

DIN EN 15316-4-2

ICS 91.140.10

**Heizungsanlagen in Gebäuden –
Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und
Nutzungsgrade der Anlagen –
Teil 4-2: Wärmeerzeugung für die Raumheizung,
Wärmepumpensysteme;
Deutsche Fassung EN 15316-4-2:2008**

Heating systems in buildings –
Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies –
Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems;
German version EN 15316-4-2:2008

Systèmes de chauffage dans les bâtiments –
Méthode de calcul des besoins énergétiques et des rendements des systèmes –
Partie 4-2: Systèmes de génération de chauffage des locaux, systèmes de pompes à
chaleur;
Version allemande EN 15316-4-2:2008

Gesamtumfang 134 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15316-4-2:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungssysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS (Dänemark) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 041-01-01 AA „Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen“ im Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN.

In Deutschland wird die EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Wesentlichen durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) umgesetzt. Die EnEV nimmt datierte nationale und Europäische Normen und nationale Vornormen in Bezug, die für die Umsetzung in Deutschland festgelegt wurden. Die derzeit in Deutschland verwendeten Berechnungsverfahren werden in DIN V 4108-6, DIN V 4701-10, DIN V 4701-12, DIN V 18599 (alle Teile) und PAS 1027 beschrieben.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V 4108-6, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs*

DIN V 4701-10, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen — Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung*

DIN V 4701-12, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand — Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung*

DIN V 18599-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*

DIN V 18599-2, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen*

DIN V 18599-3, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*

DIN V 18599-4, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung*

DIN V 18599-5, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen*

DIN V 18599-6, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau*

DIN V 18599-7, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*

DIN V 18599-8, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen*

DIN V 18599-9, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen*

DIN V 18599-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

PAS 1027, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand; Ergänzung zur DIN 4701-12 Blatt 1*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Heizungsanlagen in Gebäuden —
Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und
Nutzungsgrade der Anlagen —
Teil 4-2: Wärmeerzeugung für die Raumheizung,
Wärmepumpensysteme**

Heating systems in buildings —
Method for calculation of system energy requirements and
system efficiencies —
Part 4-2: Space heating generation systems,
heat pump systems

Systèmes de chauffage dans les bâtiments —
Méthode de calcul des besoins énergétiques et
des rendements des systèmes —
Partie 4-2: Systèmes de génération de chauffage
des locaux, systèmes de pompes à chaleur

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. Mai 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole und Einheiten	14
4 Kurzbeschreibung des Verfahrens	16
4.1 Wärmebilanz des Erzeugungsteilsystems	16
4.2 Zur Deckung des Wärmebedarfs erforderliche Energiezufuhr	19
4.3 Hilfsenergie $W_{HW,gen,aux}$	20
4.4 Rückgewinnbare, zurückgewonnene und nicht rückgewinnbare Wärmeverluste	20
4.5 Berechnungszeiträume	20
4.6 Berechnung nach Zonen.....	21
4.7 Wärmepumpen mit kombinierter Raumheizung und Trinkwassererwärmung	21
5 Energieeffizienzberechnung des Erzeugungsteilsystems	23
5.1 Allgemeines.....	23
5.2 Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Systemtypologie (Systemtypologie-Verfahren).....	24
5.3 Ausführliches fallspezifisches Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Daten zum Nutzungsgrad der Bauteile (Bin-Verfahren).....	25
Anhang A (informativ) Beispiel für die Bewertung meteorologischer Daten.....	67
Anhang B (informativ) Vorgabewerte für Parameter für das fallspezifische Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl.....	71
B.1 Reglereinstellungen für die Vorlauftemperatur (Heizkennlinie)	71
B.2 Temperaturkorrekturfaktor für das Laden des Trinkwarmwasserspeichers.....	72
B.3 Mittlere Wassertemperatur des Trinkwarmwasserspeichers.....	72
B.4 Erzeugerhülle	73
B.5 Hilfsbauteile des Erzeugungsteilsystems	74
B.6 Faktor f_{combi} für den Simultanbetrieb	74
B.7 An den Standort gebundener Temperaturreduktionsfaktor.....	74
B.8 Nutzungsgradwert des elektrischen Zusatzheizers für die Betriebsarten Raumheizung bzw. Trinkwassererwärmung.....	74
Anhang C (informativ) Berechnungsverfahren für die Korrektur der Quellen- und Senkentemperatur mit dem feststehenden exergetischen Wirkungsgrad	75
Anhang D (informativ) Berechnungsbeispiel	79
D.1 Beispiel für die ausführliche Berechnung	79
D.2 Berechnungsbeispiel (Tabellenform)	103
Anhang E (informativ) Beispiel für Tabellenwerte des Systemtypologieverfahrens als nationaler Anhang für die Niederlande	109
E.1 Allgemeines.....	109
E.2 Anwendungsbereich	109
E.3 Verweisungen.....	109
E.4 Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	109
E.5 Nutzungsgrad der Wärmepumpeninstallation	111
E.6 Energieverbrauch der Wärmepumpeninstallation	113
E.7 Hilfsenergieverbrauch der Wärmepumpeninstallation.....	114

Anhang F (informativ) Beispielwerte für Parameter für das fallspezifische Verfahren zur Berechnung von Wärmepumpen (Bin-Verfahren)..... 115

F.1 Allgemeines 115

F.2 Temperaturen..... 115

F.3 Beispielwerte für die Heizleistung und die Leistungszahl von elektrisch betriebenen Wärmepumpen..... 116

F.4 Gasmotorisch betriebene Wärmepumpen 121

F.5 Absorptionswärmepumpen 126

F.6 Wärmepumpen mit Erwärmung von Trinkwasser (en: domestic hot water, DHW) — Heizleistung von Wärmepumpen für die Trinkwassererwärmung 129

Literaturhinweise 130

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15316-4-2:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungssysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben (Mandat M/343), und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Das vorliegende Dokument ist Teil einer Reihe von Normen mit dem Ziel einer europäischen Harmonisierung der Verfahren zur Berechnung der Energieeffizienz von Gebäuden. Ein Überblick über sämtliche dieser Normen ist in CEN/TR 15615 [13] enthalten.

Die vom CEN/TC 228 bearbeiteten Themengebiete sind:

- Planung von Heizanlagen (Wasser-, elektrische Heizanlagen usw.);
- Installation von Heizanlagen;
- Abnahmeprüfung von Heizanlagen;
- Anleitungen zu Bedienung, Wartung und Betrieb von Heizanlagen;
- Verfahren zur Berechnung der Norm-Wärmeverluste und der Norm-Heizlasten;
- Verfahren zur Berechnung energetischer Kennwerte von Heizanlagen.

Bei der Betrachtung von Heizanlagen werden auch die Auswirkungen der damit verbundenen Systeme, wie z. B. von Wassererwärmungssystemen, berücksichtigt.

Alle diese Normen sind Systemnormen, d. h. sie beruhen auf Anforderungen, die an das System als Ganzes gestellt werden und behandeln keine Anforderungen an Produkte innerhalb des Systems.

Falls möglich, wird auf andere Europäische oder Internationale Normen verwiesen, u. a. Produktnormen. Dennoch stellt die Verwendung von Produkten, die den einschlägigen Produktnormen entsprechen, keine Garantie dafür dar, dass auch die Systemanforderungen erfüllt werden.

Die Anforderungen werden hauptsächlich in Form von Funktionsanforderungen angegeben, d. h. als Anforderungen, die die Funktion des Systems behandeln, anstelle solcher, die Form, Materialien, Maße o. Ä. festlegen.

Die Richtlinien beschreiben Verfahrenswege, wie diese Anforderungen erfüllt werden können, es dürfen jedoch auch andere Verfahrenswege gewählt werden, falls nachgewiesen werden kann, dass diese ebenfalls zur Erfüllung der Anforderungen führen.

Aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen, Traditionen und nationaler Rechtsvorschriften sind Heizanlagen von Mitgliedsland zu Mitgliedsland sehr unterschiedlich. In einigen Fällen werden die Anforderungen in Form von Klassen angegeben, sodass nationalen oder individuellen Bedürfnissen Rechnung getragen werden kann.

EN 15316, *Heizanlagen in Gebäuden — Berechnung und Bewertung der Energieeffizienz von Systemen* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeines*
- *Teil 2-1: Wärmeübergabesysteme für die Raumheizung*
- *Teil 2-3: Wärmeverteilungssysteme für die Raumheizung*
- *Teil 3-1: Trinkwassererwärmung, Charakterisierung des Bedarfs (Zapfprogramm)*
- *Teil 3-2: Trinkwassererwärmung, Verteilung*
- *Teil 3-3: Trinkwassererwärmung, Erzeugung*
- *Teil 4-1: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Verbrennungssysteme (Heizkessel)*
- *Teil 4-2: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Wärmepumpensysteme*
- *Teil 4-3: Wärmeerzeugungssysteme, thermische Solaranlagen*
- *Teil 4-4: Wärmeerzeugungssysteme, gebäudeintegrierte KWK-Anlagen*
- *Teil 4-5: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Leistungsdaten und Effizienz von Nah- und Fernwärmesystemen*
- *Teil 4-6: Wärmeerzeugungssysteme, photovoltaische Systeme*
- *Teil 4-7: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Biomassewärmerezeuger*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm ist Teil einer Reihe von Normen zu Verfahren der Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade von Heizungsanlagen. Der Berechnungsrahmen ist im allgemeinen Teil (EN 15316-1 [9]) beschrieben.

Die Energieeffizienz kann durch die Bestimmung entweder der Nutzungsgrade des Wärmeerzeugungsteilsystems oder der durch den Systemaufbau auftretenden Verluste des Wärmeerzeugungsteilsystems beurteilt werden.

Diese Europäische Norm stellt Verfahren zur Berechnung des zusätzlichen Energiebedarfs eines Wärmeerzeugungsteilsystems vor, der erforderlich ist, um den Bedarf des Verteilungs- und/oder Speicherungsteilsystems zu decken. Die Berechnung beruht auf den Leistungskenngrößen der in Produktnormen angegebenen Produkte und auf weiteren Kenngrößen, die zur Bewertung der Leistung der im System enthaltenen Produkte erforderlich sind. Produktdaten wie z. B. die Wärmeleistung oder der *COP* der Wärmepumpe sind nach europäischen Prüfverfahren zu bestimmen. Sind keine europäischen Verfahren vorhanden, können nationale Verfahren angewendet werden.

Dieses Verfahren kann angewendet werden zur:

- Beurteilung im Hinblick auf Erfüllung von energetischen Zielen;
- Optimierung der Energieeffizienz eines geplanten Wärmeerzeugungsteilsystems durch Anwendung des Verfahrens auf mehrere mögliche Optionen;
- Einschätzung der Auswirkung möglicher Energiesparmaßnahmen auf ein bestehendes Wärmeerzeugungsteilsystem durch Berechnung des Energiebedarfs mit und ohne die Energiesparmaßnahme.

Normativ ist lediglich das Berechnungsverfahren. Im Hinblick auf Eingabedaten muss der Nutzer andere Europäischen Normen oder nationale Dokumente konsultieren. Zusätzliche Werte, die zur Durchführung der Berechnungen erforderlich sind, sind in einem nationalen Anhang anzugeben; ist kein nationaler Anhang vorhanden, sind entsprechende Default-Werte dem informativen Anhang zu entnehmen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm behandelt Wärmepumpen für die Raumheizung, Warmwasser-Wärmepumpen (en: heat pump water heaters, HPWH) und Wärmepumpen mit kombinierter Raumheizung und Trinkwassererwärmung mit Alternativ- oder Simultanbetrieb, bei denen dieselbe Wärmepumpe sowohl die Wärme für den Raumheizwärmebedarf als auch für den Nutzwärmebedarf zur Trinkwassererwärmung liefert.

