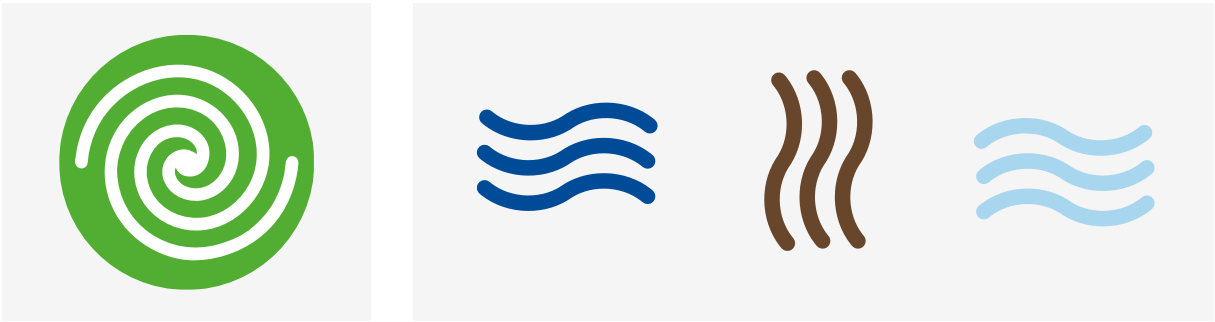
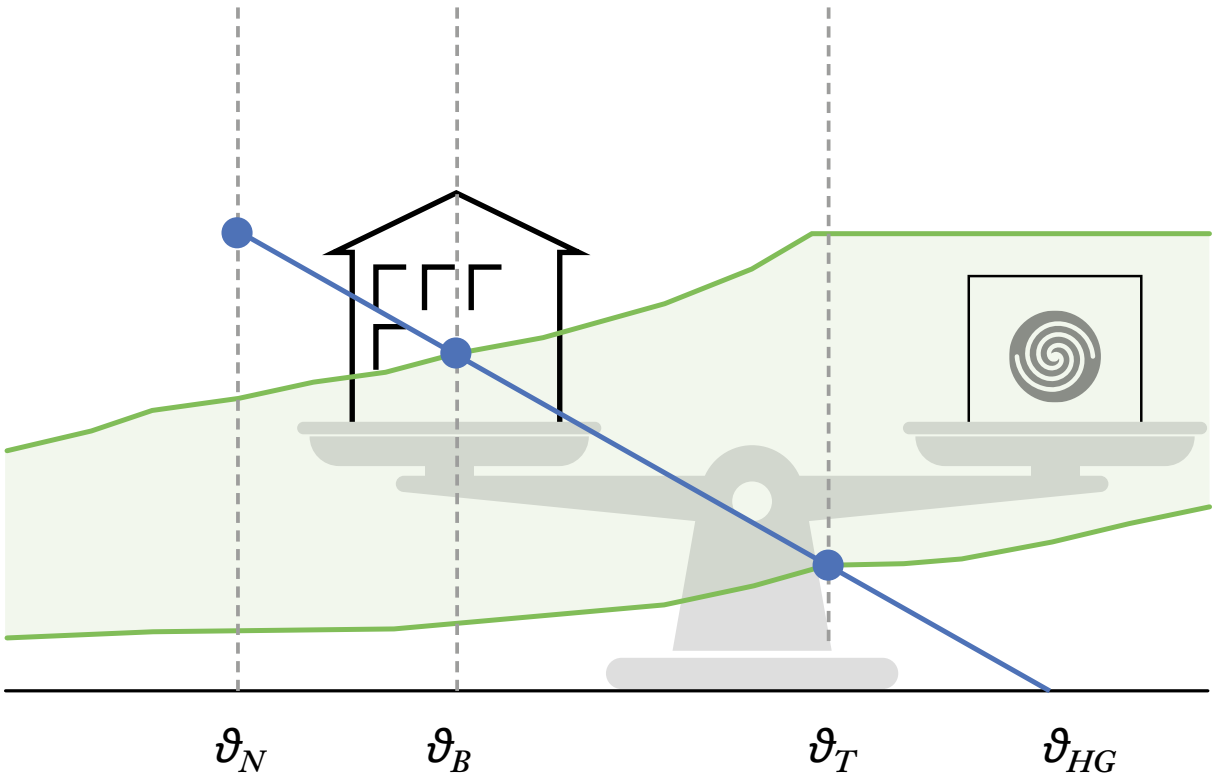
Leitfaden

Wärmepumpendimensionierung





bwp | Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Inhalt

1 Vorwort und Anwendungsbereich 3

2 Auswirkungen der Über- und der Unterdimensionierung 4

3 Eingangsgrößen der Dimensionierung und Randbedingungen 6

3.1 Norm-Heizlast: Ermittlung und Folgen für die Dimensionierung 6

3.2 Notwendige Vorlauftemperatur 7

3.3 Dimensionierungsrelevante Produktdaten 7

3.4 Begrenzung der Leistungsaufnahme 8

3.5 Fotovoltaikanlage und Stromspeicher 8

4 Dimensionierung 9

4.1 Gebäudedaten und Grundlagen 9

4.2 Dimensionierungsbeispiele 10

4.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse 11

4.4 Raumheizung und Trinkwassererwärmung 12

4.5 Warmwasserwärmepumpen 13

5 Fazit 14

Glossar 16

Impressum 17

In diesem Ratgeber wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Liebe Leser,

dieser Leitfaden soll verdeutlichen, wie bei der Dimensionierung und Auswahl von Wärmepumpen vorzugehen ist.

Während der Grundlagenermittlung in Bestandsgebäuden fällt häufig auf, dass viele Komponenten überdimensioniert sind. In der Vergangenheit wurde häufig mit großzügigen Zuschlägen ausgelegt oder zwischenzeitliche Maßnahmen an der Gebäudehülle haben Bedarfe deutlich verringert. Bei brennstoffbefeuerten Kesseln und zugehörigen Komponenten der Heizungsanlage, wie Heizkörper, Warmwasser- oder Pufferspeicher, hat dies kaum negative Effekte auf den störungsfreien Anlagenbetrieb.

Im Gegensatz dazu reagieren Wärmepumpenanlagen besonders sensibel auf eine falsche Dimensionierung. Dies gilt insbesondere für den Anlagenbetrieb, die Effizienz, Lebensdauer und letztendlich die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage.

Hier wird die Dimensionierung von leistungsgeregelten Luft-Wasser-Wärmepumpen mit elektrischer (monoenergetischer) Zusatzheizung im Ein- und Zweifamilienhaus beschrieben. Bivalente Systeme mit weiteren Wärmeerzeugern (beispielsweise brennstoffbefeuerten Kesseln) werden nicht betrachtet. Die Trinkwassererwärmung wird dabei in zwei Varianten betrachtet: über die Heizungswärmepumpe und über eine separate Warmwasserwärmepumpe.

Methodisch wird auf drei Dimensionierungsbeispiele zurückgegriffen. Die Wärmepumpenanlage eines Beispielgebäudes wird dafür über-, unter- oder optimiert dimensioniert. Die Zusammenhänge zwischen der Gebäudeheizlast, Heizleistung und Modulationsbereich der Wärmepumpe, dem Bivalenz- und Taktpunkt sowie Auswirkungen auf die Effizienz und den Betrieb der Anlage sind in diesem Leitfaden dargestellt.

