemperatur □ ab. Bei höheren Temperaturen trägt die Wärmepumpe die vollständige Heizlast (blaue Fläche □). Bei niedrigeren Temperaturen ist ein zusätzlicher Wärmeerzeuger erforderlich (rote Fläche □). 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 durch einen zweiten Wärmeerzeuger bis zum gewünschten Bivalenzpunkt des Zweitwärmeerzeugers unterstützt. Nach Erreichen des Verdichter-Bivalenzpunkts schaltet die Wärmepumpe ab und der Zweitwärmeerzeuger arbeitet alleine weiter (bivalent-teilparalleler 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 konventionellen Wärmeerzeuger erbracht werden muss.

Beispiel: Bei einer Normaußentemperatur von -13,6 °C ist die Gebäudeheizlast 17 kW und die ausgewählte Wärmepumpe erbringt eine Heizleistung von 5,3 kW. Dann muss der Zweitwärmeerzeuger die Differenz erbringen, also 11,7 kW.

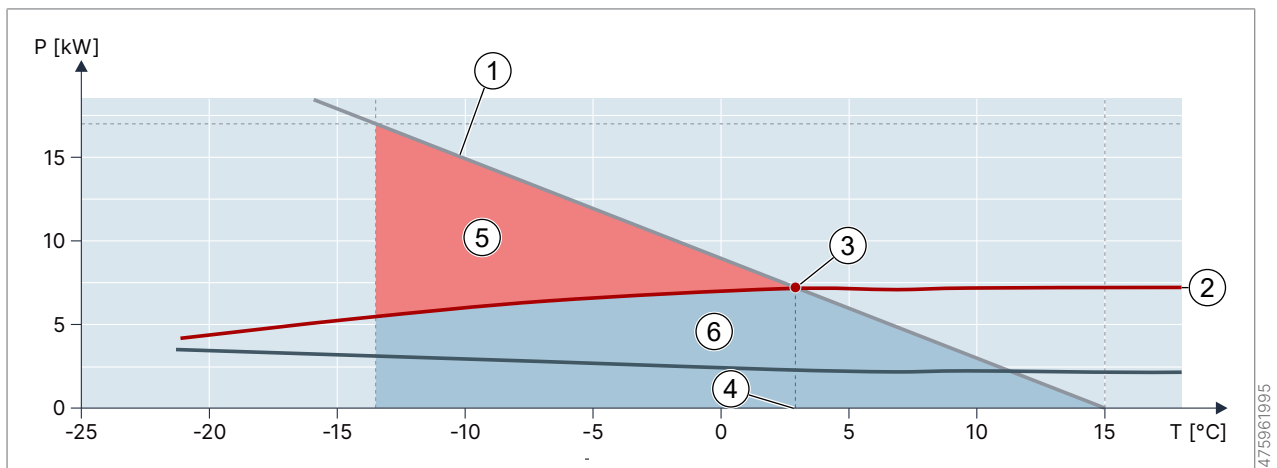


Abb. 8: Konstruktion des Bivalenzpunkts

- | | |
|---|--|
| ☐ Gebäudekennlinie | ☐ Maximale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07 |
| ☐ Bivalenzpunkt | ☐ Bivalenztemperatur |
| ☐ Rote Fläche: Heizleistung durch Zweitwärmerezeuger | ☐ Blaue Fläche: Heizleistung durch Wärmepumpe |

Lassen Sie sich von der Größe der roten Fläche nicht täuschen! Temperaturen unterhalb der Bivalenztemperatur sind nicht so häufig wie es auf den ersten Blick erscheint. Im Beispiel ist es in 2500 Stunden von 8760 Stunden im Jahr kälter als 3 °C, das sind nur 29 Prozent der Zeit.

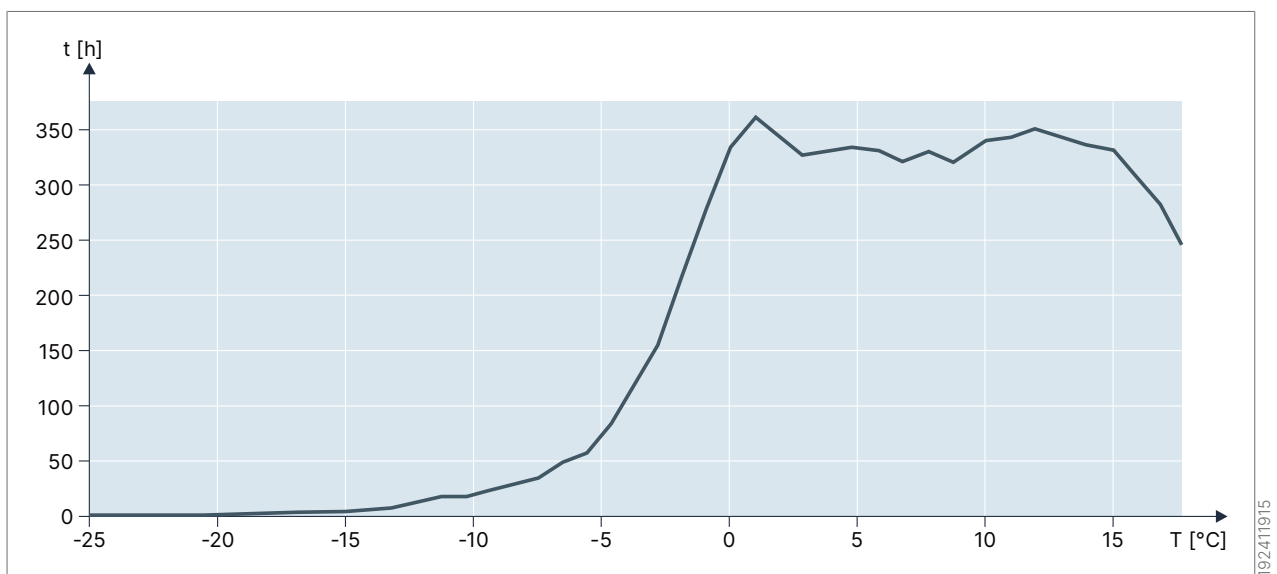


Abb. 9: Temperaturverteilung für den Postleitzahlbereich 84048 nach www.waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte/

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 Zweitwärmerezeuger liefert (rot).