Der Anwendungsbereich dieses Teils der Norm besteht in der Normung von Folgendem:

- erforderlicher Eingangswerte,
- Berechnungsverfahren,
- resultierender Ausgangswerte

für die Wärmeerzeugung durch die folgenden Wärmepumpensysteme, einschließlich deren Regelung, zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung:

- elektrisch betriebene Dampfkomppressionswärmepumpen (VCC-Wärmepumpen),
- verbrennungsmotorisch betriebene Wärmepumpen,
- thermisch betriebene Absorptionswärmepumpen (VAC-Wärmepumpen),

bei denen die in Tabelle 1 aufgeführten Kombinationen aus Wärmequellen und Wärmeverteilung zum Einsatz kommen:

Tabelle 1 — Wärmequellen und Wärmeverteilung innerhalb des Anwendungsbereichs dieser Europäischen Norm

Wärmequelle	Wärmeverteilung
Außenluft	Luft
Abluft	Wasser
Indirekt, Erdreich mit Soleverteilung	Direkte Kondensation des Kältemittels im Gerät (VRF)
Indirekt, Erdreich mit Wasserverteilung	
Direkt, Erdreich (Direktverdampfung (DX))	
Oberflächenwasser	
Grundwasser	

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 255-3:1997, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern — Heizen — Teil 3: Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwasser*

EN 308, *Wärmeaustauscher — Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft- und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen*

EN 14511:2007 (alle Teile), *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung*

CEN/TS 14825:2003, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung — Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen*

prEN 15203, *Energieeffizienz von Gebäuden — Bewertung des Energieverbrauchs und Festlegung der Leistungsindikatoren*

EN 15316-2-3, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 2-3: Wärmeverteilungssysteme für die Raumheizung*

EN 15316-3-2, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 3-2: Trinkwassererwärmung, Verteilung*

EN 15316-3-3, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 3-3: Trinkwassererwärmung, Erzeugung*

EN 15316-4-1, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 4-1: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Verbrennungssysteme (Heizkessel)*

EN ISO 7345:1995, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*

EN ISO 13790, *Energieeffizienz von Gebäuden - Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ISO 13790:2008)*

EN ISO 15927-6, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 6: Akkumulierte Temperaturdifferenzen (Gradtage) (ISO 15927-6:2007)*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 7345:1995 und die folgenden Begriffe.

3.1.1 Alternativbetrieb

Erzeugung von Wärmeenergie für das Raumheiz- und das Trinkwarmwasserversorgungssystem durch einen Wärmeerzeuger mit Zweifachfunktion, die durch Schalten des Wärmeerzeugers auf entweder den Betrieb zur Trinkwassererwärmung oder den Betrieb zur Raumheizung erfolgt

3.1.2

Nennbedingungen für die Anwendung

verbindlich vorgeschriebene Nennbedingungen innerhalb des Betriebsbereichs des Geräts, die durch den Hersteller oder Lieferanten herausgegeben werden

3.1.3

Hilfsenergie

elektrische Energie, die von gebäudetechnischen Anlagen der Heizung, Kühlung, Lüftung und/oder Trinkwarmwasserbereitung genutzt wird, um die Energieumwandlung zur Deckung der Energiebedarfe zu unterstützen

ANMERKUNG 1 Dazu gehört die Energie für Ventilatoren, Pumpen, Elektronik usw. Die elektrische Energie, die der Lüftungsanlage für den Lufttransport und die Wärmerückgewinnung zugeführt wird, gilt nicht als Hilfsenergie, sondern als Lüftungsenergiebedarf.

ANMERKUNG 2 In EN ISO 9488 [15] wird der Energiebedarf für Pumpen und Ventile als „parasitic energy“ (de: Hilfsenergie) bezeichnet.

ANMERKUNG 3 Im Rahmen der vorliegenden Norm wird die Antriebsenergie für elektrisch betriebene Wärmepumpen innerhalb der Systemgrenze des *COP* nach EN 14511 und einen elektrischen Zusatzheizer nicht als Hilfsenergie bezeichnet, sondern nur als zusätzliche, nicht im *COP* berücksichtigte Zufuhr elektrischer Energie.

3.1.4

Bivalenztemperatur

Temperatur, bei der die Wärmeleistung der Wärmepumpe und die Heizlast des Gebäudes gleich sind

3.1.5

Temperaturklassen

Bin

statistische Temperaturklasse (mitunter ein Klassenintervall) für die Außenlufttemperatur, wobei die Klassengrenzen in einer Temperatureinheit angegeben werden

3.1.6

Gebäude-Dienstleistungen

Leistungen, die von der Technischen Gebäudeausrüstung und von Geräten erbracht werden, um Anforderungen an das Innenraumklima, das Trinkwarmwasser, die Beleuchtung und sonstige mit der Nutzung des Gebäudes zusammenhängende Anforderungen zu erfüllen

3.1.7

Berechnungszeitraum

Zeitraum, über den die Berechnung durchgeführt wird

ANMERKUNG Der Berechnungszeitraum kann in eine Anzahl von Berechnungsschritten untergliedert werden.

3.1.8

Berechnungsschritt

diskretes Zeitintervall für die Berechnung der Energiebedarfe und -verbrauche für Heizung, Kühlung, Be- und Entfeuchtung

ANMERKUNG 1 Typische diskrete Zeitintervalle sind eine Stunde, ein Monat oder eine Heiz- und/oder Kühlperiode, Betriebsarten und Temperaturklassen.

ANMERKUNG 2 Im Rahmen des Bin-Verfahrens beruhen die Berechnungsschritte auf Außentemperaturklassen.

3.1.9

Leistungszahl

COP (en: coefficient of performance)

Verhältnis der Heizleistung zur effektiven Leistungsaufnahme des Geräts

3.1.10

Summenhäufigkeit

Häufigkeit der Außenlufttemperatur über alle 1-K-Temperaturklassen

3.1.11

Abschaltzeit

Zeitraum, in dem die Stromversorgung der Wärmepumpe seitens des Versorgungsunternehmens unterbrochen ist

3.1.12

Trinkwassererwärmung

Prozess der Wärmezufuhr zur Erhöhung der Temperatur des Kaltwassers auf die vorgesehene Bereitstellungstemperatur

3.1.13

effektive Leistungsaufnahme

mittlere elektrische Leistungsaufnahme des Geräts während eines festgelegten Zeitintervalls, die aus Folgendem bestimmt wird:

- der Leistungsaufnahme für den Betrieb des Verdichters oder Brenners und jeglicher Leistungsaufnahme für das Abtauen;
- der Leistungsaufnahme für alle Regel- und Sicherheitseinrichtungen des Geräts;
- der proportionalen Leistungsaufnahme der Verteilung (z. B. Ventilatoren, Pumpen), die die Beförderung des Wärmeträgermediums im Gerät sicherstellt

3.1.14

elektrisch betriebene Wärmepumpe

im Rahmen dieser Europäischen Norm sind elektrisch betriebene Wärmepumpen Kompressionswärmepumpen mit einem Verdichter, der von einem Elektromotor angetrieben wird

3.1.15

Nutzwärmebedarf für die Trinkwassererwärmung

Wärme, die der benötigten Menge Trinkwarmwasser zuzuführen ist, um die Temperatur von der Kalt-Netztemperatur auf die festgelegte Zapf-temperatur am Bereitstellungspunkt zu erhöhen, wobei die thermische Systemtechnik des Gebäudes nicht berücksichtigt wird

3.1.16

Nutzwärmebedarf für die Heizung bzw. Kühlung

Wärme, die einem konditionierten Raum zuzuführen oder aus diesem abzuführen ist, um die vorgesehene Temperatur über einen bestimmten Zeitraum aufrechtzuerhalten, wobei die thermische Systemtechnik des Gebäudes nicht berücksichtigt wird

ANMERKUNG 1 Der Nutzwärmebedarf wird berechnet und kann nicht einfach gemessen werden.

ANMERKUNG 2 Der Nutzwärmebedarf kann zusätzliche Wärmeübergabe umfassen, die sich aus einer ungleichförmigen Temperaturverteilung und einer nicht idealen Temperaturregelung ergibt, sofern diese durch Anheben (Absenken) der wirksamen Temperatur für das Heizen (Kühlen) berücksichtigt werden und nicht in die Wärmeübertragung durch die Heiz-(Kühl-)Anlage einbezogen sind.

3.1.17

Endenergiebedarf für Raumheizung oder -kühlung bzw. Trinkwarmwasser

Energiezufuhr zum Raumheiz- oder -kühlsystem bzw. dem Trinkwarmwassersystem, um den Energiebedarf für die Raumheizung oder -kühlung (einschließlich Entfeuchtung) bzw. für Trinkwarmwasser zu decken

ANMERKUNG Wenn die technische Gebäudeanlage mehreren Zwecken dient (z. B. Raumheizung und Trinkwarmwasser), kann es schwierig sein, die Energienutzung nach den jeweiligen Zwecken zu unterteilen. Sie kann als eine kombinierte Menge (z. B. Energiebedarf für Raumheizung und Trinkwarmwasser) angegeben werden.

3.1.18

Häufigkeit

(Statistische) Häufigkeit eines Ereignisses sagt aus, wie oft das Ereignis innerhalb der Stichprobe auftritt. Die Häufigkeiten werden oft in Histogrammen dargestellt. Im Rahmen dieser Europäischen Norm wird die Häufigkeit der Außenlufttemperatur auf der Grundlage einer Stichprobe von gemittelten Stundendaten für ein Jahr beurteilt.

3.1.19

Wärmeerzeuger mit Doppelbetrieb

Wärmeerzeuger, der zwei verschiedene Systeme mit Energie versorgt, z. B. das Raumheizsystem und das Trinkwarmwasserversorgungssystem bei kombiniertem Alternativ- oder Simultanbetrieb

3.1.20

Wärmepumpe

Anschlussfertige Baugruppen oder Baugruppen in Split-Bauweise, die für den Zweck der Wärmeübergabe als Geräteeinheit ausgeführt sind. Sie umfassen ein Dampfkomppressionskühlsystem bzw. ein Kältemittel-Sorptionsmittel-Paar zur Wärmeübertragung von der Wärmequelle zur Wärmesenke mittels elektrischer oder thermischer Energie bei hohen Temperaturen.

3.1.21

Wärmerückgewinnung

Wärme, die von einer gebäudetechnischen Anlage erzeugt wird oder mit einer Gebäudenutzung verbunden ist (z. B. Trinkwarmwasser) und direkt in dem entsprechenden System genutzt wird, um die Wärmezufuhr zu verringern, und die ansonsten verschwendet werden würde (z. B. Vorheizung der Verbrennungsluft durch Abgaswärmetauscher)

3.1.22

Wärmeträgermedium

jedes Medium (Wasser, Luft usw.), das ohne Zustandsänderung dazu genutzt wird, Wärme zu übertragen. Hierbei kann es sich um Folgendes handeln:

- das vom Verdampfer gekühlte Fluid;
- das vom Verflüssiger erwärmte Fluid;
- das im Wärmetauscher für die Wärmerückgewinnung zirkulierende Fluid.

3.1.23

beheizter Raum

Raum oder Raumgruppe, für den/die zu Berechnungszwecken eine Aufheizung auf eine gegebene Solltemperatur bzw. auf gegebene Solltemperaturen angenommen wird

3.1.24

Heizleistung Φ_g

je Zeiteinheit vom Gerät an das Wärmeträgermedium abgegebene Wärme

ANMERKUNG Wird dem innen liegenden Wärmetauscher zum Zwecke des Abtauens Wärme entzogen, wird dies mit berücksichtigt.

3.1.25

Heiz- bzw. Kühlperiode

Zeitraum eines Jahres, in dem eine erhebliche Energiemenge für das Heizen oder Kühlen erforderlich ist

ANMERKUNG Die Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode wird dazu verwendet, um den Betriebszeitraum technischer Anlagen zu bestimmen.

