

Stand: Oktober 2025

INFOBLATT NR. 37 TEIL 1

Hydraulische Wärmeübergabesysteme in Verbindung mit einer elektrisch betriebenen Wärmepumpe

Teil 1: Grundlagen für den Heiz- und Kühlbetrieb

Autoren: BDH-Fachabteilungen Wärmepumpe und Wärmeübergabe

WWW.BDH-INDUSTRIE.DE

Die Klimaziele in der EU und in Deutschland sehen vor, dass Gebäude bis spätestens 2050 klimaneutral sein sollen. Die nationalen gesetzlichen Grundlagen für die Umsetzung der Klimaziele im Gebäudebereich werden im Gebäudeenergiegesetz (GEG) und im Wärmeplanungsgesetz (WPG) beschrieben.

Unabhängig von den gesetzlichen Anforderungen trägt ein energetisch guter Zustand der Wohn- und Nicht-Wohngebäude zu niedrigeren Energiekosten bei. Denn rund drei Viertel des Endenergiebedarfs im Gebäudesektor werden in Deutschland für die Erzeugung von Heizungswärme und der Erwärmung von Trinkwasser aufgewendet. Ein sparsamer Umgang mit den natürlichen Ressourcen und die damit verbundenen ökonomischen und ökologischen Vorteile sind für immer mehr Menschen entscheidende Kriterien für eine Heizungsanlage. Hier sind Wärmepumpen ein zentraler Baustein. Einige Wärmepumpen können neben der Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung auch Kühlfunktionen übernehmen.

Detaillierte Informationen zur Anlagenkonfiguration von Wärmepumpen erhalten Sie im BDH-Informationsblatt 25 „Wärmepumpen“ (BDH, 2019). Weitere Informationen zu Wärmepumpen enthalten die BDH-Informationsblätter 43 „Auslegung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren“, 53 „Wärmepumpe in Verbindung mit Solarthermie“, 57 „Bivalente Wärmepumpen-Systeme“, 62 „Inspektion, Wartung und Optimierung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpe“, 68 „System Photovoltaik, Wärme-

pumpe und Speicher“, 70 „Planung und Auslegung des Systems PV-Anlage, Wärmepumpe und Speicherung“ und 73 „Trinkwassererwärmung mit Trinkwasser-Wärmepumpe und Photovoltaik“.

Anhand von Praxisbeispielen wird in der Broschüre „Heizen in bestehenden Gebäuden – Wärmepumpen in Kombination mit Wärmeübergabesystemen“ (BDH, 2021) die Planung und somit das Potential beschrieben.

In diesem Informationsblatt wird das Zusammenspiel einer Wärmepumpe mit den verschiedenen Wärmeübergabesystemen im Heiz- und Kühlbetrieb beleuchtet und die technischen Voraussetzungen aus Sicht der Wärmeübergabe dargelegt.

Das Informationsblatt 37 ist in drei Teile gegliedert:

Teil 1 Grundlagen Heizen, Kühlen, Trinkwassererwärmung

Teil 2 Flächentemperierung

Teil 3 freie Heizflächen/Heizkörper

1. Einleitung

Damit die Einsparpotentiale von Wärmepumpen optimal ausgeschöpft werden können, müssen alle Komponenten des Heizsystems optimal aufeinander abgestimmt sein. Die Wärmeerzeugung, -speicherung, -verteilung und -übergabe sind deshalb immer als Gesamtsystem zu betrachten (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Die Komponenten in einem Heizsystem als ein System denken

Eine Heizungsanlage mit einer Wärmepumpe besteht aus den Hauptkomponenten:

- Wärmequellenanlage (Erdreich, Wasser, Außenluft oder Abwärme),
- Wärmepumpe und
- Wärmevertei- und Speichersystem (siehe Abbildung 2).