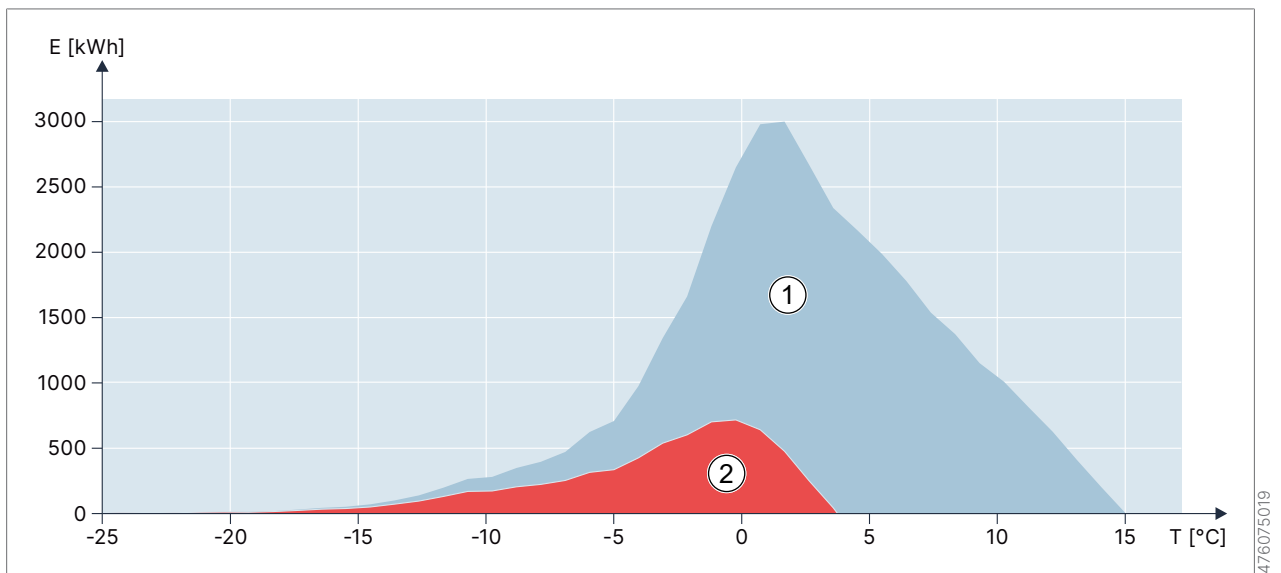


Abb. 10: Verteilung der Heizenergie

- Blaue Fläche: Heizenergie durch Wärmepumpe □ Rote Fläche: Heizenergie durch Zweitwärmerezeuger

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 Zweitwärmerezeuger liefert 6.629 kWh, die Wärmepumpe 30.333 kWh von insgesamt 36.962 kWh. Der Deckungsanteil der Wärmepumpe beträgt 82,1 Prozent und der Deckungsanteil des Zweitwärmerezeugers ist 17,9 Prozent.

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 12 °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“).

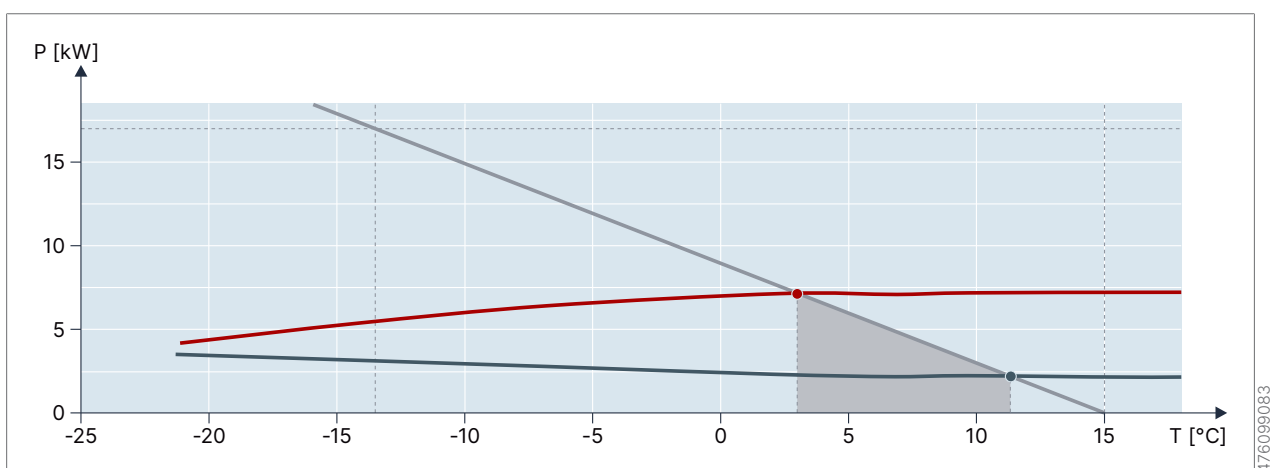


Abb. 11: Der Modulationsbereich reicht von der Bivalenztemperatur bei etwa 3 °C bis 11,5 °C (graue Fläche)

Bivalenter Betrieb

Bivalent-alternativer Betrieb

Die Wärmepumpe heizt das Gebäude allein zwischen der in diesem Beispiel eingestellten Heizgrenztemperatur bei 15 °C und der Bivalenztemperatur von Verdichter und Zweitwärmerzeuger bei 3 °C. Erst unterhalb der Bivalenztemperatur wird die Wärmepumpe abgeschaltet und der Zweitwärmerzeuger übernimmt. Da Temperaturen unterhalb der Bivalenztemperatur nur selten auftreten, deckt die Wärmepumpe über das Jahr betrachtet den größten Teil der Heizleistung.

Zur Einstellung des alternativen Betriebs müssen die Bivalenzpunkte des Verdichters und des Zweitwärmerzeugers gleichgesetzt werden. Sobald der Bivalenzpunkt unterschritten wird, wird der Verdichter der Wärmepumpe ausgeschaltet und der Zweitwärmerzeuger eingeschaltet.

Da immer nur ein Gerät betrieben wird, muss das konventionelle Gerät die komplette Gebäudeheizlast decken können.