3.1.26

Innentemperatur

arithmetischer Mittelwert aus der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur in der Mitte des Aufenthaltsbereichs

ANMERKUNG Hierbei handelt es sich um die näherungsweise bestimmte operative Temperatur nach EN ISO 7726 [14].

3.1.27

Tieftemperaturabschaltung

Temperatur, bei der der Betrieb der Wärmepumpe unterbrochen und der gesamte Wärmebedarf durch eine Zusatzheizung gedeckt wird

3.1.28

Betriebsbereich

durch den Hersteller angegebener und durch die obere und die untere Einsatzgrenze (z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Spannung) begrenzter Bereich, innerhalb dessen für das Gerät angenommen wird, dass es gebrauchstauglich ist und innerhalb dessen es die durch den Hersteller veröffentlichten Kenngrößen aufweist

3.1.29

Teillastbetrieb

Betriebszustand der technischen Anlage (z. B. der Wärmepumpe), bei dem die tatsächlichen Lastanforderungen unterhalb der tatsächlichen Heizleistung des Geräts liegen

3.1.30

Teillastverhältnis

Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme während des Berechnungszeitraums und der höchstmöglichen Wärmeleistung des Wärmeerzeugers während desselben Berechnungszeitraums

3.1.31

Primärpumpe

Pumpe, die in den Kreislauf eingebaut ist, der den Erzeuger und die hydraulische Entkopplung enthält, z. B. in Form eines Wärmespeichers in parallelem Aufbau oder in Form eines hydraulischen Verteilers

3.1.32

erzeugte Wärme

von den Erzeugungsteilsystemen erzeugte Wärme, d. h. die zur Deckung des Energiebedarfs des Verteilungsteilsystems erzeugte Wärme sowie die Wärmeverluste des Erzeugungsteilsystems aufgrund der Raumheizung und/oder Trinkwassererwärmung

3.1.33

rückgewinnbarer thermischer Verlust der Anlage

Teil des thermischen Verlustes der Anlage, der zurückgewonnen werden kann, um entweder den Energiebedarf für die Heizung bzw. Kühlung oder den Energieverbrauch der Heiz- bzw. Kühlanlage zu senken

3.1.34**rückgewonnener thermischer Verlust der Anlage**

Teil des rückgewinnbaren thermischen Verlustes der Anlage, der zurückgewonnen wurde, um entweder den Energiebedarf für die Heizung bzw. Kühlung oder den Energieverbrauch der Heiz- bzw. Kühlanlage zu senken

3.1.35**Jahresarbeitszahl****SPF (en: seasonal performance factor)**

im Rahmen dieser Europäischen Norm das Verhältnis zwischen der dem Verteilungsteilsystem für die Raumheizung und/oder für Trinkwarmwasser zugeführten Jahresgesamtenergie und der insgesamt während eines Jahres zugeführten Antriebsenergie (Strom im Fall von elektrisch betriebenen Wärmepumpen und Brennstoff/Wärme im Fall von verbrennungsmotorisch betriebenen Wärmepumpen bzw. Absorptionswärmepumpen), zuzüglich der insgesamt während eines Jahres zugeführten Hilfsenergie

3.1.36**Solltemperatur eines konditionierten Bereichs**

von dem Regelungssystem bei normalem Heizbetrieb festgelegte (mindestens vorgesehene) Innentemperatur bzw. die von dem Regelungssystem bei normalem Kühlbetrieb festgelegte (höchstens vorgesehene) Innentemperatur

3.1.37**Simultanbetrieb**

gleichzeitige Erzeugung von Wärmeenergie sowohl für die Raumheizung als auch die Trinkwassererwärmung durch einen Wärmeerzeuger mit Zweifachfunktion/Doppelbetrieb, z. B. durch Kältemittelenthitzung oder Kondensatunterkühlung

3.1.38**Raumheizung**

Prozess der Wärmezufuhr zur Herstellung der thermischen Behaglichkeit

3.1.39**Norm-Nennbedingung**

verbindliche Bedingung, die zur Kennzeichnung und zum Vergleich bzw. zur Zertifizierung verwendet wird

3.1.40**thermischer Systemverlust**

thermischer Verlust einer gebäudetechnischen Anlage für Heizung, Kühlung, Trinkwassererwärmung, Befeuchtung, Entfeuchtung, Lüftung oder Beleuchtung oder sonstiger Anwendungen, der nicht zur Nutzleistung der Anlage beiträgt

ANMERKUNG Thermische Energie, die unmittelbar im Teilsystem zurückgewonnen wird, gilt nicht als thermischer Verlust der Anlage, sondern als Wärmerückgewinnung und wird in der entsprechenden Systemnorm direkt behandelt.

3.1.41**gebäudetechnische Anlage**

technische Einrichtung zur Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwassererzeugung, Beleuchtung und Stromerzeugung, die sich aus Teilsystemen zusammensetzt

ANMERKUNG 1 Eine gebäudetechnische Anlage kann für eine oder mehrere Gebäudeleistungen zuständig sein (z. B. Heizungsanlage, Raumheizungs- und Trinkwassererwärmungsanlage).

ANMERKUNG 2 Die Stromerzeugung kann Kraft-Wärme-Kopplungs- und Photovoltaiksysteme umfassen.

3.1.42**gebäudetechnisches Teilsystem**

Teil einer gebäudetechnischen Anlage, der eine bestimmte Funktion erfüllt (z. B. Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, Wärmeübergabe)

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Einheiten (Tabelle 2), Abkürzungen (Tabelle 3) und Indizes (Tabelle 4).

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
ϕ	thermische Leistung, Heizleistung, Wärmestrom	W
η	Nutzungsgrad	—
θ	Celsiustemperatur	°C
ρ	Dichte	kg/m ³
$\Delta\theta$	Temperaturdifferenz, -verteilung	K
Δp	Druckdifferenz	Pa
b	Temperaturreduktionsfaktor	—
c	spezifische Wärmekapazität	J/(kg·K)
DH	Gradstunden	°Ch
COP	Leistungszahl	W/W
COP_t	Leistungszahl für das Zapfen von Warmwasser	W/W
E	Energiemenge, Brennstoff	J
f	Faktor (dimensionslos)	—
β	Lastfaktor	—
m'	Massestrom	kg/s
N	Anzahl der Geräte	—
k	Faktor (Bruch)	—
P	Leistung, elektrische Leistung	W
Q	Wärmemenge	J
SPF	Jahresarbeitszahl	—
t	Zeit, Zeitraum	s
T	thermodynamische Temperatur	K
V	Volumen	m ³
V'	Volumenstrom	m ³ /s
W	(elektrische) Hilfsenergie	J

Tabelle 3 — Abkürzungen

ATTD	kumulative Zeit-Temperatur-Differenz
DHW	Trinkwarmwasser
SH	Raumheizung
TTD	Zeit-Temperatur-Differenz
VCC	Dampfkomppressionskreis
VAC	Dampfabsorptionskreis

Tabelle 4 — Indizes

$\Delta\theta$	temperaturkorrigiert	eng	Motor	nrbl	nicht rückgewinnbar
θ_{lim}	untere Temperaturgrenze	es	Speicherwerte nach EN 255-3:1997, Phase 4	on	laufend, in Betrieb
θ_{hlim}	obere Temperaturgrenze	ex	exergetisch	opr	in Betrieb, Betriebsgrenze
amb	Umgebung	f	Strom	out	Leistung des Systems
aux	Hilfs-	gen	Erzeugungsteilsystem	p	Rohr
avg	Mittelwert	H	Raumheizung	r	Rücklauf
bal	Bivalenzpunkt	hot	wärmeprozessesseitig	rbl	rückgewinnbar
bu	Zusatzheizter	ho	Stunde	rvd	zurückgewonnen
cap	fehlende Leistung	hp	Wärmepumpe	st	Speicherung
co	Abschaltung	i	innen	sby	Bereitschaft
cold	kälteprozessesseitig	in	Einspeisung in das Teilsystem	sk	Senke
combi	kombinierter Betrieb	j	Index, bezogen auf Bin j	sngl	Einzel(-Betrieb)
crnt	Carnot	k	Index	sc	Quelle
dis	Verteilungsteilsystem	ls	Verlust	standard	Norm-
des	bei Auslegungsbedingungen	ltc	Tieftemperaturabschaltung	tot	Gesamt
e	außen	max	Höchst-	w	Wasser, Wärmeträgermedium
eff	effektiv	n	Nenn-	W	Trinkwarmwasser (DHW), Betriebsart Trinkwassererwärmung

ANMERKUNG Die Indizes, die die Symbole in dieser Norm genauer beschreiben, sind in folgender Reihenfolge angegeben:

- der erste Index steht für die Art der Energienutzung (H = Raumheizung, W = Trinkwarmwasser).
Wenn die Gleichung durch Einsetzen der Werte für die jeweilige Betriebsart für unterschiedliche Arten der Energienutzung verwendet werden kann, ist der erste Index weggelassen;
- der zweite Index steht für das Teilsystem oder den Erzeuger (gen = Erzeugung, dis = Verteilung, hp = Wärmepumpe, st = Speicherung usw.);
- der dritte Index steht für die Art (ls = Verluste, gs = Gewinne, in = Zufuhr, usw.);
- zur ausführlicheren Beschreibung können weitere Indizes angehängt sein (rvd = zurückgewonnen, rbl = rückgewinnbar, i = innen usw.);
- der Präfix n bedeutet „nicht“: rbl — rückgewinnbar, nrbl — nicht rückgewinnbar.

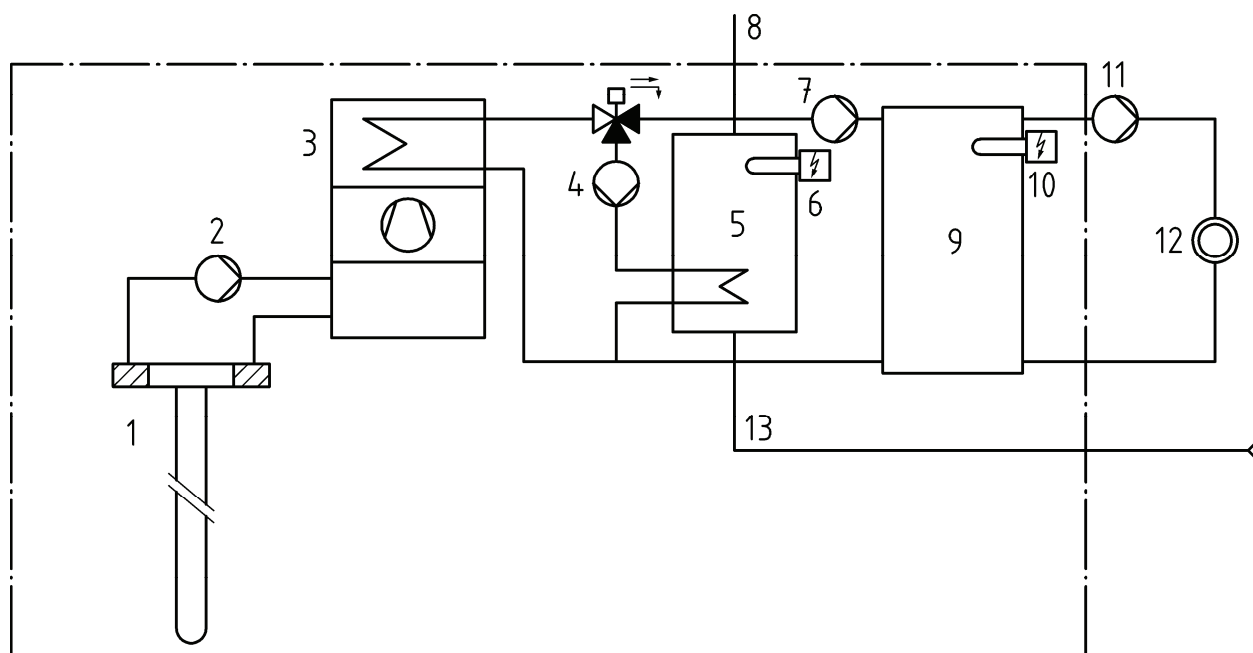
Die Indizes sind durch Komma voneinander getrennt.