Ihr **André Jacob**,
Leiter Technik,

und **Joel Grieshaber,**
Referent Handwerk & Qualifizierung

Bundesverband Wärmepumpe e. V.



Joel Grieshaber

André Jacob

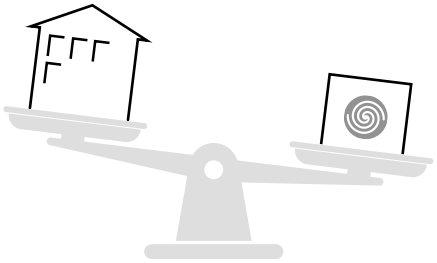
Bei der Dimensionierung von Wärmepumpen müssen einige Randbedingungen betrachtet werden. Durch fehlerhafte Planung kann es zur Über- oder Unterdimensionierung kommen.

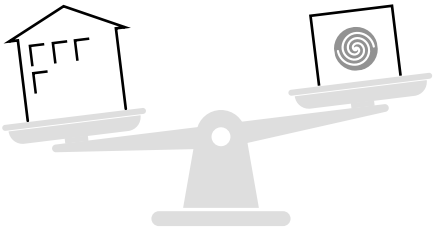
In erster Linie muss der Planer dafür sorgen, dass das Gesamtsystem den Leistungs- und Wärmebedarf des Gebäudes decken kann. Neben dem Leistungsbedarf für die Gebäudeheizung sind auch erforderliche Leistungen für weitere angeschlossene Systeme zu berücksichtigen, beispielsweise für die Trinkwassererwärmung oder die Poolbeheizung.

Für die Ermittlung der benötigten Werte stehen dem Planer die allgemein anerkannten Regeln der Technik zur Verfügung. Etwaige Kundenwünsche nach beispielsweise höheren Raumtemperaturen sind bei der Dimensionierung zu berücksichtigen, eine Aufklärung des Kunden über die damit verbundenen ggf. höheren Verbrauchskosten ist zu empfehlen.

Anhand des ermittelten Leistungsbedarfs kann dann ein konkretes Gerät ausgewählt werden.

Dabei ist auf eine optimierte Dimensionierung zu achten, denn sowohl über- als auch unterdimensionierte Wärmepumpen sind in der Regel unwirtschaftlicher, führen zu geringerer Kundenzufriedenheit und haben unterschiedliche Konsequenzen für die Betreiber.





Auswirkungen einer Überdimensionierung

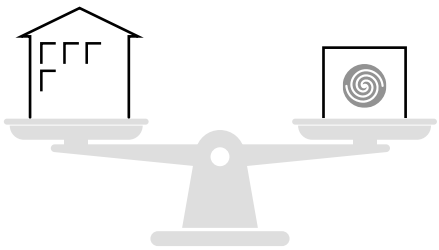
- Höhere Investitionskosten für leistungsstärkere Geräte
- Häufige Starts des Verdichters (Taktbetrieb) führen zu schlechterer Effizienz und kürzerer Lebensdauer
- Frühere Ersatzinvestition
- Höhere Betriebskosten
- Höhere Störanfälligkeit
- Aufwändigere Anlagenhydraulik mit beispielsweise größer dimensionierten Komponenten wie Rohrleitungen oder Pufferspeicher

Auswirkungen der Unterdimensionierung

- Unzureichende Heizleistung der Wärmepumpe
- Komfortverlust
- Höhere Betriebskosten durch hohen Anteil des Heizstabes
- Geringere Investitionskosten
- Frühere Ersatzinvestition

Um einen optimalen Betrieb zu erreichen, wird bei Luft-Wasser-Wärmepumpen kein monovalenter Betrieb angestrebt. Ein gewisser Anteil des Leistungsbedarfs soll bewusst über eine elektrische Zusatzheizung gedeckt werden. Damit wird ein Taktbetrieb mit häufigen Ein- und Ausschaltvorgängen vermindert. Dies verbessert die Effizienz der Anlage in der Übergangszeit und verlängert die Lebensdauer des Gerätes. Die Wahl einer kleineren Leistungsgröße senkt außerdem die Investitionskosten.

Wird die Wärmepumpe deutlich zu klein gewählt, ist mit einem hohen Anteil der elektrischen Zusatzheizung an der Jahresheizarbeit zu rechnen. Dies führt zu schlechter Effizienz und hohen Betriebskosten.



Vorteile optimierter Dimensionierung

- Minimale Summe aus Investitions- und Betriebskosten
- Angemessener Anteil des Heizstabs an der Wärmeerzeugung
- Optimierte Verdichterstarts und Laufzeit der Wärmepumpe je Verdichterstart
- Optimaler leistungsgeregelter Betrieb der Wärmepumpe während der Heizperiode
- Höchste Kundenzufriedenheit

3.1 Norm-Heizlast: Ermittlung und Folgen für die Dimensionierung

Um einen oder mehrere Wärmeerzeuger für die Beheizung von Gebäuden auslegen zu können, ist die Berechnung der Norm-Heizlast nach DIN EN 12831-1:2017 vorzunehmen. In dieser Norm ist ein detailliertes und vereinfachtes Verfahren beschrieben. Trinkwassererwärmung, Lüftungsverluste und sonstige Wärmebedarfe sind im Anschluss zu ergänzen.

Die Berechnungen müssen zur Dimensionierung von Wärmepumpe, Heizflächen und den hydraulischen Abgleich sowohl für einzelne Räume als auch das gesamte Gebäude durchgeführt werden.

Eine Eingangsgröße ist die Normaußentemperatur, die für den Standort des Gebäudes, z. B. aus der BWP-Klimakarte, abgelesen werden kann.

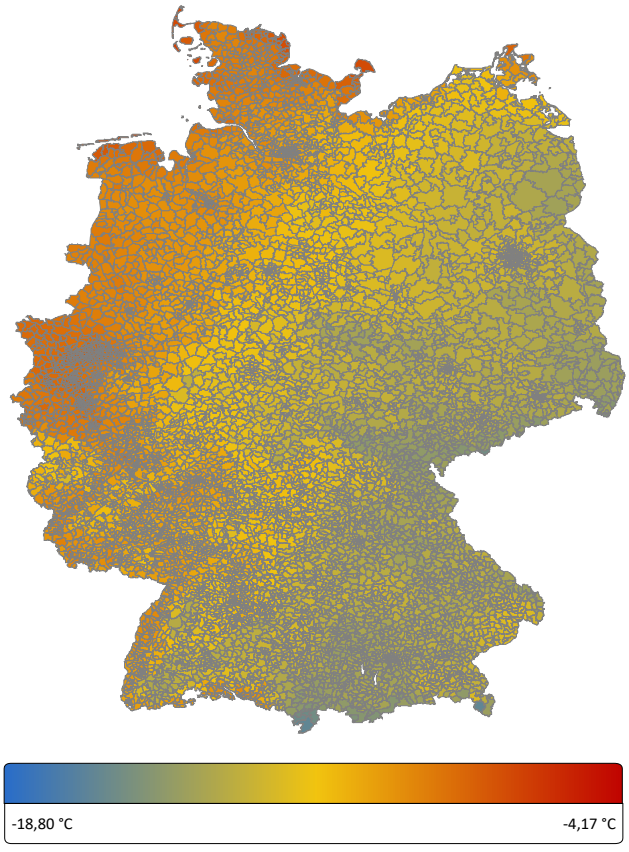


Abb.1
Karte der Normaußentemperaturen in Deutschland

Die Klimakarte visualisiert postleitzahlenscharf Normaußentemperaturen der DIN/TS 12831-1.