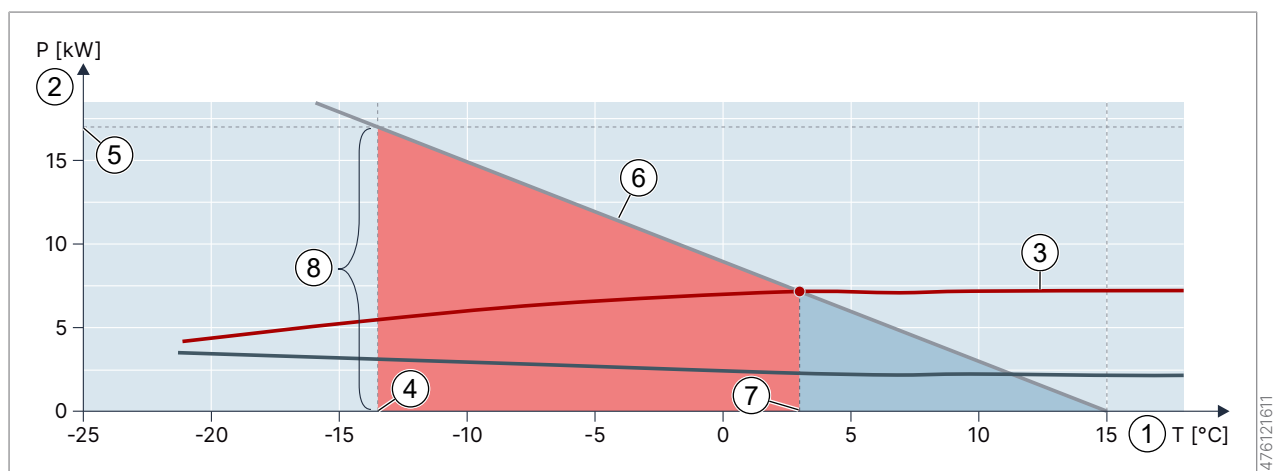


Abb. 12: Bivalent-alternativer Betrieb

- | | |
|--|--|
| ☐ Lufteintrittstemperatur in °C | ☐ Heizleistung in kW |
| ☐ Maximale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07 bei maximaler Kompressordrehzahl | ☐ Normaußentemperatur: -13,6 °C |
| ☐ Notwendige Gesamtleistung der Wärmerzeuger: 17 kW | ☐ Wärmebedarf des Gebäudes bis zur Heizgrenztemperatur bei 15 °C |
| ☐ Bivalenztemperatur Zweitwärmerzeuger WP101 / Verdichter WP080 (= Schnittpunkt Wärmebedarf des Gebäudes mit max. Kompressordrehzahl): 3 °C | ☐ Heizleistungsanteil des Zweitwärmerzeugers bei Normaußentemperatur: 17 kW |

Bivalent-paralleler Betrieb

Die Wärmepumpe heizt das Gebäude allein zwischen der Heizgrenztemperatur bei 15 °C und der Bivalenztemperatur des Zweitwärmeerzeugers bei 3 °C. Erst unterhalb der Bivalenztemperatur wird zusätzlich der Zweitwärmeerzeuger eingeschaltet und unterstützt die Wärmepumpe. Die Wärmepumpe schaltet erst bei einer Außentemperatur von max. –25 °C ab.

Dazu erbringt der konventionelle Wärmeerzeuger den Deckungsanteil zwischen Heizleistungskurve und Gebäudekennlinie. Eine Auslegung des Zweitwärmeerzeugers über die gesamte Heizleistung ist somit nicht nötig.

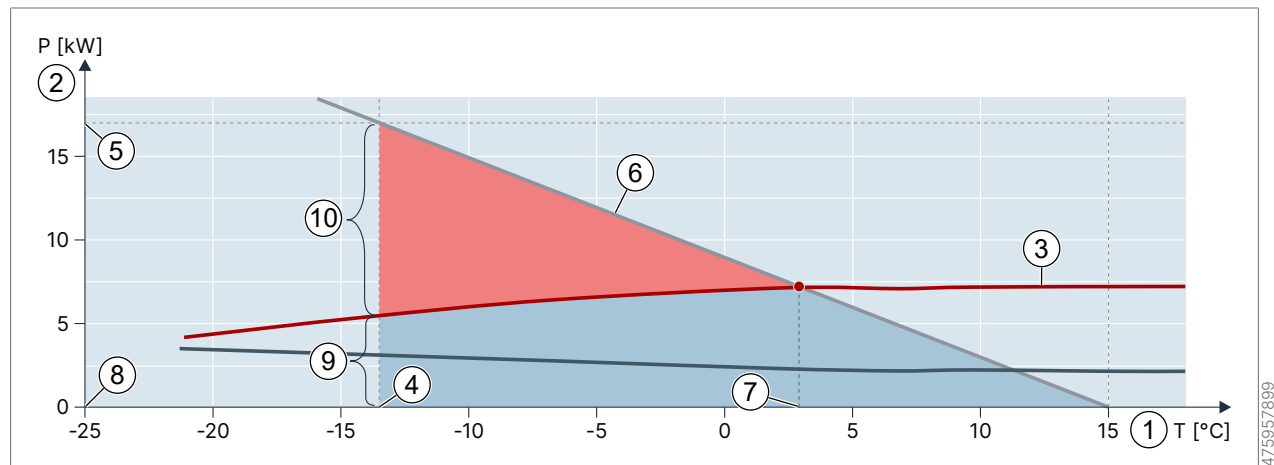


Abb. 13: Bivalent-paralleler Betrieb

- | | |
|---|--|
| ☐ Lufteintrittstemperatur in °C | ☐ Heizleistung in kW |
| ☐ Maximale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07 bei maximaler Kompressordrehzahl | ☐ Normaußentemperatur: –13,6 °C |
| ☐ Notwendige Gesamtleistung der Wärmeerzeuger: 17 kW | ☐ Wärmebedarf des Gebäudes bis zur Heizgrenztemperatur bei 15 °C |
| ☐ Bivalenztemperatur Zweitwärmeerzeuger WP101 / Verdichter WP080 (= Schnittpunkt Wärmebedarf des Gebäudes mit max. Kompressordrehzahl): 3 °C | ☐ Bivalenztemperatur Verdichter WP080 (= Abschalttemperatur der Wärmepumpe): –25 °C |
| ☐ Heizleistungsanteil der Wärmepumpe bei Normaußentemperatur: 5,3 kW | ☐ Heizleistung des Zweitwärmeerzeugers bei Normaußentemperatur: 11,7 kW |

Bivalent-teilparalleler Betrieb

Die Wärmepumpe heizt das Gebäude allein zwischen der Heizgrenztemperatur bei 15 °C und der Bivalenztemperatur des Zweitwärmeerzeugers bei 3 °C. Erst unterhalb der Bivalenztemperatur des Zweitwärmeerzeugers wird zusätzlich der Zweitwärmeerzeuger eingeschaltet und unterstützt die Wärmepumpe zwischen 3 °C und –5 °C. Dazu erbringt der konventionelle Wärmeerzeuger den Deckungsanteil zwischen Heizleistungskurve und Gebäudekennlinie. Unterhalb des Bivalenzpunkts des Verdichters bei –5 °C wird die Wärmepumpe abgeschaltet und der Zweitwärmeerzeuger übernimmt den Betrieb. Das konventionelle Gerät muss die komplette Gebäudeheizlast stemmen können.