4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

4.1 Wärmebilanz des Erzeugungsteilsystems

Systemgrenze

Die Systemgrenze definiert die in dieser Europäischen Norm behandelten Bestandteile der gesamten Heizungsanlage. Bei einem Erzeugungsteilsystem mit Wärmepumpe umfasst die Systemgrenze die Wärmepumpe, das Wärmequellensystem, zugehörige interne und externe Speicher und zugehörige elektrische Zusatzheizer. Mit dem Erzeugungsteilsystem verbundene Hilfsbauteile werden ebenfalls berücksichtigt, solange keine Transportenergie an das Erzeugungsteilsystem übertragen wird. Zwar ist die erforderliche Zusatzenergie für Brennstoff nutzende Zusatzheizer in dieser Europäischen Norm festgelegt, jedoch muss die Nutzungsgradberechnung in Übereinstimmung mit den entsprechenden weiteren Teilen von EN 15316 erfolgen (siehe 4.6). Die Systemgrenze ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Wärmequellensystem (hier: vertikaler Wärmetauscher) | 8 Warmwasseraustritt für Trinkwarmwasser |
| 2 Quellenpumpe | 9 Wärmezwischenspeicher |
| 3 Wärmepumpe | 10 Zusatzheizer für die Raumheizung |
| 4 Trinkwarmwasserspeicher-Ladepumpe | 11 Verteilungsteilsystem der Raumheizung mit Umwälzpumpe |
| 5 Trinkwarmwasserspeicher | 12 Wärmeübergabeteilsystem |
| 6 Trinkwarmwasserzusatzeizer | 13 Kaltwassereintritt für Trinkwarmwasser |
| 7 Primärpumpe | |

Bild 1 — Systemgrenze des Erzeugungsteilsystems

Zu berücksichtigende physikalische Faktoren

Das Berechnungsverfahren berücksichtigt die folgenden physikalischen Faktoren, die einen Einfluss auf die Jahresarbeitszahl und damit auf die Energiezufuhr haben, die erforderlich ist, um den Heizwärmebedarf der Verteilungsteilsysteme zu decken:

- Art des Erzeugeraufbaus (monovalent, bivalent);
- Art der Wärmepumpe (Antriebsenergie [z. B. Strom oder Brennstoff], thermodynamischer Kreisprozess [VCC, VAC]);

- Kombination von Wärmequelle und Wärmesenke (z. B. Erdreich-Wasser, Luft-Luft);
- Energiebedarf des (der) Verteilungsteilsystem(e) für Raumheizung und Trinkwarmwasser;
- Auswirkungen der Schwankungen der Quellen- und Senkentemperatur auf die Heizleistung und den *COP* in Übereinstimmung mit Normproduktprüfungen;
- Auswirkungen der Kompressorregelung bei Teillastbetrieb (EIN/AUS, schrittweise, drehzahlregelt), sofern sich diese in der Heizleistung und dem *COP* in Übereinstimmung mit Normprüfungen widerspiegeln, bzw. weitere Prüfergebnisse zum Teillastbetrieb vorliegen;
- für den Betrieb des Erzeugungsteilsystems benötigte Hilfsenergiezufuhr, die bei der Normprüfung der Heizleistung und des *COP* nicht berücksichtigt wurde;
- thermische Verluste der Anlage durch Bauteile der Raumheizung oder der Trinkwassererwärmung, einschließlich der Anschlussleitungen;
- Ort, an dem sich das Erzeugungsteilsystem befindet.

Berechnungsstruktur

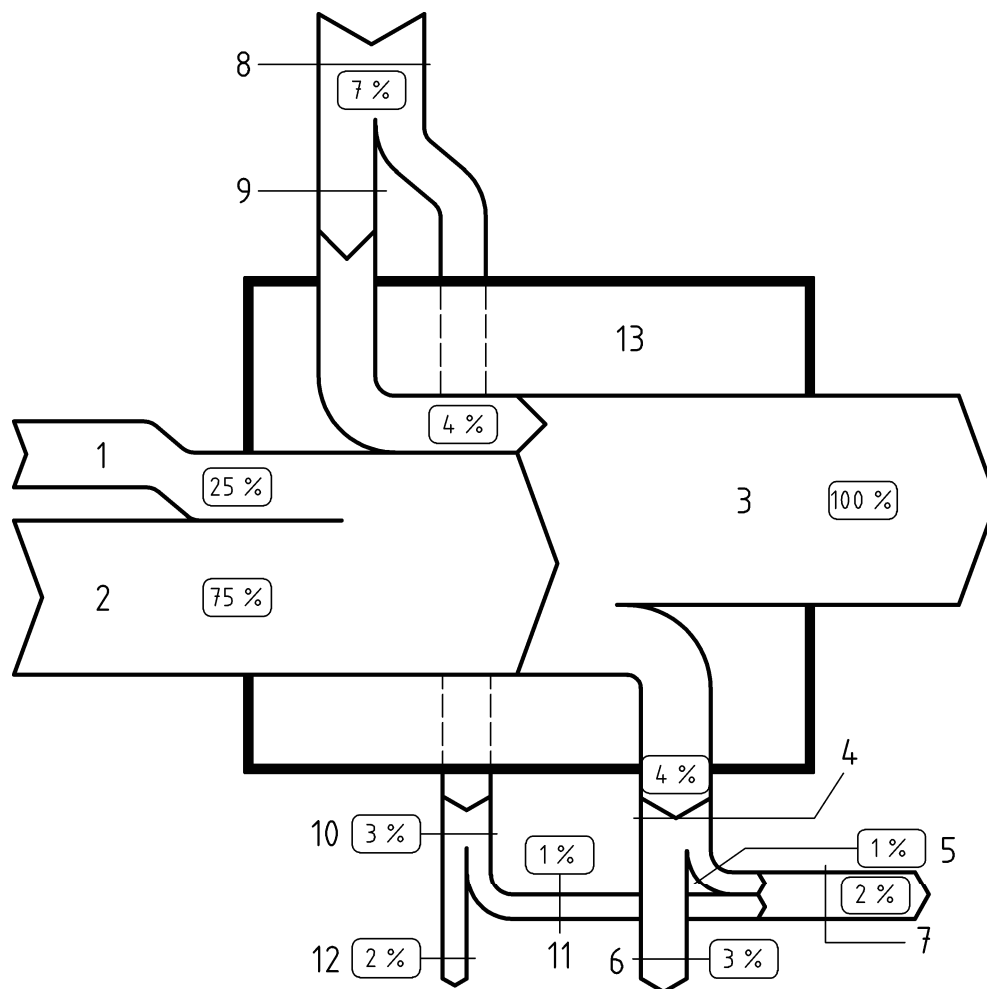
Die Berechnung wird unter Berücksichtigung der folgenden Eingangsdaten durchgeführt:

- Typ, Aufbau und Auslegung des Erzeugungsteilsystems;
- Regelungsart des Erzeugungsteilsystems;
- Umgebungsbedingungen (Außenlufttemperatur, Schwankung der Quellen- und Senkentemperatur während des Jahres);
- Wärmebedarf für Raumheizung und Trinkwarmwasser.

Auf der Grundlage dieser Eingangsdaten werden die folgenden Ausgangsdaten berechnet:

- erforderliche Energiezufuhr in Form von Antriebsenergie $E_{\text{HW,gen,in}}$ (Strom, Brennstoff, Abwärme, solare Wärme) zur Deckung des Bedarfs für die Raumheizung und/oder für Trinkwarmwasser;
- gesamter thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems $Q_{\text{HW,gen,ls,tot}}$;
- gesamte rückgewinnbare thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems $Q_{\text{HW,gen,ls,rbl,tot}}$;
- für den Betrieb des Erzeugungsteilsystems erforderliche Gesamthilfsenergie $W_{\text{HW,gen,aux}}$.

Für das in Bild 1 dargestellte Erzeugungsteilsystem kann folgende in Bild 2 dargestellte Wärmebilanz aufgestellt werden.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 zur Deckung des Wärmebedarfs zugeführte Antriebsenergie (z. B. Strom, Brennstoff), $E_{HW,gen,in}$ | 6 nicht rückgewinnbarer thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems (thermischer Teil), $Q_{HW,gen,ls,nrbl}$ |
| 2 als Wärmequelle für die Wärmepumpe genutzte Umgebungswärme, $Q_{HW,gen,in}$ | 7 für die Raumheizung rückgewinnbarer thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,ls,rbl,tot}$ |
| 3 die dem Wärmebedarf des Erzeugungsteilsystems (der Erzeugungsteilsysteme) entsprechende Wärmeleistung des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,out} = Q_{HW,dis,in}$ | 8 Gesamthilfsenergie des Erzeugungsteilsystems, $W_{HW,gen,aux}$ |
| 4 thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,ls}$ | 9 zurückgewonnene Hilfsenergie des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,aux,ls,rvd}$ |
| 5 für die Raumheizung rückgewinnbarer thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems (thermischer Teil), $Q_{HW,gen,ls,rbl}$ | 10 nicht zurückgewonnene Hilfsenergie des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,aux,ls}$ |
| | 11 rückgewinnbare Hilfsenergie des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,aux,ls,rbl}$ |
| | 12 nicht rückgewinnbare Hilfsenergie des Erzeugungsteilsystems, $Q_{HW,gen,aux,ls,nrbl}$ |
| | 13 Erzeugungsteilsystem |

Bild 2 — Energiebilanz des Erzeugungsteilsystems

Die in Bild 2 angegebenen Zahlen beziehen sich auf den prozentualen Anteil der Energieströme zur Deckung des Wärmebedarfs des Erzeugungsteilsystems (100 %). Sie sollen eine Vorstellung von der Größe der jeweiligen Energieströme vermitteln. Die Zahlen variieren in Abhängigkeit von den oben angegebenen physikalischen Faktoren. Die in Bild 2 angegebenen Zahlen beziehen sich auf eine ausschließlich im monovalenten Raumheizbetrieb arbeitende, elektrisch betriebene, Erdreich-Wärmepumpe mit einem Wärmezwischenspeicher.

4.2 Zur Deckung des Wärmebedarfs erforderliche Energiezufuhr

Die Energiebilanz für das elektrisch betriebene Erzeugungsteilsystem ergibt sich wie folgt:

$$E_{\text{HW,gen,in}} = Q_{\text{HW,gen,out}} + Q_{\text{HW,gen,ls}} - Q_{\text{HW,gen,in}} - k_{\text{gen,aux,ls,rvd}} \cdot W_{\text{HW,gen,aux}} \quad [\text{J}] \quad (1)$$

Dabei ist

$E_{\text{HW,gen,in}}$	die Zufuhr von elektrischer Antriebsenergie, Brennstoff oder Wärme zur Deckung des Wärmebedarfs des Verteilungsteilsystems (J);
$Q_{\text{HW,gen,out}}$	der Wärmeenergiebedarf der Verteilungsteilsysteme (J);
$Q_{\text{HW,gen,ls}}$	die thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems (J);
$Q_{\text{HW,gen,in}}$	die als Wärmequelle der Wärmepumpe genutzte Umgebungswärmeenergie (J);
$k_{\text{gen,aux,ls,rvd}}$	der zurückgewonnene Hilfsenergieanteil (—);
$W_{\text{HW,gen,aux}}$	die Hilfsenergiezufuhr für den Betrieb des Erzeugungsteilsystems (J).

Bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen ist Folgendes zu beachten:

- der Ausdruck $E_{\text{HW,gen,in}}$ beschreibt die Elektroenergiezufuhr zur Deckung des Wärmebedarfs des Erzeugungsteilsystems. Er umfasst die Elektroenergiezufuhr zur Wärmepumpe und zu möglicherweise installierten elektrischen Zusatzheizern. Da bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen die Energiezufuhr zur Wärmepumpe auf der Grundlage der Normprüfung nach EN 14511 berechnet wird, umfasst $E_{\text{HW,gen,in}}$ außerdem die Anteile der Hilfsenergien, die im *COP* enthalten sind. Nach EN 14511 werden die Hilfsenergien an der Systemgrenze der Wärmepumpe berücksichtigt, d. h. die Energie für Regelungs- und Sicherheitsvorrichtungen während des Betriebs, die anteilige Energiezufuhr für Pumpen und Ventilatoren zur Sicherstellung des Transports des Wärmeträgermediums innerhalb der Einheit sowie möglicherweise Energie zum Abtauen und für zusätzliche Heizvorrichtungen für die Ölversorgung des Kompressors (Carterheizung);
- somit umfasst $W_{\text{HW,gen,aux}}$ nur die Anteile, die nach der Normprüfung nach EN 14511 nicht im *COP* enthalten sind. $k_{\text{gen,aux,ls,rvd}}$ beschreibt den Anteil der Hilfsenergie, der als thermische Energie zurückgewonnen wird, z. B. für Pumpen, bei denen ein Anteil der Hilfsenergie direkt als thermische Energie an das Wärmeträgermedium übertragen wird. Dieser Anteil ist nach EN 14511 bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen bereits im *COP* enthalten, somit gilt: $k_{\text{gen,aux,ls,rvd}} = 0$;
- hinsichtlich der thermischen Verluste $Q_{\text{HW,gen,ls}}$ werden die thermischen Verluste der Wärmepumpe über die Hülle vernachlässigt, sofern nicht Wärmeverlustwerte für die Wärmepumpe bekannt sind, z. B. als Angabe in einem nationalen Anhang. Bei Anlagen mit integriertem oder externen Wärmezwischenspeicher oder Trinkwarmwasserspeicher werden thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems in Form von thermischen Speicherverlusten und thermischen Verlusten aufgrund der Verbindungsrohre berücksichtigt.

Bei verbrennungsmotorisch betriebenen Wärmepumpen und Absorptionswärmepumpen ist Folgendes zu beachten:

- $E_{\text{HW,gen,in}}$ beschreibt die Antriebsenergiezufuhr zur Deckung des Wärmebedarfs des Erzeugungsteilsystems. Bei verbrennungsmotorisch betriebenen Wärmepumpen ist diese Antriebsenergie Brennstoff, z. B. Diesel oder Erdgas. Bei thermisch betriebenen Absorptionswärmepumpen kann die Antriebsenergie von brennstoffbetriebenen Brennern sowie aus Solarenergie oder Abwärme stammen;

- $Q_{\text{HW,gen,out}}$ ist die dem Wärmebedarf der Verteilungsteilsysteme entsprechende Wärmeenergieabgabe der Erzeugungsteilsysteme, die sämtliche Anteile der aus dem Motor bzw. aus dem Abgas des Motors zurückgewonnenen Wärme enthält, d. h. die aus Motor zurück gewonnene Wärme wird vollständig innerhalb der Systemgrenze des Erzeugungsteilsystems berücksichtigt;
- $k_{\text{gen,aux,ls,rvd}}$ gibt den Anteil der als thermische Energie zurückgewonnenen Hilfsenergie an und hängt vom Prüfverfahren ab. Für den Anteil gilt $k_{\text{gen,aux,ls,rvd}} = 0$, wenn die zurückgewonnene Hilfsenergie bereits im *COP* berücksichtigt ist.

4.3 Hilfsenergie $W_{\text{HW,gen,aux}}$

Bei der Hilfsenergie handelt es sich um die für den Betrieb des Erzeugungsteilsystems, z. B. der Quellpumpe oder der Regeleinrichtung des Erzeugers, erforderliche Energie. Für elektrisch betriebene Wärmepumpen werden die Heizleistung und der *COP* in dieser Europäischen Norm auf der Grundlage der Ergebnisse von Produktprüfungen nach EN 14511 berechnet, und nur die nicht in den Prüfergebnissen enthaltene Hilfsenergie, z. B. die für die Überwindung des äußeren Druckabfalls erforderliche Leistung und die Leistung im Bereitschaftsbetrieb, ist in $W_{\text{HW,gen,aux}}$ zu berücksichtigen.

Im Erzeugungsteilsystem wird die Hilfsenergie so lange berücksichtigt, wie keine Transportenergie an das Verteilungssystem übertragen wird. Somit wird die Umwälzpumpe im Allgemeinen im Verteilungsteilsystem berücksichtigt, es sei denn, es liegt eine hydraulische Entkopplung vor. Bei einer hydraulischen Entkopplung zwischen dem Erzeugungs- und verschiedenen Verteilungsteilsystemen, z. B. durch einen parallelen Wärmezwischenspeicher oder Trinkwarmwasserspeicher, wird die Primärpumpe ebenfalls im Erzeugungsteilsystem berücksichtigt.

In diesem Fall muss die für die Überwindung des äußeren Druckabfalls erforderliche Leistung berücksichtigt werden. Wird keine Primärpumpe berücksichtigt, da zwischen Erzeugungs- und Verteilungsteilsystem keine hydraulische Entkopplung vorliegt, müssen die *COP*-Werte um den inneren Druckabfall korrigiert werden, der bei der Normprüfung in den *COP*-Werten enthalten ist.

4.4 Rückgewinnbare, zurückgewonnene und nicht rückgewinnbare Wärmeverluste

Nicht alle berechneten thermischen Anlagenverluste sind notwendigerweise verloren. Einige Verluste sind rückgewinnbar, und ein Teil dieser rückgewinnbaren thermischen Anlagenverluste wird tatsächlich zurückgewonnen. Die zurückgewonnenen Verluste werden durch den Aufstellungsort des Erzeugers und den Ausnutzungsgrad (Gewinn-Verlust-Verhältnis, siehe EN ISO 13790) bestimmt.

Bei den rückgewinnbaren thermischen Verlusten $Q_{\text{HW,gen,ls,rbl}}$ handelt es sich z. B. um die Wärmeverluste durch die Hülle eines Erzeugungsteilsystems, z. B. in Form von Speicherverlusten, wenn der Speicher im beheizten Raum eingebaut ist. Bei einem außerhalb des beheizten Raumes eingebauten Erzeugungsteilsystem sind die Wärmeverluste durch die Hülle dieses Erzeugers jedoch nicht rückgewinnbar. Abgasverluste von brennstoffbetriebenen Wärmepumpen gelten als nicht rückgewinnbar, da alle zurückgewonnenen Abgasverluste innerhalb der Grenzen des Erzeugungsteilsystems in der Wärmeleistung $Q_{\text{HW,gen,out}}$ enthalten sind.

4.5 Berechnungszeiträume

Die Leistung einer Wärmepumpe ist in starkem Maße von den Betriebsbedingungen abhängig, dabei im Wesentlichen von der Quellen- und der Senktemperatur. Da die Quellen- und Senktemperaturen über die Heizperiode und das Jahr schwanken, wird die Leistung der Wärmepumpe für Zeiträume mit definierter Quellen- und Senktemperatur bewertet. Daher sind die Berechnungszeiträume nicht an einem zeitlichen Maßstab, d. h. monatsbezogenen Werten, ausgerichtet, sondern an der Häufigkeit der Außenlufttemperatur.

Dennoch kann eine angemessene Auswertung von meteorologischen Daten genutzt werden, um die Berechnung erforderlichenfalls mit mittleren monatsbezogenen Werten auszuführen.

ANMERKUNG Die Genauigkeit der *COP*-Messwerte nach EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen liegt im Bereich von 5 %. Der Vergleich zwischen einer in 5.3 beschriebenen Temperaturklassen-Berechnung auf Jahresbasis und Werten aus Feldbeobachtungen zeigte eine Berechnungsgenauigkeit innerhalb von 6 %. Im Hinblick auf den Berechnungsaufwand erscheint ein Ansatz auf Jahres- oder Monatsbasis also ausreichend.

4.6 Berechnung nach Zonen

Ein Heizsystem darf in Zonen mit unterschiedlichen Verteilungssystemen aufgeteilt werden. Für die Trinkwassererwärmung darf ein separater Kreislauf verwendet werden.

Es können unterschiedliche Wärmeerzeugungsteilsysteme zur Verfügung stehen.

Der Gesamt-Wärmebedarf aller Verteilungsteilsysteme, z. B. des Raumheizbetriebs, muss der Gesamt-Wärmeleistung der Erzeugungsteilsysteme entsprechen:

$$\sum_j Q_{H,gen,out,j} = \sum_k Q_{H,dis,in,k} \quad [J] \quad (2)$$

Dabei ist

$Q_{H,gen,out}$ der von Erzeuger j zu deckende Wärmeenergiebedarf für die Raumheizung (J);

$Q_{H,dis,in,k}$ der Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilsystems der Raumheizung k (J).

Stehen mehrere Wärmeerzeuger zur Verfügung (multivalenter Systemaufbau), ist der Gesamtwärmebedarf des/der Verteilungsteilsysteme(s) $\sum Q_{H,dis,in,k}$ zwischen den zur Verfügung stehenden Erzeugern aufzuteilen, und die in Abschnitt 5 beschriebene Berechnung ist auf der Grundlage von $Q_{H,gen,out,j}$ für jedes Erzeugungsteilsystem j unabhängig durchzuführen. Dies ist bei einem eingebauten Zusatzheizgerät der Fall.

Für den intermittierenden Heizbetrieb sind die Anforderungen von EN ISO 13790 zu berücksichtigen. Bei der Berechnung des Wärmebedarfs nach EN 15316-1 [9] bzw. EN 15316-2-1 [10] sind sie bereits berücksichtigt.

4.7 Wärmepumpen mit kombinierter Raumheizung und Trinkwassererwärmung

Für den kombinierten Betrieb der Wärmepumpe zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung kann zwischen zwei Betriebsarten unterschieden werden, dem Alternativbetrieb und dem Simultanbetrieb.

Bei Alternativbetrieb der Wärmepumpe erfolgt im Falle des Trinkwarmwasserbedarfs eine Umschaltung vom Raumheiz- auf das Trinkwarmwasserversorgungssystem, wie z. B. bei dem in Bild 1 dargestellten Systemaufbau mit einem parallel eingebauten Trinkwarmwasserspeicher. Üblicherweise hat die Trinkwassererwärmung Priorität, d. h. im Falle des Wärmebedarfs für die Trinkwassererwärmung wird die Raumheizung unterbrochen (Warmwasser-Vorrangschaltung).