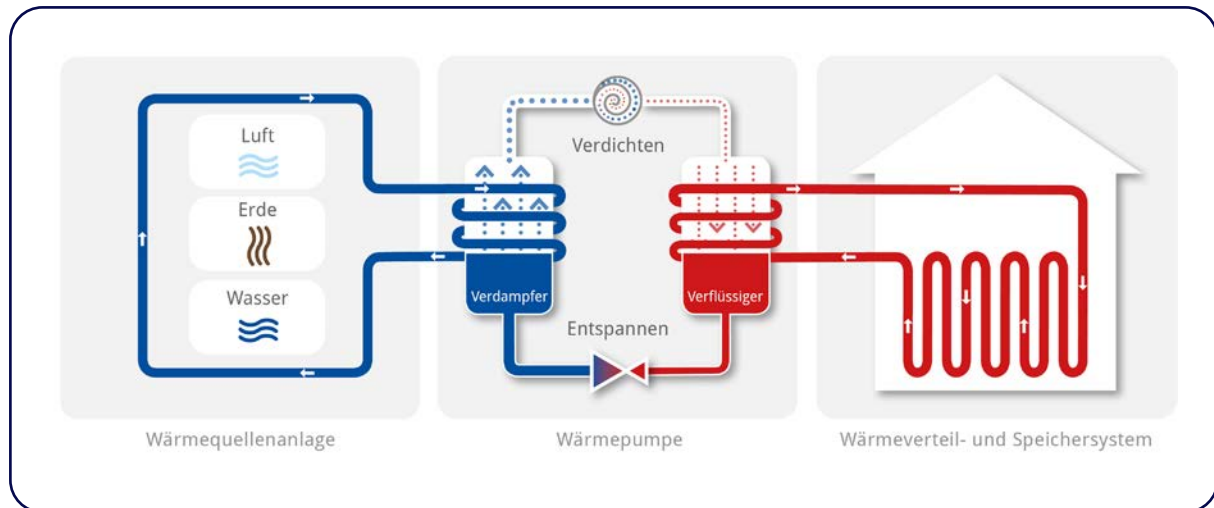


Abbildung 2: Hauptkomponenten einer Wärmenutzungsanlage mit Wärmepumpe

Im Heizbetrieb wird der Wärmequelle Energie entnommen, die im Kältekreis der Wärmepumpe auf ein für die Wärmeversorgung des Gebäudes nutzbares Temperaturniveau angehoben wird. Anschließend wird diese Wärme an die Wärmenutzungsanlage, also das Heiz- und/oder Trinkwarmwassersystem des Gebäudes, übergeben.

Im Kühlbetrieb wird dem Gebäude über die Wärmeverteilungsanlage Wärmeenergie entzogen und über die Wärmequellenanlage abgeführt. Die Wärmequellenanlage arbeitet im Kühlfall als Wärmesenke.

Die Wärmenutzungsanlage umfasst die Wärmeverteilung im Gebäude sowie die Wärmeübergabe in den zu beheizenden Räumen sowie ein Speichersystem. Die Wärmeübergabe erfolgt durch Flächentemperierung über Fußboden, Wand oder Decke (gemäß EN 1264) sowie freie Heizflächen/Heizkörper (gemäß EN 442) oder Gebläsekonvektoren (gemäß EN 16430). Mit einem geeigneten Wärmeübergabesystem kann auch eine moderate Raumkühlung erfolgen, die auch mit Temperierung bezeichnet wird.

2. Technische Grundlagen

Ein sparsamer, umweltbewusster Energieeinsatz und eine möglichst hohe Energieeffizienz bei der Gebäudeheizung und/oder -kühlung lassen sich dann erreichen, wenn das Gesamtsystem der Wärmeversorgung und/oder Kühlung passgenau auf die Anforderung des Objektes zugeschnitten ist. Hierbei sind die Nutzeranforderungen, wie z. B. die gewünschte Raumtemperatur, die Heizgewohnheiten, die Behaglichkeit im Raum sowie der Warmwasserkomfort, zu berücksichtigen.

Für den energieeffizienten Einsatz von Wärmepumpen müssen die einzelnen Anlagenkomponenten fachgerecht geplant und in das Gesamtsystem integriert werden. Dabei sind die Betriebsbedingungen so

festzulegen, dass ein energieoptimierter Betrieb gewährleistet wird. Die wesentlichen Einflussgrößen für hohe Energieeffizienz einer Wärmepumpe sind die Systemtemperaturen (benötigte Vorlauftemperatur), die Heizlast des Gebäudes, die Umlaufwassermengen, die Quellentemperatur und die Betriebsweise.