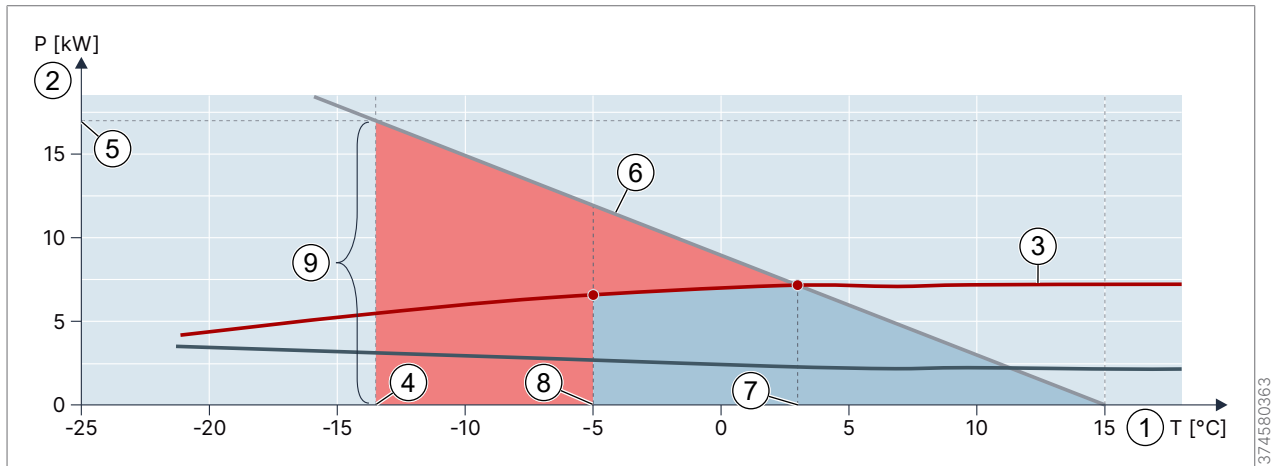


Abb. 14: Bivalent-teilparalleler Betrieb

- | | |
|---|---|
| ☐ Lufteintrittstemperatur in °C | ☐ Heizleistung in kW |
| ☐ Maximale Heizleistungskurve der Wärmepumpe CHA-07 bei maximaler Kompressordrehzahl | ☐ Normaußentemperatur: –13,6 °C |
| ☐ Notwendige Gesamtleistung der Wärmeerzeuger: 17 kW | ☐ Wärmebedarf des Gebäudes bis zur Heizgrenztemperatur bei 15 °C |
| ☐ Bivalenztemperatur Zweitwärmeerzeuger WP101 / Verdichter WP080 (= Schnittpunkt Wärmebedarf des Gebäudes mit max. Kompressordrehzahl): 3 °C | ☐ Bivalenztemperatur Verdichter WP080 (= frei wählbare Abschalttemperatur der Wärmepumpe): –5 °C |
| ☐ Heizleistungsanteil des Zweitwärmeerzeugers bei Normaußentemperatur: 17 kW | |

2.4.3 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

2.4.4 Speicher

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

Folgende Punkte beeinflussen die Wahl des Pufferspeichers:

- Art des Speichers: Reihenspeicher oder Trennspeicher. Für Hybridsysteme werden bevorzugt Trennspeicher verwendet.
- Aufgabe des Speichers: Warmwasserspeicher, Pufferspeicher mit Frischwasserstation, Hygienespeicher
- Kompatibilität des Speichers mit der ausgewählten Wärmepumpe
- Einbindung Photovoltaik (PV)
- Einbindung Solarthermie, dann wählen Sie einen Speicher mit Solarwendel

WOLF-Wärmepumpencenter

Besonders geeignet zur Verwendung mit Hybridsystemen sind die WOLF-Wärmepumpencenter. Das Center lässt sich in Verbindung mit der ausgewählten Wärmepumpe bestellen und bietet in der Version 300-S50 einen Warmwasserspeicher mit einem Volumen von 280 Liter, einen Trennspeicher mit 50 Liter, ein Ausdehnungsgefäß mit 24 Liter und das Wärmepumpen-Anschlussset.

Das Hybrid-Set für die Centervarianten FHA-Center/CHA-Center-300-S50 enthält alle Bauteile, die für einen Anschluss des Zweitwärmeerzeugers notwendig sind. Enthalten sind die Verrohrungen und T-Stücke, ein Halbleblech mit entsprechenden Anschlüssen, ein 3-Wege-Umschaltventil und ein Rückschlagventil.

Das so entstehende Hybridcenter vereinfacht die Planung und Installation von Hybridsystemen in Verbindung mit dem WOLF-Wärmepumpencenter erheblich und sorgt so für eine geringere Fehlerrate und eine Verkürzung der Installationszeit.

BSP-W 600 B /800 B

Ebenfalls bestens für den Einsatz in Hybridsystemen geeignet ist der neue BSP-W Schichtenpufferspeicher.

Zwei verschiedene Größen mit 600 Liter und 800 Liter, ein kompaktes Einbringmaß und Kippmaß von weniger als 1900 mm bieten die optimalen Voraussetzungen für die Bestandseinbringung im Falle einer Wärmepumpen-Nachrüstung. Der von vorne mögliche Anschluss an den Speicher bietet außerdem die Möglichkeit einer Eckaufstellung. Bestandstechnikräume mit wenig Platz können so perfekt genutzt werden. Auch die Anbindung von Zweitwärmeerzeugern ist aufgrund der optimalen Schichtung und Auslegung möglich.

Die Schichtenspeicher sind perfekt mit unseren WOLF-Wärmepumpen kompatibel und verfügen in der richtigen Auslegung über einen Warmwasserspeicher und Pufferspeicher (inklusive Abtauenergie).

2.4.5 Auswahl des Hydraulikschemas

Die Auswahl des passenden Hydraulikschemas zur bestehenden Anlage in Verbindung mit der neuen Wärmepumpe muss geeignet gewählt werden. Nur so lassen sich die jeweiligen Deckungsanteile der Erzeuger umsetzen, ohne Probleme wie unnötiges Takten oder Überschreitung der Einsatzgrenzen.

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



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

2.5 Bewertung

Jahresarbeitszahl ermitteln

Nutzen Sie den JAZ-Rechner auf wolf.eu, siehe www.wolf.eu/jaz-rechner. Dort gibt es die Möglichkeit die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe allein oder unter Auswahl der Zusatzheizung zu berechnen.



3 Verbindung und Einstellung

Bei Hybridsystemen erfolgt die Regelung und Einstellungen über das Bedienmodul BM-2 der Wärmepumpe. Der konventionelle Zweitwärmeerzeuger von WOLF ist nur mit einem Anzeigemodul AM ausgestattet.

3.1 Fremdkessel, WOLF-Geräte vor der WRS-2-Generation, zu große Leistungsunterschiede

Bei Fremdkesseln, WOLF-Geräten vor der WRS-2-Generation und zu großen Leistungsunterschieden zwischen den Wärmeerzeugern ist eine Steuerung nur über den potentialfreien Kontakt oder den Brennerstecker möglich.

Die Wärmeanforderung des Zweitwärmeerzeugers ist bei vielen WOLF-Geräte über den Eingang E1 möglich. Vorab gilt es für alle Fremd- und Altgeräte jedoch zu prüfen, ob ein geeigneter Eingang für die Regelbarkeit und Anforderung vorhanden ist.

Der gewünschte Betriebsmodus kann über die Fachmannebene der Wärmepumpenregelung und den entsprechenden Parametern eingestellt werden.