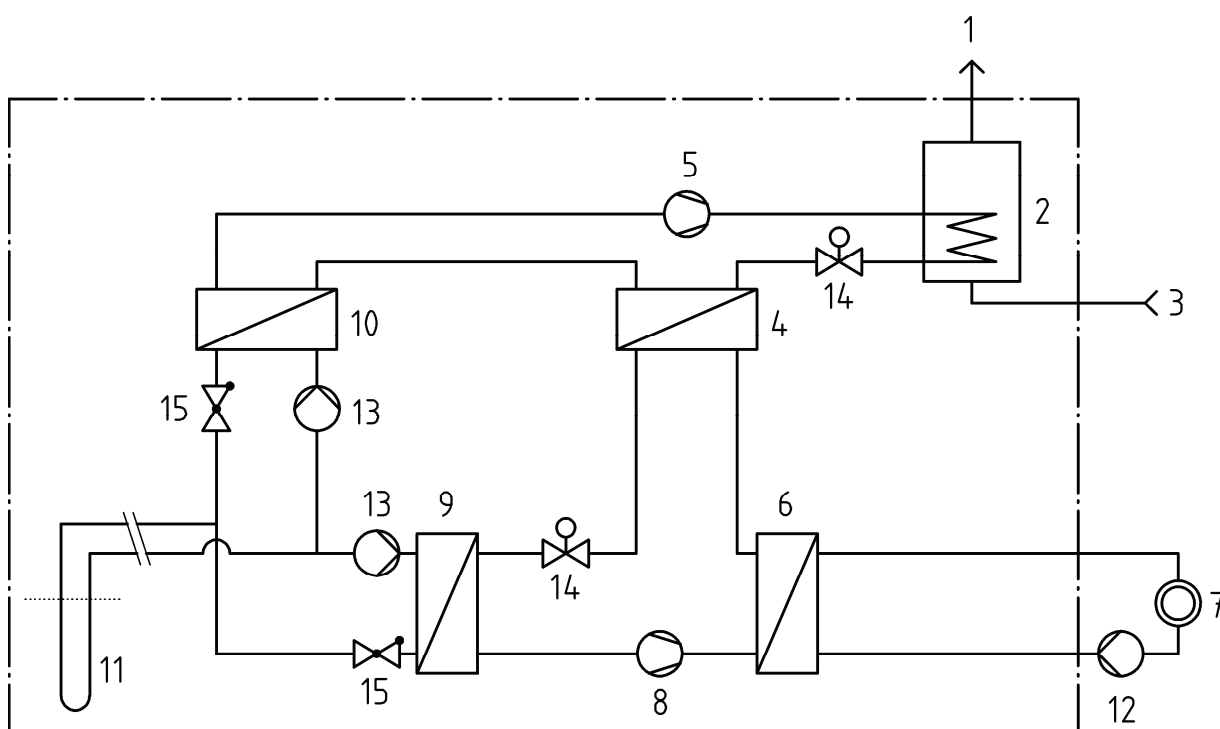
Neuere Konzepte des Simultanbetriebs für Wärmepumpen zielen auf eine Verbesserung des Wärmepumpenkreislaufs ab, um durch Nutzung der temperaturadaptierten Wärmeauskopplung unter Anwendung folgender Hilfsmittel bessere Gesamt-Nutzungsgrade zu erreichen:

- Enthitzen und/oder Kondensatunterkühlung;
- Kaskadenschaltung mit internem Wärmeaustausch.

Bei diesen Simultankonzepten werden der Raumheizwärmebedarf und der Nutzwärmebedarf für Trinkwarmwasser gleichzeitig gedeckt. In Bild 3 ist ein Beispiel für ein hydraulisches Schema eines simultan arbeitenden Systems abgebildet, bei dem eine Kaskadenkreislaufführung mit Kondensatunterkühlung angewendet wird.

Beim Simultanbetrieb müssen drei Betriebsarten unterschieden werden:

- ausschließlich Raumheizbetrieb:
nur das Raumheizsystem wird betrieben, wie z. B. im Aufbau in Bild 3 dargestellt, nur der Wärmepumpenkreis der unteren Stufen ist in Betrieb (Winter, Trinkwarmwasserspeicher voll);
- ausschließlich Trinkwassererwärmungsbetrieb:
nur das Trinkwarmwasserversorgungssystem ist in Betrieb, wie z. B. im Aufbau in Bild 3 dargestellt, nur der Wärmepumpenkreis der oberen Stufen ist in Betrieb, und die Wärme wird dem Erdreich entzogen (Sommerbetrieb, kein Raumheizbedarf);
- Simultanbetrieb:
sowohl Raumheiz- als auch Trinkwassererwärmungsbetrieb. Bei dem Aufbau in Bild 3 sind beide Stufen in Betrieb. Die Wärme für die untere Stufe wird dem Erdreich entzogen, und die Wärme für die obere Stufe stammt aus der Kondensatunterkühlung der unteren Stufen (Winterbetrieb, Trinkwarmwasserspeicher teilladen).



Legende

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 Warmwasseraustritt des Trinkwarmwasserversorgungssystems | 7 Wärmeübergabeteilsystem |
| 2 Verflüssiger der oberen Stufe im Trinkwarmwasserspeicher | 8 Verdichter untere Stufe |
| 3 Kaltwassereintritt in das Trinkwarmwasserversorgungssystem | 9 Verdampfer untere Stufe |
| 4 Kondensatunterkühler als Verdampfer der oberen Stufe | 10 Erdreich-Wärmetauscher obere Stufe |
| 5 Verdichter obere Stufe | 11 vertikaler Wärmetauscher |
| 6 Verflüssiger untere Stufe | 12 Umwälzpumpe Wärmeverteilungssystem |
| | 13 Quellenpumpe |
| | 14 Expansionsventil |
| | 15 Rückschlagventil |

Bild 3 — Beispiel für ein System mit simultan arbeitender Wärmepumpe mit Kaskadenkreislaufführung, wobei für die Trinkwassererwärmung Kondensatunterkühlung angewendet wird

Die in dieser Europäischen Norm verwendete Berechnung deutet darauf hin, dass sowohl die Einzelbetriebsarten als auch der Simultanbetrieb nach Normprüfungen geprüft wurden, sodass die Heizleistungs- und *COP*-Kenngrößen aller drei Betriebsarten zur Verfügung stehen. Da sich die Heizleistungs- und *COP*-Kenngrößen für den Simultanbetrieb erheblich von den übrigen beiden Betriebsarten unterscheiden, müssen diese Prüfergebnisse verfügbar sein und berücksichtigt werden.

5 Energieeffizienzberechnung des Erzeugungsteilsystems

5.1 Allgemeines

In dieser Europäischen Norm sind zwei Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl in Bezug auf das Erzeugungsteilsystem beschrieben, die verschiedenen Anwendungen entsprechen (vereinfachte oder ausführliche Abschätzung). Die beiden Verfahren unterscheiden sich in Hinblick auf Folgendes:

- die erforderlichen Eingangsdaten;
- die berücksichtigten Betriebsbedingungen;
- die Berechnungszeiträume.

Die beiden Verfahren und deren Anwendungsbereich sind im Folgenden kurz beschrieben.

Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Systemtypologie, siehe 5.2 (Tabellenwerte)

Der betrachtete Berechnungszeitraum für dieses Verfahren ist die Heizperiode. Die Leistung wird aus Tabellenwerten für feststehende Leistungsklassen der Wärmepumpe ausgewählt, die auf den Prüfergebnissen nach Prüfnormen für Wärmepumpen, z. B. EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen, beruhen. Die Betriebsbedingungen (Klima, Auslegung und Betrieb des Heizsystems, Typ der Wärmequelle) beruhen auf den Kenngrößen der Typologie der Ausführung und sind nicht fallspezifisch. Dieses Verfahren ermöglicht eine länder-/regionsspezifische Herangehensweise und erfordert einen länder-/regionsspezifischen nationalen Anhang. Daher kann dieses Verfahren nicht angewendet werden, wenn kein geeigneter nationaler Anhang mit den entsprechenden angepassten Werten vorliegt.

Die Tabellenwerte sind besonders dann von Nutzen, wenn zu dem Erzeugungsteilsystem nur begrenzte Angaben zur Verfügung stehen, wie bei bestehenden Gebäuden, bei denen z. B. der *COP* der Wärmepumpe abgeschätzt werden muss.

Ausführliche fallspezifische Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Daten zum Nutzungsgrad der Bauteile, siehe 5.3 (Bin-Verfahren)

Auch dieses Verfahren beruht auf den Prüfergebnissen nach Prüfnormen für Wärmepumpen, z. B. EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen, jedoch sind ergänzende Daten erforderlich, umso die spezifischen Betriebsbedingungen für jede einzelne Anlage zu berücksichtigen. Daher wird die Heizperiode in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur in Temperaturklassen (Bins) aufgeteilt. Die Berechnung erfolgt für die jeweiligen Betriebsbedingungen der Wärmepumpe. Das Verfahren ist mit den Produktdaten für die Heizleistung und den *COP* durchzuführen. Die in Anhang F angegebenen Beispielwerte veranschaulichen die Daten, die zur Berechnung erforderlich sind.

Da hier standortspezifische meteorologische Bedingungen und spezifische Prüfergebnisse für einzelne Wärmepumpen betrachtet werden, ist dieses Verfahren geeignet, die Übereinstimmung mit Bauvorschriften nachzuweisen.

Das jeweils anzuwendende Berechnungsverfahren kann je nach verfügbaren Daten und Zielen des Anwenders ausgewählt werden.

5.2 Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Systemtypologie (Systemtypologie-Verfahren)

5.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Bei diesem Verfahren wird davon ausgegangen, dass

- die klimatischen Bedingungen,
- die Auslegung und der Betrieb des Heizsystems, einschließlich der typischen Belegungsmuster im jeweiligen Gebäudesektor,
- der Typ der Wärmequelle

bei einem Verfahren zur Umwandlung der Norm-Prüfergebnisse des *COP* der Wärmepumpe, z. B. nach EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen, in eine Jahresarbeitszahl (*SPF*) für den jeweiligen Gebäudesektor, z. B. Wohngebäude und Nichtwohngebäude, berücksichtigt wurden.

Die Schritte innerhalb des vereinfachten Verfahrens zur Berechnung der Jahresarbeitszahl sind die folgenden:

- i) Anpassung der Prüfergebnisse aus Gründen der Einheitlichkeit unter Berücksichtigung des Typs der Wärmepumpe und der Art der Energiezufuhr;
- ii) Anpassung in Hinblick auf die Jahresarbeitszahl unter Einbaubedingungen bei Berücksichtigung der Klimabedingungen, der Auslegung und des Betriebs des Heizsystems sowie des Typs der Wärmequelle;
- iii) Bereitstellen von Ergebnissen (Jahresenergieverbrauch, thermischer Erzeugungsverlust, Hilfsenergieverbrauch, gesamter rückgewinnbarer thermischer Erzeugungsverlust, wahlweise *SPF*).

Auf diese Weise berücksichtigt das Verfahren auch die nationalen Kenngrößen des jeweiligen Gebäudesektors.

Bei einigen Heizsystemen werden Zwischenspeicherbehälter angewendet, um die Anzahl der Wärmepumpenzyklen zu verringern. Diese Speichersysteme werden als Teil des Erzeugungsteilssystems angesehen, und ihre Verluste werden im Erzeugungsteilssystem berücksichtigt, unabhängig davon, ob die Speicherbehälter integraler Bestandteil einer bestimmten Wärmepumpe sind und mit der Wärmepumpe geprüft werden, oder ob sie extern angeordnet sind. Bei integrierten Speichern dürfen deren Verluste je nach angewandter Prüfung in die *COP/SPF* des Wärmeerzeugungsteilssystems einbezogen werden. Speichersysteme für Trinkwarmwasser sind ebenfalls Teil des Wärmeerzeugungsteilssystems.

Um für den vorliegenden Teil der Norm einheitliche Werte zu erhalten, sind die Tabellenwerte des nationalen Anhangs unter Anwendung des ausführlichen Verfahrens, z. B. des unter 5.3 beschriebenen Bin-Verfahrens oder eines anderen Verfahrens für die feststehenden Randbedingungen der unterschiedlichen Leistungsklassen bzw. Gebäudetypologien, zu erzeugen. Da es sich bei den Tabellenwerten um vereinfachte Werte handelt, die zu einer vorsichtigen Abschätzung der Energiezufuhr zum System dienen sollen, dürfen die Tabellenwerte des Systemtypologie-Verfahrens nicht besser sein als die Werte, die mit der ausführlichen Berechnung nach dem Bin-Verfahren erhalten werden.

5.2.2 Berechnungsverfahren

Auswahl der angemessenen Jahresarbeitszahl

Eine Jahresarbeitszahl wird auf der Grundlage der folgenden Angaben aus dem geeigneten nationalen Anhang ausgewählt:

- Land/Region (Klima), in dem/der sich das Gebäude befindet;
- Gebäudesektor (Wohngebäude, Nichtwohngebäude, industriell genutztes Gebäude usw.).