Die in den nationalen Ergänzungen DIN/TS 12831-1:2020-04 definierte Auslegungsheizlast entspricht der Definition der Norm-Heizlast gemäß DIN EN 12831-1:2017-09. Sie setzt sich aus Lüftungs- und Transmissionswärmeverlusten auf Basis der Auslegungsbedingungen mit Leistungszuschlägen (erhöhte Auslegungsinnentemperatur, Aufheizung) zusammen und ist Grundlage für die Anlagendimensionierung. Die Auslegungsinnentemperaturen können Standardwerte oder individuell mit dem Bauherrn vereinbarte, um 1, 2 oder 3 Kelvin erhöhte Werte sein.

Die Normaußentemperaturen werden in der Praxis selten erreicht (siehe Abb. 3). Es handelt sich meist nur um wenige Stunden im Jahr, in denen die Norm-Auslegungsheizlast vom Wärmeerzeuger zur Verfügung zu stellen ist.

Dafür ist bei den meisten Luft-Wasser-Wärmepumpen oder deren Zubehör zur Abdeckung von Spitzenlasten ein Elektroheizstab integriert, der bei niedrigen Außentemperaturen zuheizt, ohne zu hohe Kosten zu verursachen. Der Heizstab kann zum Lückenschluss in aller Regel gestuft geschaltet werden, um die Gesamteffizienz zu maximieren und die Netzbelastung zu minimieren.

3.2 Vorlauftemperatur: Einsatzgrenzen und Einfluss auf die Effizienz

Entscheidend für die Dimensionierung der Wärmepumpe ist auch die maximal notwendige Vorlauftemperatur für das Wärmeübergabesystem, sprich die Radiatoren oder die Flächenheizung.

Die Effizienz einer Wärmepumpe ist direkt abhängig vom Temperaturhub, also der Differenz zwischen Senken- und Quellentemperatur. Sie wird umso besser, je niedriger die Vorlauftemperatur ist. Heizflächen sollten so ausgelegt sein, dass Temperaturen von 60 °C ausreichend sind. Gegebenenfalls sind einzelne Heizkörper auszutauschen, um dieses Kriterium zu erfüllen. Diese Temperaturen sind ebenfalls nur bei Norm-Außentemperatur erforderlich und sinken mit steigender Außentemperatur. Die Vor- und Rücklauftemperatur einer Heizungsanlage folgen einer Heizkurve.

Für die Trinkwassererwärmung können höhere Vorlauftemperaturen aufgrund gesetzlicher Vorgaben erforderlich werden, die von vielen Wärmepumpen dennoch ohne Zusatzheizung erreicht werden.

3.3 Produktdaten: relevante Werte für die Dimensionierung

Leistungsdaten von Wärmepumpen werden in der Regel nach den Normen EN 14511-2 und EN 14825 angegeben. Hersteller sind verpflichtet für die hier betrachten Auslegungsfälle für Mitteltemperaturanwendung (55 °C Vorlauftemperatur), Heizleistung, Leistungsaufnahme sowie die Leistungszahl (COP) auszuweisen. Alle weiteren Pflichtangaben sind im sogenannten ErP-Datenblatt zu finden. Das Datenblatt liefert die Ermittlungsgrundlagen für die „jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz“ (η_s) für einen geräte- und technologieübergreifenden Produktvergleich. Teil der Berechnung sind Heizleistungen und COPs entlang einer normativ festgelegten Heizkurve an verschiedenen Prüfpunkten.

Die Pflichtangaben nach zuvor genannten Normen eignen sich nur eingeschränkt zur Dimensionierung einer Wärmepumpenanlage. Ergänzend sollten die Auslegungshilfen der Hersteller bzw. Leistungsdiagramme der Geräte verwendet werden. Diese sind entweder computergestützt erhältlich oder liegen in graphischer bzw. tabellarischer Form vor.

3.4 Elektrische Leistungsaufnahme: Begrenzung und Anschlussbedingungen

Im § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) wird nur noch eine Begrenzung der elektrischen Anschlussleistungen z. B. auf 4,2 kW bei einem Einfamilienhaus mit einer Wärmepumpe vorgegeben. Daher werden im Gegensatz zur früheren Praxis keine Abschaltzeiten bei der Dimensionierung von Wärmepumpen berücksichtigt. (Weitere Beispiele siehe Grafik Abb. 2.)

3.5 Stromerzeugung: Fotovoltaikanlage und Stromspeicher

Ist das Gebäude mit einer Fotovoltaikanlage und einem Stromspeicher ausgerüstet, kann der selbst produzierte Strom auch für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden.

Wärmepumpe, Fotovoltaikanlage und Stromspeicher müssen in das Energiemanagementsystem eingebunden oder mit der Regelung der Wärmepumpe verbunden sein. Abhängig von der Größe der Fotovoltaikanlage und des Stromspeichers ist ein jährlicher Deckungsanteil für den Betrieb der Wärmepumpe von bis zu 50 % möglich. Durch die stark gefallenen Preise für Stromspeicher verlieren Heizungspuffer- und Warmwasserspeicher an Relevanz für die Speicherung von Energie.

Stromspeicher können den Strom über einen längeren Zeitraum fast verlustfrei speichern. Die Wärmepumpe kann diesen nutzen, wenn der Strombezug besonders teuer ist.

Eine Warmwasserwärmepumpe eignet sich in Kombination mit Fotovoltaikanlage und Stromspeicher besonders gut. Sie kann mit ihrer geringen elektrischen Anschlussleistung von 400 bis 600 W (Verdichterbetrieb) fast das ganze Jahr über mit Fotovoltaikstrom betrieben werden.