3.2 WOLF-Geräte der WRS-2 Generation mit eBus-Schnittstelle

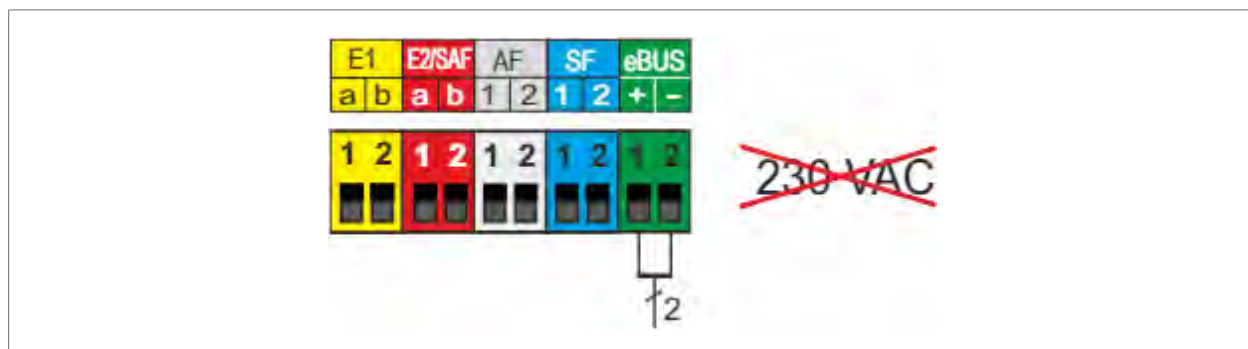
Bei Hybridsystemen bestehend aus zwei WOLF-Geräten mit eBus-Schnittstelle ist eine intelligente Steuerung möglich. So wird der Zweitwärmeerzeuger im Bereich zwischen Heizleistungskurve und Gebäudekennlinie parallel zugeschaltet (bivalent-paralleler Betrieb oder bivalent-teilparalleler Betrieb). Dies dient einer besonders effizienten Nutzung des Systems.

Durch die eBus-Schnittstelle ist außerdem die Auswahl zwischen ökologischem und ökonomischem Betrieb möglich.

Der ökologische Betrieb ist der ökologisch optimierten Betrieb des Hybridsystem. Die Steuerung entscheidet in Abhängigkeit der vorherrschenden Witterungsbedingungen automatisch, welcher Wärmeerzeuger am wenigsten CO₂ emittiert. So wird vorwiegend die Wärmepumpe genutzt und der Zweitwärmeerzeuger nur bei Leistungsspitzen zugeschaltet.

Im ökonomischen Betrieb wählt die Steuerung zu jedem Zeitpunkt den Wärmeerzeuger mit den geringsten Kosten aus. Bei hohen Wärmeanforderungen und niedrigen Außentemperaturen kann es jedoch zur Abschaltung der Wärmepumpe und alleinigem Betrieb des Zweitwärmeerzeugers kommen.

Es gilt allgemein darauf zu achten, dass bei der Auswahl des ökologischen oder ökonomischen Betriebs eingestellte Bivalenzpunkte wirkungslos werden. Die Regelung übernimmt die Steuerung des Hybridsystems automatisch.



Dazu müssen beide Geräte über die eBus-Kontakte verbunden werden. Beachtet werden muss zusätzlich der entsprechende Softwarestand der Regelung. Diesen finden Sie auf dem entsprechenden Hydraulikschema in der Anleitung zur Regelung.

3.3 Wärmepumpe

Die folgenden Angaben dienen der Orientierung der wichtigsten Parametereinstellungen. Auf den bekannten Hybrid-Hydrauliksystemen finden Sie außerdem immer eine individuelle Auflistung zum jeweiligen System. Das heißt, dass es zu Unterschieden in der Einstellung kommen kann. Eine genaue Betrachtung der Schemen-Auflistung und der zutreffenden Maßnahmen ist somit unerlässlich.

3.3.1 Erforderliche Einstellungen

Die folgenden Fachmannparameter müssen Sie an der WOLF-Wärmepumpe einstellen (Beispiel: Wärmepumpe CHA). Verwenden Sie die Werte aus der Spalte „Einstellung für Hybrid“.

Fachmannparameter	Bezeichnung AM / BM-2	Einstellbereich	Werkseinstellung	Einstellung für Hybrid
WP001	Anlagenkonfiguration	01, 02, 11, 12, 51, 52	01	11
WP002	Funktion Eingang E1	Keine Funktion RT WW RT/WW Zirkomat Maximalthermostat / MaxTh Kühlthermostat / KühlTh SAF Kühlen PV Ext. Störung	Keine Funktion	Maximalthermostat / MaxTh
WP003	Funktion Ausgang A1 (230 VAC)	Keine Funktion Zirk20 Zirk50 Zirk100 Alarm Zirkomat Abtaubetrieb ZWE Verdichter Ein EHZ aktiv ZUP extern Kühlung aktiv	Keine Funktion	Zirk20, Zirk50 oder Zirk100
WP104	ZWE über eBus	Aus, Ein	Aus	Ein

WP001: Anlagenkonfiguration

Je nach Aufbau und Anwendung der Wärmepumpe eine vorkonfigurierte Anlagenvariante einstellen.

Anzeige	Beschreibung
01	Beheizung eines Heizkreises über einen Reihenspeicher, Aktive Kühlung des Heizkreises mit zusätzlichem 3-Wege-Umschaltventil, Warmwasserbereitung
02	Beheizung von Mischerkreisen (1...7) mittels Mischermodule MM über einen Reihenspeicher, Aktive Kühlung der Mischerkreise mit zusätzlichem 3-Wege-Umschaltventil, Warmwasserbereitung
11	Beheizung eines Heizkreises über Trennspeicher/Pufferspeicher/Hydr. Weiche mit Sammlerfühler, Aktive Kühlung des Heizkreises mit zwei zusätzlichen 3-Wege-Umschaltventilen, sowie Sperrventil und Überströmventil, Warmwasserbereitung
12	Beheizung von Mischerkreisen (1...7) mittels Mischermodule MM über Trennspeicher/Pufferspeicher / Hydr. Weiche mit Sammlerfühler, Aktive Kühlung der Mischerkreise mit zwei zusätzlichen 3-Wege-Umschaltventilen, sowie Sperrventil und Überströmventil, Warmwasserbereitung
51	Externe Anforderung über 0 - 10 V Signal (z. B. durch Gebäudeleittechnik) Für stufenlosen Heiz- oder Kühlbetrieb des Verdichters und Heizbetrieb der Elektro-Heizung, Warmwasserbereitung (selbstständig durch Wärmepumpe)
52	Externe Anforderung über potentialfreien Kontakt (z. B. durch Gebäudeleittechnik) Für Heizbetrieb des Verdichters, Warmwasserbereitung (selbstständig durch Wärmepumpe)

WP002: Eingang E1

Belegung mit einer der folgenden Funktionen:

Anzeige	Beschreibung
Keine	keine Funktion
RT	Sperre Heizung (Raumthermostat) Kontakt geöffnet - Sperre Heizbetrieb Kontakt geschlossen - Heizbetrieb freigegeben
WW	Sperre Warmwasserbetrieb Kontakt geöffnet - Sperre Warmwasserbetrieb Kontakt geschlossen - Warmwasserbetrieb freigegeben
RT/WW	Sperre Heiz- und Warmwasserbetrieb Kontakt geöffnet - Sperre Heiz- und Warmwasserbetrieb Kontakt geschlossen - Heiz- und Warmwasserbetrieb freigegeben
Zirkomat	Zirkomat (Zirkulationstaster) Eingang schließt, Ausgang des Zirkomaten wird für 5 Minuten eingeschaltet. Nach Abschalten des Eingangs und nach Ablauf von 30 Minuten wird die Zirkomatfunktion für den nächsten Betrieb wieder freigegeben