Dabei gilt grundsätzlich: Je niedriger die benötigte maximale Vorlauftemperatur und je höher im Heizbetrieb die Quellentemperatur des Heizsystems, desto effizienter und wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe. Durch den in diesem Fall vorliegenden minimalen Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmeübergabe wird die Effizienz der Wärmepumpe maßgeblich beeinflusst. Die Energieausbeute des Systems sowie die notwendige elektrische Antriebsenergie hängen sehr stark von diesen Randbedingungen ab.

Die Wärmequellentemperatur ist in der Regel von den klimatischen und geothermischen Gegebenheiten abhängig und nur bedingt beeinflussbar. Daher ist die Systemtemperatur die planerisch beeinflussbare Größe bzw. objektspezifisch durch planerische Maßnahmen zu steuern. Die Auslegung der Anlagenhydraulik ist hierbei von großer Bedeutung (siehe Abbildung 3).

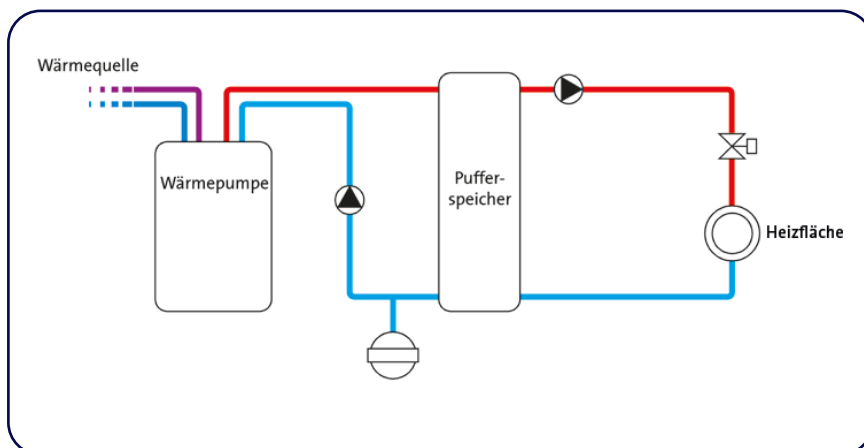


Abbildung 3: Prinzipielle Heizflächeneinbindung über hydraulische Entkopplung von Erzeuger- und Verbraucherkreis mit Einbindung eines Pufferspeichers.

Soll das Wärmeübergabesystem nicht nur für den Heizbetrieb, sondern auch für die sommerliche Kühlung genutzt werden, so können verschiedene Systeme kombiniert werden, beispielsweise eine Fußbodenheizung mit einem gebläseunterstützten Heizkörper (Gebläsekonvektoren).

Wie alle Heizungsanlagen, so unterliegen auch Wärmepumpenanlagen den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und sind mit selbsttätig wirkenden Einzelraumregelungen zu kombinieren. Für den sicheren und effizienten Betrieb einer Wärmepumpe ist die benötigte Umlaufwassermenge zur Nutzung der bereitgestellten Energie auf der Wärmepumpen- wie Verbraucherseite durch geeignete Maßnahmen wie beispielsweise eine hydraulische Entkopplung sicherzustellen.

Generell gilt, dass nicht die normativen Auslegungs- und Prüfbedingungen für die Bewertung einer Wärmepumpe entscheidend sind, sondern vielmehr die Effizienz im realen Betrieb. Am besten geeignet ist die Jahresarbeitszahl (JAZ), die das berechnete Verhältnis der in einer Heizperiode abgegebenen Nutzwärme einer Wärmepumpe bezogen auf die eingesetzte elektrische Energie für den Antrieb des Verdichters, der Hilfsenergie und der Regelung angibt. National bietet die VDI 4650 „Berechnung der

Jahresarbeitszahl von Wärmepumpen“ (VDI 4650 Blatt 1:2024-02 „Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen - Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung“) eine Basis (siehe Abbildung 4). Eine Messung vor Ort liefert ebenfalls eine Jahresarbeitszahl, die häufig mit SPF (Seasonal Performance Factor) abgekürzt wird. Sie weicht vom berechneten Wert ab, weil die Annahmen für die Rechnung mit den realen Betriebsbedingungen nicht genau übereinstimmen.