Liegt kein geeigneter nationaler Anhang vor, kann dieses Verfahren nicht angewendet werden. Anhang E (informativ) bietet ein Beispiel für einen nationalen Anhang zu Tabellenwerten für Jahresarbeitszahlen (unter Berücksichtigung eines möglicherweise eingebauten Zusatzheizers) für Wohngebäude und Nichtwohngebäude in den Niederlanden.

Für das vereinfachte Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl erforderliche Eingangsinformationen

Die Eingangsinformationen für das Verfahren können Folgendes umfassen:

- Funktion der Wärmepumpe (Raumheizung, Trinkwassererwärmung, Kombination);
- Typ der Wärmepumpe (elektrisch betrieben, motorbetrieben usw.);
- Art der Energiezufuhr (Strom, Erdgas, LPG, Öl usw.);
- Art der Wärmequelle;
- Quellenpumpen- oder Ventilatorleistung;
- nach Normprüfungen erhaltene Ergebnisse, z. B. nach EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen;
- Heizleistung;
- innen liegende Speicher der Heizsysteme in die Prüfungen des Nutzungsgrades mit einbezogen (ja/nein);
- Kenngrößen des innen liegenden Trinkwarmwasserspeichers (Volumen/Maße, spezifische Verluste).

Bei Anwendung des Verfahrens zur Berechnung der Jahresarbeitszahl erhaltene Ausgangsinformationen

Die Ausgangsinformationen des Verfahrens umfassen Folgendes:

- Jahresgesamtenergiezufuhr zum Erzeugungsteilsystem;
- gesamte thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems;
- Hilfsenergieverbrauch des Erzeugungsteilsystems;
- für die Raumheizung rückgewinnbarer thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems;
- wahlweise die Jahresarbeitszahl.

5.3 Ausführliches fallspezifisches Verfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl auf der Grundlage der Daten zum Nutzungsgrad der Bauteile (Bin-Verfahren)

5.3.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die erforderliche Energiezufuhr, z. B. für den Raumheizbetrieb $E_{H,gen,in}$ nach Gleichung (1), zur Deckung des Wärmebedarfs des Erzeugungsteilsystems, z. B. die Elektroenergiezufuhr zu elektrisch betriebenen Pumpen, kann nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$E_{H,gen,in} = \sum_j \frac{Q_{H,gen,out,j} + Q_{H,gen,ls,j}}{COP_{H,hp,j}} \quad [J] \quad (3)$$

Dabei ist

$E_{H,gen,in}$	die Elektroenergiezufuhr zur Deckung des Wärmebedarfs des Verteilungsteilsystems für die Raumheizung (J);
$Q_{H,gen,out,j}$	der Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilsystems in Bin j (gleich der Nutzleistung des Erzeugungsteilsystems in Bin j) (J);
$Q_{H,gen,ls,j}$	die thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems in Bin j (J);
$COP_{H,hp,j}$	die Leistungszahl der Wärmepumpe für einen Zeitraum mit konstanten Betriebsbedingungen (W/W).

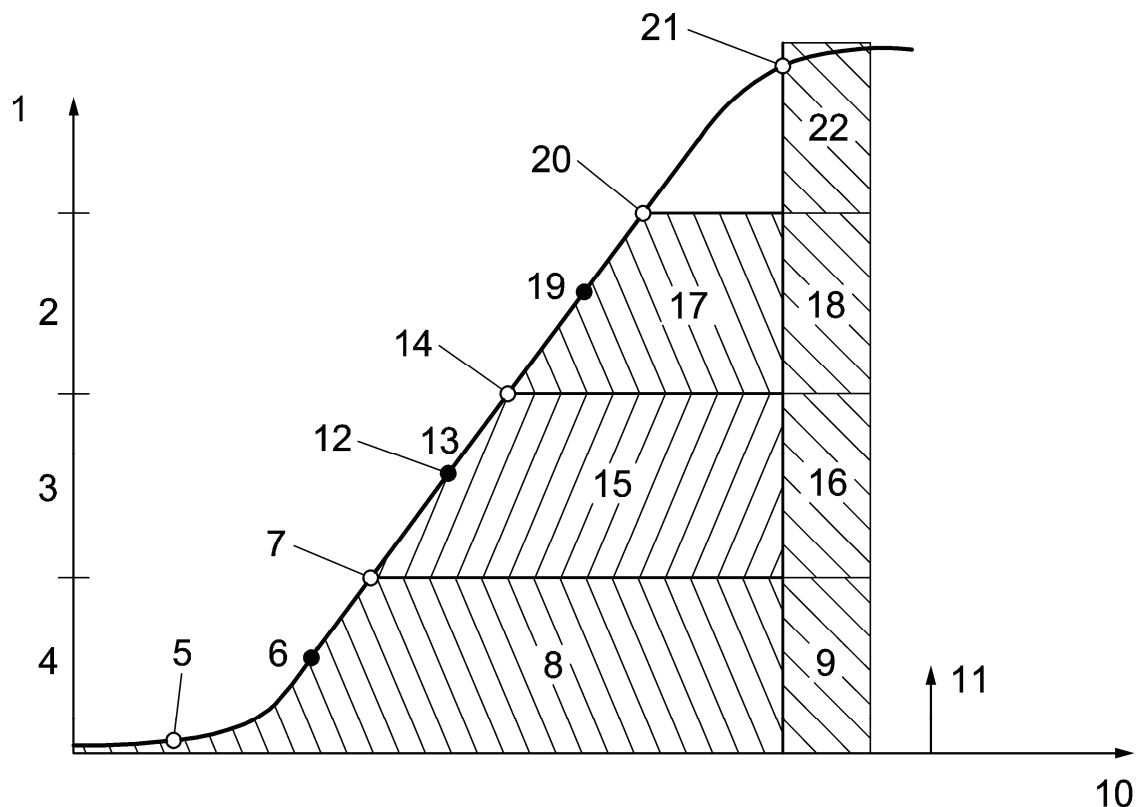
Gleichung (3) berücksichtigt, dass die thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems $Q_{H,gen,ls,j}$ ebenfalls von dem Wärmeerzeuger gedeckt werden müssen.

Da jedoch Heizleistung und COP der Wärmepumpe in hohem Maße von den Betriebsbedingungen abhängen, vor allem von der Quellen- und der Senktemperatur, kann die Berechnung für eine Anzahl von j Zeiträumen durchgeführt werden, die durch konstante Quellen- und Senktemperaturbedingungen definiert sind; die Ergebnisse werden nach Gleichung (3) aufsummiert. Somit müssen zur Bestimmung der erforderlichen Energiezufuhr im Wesentlichen der COP sowie der Wärmeenergiebedarf und die thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems bei den festgelegten Betriebsbedingungen bewertet werden.

Zur Abschätzung des Wärmeenergiebedarfs des Verteilungsteilsystems muss die Wärmelast für die Raumheizung und die Trinkwassererwärmung bekannt sein. Liegen keine detaillierten Informationen zur Wärmelast vor, sind z. B. nur monats- oder jahresbezogene Werte für die Wärmeenergie angegeben, kann der von den temperaturbezogenen Betriebsbedingungen abhängige Energiebedarf durch Bewertung der Außenlufttemperatur abgeschätzt werden.

Das Bin-Verfahren beruht auf einer Bewertung der Summenhäufigkeit der Außenlufttemperatur, dargestellt in Bild 4. Die auf gemittelten stundenbezogenen Werten beruhende jahresbezogene Häufigkeit der Außenlufttemperatur wird kumuliert und in Temperaturintervalle (Bins) unterteilt, die durch eine obere Temperatur θ_{nlim} und eine untere Temperatur θ_{lim} begrenzt sind. Die Betriebsbedingungen der Bins sind durch einen Betriebspunkt in der Mitte eines jeden Bins gekennzeichnet. Zur Berechnung wird davon ausgegangen, dass der Betriebspunkt die Betriebsbedingungen für die Wärmepumpe des gesamten Bins definiert. Die Bewertung der jahresbezogenen Häufigkeit und der jahresbezogenen Summenhäufigkeit aus gemittelten stundenbezogenen Daten eines gesamten Jahres ist in Anhang A angegeben.

Die Temperaturdifferenz zwischen der Außenlufttemperatur und der Auslegungs-Innentemperatur definiert eine Heizgradstunde (nach EN ISO 15927-6 auch bezeichnet als Zeit-Temperatur-Differenz [en: time temperature difference, TTD] für eine Basistemperatur der Auslegungs-Innentemperatur, üblicherweise 20 °C). Sie entspricht der Wärmelast für die Raumheizung. Daher entspricht der Bereich unterhalb der Summenhäufigkeit, also die kumulativen Heizgradstunden, der Energieanforderung für die Raumheizung, da die (der Wärmelast entsprechende) Temperaturdifferenz über die Zeit kumuliert wird. Die kumulativen Heizgradstunden (DH_H) werden in EN ISO 15927-6 auch als akkumulierte Zeit-Temperatur-Differenz (en: accumulated time temperature difference, ATTD) bezeichnet. Analog dazu kann die in Bild 4 als konstantes Tagesprofil dargestellte Wärmelast aufgrund von Trinkwarmwasser kumuliert werden. Obwohl die Wärmeenergie für die Trinkwassererwärmung nicht von der Außentemperatur abhängt, sondern eine Verbindung zur Bin-Zeit aufweisen kann, sind auch die Betriebsbedingungen der Wärmepumpe von Bedeutung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Energiebedarf für die durch den Betriebspunkt definierten Betriebsbedingungen durch die kumulativen Heizgradstunden gekennzeichnet sein kann.

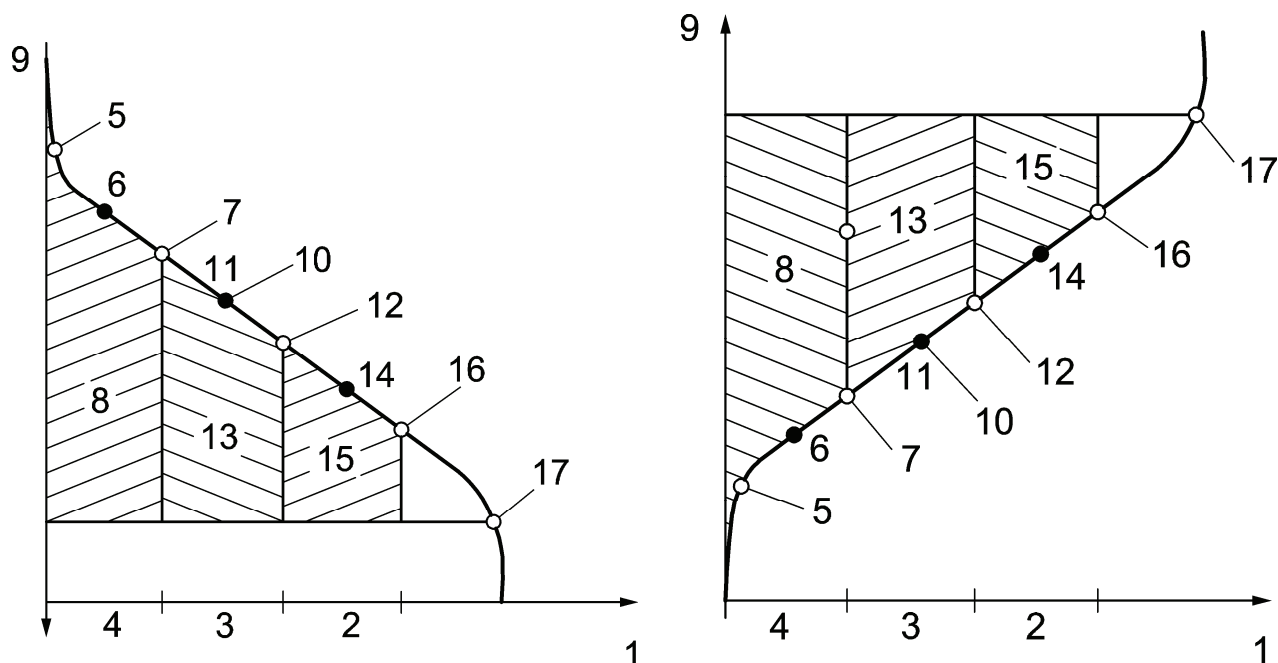


Legende

- | | |
|---|---|
| 1 kumulative Bin-Stunden [h] | 12 θ_2 |
| 2 t_3 | 13 OP_2 |
| 3 t_2 | 14 $\theta_{2,lim} = \theta_{3,lim}$ |
| 4 t_1 | 15 SH_2 |
| 5 Auslegungs-Außentemperatur | 16 DHW_2 |
| 6 OP_1 | 17 SH_3 |
| 7 $\theta_{1,lim} = \theta_{2,lim}$ | 18 DHW_3 |
| 8 SH_1 | 19 OP_3 |
| 9 DHW_1 | 20 Heizgrenztemperatur für das
Raumheizen = $\theta_{3,lim}$ |
| 10 Außenlufttemperatur [°C] | 21 Auslegungs-Innentemperatur |
| 11 Richtung, in der die Temperaturdifferenzen
(Heizung) aufsummiert werden | 22 DHW_4 |