Anzeige	Beschreibung
Max Th	Maximalthermostat Kontakt geöffnet - Sperre Heiz- und Warmwasserbetrieb Kontakt geschlossen - Heiz- und Warmwasserbetrieb freigegeben
Kühl Th	Kühlthermostat Kontakt geöffnet - Sperre Kühlbetrieb Kontakt geschlossen - Kühlbetrieb freigegeben
SAF Kühlen	Sammlertemperatur für Kühltpeicher Zu- und Abschaltung des Wärmeerzeugers für Kühlbetrieb über Sammlertemperatur
PV	PV-Eingang (zusätzlich) Benutzen, wenn zusätzlich SmartGrid verwendet wird. EVU-Sperre hat Vorrang, ansonsten wird der Maximalwert zwischen SmartGrid und PV verwendet
Ext. Störung	Externe Störung Kontakt geöffnet – Störcode FC116 wird generiert Kontakt geschlossen – kein Störcode FC116

WP003: Ausgang A1

Belegung mit einer der folgenden Funktionen:

Anzeige	Beschreibung
Keine	keine Funktion
Zirk20	Ansteuerung Zirkulationspumpe 20 % (2 Minuten ein, 8 Minuten aus)
Zirk50	Ansteuerung Zirkulationspumpe 50 % (5 Minuten ein, 5 Minuten aus)
Zirk100	Ansteuerung Zirkulationspumpe 100 % (Dauerbetrieb)
Alarm	Alarmausgang Wird nach 5 Minuten gesetzt, wenn eine Störung vorliegt.
Zirkomat	Eingang des Zirkulationstasters schließt, Ausgang wird für 5 Minuten angesteuert. Nach Abschalten des Eingangs des Zirkulationstasters und nach Ablauf von 30 Minuten wird die Zirkomatfunktion für den nächsten Betrieb wieder freigegeben.
Abtauen	Abtaubetrieb Wird gesetzt, wenn die Wärmepumpe abtaut z. B. zur Verwendung bei der Konfiguration 51 / 52 (GLT).
ZWE	Zweitwärmeerzeuger Wird gesetzt, wenn der Zweitwärmeerzeuger angefordert wird
Verdichter Ein	Verdichter aktiv Wird gesetzt, wenn der Verdichter aktiv ist.
EHZ Ein	Elektroheizelement aktiv Wird gesetzt, wenn das Elektroheizelement aktiv ist.
ZUP extern	Externe Zubringerpumpe Wird analog zur internen Zubringerpumpe angesteuert
Kühlung aktiv	Kühlbetrieb Wird gesetzt, wenn die Wärmepumpe in Kühlbetrieb arbeitet.

WP104: ZWE über eBus

Zweitwärmeerzeuger über eBus ansteuern.

3.3.2 Optionale Einstellungen

Die optionalen Einstellungen sind wichtig für die Anpassung des parallelen Betriebs und der Warmwasserbereitung an individuelle Anforderungen und für den effektiven Betrieb.

Besonders wichtig ist dabei die Einstellung der Bivalenzpunkte, ab welchen der Zweitwärmeerzeuger (ZWE) oder auch der E-Heizstab der Wärmepumpe einspringt. Es gilt, den Hauptdeckungsanteil über die Wärmepumpe abzudecken. Je nach Wahl der Betriebsweise aus Kapitel [Bivalenter Betrieb](#) [18] gilt es diese entsprechend einzustellen.

Sollte das Hybridsystem im ökologischen oder ökonomischen Betrieb über den eBus verwendet werden, gilt zu beachten, dass die Einstellung der Bivalenzpunkte wirkungslos wird.

Fachmann-parameter	Bezeichnung AM / BM-2	Einstellbereich	Werkseinstellung
WP013	Verzögerung ZWE Heizung	1 ... 180 Min.	60 Min.
WP017	Kesselmaximaltemperatur HZ TV-max	30.0 ... 77.0 °C	55.0 °C
WP022	Max. Zeit Warmwasserbetrieb	30 ... 240 Min.	120 Min.
WP023	Verzögerung ZWE Warmwasser	1 ... 180 Min.	60 Min.
WP080	Bivalenzpunkt Verdichter	-25.0 ... 45.0 °C	-25.0 °C
WP091	Bivalenzpunkt E-Heizung	-25.0 ... 45.0 °C	-5.0 °C
WP101	Bivalenzpunkt ZWE	-25.0 ... 45.0 °C	0.0 °C
WP102	Priorität ZWE Heizbetrieb	1 ... 3	2
WP103	Priorität ZWE Warmwasserbetrieb	1 ... 3	2

WP013: Verzögerung ZWE Heizung

Verzögerungszeit für die Zuschaltung des Elektroheizelements oder des Zweitwärmeerzeugers im Heizbetrieb einstellen.

WP017: Kesselmaximaltemperatur HZ TV-max

Begrenzung der maximalen Vorlaufsolltemperatur (T_Kessel_soll) im Heizbetrieb einstellen.

WP022: Max. Zeit Warmwasserbetrieb

Maximale Zeit des Warmwasserbetriebs einstellen.

WP023: Verzögerung ZWE Warmwasser

Verzögerungszeit für die Zuschaltung des Elektroheizelements oder des Zweitwärmeerzeugers zur Warmwasserbereitung einstellen.

WP080: Bivalenzpunkt Verdichter

Bivalenzpunkt zur Deaktivierung des Verdichters.

WP091: Bivalenzpunkt E-Heizung

Bivalenzpunkt zur Aktivierung des Elektroheizelements für den Heizbetrieb.

WP101: Bivalenzpunkt ZWE

Bivalenzpunkt zur Aktivierung des Zweitwärmeerzeugers für den Heizbetrieb.

WP102: Priorität ZWE Heizbetrieb

Heizbetrieb Priorität des Zweitwärmeerzeugers bei Heizbetrieb einstellen.

1. Zweitwärmeerzeuger - Wärmepumpe - Elektroheizelement (ZWE - WP - EHZ)
2. Wärmepumpe - Zweitwärmeerzeuger - Elektroheizelement (WP - ZWE - EHZ)
3. Wärmepumpe - Elektroheizelement - Zweitwärmeerzeuger (WP - EHZ - ZWE)

Dieser Parameter ist wirkungslos bei SG/PV-Anhebung.

WP103: Priorität ZWE Warmwasserbetrieb

Warmwasserbetrieb Priorität des Zweitwärmeerzeugers bei Warmwasserbetrieb einstellen.

1. Zweitwärmeerzeuger - Wärmepumpe - Elektroheizelement (ZWE - WP - EHZ)
2. Wärmepumpe - Zweitwärmeerzeuger - Elektroheizelement (WP - ZWE - EHZ)
3. Wärmepumpe - Elektroheizelement - Zweitwärmeerzeuger (WP - EHZ - ZWE)

Dieser Parameter ist wirkungslos bei SG/PV-Anhebung.