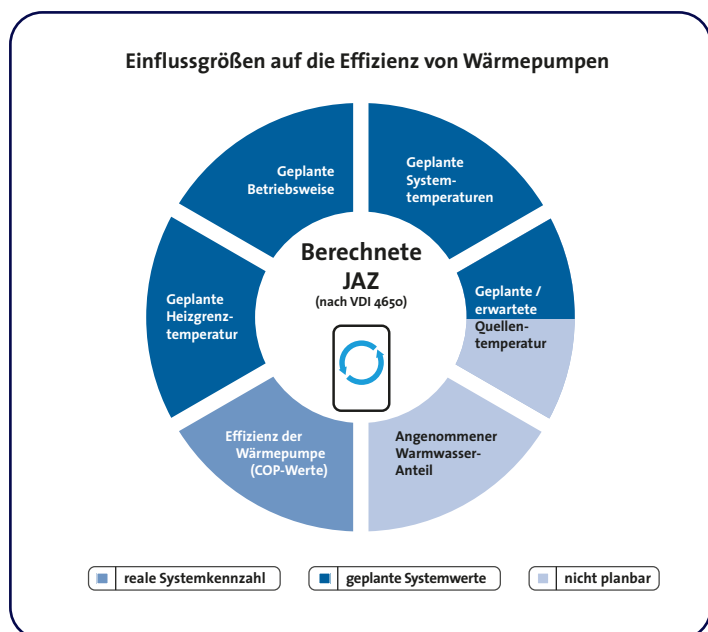


Abbildung 4: Einflussgrößen auf die Effizienz von Wärmepumpen

3. Systembedingungen für den Heizbetrieb

Für die Wärmeübergabe in Wärmepumpensystemen werden üblicherweise Heizkörper oder Flächenheizungen eingesetzt. In einigen Anwendungsfällen werden auch Flächenheizungen mit Heizkörpern kombiniert. Die Auslegungstemperaturen der Heizflächen sind wärmepumpengerecht zu bemessen.

Bei der Dimensionierung der Wärmeverteilung und -übergabe ist im Wesentlichen auf ein ausreichend dimensioniertes Leitungssystem für die berechneten Volumenströme sowie auf entsprechend ausreichend dimensionierte Heizflächen zu achten. Zudem sollten mittels hydraulischen Abgleichs die Systemtemperaturen in den optimalen Bereich gebracht werden. Außerdem sollte darauf geachtet werden, dass sich die eingesetzten Regler nicht gegenseitig beeinflussen. In energetisch sanierten Gebäuden sinken die Systemtemperaturen allein aufgrund der verminderten Heizlast bereits ab.

Unabhängig von der Wahl der Wärmeübergabe (Heizkörper oder Flächenheizung) ist der hydraulische Abgleich des Heizsystems wichtig. Nur so kann wirksam vermieden werden, dass die Systemtemperatur durch den Nutzer über die Auslegungstemperatur angehoben werden muss, um hydraulisch benachteiligte Räume ausreichend mit Wärme zu versorgen. Dies hätte einen steigenden Energieaufwand zur Folge.

Für den störungsfreien Betrieb einer Wärmepumpe muss eine Umlaufwassermenge gemäß Herstellerangaben durch die Heizungsanlage sichergestellt sein. Hierzu kann eine hinreichend große Teilfläche des Gebäudes als Regelgröße für den Wärmepumpenregler herangezogen werden, z. B. der Wohn-/Essbe-

reich. Dies kann auch durch die Installation einer hydraulischen Weiche oder eines Pufferspeichers erfolgen. Hier kommen sowohl Reihenspeicher mit Differenzdrucküberströmventil als auch Trennspeicher zur Anwendung. Hierzu sind weitere Details im BDH-Informationsblatt „Bivalente Wärmepumpen-Systeme“ hinterlegt.

3.1. Zentrale Systemtemperaturregelung und Pufferspeicher

Für eine energieeffiziente Wärmeübergabe im Gebäude ist eine witterungs- oder raumtemperaturgeführte Regelung der Systemtemperatur vorzusehen. Die Dimensionierung der Wärmepumpe erfolgt in Abhängigkeit des ausgewählten Wärmeübergabesystems unter Berücksichtigung seiner vorgesehenen Funktion.