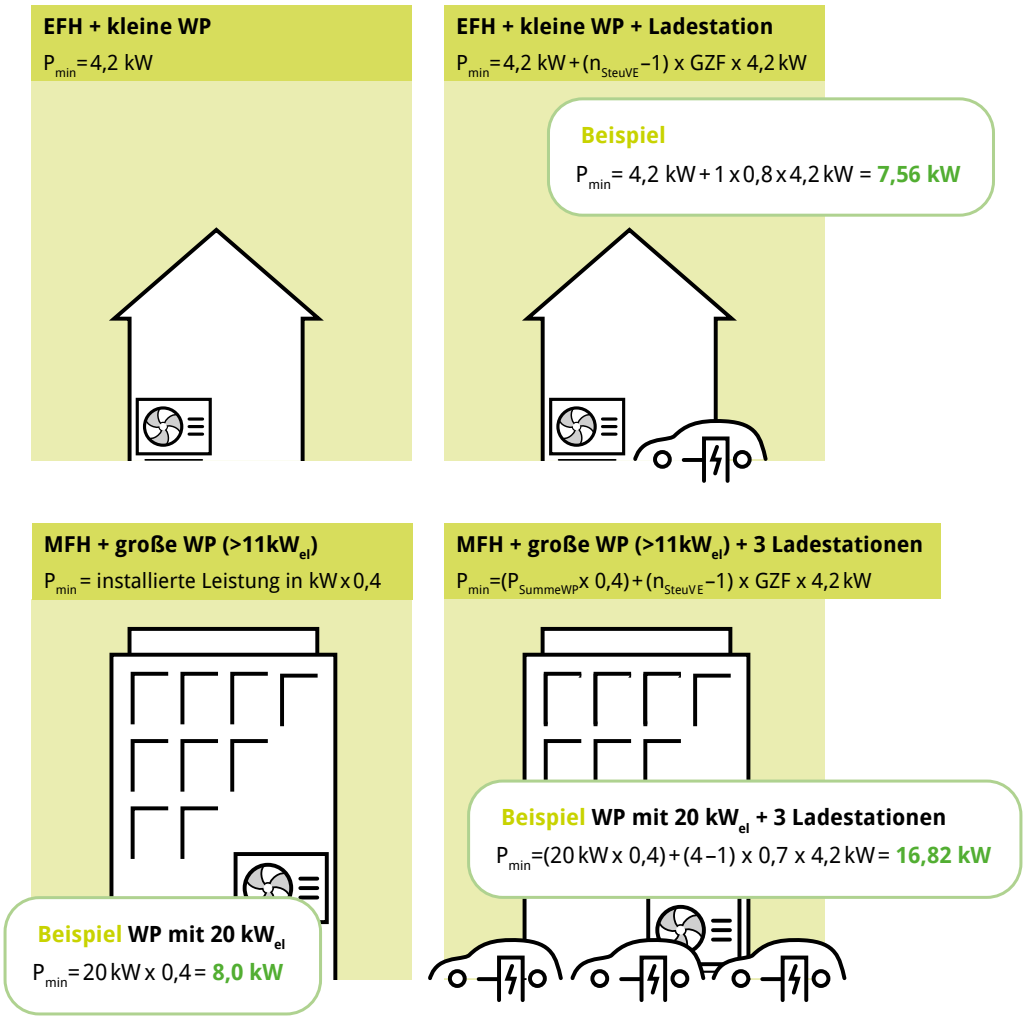


Abb. 2
Rechenbeispiele für Mindestbezugsleistungen gemäß §14a EnWG

Im Folgenden wird ein typischer Fall eines Heizungstauschs für ein Referenzgebäude beschrieben. Die Dimensionierung der Wärmepumpe erfolgt anhand von drei Beispielen mit unterschiedlichen Gerätegrößen.

4.1 Gebäudedaten und Grundlagen

Einfamilienhaus, Baujahr 1970

Wärmeerzeuger:	leistungsgeregelte Luft-Wasser-Wärmepumpe
Art der Trinkwassererwärmung:	über die Heizungsanlage
Standort:	Potsdam
Norm-Auslegungstemperatur:	–12°C
Häufigkeiten der Außentemperatur:	siehe Abb. 3
Vorlauftemperatur:	55 °C
Heizkurve im Jahresverlauf:	siehe Abb. 4
Norm-Heizlast:	10 kW
Heizgrenztemperatur:	15 °C, siehe Abb. 5

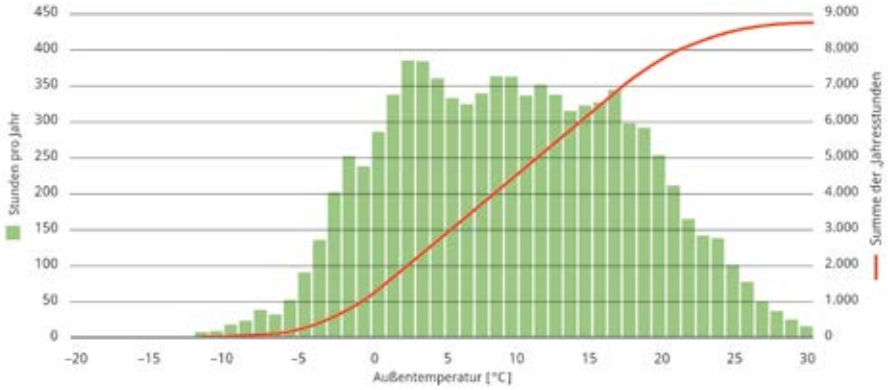


Abb. 3.
Temperaturverteilung
Anzahl Stunden bei unterschiedlichen Außentemperaturen am Referenzstandort

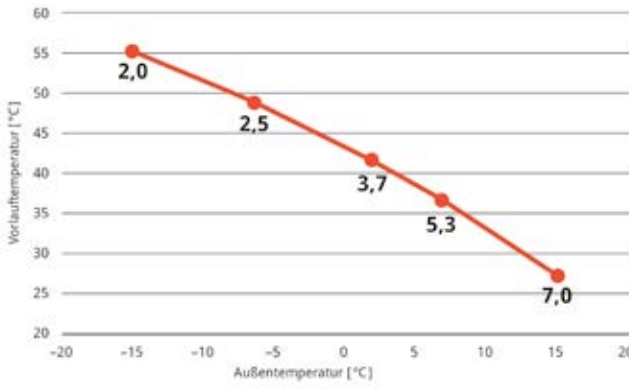


Abb. 4
COP nach Außen-und Vorlauftemperatur
Exemplarische Leistungszahlen (COP) bei unterschiedlichen Außen- und Vorlauftemperaturen entlang der Heizkurve im Betrieb mit Heizkörpern

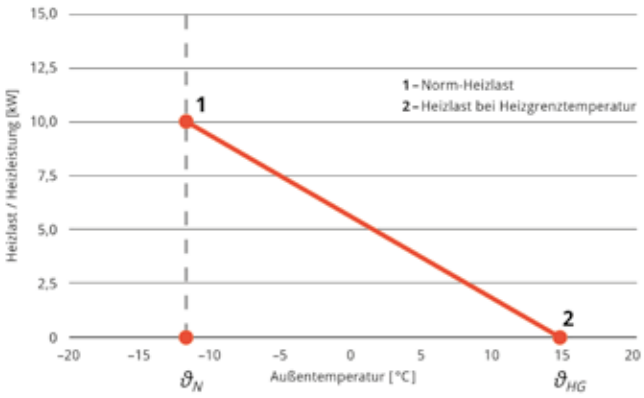


Abb. 5
Heizlast nach Außentemperatur
Verlauf der Heizlast zwischen Norm-Auslegung und Heizgrenztemperatur