3.4 Gas-Brennwert

Erforderliche Einstellungen

Die folgenden Parameter müssen Sie am WOLF-Brennwertgerät einstellen. Verwenden Sie die Werte aus der Spalte „Einstellung für Hybrid“ aus dem ausgewählten Hydraulikschema.

Parameter	Benennung	Einheit	Werkseinstellung	Min.	Max.	Einstellung für Hybrid
HG40	Anlagenkonfiguration	-	01	div.	div.	02
HG10	eBus-Adresse des Wärmeerzeugers	-	1		1	2
HG16	Pumpenleistung HK minimal	%	45	15	100	zwischen 80 und 100
HG17	Pumpenleistung HK maximal	%	90	15	100	100
HG20	max. Speicherladezeit	Min	120	30 / Aus	300	Aus

Parameter	Benennung	Einheit	Werkseinstellung	Min.	Max.	Einstellung für Hybrid
HG25	Kesselübertemperatur bei Speicherladung	°C	15	0	40	zwischen 5 und 10
HG37	Typ Pumpenregelung (Festwert / Linear / Spreizung)	-	linear	div.	div.	linear
HG41	Drehzahl ZHP WW	%	80	15	100	zwischen 80 und 100

HG40: Anlagenkonfiguration

Je nach Aufbau und Anwendung des Brennwertgeräts eine vorkonfigurierte Anlagenvariante einstellen.

Anzeige	Beschreibung
01	Direkter Heizkreis am Brennwertgerät + optional weitere Mischerkreise über Mischermodule (Werkseinstellung)
02	Ein oder mehrere Mischerkreise über Mischermodule (kein direkter Heizkreis am Brennwertgerät)
11	Hydraulische Weiche / Plattenwärmetauscher als Systemtrennung
12	Hydraulische Weiche mit Sammlerfühler + direkter Heizkreis (A1)
51	GLT - Brennerleistung
52	GLT - Kesselsolltemperatur
60	Kaskade für Mehrkesselanlagen

HG10: eBus-Adresse des Wärmeerzeugers

Ein Kaskadenmodul steuert mehrere Wärmeerzeuger in einem Heizungssystem. Deshalb ist eine Adressierung der Wärmeerzeuger notwendig. Jeder Wärmeerzeuger benötigt eine eigene eBus-Adresse, um mit dem Kaskadenmodul zu kommunizieren.

HG16: Pumpenleistung HK minimal

Im Heizbetrieb regelt die Zubringer-/Heizkreispumpe nicht unter diesen eingestellten Wert. Bei Einsatz einer Zubringer-/Heizkreispumpe ohne PWM-Signalansteuerung ist der Parameter ohne Funktion.

HG17: Pumpenleistung HK maximal

Im Heizbetrieb regelt die Pumpe nicht über diesen eingestellten Wert.

Unabhängig vom im HG37 eingestellten Pumpenregelungstyp.

Bei Pumpenregelungstyp „Festwert“ wird HG17 als Einstellwert für die Pumpendrehzahl im Heizbetrieb genutzt.

HG20: Max. Speicherladezeit

Fordert der Speichertemperaturfühler Wärme, beginnt die Speicherladung. Bei zu klein ausgelegtem Wärmeerzeuger, verkalktem Speicher oder permanentem Warmwasserverbrauch und Vorrangbetrieb sind die Heizungs-umwälzpumpen ständig außer Betrieb. Die Wohnung kühlt stark aus. Um dies zu begrenzen, besteht die Möglichkeit eine max. Speicherladezeit vorzugeben.

Ist die eingestellte maximale Speicherladezeit abgelaufen, erscheint auf dem Anzeige- oder Bedienmodul die Fehlermeldung FC52.

Die Regelung schaltet auf Heizbetrieb zurück und taktet im eingestellten Wechselrhythmus (HG20) zwischen Heiz- und Speicherladebetrieb, unabhängig davon ob der Speicher seine Solltemperatur erreicht hat oder nicht.

Die Funktion „max. Speicherladezeit“ bleibt auch bei aktiviertem Pumpenparallelbetrieb aktiv. Wird HG20 auf **Aus** gestellt, ist die Funktion der „max. Speicherladezeit“ deaktiviert. WOLF empfiehlt bei Heizungsanlagen mit hohem Warmwasserverbrauch, z. B. Hotel, Sportverein usw. den HG20 auf **Aus** zu stellen.

HG25: Kesselübertemperatur bei Speicherladung

HG25 stellt die Übertemperaturdifferenz zwischen der Speichertemperatur und der Temperatur des Wärmeerzeugers während der Speicherladung ein.

Die Kesseltemperatur wird weiterhin von der Kesselmaximaltemperatur (HG22) begrenzt.

Dies gewährleistet, dass auch in der Übergangszeit (Frühling/Herbst) die Temperatur des Wärmeerzeugers höher ist als die Speichertemperatur und für kurze Ladezeiten sorgt.

HG37: Typ Pumpenregelung

Einstellung der Art der Pumpendrehzahlsteuerung im Heizbetrieb und mit GLT52.

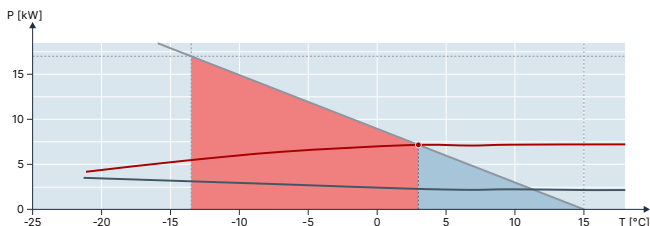
Einstellung	Beschreibung
Festwert	Feste Pumpendrehzahl (HG17)
Linear	Lineare Drehzahlregelung zwischen HG16 und HG17 entsprechend der aktuellen Brennerleistung.
Spreizung	Drehzahlregelung zwischen HG16 und HG17 um Temperaturspreizung Vorlauf/Rücklauf (HG38) zu erreichen. Funktion nur im Heizbetrieb und GLT 52 möglich. Bei GLT 51 oder bei Kaskade erfolgt automatisch ein Wechsel in die Linearregelung.

HG41: Drehzahl ZHP WW

Im Warmwasserbetrieb läuft die Pumpe auf diesen eingestellten Wert. Unabhängig vom im HG37 eingestellten Pumpenregelungstyp.