Pufferspeicher, die in Anlagen zum Heizen und Kühlen eingesetzt werden, sind wärme- und kältegedämmt auszuführen, um eine Tauwasserbildung zu vermeiden. Werden multivalente Pufferspeicher verwendet, also solche, an die neben der Wärmepumpe auch weitere Wärmequellen, z. B. Kaminöfen, Solaranlage etc. angeschlossen werden und die ggf. auch die Trinkwassererwärmung sicherstellen, sind Einrichtungen zur Regelung der Systemtemperatur einzusetzen. Dies ist erforderlich, da die Pufferspeichertemperatur zumindest in Teilen des Speichers (z.B. Schichtladespeicher) zur Trinkwassererwärmung höher sein muss als die Vorlauftemperatur des Wärmeübergabesystems.

3.2. Einzelraumregelung

Gemäß des derzeit gültigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sind in der Regel alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Begrenzung der Raumtemperatur auszustatten. Eine Ausnahme nach § 63 Raumweise Regelung der Raumtemperatur gilt für eine Fußbodenheizung in Räumen mit weniger als 6 m² Nutzfläche.

4. Systembedingungen für den Kühlbetrieb

In den letzten Jahren sanken durch den verbesserten Wärmeschutz sowie durch die solare Architektur die Heizlasten von Gebäuden. In Umkehr dazu stiegen jedoch in den Sommermonaten die Kühllasten aufgrund der solaren und inneren Wärmegewinne in vielen Gebäuden deutlich an.

Die Kühllasten werden im Wesentlichen durch die Ausrichtung des Raumes, den Sonnenschutz sowie dessen Anordnung (innen oder außen), durch die Beleuchtung und die technische Ausstattung beeinflusst. Durch das Kühlsystem soll die thermische Behaglichkeit in Gebäuden und der Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit sichergestellt werden.

Zur Sicherstellung der Systemtemperatur im Kühlbetrieb ist ein Regler notwendig, der die Funktionen Heizen und Kühlen gemeinsam abdeckt. Zusätzlich zu den Einzelraumreglern ist ein Taupunktwärter als zusätzliche Sicherheitseinrichtung erforderlich. Dieser verhindert zuverlässig eine kritische Kondensatbildung. Zur Vermeidung von Kondensatbildung an den Rohrleitungen müssen diese diffusionsdicht gedämmt werden. Ebenso muss das Raumübergabesystem auch für das Kühlen geeignet sein. Bevorzugt kommen Flächensysteme oder ventilatorgestützte Konvektoren zum Einsatz. Sofern in besonderen Fällen explizit auch eine Entfeuchtung im Raum gewünscht und geplant ist, müssen die Konvektoren mit Kondensateinrichtungen und -ablauf ausgerüstet werden.

4.1. Natürliche Kühlung (passive Kühlung)

Grundwasser und Erdreich in größeren Tiefen (ab ca. 10 m unter der Erdoberfläche) sind in den Sommermonaten kälter als die Außenluft. Dem Innenraum des Gebäudes wird über das Wärmeübertragungssystem Wärme entzogen und an das Erdreich oder Grundwasser abgegeben. Dies geschieht mittels eines parallel zum Wärmepumpenkreislauf angeordneten Wärmeübertragers im Sole- und Grundwasserkreislauf der Wärmequellenseite. Dabei wird die Systemtemperatur über eine Regelfunktion bis oberhalb der Taupunkttemperatur geregelt. Mit einem entsprechenden Vierleitersystem können unterschiedliche Räume gleichzeitig beheizt oder gekühlt werden.