4.2 Dimensionierungsbeispiele

Beispiel: Überdimensionierung

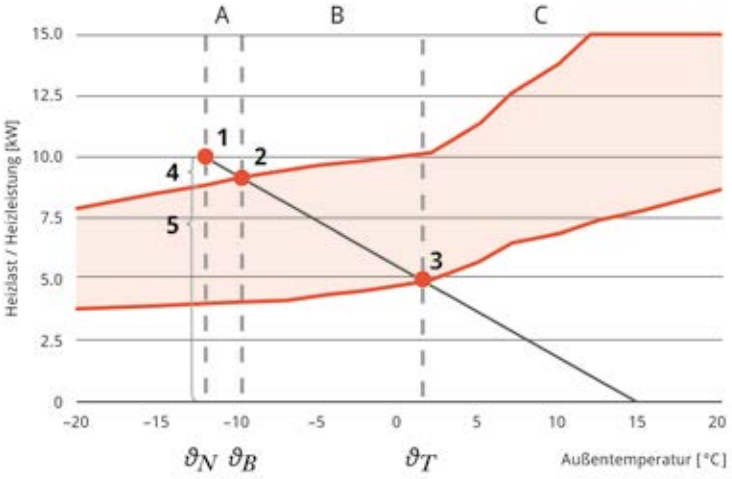


Abb. 6:
Heizlast und Heizleistung
bei Überdimensionierung

Beispiel: Unterdimensionierung

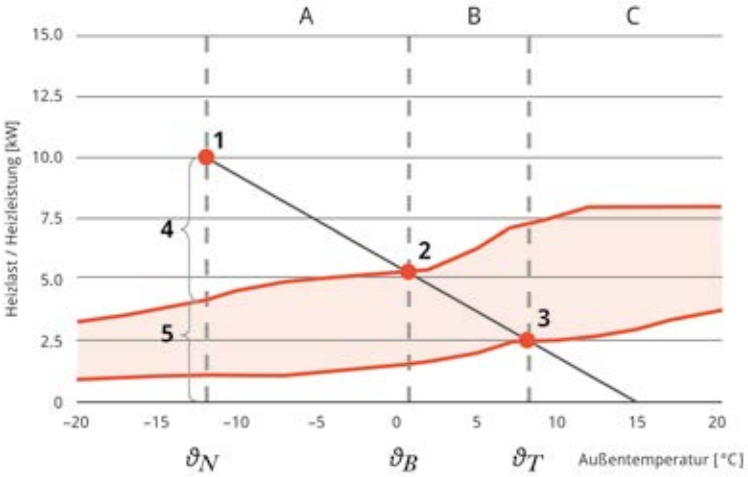


Abb. 7:
Heizlast und Heizleistung
bei Unterdimensionierung

Beispiel: Optimierte Dimensionierung

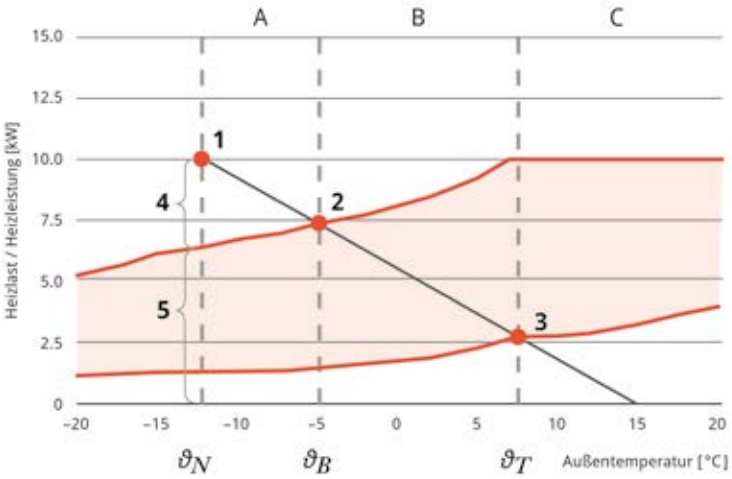


Abb. 8:
Heizlast und Heizleistung
bei optimierter Dimensionierung

A WP-Leistung 100 % + Heizstab, bivalenter Betrieb
B WP-Leistung min % –100 %, modulierender Betrieb
C WP-Leistung taktend – min %, Taktbetrieb
1 Norm-Heizlast des Gebäudes
2 Bivalenzpunkt
3 Taktpunkt
4 Heizleistung des Heizstabes / 2. Wärmeerzeugers
5 Heizleistung der Wärmepumpe im Auslegungspunkt
ϑ_N Norm-Außentemperatur
ϑ_B Bivalenztemperatur
ϑ_T Takttemperatur

4.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Im Folgenden sind die Auswirkungen sowie Vor- und Nachteile der drei zuvor gezeigten Dimensionierungsbeispiele verglichen.

Beispiel Überdimensionierung:

Eine solche Dimensionierung ist nicht zu empfehlen, weil auch bei gleichem Modulationsbereich der Taktpunkt über dem der optimierten Dimensionierung liegt. Häufige Anlaufzyklen beeinträchtigen den effzienten Anlagenbetrieb. Mögliche Folgen sind:

- Höhere Anlagenkosten
- Höhere Takthäufigkeit
- Geringere Lebensdauer
- Geringerer Heizstabanteil
- Geringere Gerätelaufzeit
- Höherer Strombedarf

Beispiel Unterdimensionierung:

Eine solche Dimensionierung ist nicht zu empfehlen, weil der Deckungsanteil der Wärmepumpe zu niedrig und der des Heizstabes zu hoch ist. Die Heizenergiekosten steigen, weil die Gesamteffizienz sinkt.

Im Beispiel wird ein zusätzliches Phänomen dargestellt: Wärmepumpen kleinerer Leistungsklasse weisen in der Regel einen schmaleren Modulationsbereich auf.

Mögliche Folgen sind:

- Höherer Heizstabanteil
- Höhere Gerätelaufzeit
- Geringere Takthäufigkeit
- Höherer Strombedarf
- Geringere Anlagenkosten
- Geringere Lebensdauer

Beispiel optimierte Dimensionierung:

Die gewählte Wärmepumpe ist gut dimensioniert. Von einem wirtschaftlichen Betrieb mit geringem Heizstabeinsatz bei moderaten Investitionskosten ist auszugehen. Hierbei kommt der breite Modulationsbereich zum Tragen, welcher zu einem ausreichenden Leistungs- und Deckungsanteil bei hohem Taktpunkt führt. Weitere Auswirkungen sind:

- Geringerer Heizstabanteil
- Höhere Gerätelaufzeit
- Geringere Takthäufigkeit
- Geringerer Strombedarf
- Moderate Anlagenkosten
- höhere Lebensdauer

	Unterdimensioniert	Optimiert	Überdimensioniert
Deckungsanteil Wärmepumpe [%]	92,5	98,8	99,0
Deckungsanteil Heizstab [%]	7,5	1,2	1,0
Leistungsanteil Wärmepumpe bei Auslegungstemperatur [%]	42	65	88
Jahresarbeitszahl bei 55 °C / 35 °C	3,1 3,8	3,5 4,3	3,3 4,1
Bivalenzpunkt [°C]	0,5	–5	–10
Taktpunkt [°C]	8,5	7,5	-2
Wärmepumpenheizleistung bei Auslegungstemperatur [kW]	4,2	6,5	8,8

Tabelle 1:
Vergleich der Ergebnisse

4.4 Raumheizung und Trinkwassererwärmung

Heizungswärmepumpen in Wohngebäuden werden auch zur Erwärmung von Trinkwasser genutzt. Ist dies der Fall, muss unabhängig von der Wärmeübergabe an das Trinkwasser geprüft werden, ob die Dimensionierung der Wärmepumpe angepasst werden muss.