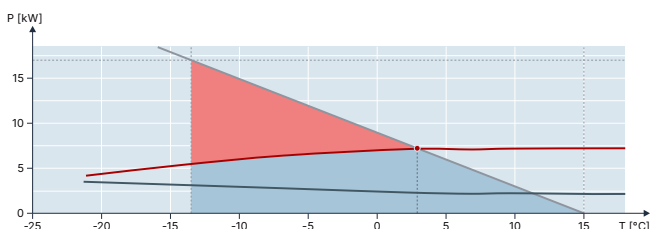
Glossar

Betriebsweise, bivalent-alternative



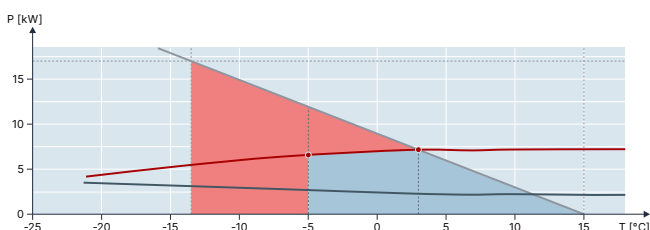
Bei der bivalent-alternativen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den Großteil der Gebäudeheizlast und der Heizlast für die Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Bei tieferen Außentemperaturen wird die Wärmepumpe ausgeschaltet und ein anderer Wärmeerzeuger springt ein, zum Beispiel Öl, Gas, E-Heizstab (rote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

Betriebsweise, bivalent-parallelle



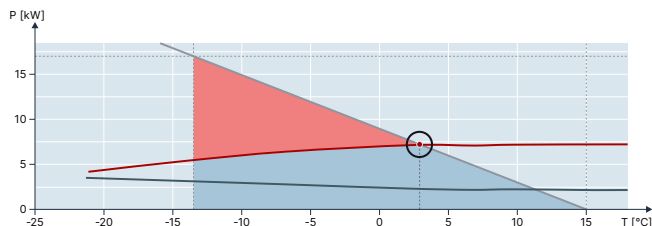
Bei der bivalent-parallelle Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den Großteil der Gebäudeheizlast und der Heizlast für die Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Bei tieferen Außentemperaturen trägt ein Zweitwärmeerzeuger zur Wärmeerzeugung bei, zum Beispiel Öl, Gas, E-Heizstab (rote Fläche).

Betriebsweise, bivalent-teilparallelle



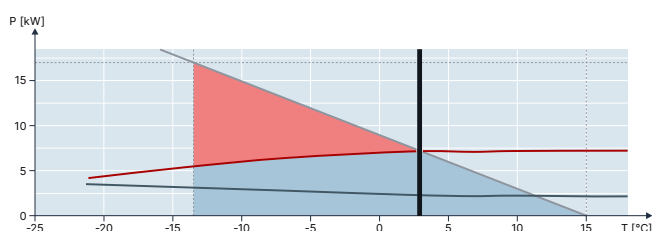
Bei der bivalent-teilparallelle Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den Großteil der Gebäudeheizlast und der Heizlast für die Warmwasserbereitung (blaue Fläche). Bei tieferen Außentemperaturen trägt ein Zweitwärmeerzeuger zur Wärmeerzeugung bei, zum Beispiel Öl, Gas, E-Heizstab (rote Fläche). Bei noch tieferen Außentemperaturen wird die Wärmepumpe ausgeschaltet und der Zweitwärmeerzeuger erbringt die gesamte Heizleistung (rote Fläche).

Bivalenzpunkt



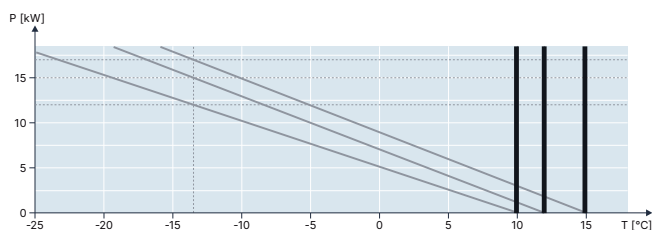
Der Bivalenzpunkt ist der Betriebspunkt, an dem die Heizleistung der Wärmepumpe und die Gebäudeheizlast gleich sind.

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.

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.

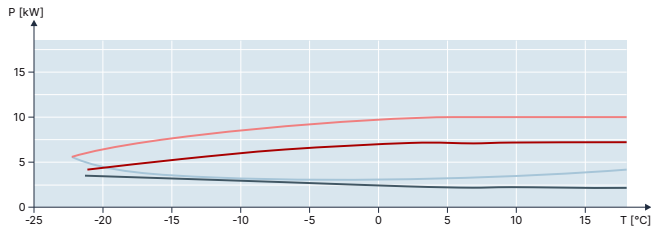
Heizlast

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.

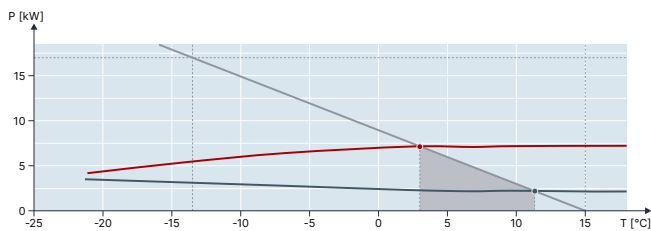
IDU

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 eingesetzter Strom werden über ein Jahr betrachtet, um saisonale Schwankungen zu mitteln. Je größer die Jahresarbeitszahl, desto geringer sind die Betriebskosten der Wärmepumpe.

Modulationsbereich

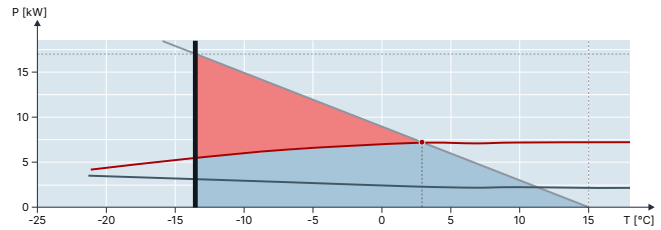


Der Modulationsbereich ist der Temperaturbereich, in dem die Gebäudekennlinie zwischen maximaler und minimaler Heizleistung der Wärmepumpe liegt (graue Fläche).

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 zehnmal in 20 Jahren erreicht
oder unterschritten wird. In Deutschland beträgt die
durchschnittliche Normaußentemperatur $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 dem Verflüssiger. In den Verbin-
dungsleitungen 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 Wärme-
quelle. Das Grundwasser ist das ganze Jahr über gleich-
warm, etwa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dadurch sind Wasser-Wasser-Wär-
mepumpen effizienter als Sole-Wasser- und Luft-Was-
ser-Wärmepumpen. Für die Installation ist eine kostenin-
tensive Tiefenbohrung und eine spezielle Genehmigung
erforderlich.

Notizen



Unsere Beratungsprofis sind gerne für Sie da.

Berlin

14974 Ludwigsfelde
Tel. +49 3378 8577-3

Dresden

01723 Wilsdruff
Tel. +49 35204 7858-0

Frankfurt

61191 Rosbach
Tel. +49 6003 93455-0

Hamburg

22525 Hamburg
Tel. +49 40 5260588-0

Hannover

30625 Hannover
Tel. +49 511 6766963

Koblenz

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

München

85748 Garching
Tel. +49 89 13012200

Nürnberg

96050 Bamberg
Tel. +49 951 208540

Osnabrück

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

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



| 4801983 | 202310