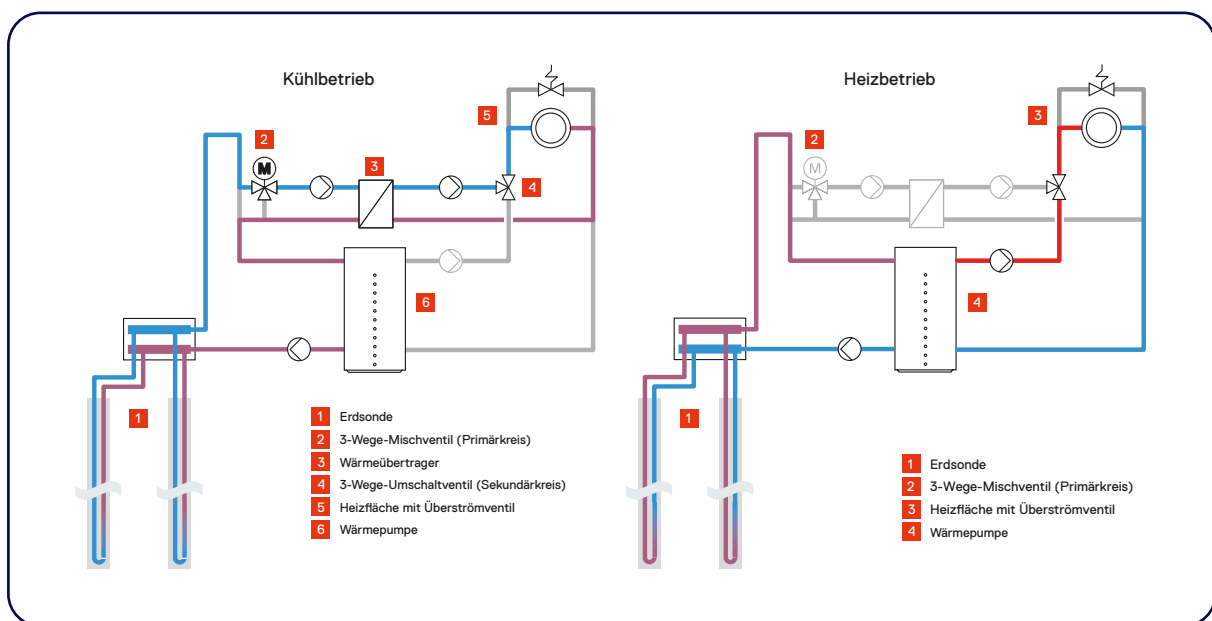


Abbildung 5: Funktionsweise einer Anlage zur passiven Kühlung im Heiz- und Kühlbetrieb

Die Vorteile der passiven Kühlung liegen in den minimalen Betriebskosten, da der Verdichter der Wärmepumpe nicht in Betrieb ist, sowie in der Unterstützung bei der Regeneration der Wärmequelle im Sommer. Nachteilig sind die im Vergleich zur aktiven Kühlung geringeren Kühlleistungen. Mit diesem „Ankühlen“ kann die Raumtemperatur reduziert werden, aber meistens keine Kühlung mit vorgegebenem Sollwert erzielt werden.

4.2. Kühlung mit maschineller Unterstützung (aktive Kühlung)

Eine aktive Kühlung ist bei speziell hierfür gebauten Wärmepumpen durch eine Umkehr des Arbeitsprozesses möglich. Der ursprüngliche Verdampfer wird zum Verflüssiger und der Verflüssiger wird zum Verdampfer. Mit einem Zusatzwärmeübertrager kann die dabei entstehende Abwärme noch sinnvoll genutzt werden, z. B. zur Schwimmbad- oder Trinkwassererwärmung.

Dem Raum wird über die Wärmepumpe Wärme entzogen, die über das Rohrnetz zur Wärmepumpe transportiert wird. Die Wärmepumpe kühlt das Wasser aus dem Rücklauf der Anlage ab und führt die Abwärme über den Verdampfer an die Sole und damit das Erdreich oder direkt an die Außenluft ab. Erfolgt die Trinkwassererwärmung über einen multivalenten Pufferspeicher, ist für den Kühlfall ein separater Kühlwasserpufferspeicher erforderlich.

Die Vorteile der aktiven Kühlung liegen in der gegenüber der passiven Kühlung höheren Kühlleistung. Nachteilig sind die gegenüber der passiven Kühlung höheren Betriebskosten und der bei multivalenten Pufferspeichern benötigte separate Kühlepeicher.