VDI 4645 beschreibt dafür ein vereinfachtes Verfahren zur Anwendung im Ein- und Zweifamilienhaus mit normaler sanitärer Ausstattung.

Pro Person werden dafür 25 ℓ mit 60 °C als Tagesbedarf angesetzt. Dies entspricht einer Wärmemenge von etwa 1,45 kWh pro Person und Tag. Um überschlägig Speicherverluste, Verteilverluste zu berücksichtigen, werden 3 kWh / Tag addiert.

Die notwendige Heizleistung des Wärmerzeugers im Auslegungspunkt wird wie folgt um den Anteil der Trinkwassererwärmung erhöht.

$$\dot{Q}_{Ausl} = \dot{Q}_H + \frac{Q_{WW} + Q_{sonst}}{24\ h}$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{Ausl}$ Auslegungs-Heizleistung (in kW)

$\dot{Q}_H$ Norm-Gebäudeheizlast (in kW)

Q_{WW} Tages-Wärmebedarf zur Trinkwassererwärmung (in kWh)

Q_{sonst} Tages-Wärmebedarf sonstiger Verbraucher (in kWh)

Beispiel

Gebäudeart: Einfamilienhaus mit zentralem Warmwasserspeicher

Norm-Gebäudeheizlast: 10 kW

Anzahl Personen: 4

Tages-Wärmebedarf zur Trinkwassererwärmung:

Q_{WW} = 4 x 1,45 kWh + 3 kWh = 8,8 kWh

Tages-Wärmebedarf sonstiger Verbraucher:

Q_{sonst} = 0 kWh

Auslegungs-Heizleistung:

$$\dot{Q}_{Ausl} = \dot{Q}_H + \frac{Q_{WW} + Q_{sonst}}{24\ h} = 10\ kW + \frac{8{,}8\ kWh + 0\ kWh}{24\ h} = 10{,}4\ kW \quad (4.2)$$

Für die Trinkwassererwärmung ist die Auslegungsheizleistung für das Wärmepumpensystem um 0,4 kW zu erhöhen. Die beschriebene Vorgehensweise zur Auswahl der Wärmepumpe kann unverändert Anwendung finden. Muss aufgrund des Zuschlages die nächstgrößere Baugröße gewählt werden, ist zu berücksichtigen, dass die Auslegungstemperatur nicht im Regelbetrieb vorliegt. Die Wirtschaftlichkeit einer Wahl der nächstgrößeren Wärmepumpe ist zu prüfen.

Das Dimensionierungsbeispiel ist in der nachfolgenden Grafik um den Einfluss der Trinkwassererwärmung ergänzt. Sowohl Bivalenz- als auch Taktpunkt verschieben sich leicht und beeinflussen mitunter die Auswahl der Wärmepumpe. In diesem Beispiel ist dies nicht der Fall.

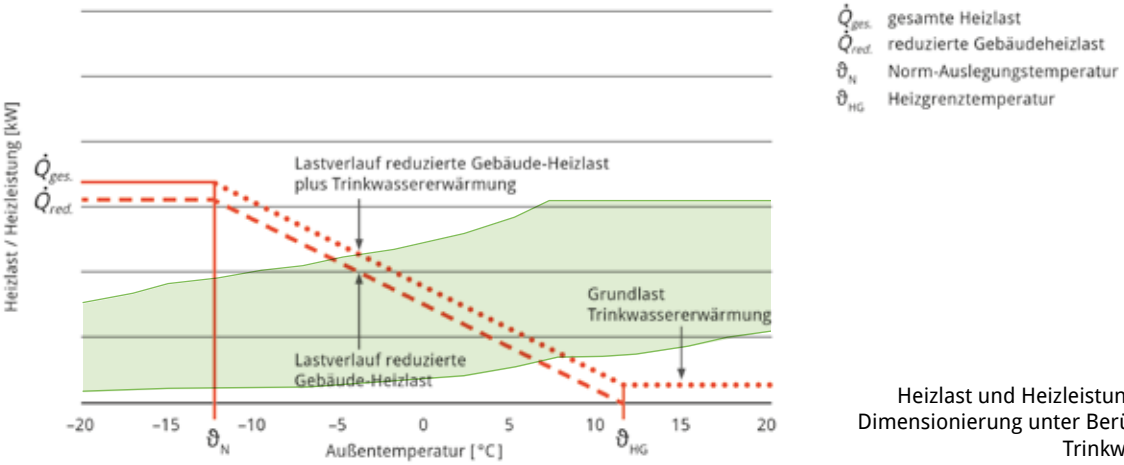


Abb. 9:
Heizlast und Heizleistung bei optimierter Dimensionierung unter Berücksichtigung der Trinkwassererwärmung

4.5 Warmwasserwärmepumpen

Die Trinkwassererwärmung kann auch getrennt von der Raumheizung z.B. durch eine Warmwasserwärmepumpe erfolgen.

Für den Einsatz dieser Lösung sprechen folgende Vorteile:

- Die Heizungswärmepumpe ist außerhalb der Heizperiode außer Betrieb
- Ein Zuschlag für die Trinkwassererwärmung ist nicht notwendig
- Die Raumheizung wird im Winter nicht unterbrochen
- Die Heizungswärmepumpe ist durch reinen Heizbetrieb effizienter
- Abwärme im Aufstellraum der Trinkwasserwärmepumpe wird genutzt und der Raum gleichzeitig entfeuchtet
- Ideale Kombination mit Fotovoltaik und dynamischen Stromtarifen.

Dem stehen gegenüber:

- Höhere Investitionskosten
- Höherer Verrohrungs- und Platzbedarf
- Längere Aufheizdauer

Eine speziell für diese Anwendung optimierte Wärmepumpe bildet mit dem Warmwasserspeicher meist eine Einheit. Als Wärmequellen können die Abluft, Außenluft oder Raumluft genutzt werden. Seltener sind am Markt Warmwasserwärmepumpen zu finden, welche als Wärmequellen auf das Erdreich oder den Heizkreis zurückgreifen. Die Ergiebigkeit der verwendeten Wärmequelle ist sicherzustellen. Herstellerangaben sind zwingend einzuhalten.

Die geringe Heizleistung der Warmwasserwärmepumpe bedingt eine längere Laufzeit. Daher sollte das Speichervolumen den gesamten Tagesbedarf abdecken können. Die resultierende Aufheizdauer für das gesamte Speichervolumen wird entsprechend Gleichung (xx) ermittelt. Sie dient der Überprüfung mit den Nutzeranforderungen.

$$t_{AD} = \frac{V_{SP} \cdot c \cdot \rho \cdot (\vartheta_{soll} - \vartheta_{KW})}{\dot{Q}_{WWP}} \qquad (4.3)$$

Dabei ist

t_{AD} Aufheizdauer in h

V_{SP} Speichervolumen (gesamt) in ℓ

c spezifische Wärmekapazität (bei Wasser: 1,163 kJ / (kg · K)

ρ Dichte (bei Wasser 20 °C: 998,2 kg / m³)

ϑ_{KW} Kaltwassertemperatur in °C

ϑ_{soll} Solltemperatur in °C

$\dot{Q}_{WWP}$ Leistung der Warmwasserwärmepumpe in W

Luft-Wasser-Wärmepumpen haben sich technisch enorm weiterentwickelt. Deutlich verbesserte Eigenschaften und vergrößerte Einsatzgrenzen erleichtern die Auswahl und Installation einer Anlage. Die richtige Auswahl der Gerätegröße hat dennoch weiterhin Einfluss auf die Installations- und Betriebskosten.