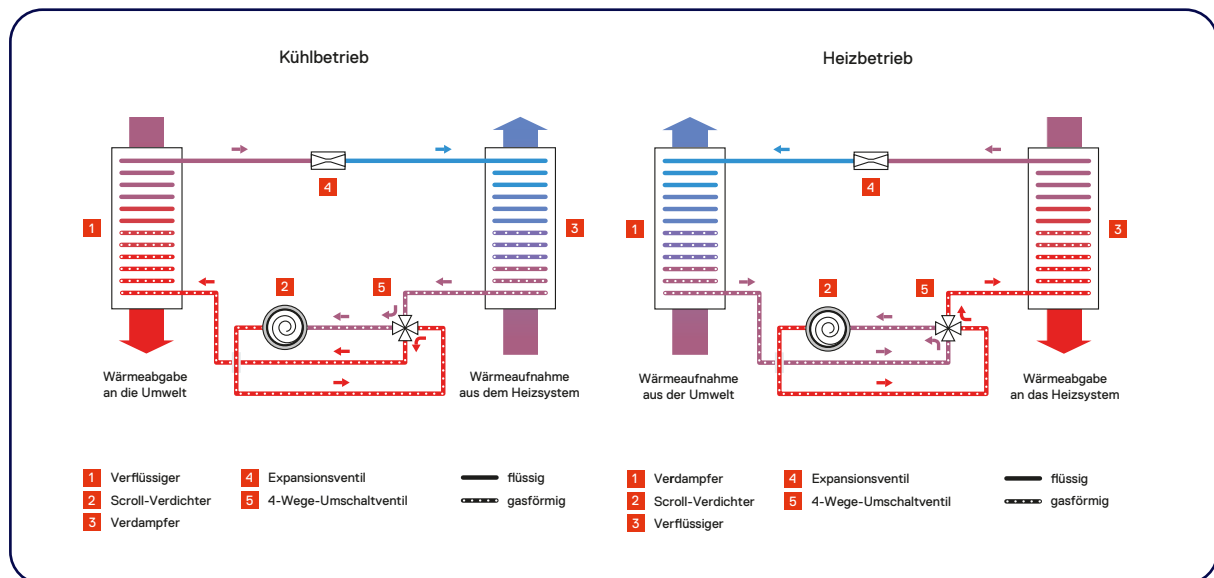


Abbildung 6: Funktionsweise einer Anlage zur aktiven Kühlung im Heiz- und Kühlbetrieb

5. Fazit

Ein wesentlicher Baustein für die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung von Gebäuden ist der Einsatz von Wärmepumpen sowohl im Neubau als auch im Bestand.

Für eine hohe Effizienz der Wärmepumpe sowie des gesamten Heizsystems ist es notwendig, alle Anlagenkomponenten aufeinander abzustimmen. Dies setzt zum einen eine möglichst genaue Planung sowie die Durchführung des hydraulischen Abgleichs gemäß DIN 94679 „Hydraulische Systeme in heiz-, kühl- und raumluftechnischen Anlagen“ (DIN, 2023) voraus.

Die in diesem Informationsblatt beschriebenen Grundlagen geben eine Hilfestellung für die Planung eines Heizsystems mit Wärmepumpe. Die Spezifika für die Kombination einer Wärmepumpe mit einer Flächenheizung werden im Teil 2 und für die Kombination einer Wärmepumpe mit Heizkörpern im Teil 3 beschreiben.

Literaturverzeichnis

BDH. (März 2019). www.bdh-industrie.de. Von BDH: https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Infoblaetter/Infoblatt_Nr_25_Maerz_2019_Wa__rmepumpen.pdf abgerufen

BDH. (März 2019). www.bdh-industrie.de. Von https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Infoblaetter/Infoblatt_Nr_11_Maerz_2019_Warmwasserspeicher_-_Vom_Trinkwasserspeicher_bis_hin_zu_modernen_multivalenten_Systemen.pdf abgerufen

BDH. (März 2021). www.bdh-industrie.de. Von BDH: https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Infoblaetter/broschuere_maerz_2021_heizen_in_bestehenden_wohngebaeuden.pdf abgerufen

DIN. (2023). DIN 94679 „Hydraulische Systeme in heiz-, kühl- und raumlufttechnischen Anlagen“. Berlin: Beuth-Verlag.

DUH. (Juni 2023). Deutsche Umwelthilfe e.V. Von https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/W%C3%A4rmepumpen/300623_Waermepumpen_Faktenpapier_Neuaufgabe_Digital.pdf abgerufen

VDI. (Juni 2020). VDI 4650. VDI 4650 „Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen“ Blatt 1 „Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung“. Beuth-Verlag.