Je größer die Außentemperatur am Bivalenzpunkt liegt, desto höher ist die benötigte Heizleistung und die Laufzeit des Heizstabes. Heizstäbe sind üblicherweise gestuft schaltbar. Für die Anmeldung der Wärmepumpenanlage beim Verteilnetzbetreiber ist die Netzanschlussleistung bestehend aus den maximalen Leistungsaufnahmen beider Komponenten (Kältekreis und Heizstab) ausschlaggebend.

Die Anschaffungskosten für die Wärmepumpe steigen im Regelfall mit der Leistungsgröße. Diese Kostensteigerung wird von Zusatzkosten für weitere Anlagenbestandteile und größeren Platzbedarfen begleitet. Weiter besitzt die Wärmepumpe einen konstruktionsbedingt optimalen Leistungsbereich. Bei optimierter Dimensionierung wird die Wärmepumpe so lang wie möglich in diesem Bereich betrieben. Geringere Betriebskosten sind die Folge.

Für die Auswahl von Luft-Wasser-Wärmepumpen sollte kein monovalenter Betrieb angestrebt werden. Ein Anteil des Leistungsbedarfs kann bewusst über eine elektrische Zusatzheizung gedeckt werden. Dies ermöglicht in der Regel die Auswahl einer kleineren Wärmepumpe und senkt die Anlagenkosten. Es sollte darauf geachtet werden, die Fähigkeit der Leistungsanpassung des Gerätes (Modulationsbreite) bestmöglich zu nutzen. Der Taktbetrieb mit häufigen Ein- und Ausschaltvorgängen wird dadurch reduziert. Dies wiederum verbessert die Effizienz der Anlage in der Übergangszeit und verlängert die Lebensdauer des Gerätes.

Der Leistungsanteil der Wärmepumpe an der Norm-Heizlast unter Auslegungsbedingungen sollte in einem Bereich von 50 bis 80 % liegen. Ist die Heizleistung des Gerätes bei Norm-Außentemperatur unbekannt, kann die Herstellerangabe bei einer Außentemperatur von –7°C herangezogen werden. Dadurch verschiebt sich jedoch auch der Toleranzbereich auf 70 bis 90 % Leistungsanteil der Wärmepumpe an der Norm-Heizlast. Der Taktpunkt sollte bestenfalls bei ≥ +5°C Außentemperatur liegen. Zu beachten ist die Abhängigkeit der Heizleistung einer Wärmepumpe von der benötigten Vorlauftemperatur.

Wird dieser Dimensionierungsempfehlung gefolgt, sind geringe Investitions- und Betriebskosten zu erwarten. Außerdem ist von einer hohen Anlagenlebensdauer auszugehen.

Warmwasserwärmepumpen können die Effizienz einer Anlage steigern, da ihnen teilweise höhere Quellentemperaturen zur Verfügung stehen. Im Sommer muss die Heizungswärmepumpe dann nicht in Betrieb sein. Die Investitionskosten für die Wärmeversorgung werden von zwei Seiten beeinflusst: Kosten für die Warmwasserwärmepumpe inklusive Installation und regelungstechnische Einbindung sowie vermiedene Kosten für die Einbindung eines Warmwasserspeichers in die Heizungsanlage.

Von zentraler Bedeutung für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage ist die Wahl einer geeigneten Hydraulik. Standardhydraulikschemata werden im BWP-Leitfaden Hydraulik beschrieben. Die Hersteller bieten ebenfalls eine Vielzahl passender Hydrauliken an, die auf die jeweiligen Regelungskonzepte abgestimmt sind. Tendenziell zeichnen sich weniger komplexe Schemata in der Praxis durch eine höhere Effizienz aus.

Der Indikator zur Dimensionierung von Luft-Wasser-Wärmepumpen

zeigt den Toleranzbereich der optimierten Dimensionierung. Das Verhältnis aus Maximalleistung der Wärmepumpe bei Norm-Außentemperatur zur Norm-Heizlast ergibt den Leistungsanteil der Wärmepumpe. Liegt der Leistungsanteil im roten Bereich, ist von einer Unterdimensionierung auszugehen. Der grüne Abschnitt steht für die optimierte Dimensionierung. Liegt der Leistungsanteil im gelben Bereich, sollte geprüft werden, ob ein kleineres Gerät gewählt werden kann. Dies ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn der Taktpunkt bei ≤ +5°C Außentemperatur liegt.

Relevant bleibt der Deckungsanteil für Bewertung der Auslegung

für die Dimensionierung von Luft-Wasser-Wärmepumpen, welcher sich durch den Leistungsanteil aufgrund hinreichend ähnlichen Betriebsverhaltens abschätzen lässt. Aufgrund nur weniger Betriebsstunden bei sehr niedrigen Außentemperaturen lassen sich hohe Deckungsanteile (> 95 %) bei kleinen Leistungsanteilen (50 % bis 80 %) erreichen. Dieser Zusammenhang ergibt sich über verschiedene Standorte hinweg. Für die standortabhängige Vorplanung bietet der Bundesverband Wärmepumpe e. V. mit WPSim eine Webapplikation an.

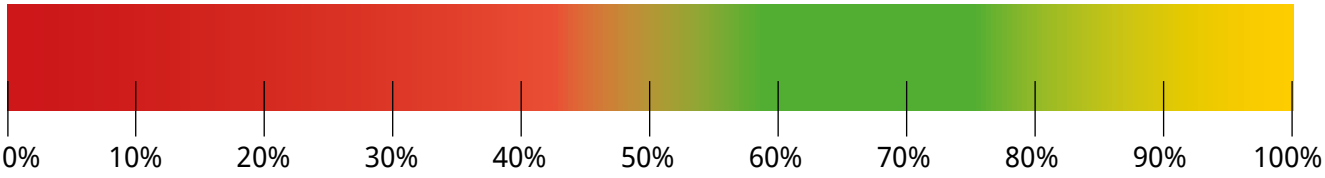


Abb. 10:
Indikator zur Dimensionierung für monoenergetische, leistungsgeregelte Wärmepumpenanlagen anhand des Leistungsanteils

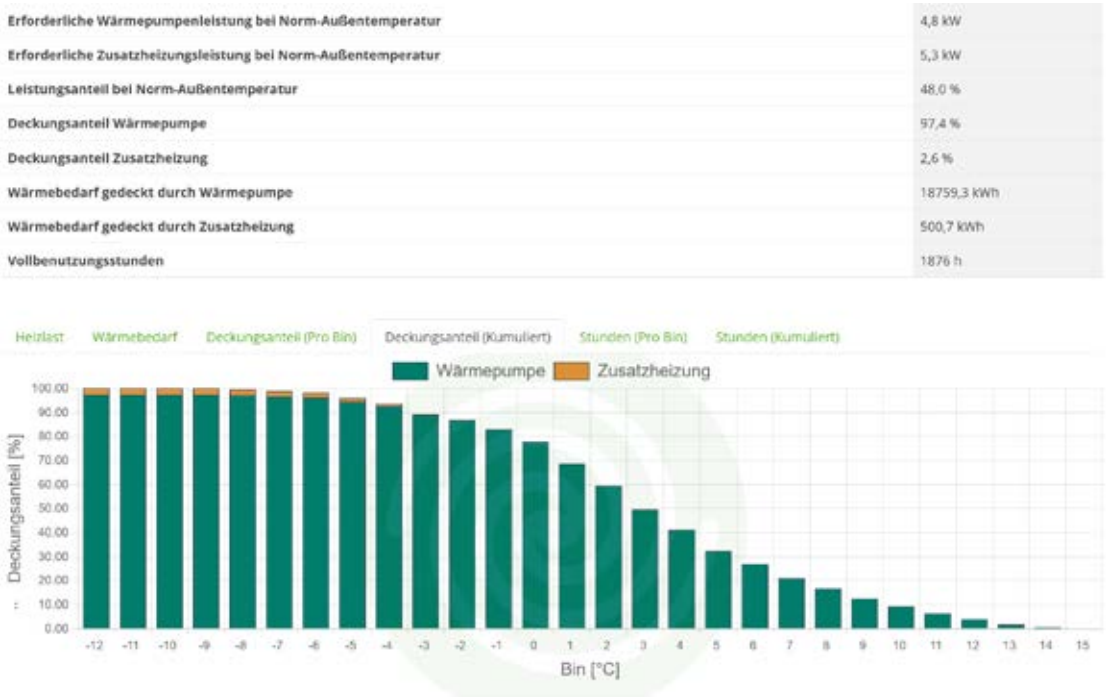


Abb.11
WPSim
WPSim ermittelt überschlägig den Leistungsanteil aus dem gewünschten Deckungsanteil und visualisiert die Ergebnisse.

Bivalenzpunkt	Betriebspunkt mit der höchsten Leistung, die noch von der Wärmepumpe allein zu erbringen ist
Deckungsanteil (α)	Maß für den Anteil der Wärmepumpenheizarbeit an der Jahresheizarbeit $\alpha = \frac{Q_{WP}}{Q_{Ausl}}$
Effizienz	Maß für die energetische Güte, das die Relation von Nutzen zu Aufwand beschreibt
Norm-Heizlast	Leistungsbedarf eines Gebäudes für die Raumheizung nach DIN EN 12831-1
Heizlast	Leistungsbedarf Raumheizung unter festgelegten Randbedingungen
Heizgrenztemperatur	Temperatur oberhalb derer kein Heizbetrieb notwendig ist
Leistungsanteil (ξ)	Verhältnis der Wärmepumpenheizleistung bei der Normaußentemperatur (Dimensionierungstemperatur) des zu beheizenden Gebäudes, bezogen auf die Gebäudeheizlast $\xi = \frac{\dot{Q}_{WP}}{\dot{Q}_{Ausl}}$
leistungsgeregelte Wärmepumpe	Wärmepumpe, bei der mindestens eine zweistufige oder kontinuierliche Modulierung der Heizleistung erfolgt
monoenergetischer Betrieb	Betriebsform, bei der die Wärmepumpe bis zu einer festzulegenden Leistung die gesamte Heizwärme liefert. Bei einer höheren Heizlast wird der zweite, mit derselben Endenergie (Strom) betriebene Wärmeerzeuger zugeschaltet. Beide Wärmeerzeuger arbeiten dann parallel
monovalenter Betrieb	Betriebsform, bei der die Wärmepumpe als einziger Wärmeerzeuger die gesamte Heizlast des Gebäudes abdecken muss
Norm-Gebäudeheizlast	Heizlast eines Gebäudes unter Normbedingungen (Norm-Außentemperatur, Norm-Innentemperatur)
Taktbetrieb	Betriebszustand, bei dem die Wärmepumpe nicht kontinuierlich läuft
Taktpunkt	Außentemperatur, ab der die erforderliche Heizleistung die minimale Heizleistung der Wärmepumpe unterschreitet

Seite 6	Abb. 1	Karte der Normaußentemperaturen in Deutschland
Seite 8	Abb. 2	Rechenbeispiele für Mindestbezugsleistungen gemäß §14a EnWG
Seite 9	Abb. 3	Temperaturverteilung
	Abb. 4	COP nach Außen- und Vorlauftempreatur
	Abb. 5	Heizlast nach Außentemperatur
Seite 10	Abb. 6	Beispiel Überdimensionierung
	Abb. 7	Beispiel Unterdimensionierung
	Abb. 8	Beispiel optimierte Dimensionierung
Seite 11	Tab. 1	Vergleich der Ergebnisse
Seite 12	Abb. 9	Heizlast und Heizleistung bei optimierter Dimensionierung unter Berücksichtigung der Trinkwassererwärmung
Seite 15	Abb. 10	Indikator zur Dimensionierung für monoenergetische, leistungsgeregelte Wärmepumpenanlagen
	Abb. 11	WPSim

Besten Dank für die Mitarbeit:

NIBE Systemtechnik GmbH
Am Reiherpfahl 3
29223 Celle

Stiebel Eltron GmbH & Co. KG
Dr.-Stiebel-Straße 33
37603 Holzminden

Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid

Viessmann Deutschland GmbH
Viessmannstraße 1
35108 Allendorf (Eder)

Herausgeber:

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Der Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. ist ein Branchenverband mit Sitz in Berlin, der die gesamte Wertschöpfungskette rund um Wärmepumpen umfasst. Im BWP sind über 1.250 Unternehmen der Heizungsindustrie, Handwerksunternehmen, Planungs- und Architekturbüros, Bohrfirmen sowie Energieversorger organisiert, die sich für den verstärkten Einsatz effizienter Wärmepumpen engagieren.

Die deutsche Wärmepumpen-Branche beschäftigt rund 70.000 Personen und erwirtschaftet einen Jahresumsatz von rund 3,5 Milliarden Euro. Derzeit werden in Deutschland über 1,7 Millionen Wärmepumpen genutzt. Die hier verbauten Anlagen werden zu rund 95 Prozent von BWP-Mitgliedsunternehmen hergestellt.

Die Inhalte des Leitfadens wurden sorgfältig erarbeitet. Dabei wurde Wert darauf gelegt, zutreffende und aktuelle Informationen zur Verfügung zu stellen. Dennoch ist jegliche Haftung für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen ausgeschlossen.

Copyright: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Redaktion: André Jacob, Joel Grieshaber (BWP)

Layout / Grafik: Marit Roloff, BWP

Bildnachweis: alle Abbildungen © BWP

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.
Hauptstraße 3
10827 Berlin

Kontakt
E-Mail: info@waermepumpe.de
Telefon: +49 (0)30 208 799 711

www.waermepumpe.de

Stand: 09–2026

Bundesverband
Wärmepumpe e.V.

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.
Hauptstraße 3
10827 Berlin

Telefon: +49 (0)30 208 799 711
E-Mail: info@waermepumpe.de

www.waermepumpe.de