Bild 4 — Bin-Stunden als Funktion der Außenlufttemperatur — Beispiel mit 3 Bins für die Raumheizung (en: space heating, SH) und konstantem täglichen Wärmeenergiebedarf für Trinkwarmwasser (en: domestic hot water, DHW) (4 Bins für DHW)

Eine weitere übliche Art der Darstellung der Summenhäufigkeit ist eine als Dauerkurve bezeichnete 90°-Drehung im Uhrzeigersinn, dargestellt links in Bild 5. Da dies eine negative Temperaturachse (y-Achse) bedeutet, wird auch ein horizontal gekipptes Diagramm vorgefunden, das rechts in Bild 5 dargestellt ist. Im Folgenden ist die Summenhäufigkeit wie in Bild 4 gezeigt dargestellt, in Übereinstimmung mit der in Anhang A beschriebenen Bewertung der Außenlufttemperaturhäufigkeit.



Legende

- | | | | |
|---|-------------------------------------|----|--|
| 1 | kumulative Bin-Stunden [h] | 10 | θ_2 |
| 2 | t_3 | 11 | OP_2 |
| 3 | t_2 | 12 | $\theta_{2,hlim} = \theta_{3,lilm}$ |
| 4 | t_1 | 13 | SH_2 |
| 5 | Auslegungs-Außentemperatur | 14 | OP_3 |
| 6 | OP_1 | 15 | SH_3 |
| 7 | $\theta_{1,hlim} = \theta_{2,lilm}$ | 16 | obere Umgebungstemperatur für das Heizen |
| 8 | SH_1 | 17 | Auslegungs-Innentemperatur |
| 9 | Außenlufttemperatur [°C] | | |

Bild 5 — Außenlufttemperatur als Funktion der Bin-Stunden (Dauerkurve) — Beispiel mit 3 Bins für ausschließlich Raumheizung

Üblicherweise sind jedoch die COP -Werte nur für diskrete Prüfpunkte auf der Grundlage von Norm-Produktprüfungen bekannt. Die Anzahl der Bins hängt von der Art der Wärmepumpe, den verfügbaren Informationen zu den Wärmepumpenkenndaten entsprechend den Normprüfungen sowie dem Berechnungszeitraum ab.

Folgende Kriterien werden bei Wahl der Bins angewendet:

- Betriebspunkte müssen in etwa gleichmäßig über den gesamten Betriebsbereich verteilt sein;
- Betriebspunkte müssen möglichst an den Prüfpunkten gewählt werden, um die verfügbaren Informationen zu den Wärmepumpenkenndaten (z. B. EN 14511) möglichst genau einzubeziehen. Bin-Grenzen sind in etwa mittig zwischen den Betriebspunkten zu wählen;
- die Anzahl der Bins muss die Änderungen der Quellen- und Senkentemperatur widerspiegeln. Wenn sowohl Quellen- als auch Senkentemperatur über den gesamten Betriebsbereich konstant sind, kann ein Bin ausreichend sein. Bei großen Änderungen sind mehr Bins zu wählen. Bei einem monatsbezogenen Berechnungszeitraum können weniger Bins erforderlich sein als bei einer jahresbezogenen Berechnung.

Andererseits können 1-K-Bins gewählt werden, sodass die Heizleistung und der COP nach 5.3.5.1.3 interpoliert werden. Im Allgemeinen muss die Anzahl der Bins mindestens den durch die Prüfpunkte nach EN 14511 (Norm-Nennbedingungen und Nennbedingungen für die Anwendung) definierten unterschiedlichen

Quellentemperaturen entsprechen, um die jeweiligen Auswirkungen auf die Kenngrößen in Betracht zu ziehen, z. B. aufgrund von Abtauen bei außen angebrachten Luft-Wasser-Wärmepumpen. Stehen mehr Informationen zur Verfügung, z. B. Angaben des Herstellers, die auf den Normprüfungen beruhen, können auch mehr Bins gewählt werden, um diese entsprechenden Informationen zu berücksichtigen. Stehen nicht ausreichend Prüfpunkte zur Verfügung, werden die Kenngrößen der Wärmepumpe für die jeweiligen Quellen-/Senktemperaturen interpoliert, siehe 5.3.5.1.3, bzw., es kann das Verfahren des exergetischen Wirkungsgrads nach Anhang C angewendet werden. Es ist zu beachten, dass die (der Außenlufttemperatur entsprechende) Betriebspunkttemperatur nur bei Außenluftwärmepumpen direkt der Quelltemperatur während der Prüfung entspricht. Bei erdreichgekoppelten Wärmepumpen muss zur Bestimmung der Betriebspunkte z. B. die Abhängigkeit der Quelltemperatur von der Außenlufttemperatur berücksichtigt werden, siehe 5.3.5.1.3.

Die Summenhäufigkeit hängt nur von der Außenlufttemperatur ab und berücksichtigt daher nicht solare und innere Wärmegevinne. Obwohl die Energiemenge aufgrund der Verwendung des Wärmeenergiebedarfs des Verteilungsteilsystems nach EN 15316-2-3 korrekt ist, hängt die Umverteilung der Energie auf die Bins auch von den genutzten (inneren und solaren) Gewinnen ab. Bei bestehenden Gebäuden und neueren Norm-Gebäuden ist die Näherung im Hinblick auf die Außenlufttemperatur recht gut, während sie sich bei neuen passiven Solarhäusern verschlechtern kann.

Bei einem Berechnungsverfahren auf Monatsbasis ist die für einen monatsbezogenen Datensatz bewertete Summenhäufigkeit eine gute Näherung für die Umverteilung der solaren und inneren Wärmegevinne. Daher ist bei einem Berechnungsverfahren auf Monatsbasis die Summenhäufigkeit als die akkumulierte Zeit-Temperatur-Differenz (ATTD) nach EN ISO 15927-6 mit einer Basistemperatur der Auslegungs-Innentemperatur, üblicherweise 20 °C, zu berechnen. Dies entspricht dem Ansatz nach EN ISO 13790 für ein Berechnungsverfahren auf Monatsbasis. Für jeden Monat wird die Berechnung für die entsprechend den verfügbaren Informationen zu den Wärmepumpenkenngrößen gewählten Bins durchgeführt.

Bei einem Berechnungsverfahren auf Jahresbasis kann eine Korrektur der Umverteilung auf die Bins durch Anwendung einer oberen Temperaturgrenze für das Heizen in Abhängigkeit von dem Anteil genutzter solarer und innerer Wärmegevinne, bewertet durch die Berechnung nach EN ISO 13790, erfolgen. Die obere Temperaturgrenze für das Heizen kann entweder über die Reglereinstellungen erreicht werden oder auf den genutzten Wärmegevinnen und dem Gebäudetyp beruhen. Je höher der Anteil der genutzten Gewinne ist, desto niedriger muss die Heizgrenze gewählt werden. Jedoch ist dies lediglich eine Näherung, und eine genauere Umverteilung lässt sich mit einer Berechnung auf Monatsbasis erreichen.

Für jedes Bin werden die Heizleistung und der *COP* anhand von Normprüfungen bewertet. Die Differenz zwischen dem Wärmebedarf und der von der Wärmepumpe gelieferten Wärmeenergie muss bei einem bivalenten Systemaufbau von dem Zusatzheizer bereitgestellt werden. Speicherungs- und sonstige thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems sowie die Stromzufuhr zu den Hilfsgeräten werden ebenfalls berechnet. Die Gesamtenergiezufuhr in Form von Strom, Brennstoff oder Wärme wird bestimmt durch Aufsummieren der Ergebnisse für jedes Bin für den gesamten Betriebszeitraum. Je nach Vorhandensein eines Zusatzsystems und dessen Betriebsart wird die zugeführte Zusatzenergie ebenfalls bestimmt und aufsummiert, um den Gesamtenergieverbrauch zu berechnen.

5.3.2 Eingangsdaten für die Berechnung mit dem Bin-Verfahren

Randbedingungen:

- meteorologische Daten:
 - Häufigkeit der Außenlufttemperatur am Standort in einer Auflösung von 1 K bzw. mittlere stundenbezogene Werte der Außenlufttemperatur für ein gesamtes Jahr (z. B. Testreferenzjahr TRY oder Meteonorm [1]);
 - Auslegungs-Außentemperatur am Standort.

Betriebsart Raumheizung (SH):

- Auslegungs-Innentemperatur;
- Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilsystems für die Raumheizung nach EN 15316-2-3;
- Art und Reglereinstellungen des Wärmeübergabeteilsystems (Vorlauftemperatur des Heizsystems in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur, z. B. Heizkennlinie oder Kenngrößen des Raumthermostats), Temperaturspreizung bei Auslegungsbedingungen, obere Temperaturgrenze für das Heizen;
- Wärmepumpenkennwerte für Heizleistung und Leistungszahl (en: coefficient of performance (COP)) nach entsprechender Produktprüfnorm (z. B. nach EN 14511 für elektrisch angetriebene Wärmepumpen) und Temperaturniveau, das von der Wärmepumpe sicher erzeugt werden kann.
- Ergebnisse für den Teillastbetrieb, z. B. nach CEN/TS 14825 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen, sofern verfügbar;
- Bivalenzpunkt für das vereinfachte Berechnungsverfahren der Zusatzenergie;
- Systemaufbau:
 - eingebauter Zusatzheizer: Betriebsart, Nutzungsgrad (Brennstoff-Zusatzheizer nach EN 15316-4-1);
 - eingebauter Wärmezwischenspeicher: Wert der Wärmeverluste im Bereitschaftsbetrieb, Vorlauftemperaturanforderungen;
- Leistung der Hilfsbauteile (Quellenpumpe, Speicherladepumpe, Primärpumpe, Verbrauch im Bereitschaftsbetrieb).

Betriebsart Trinkwassererwärmung (DHW):

- Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilsystems für die Trinkwassererwärmung nach EN 15316-3-2;
- Temperaturanforderungen für den DHW-Betrieb: Kaltwassereintrittstemperatur (z. B. 15 °C), DHW-Auslegungstemperatur (z. B. 60 °C);
- Wärmepumpenkenngrößen für die DHW-Heizleistung und den *COP* nach entsprechenden Produktprüfnormen (z. B. nach EN 255-3 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen);
- Solltemperatur für die durch die Wärmepumpe zu liefernde Energie (z. B. bei 55 °C aufgrund der Betriebsgrenze der Wärmepumpe);
- Parameter des Trinkwarmwasserspeichers (Wert für den Verlust im Bereitschaftsbetrieb);
- eingebauter Zusatzheizer: Betriebsart, Nutzungsgrad (Brennstoff-Zusatzheizer werden nach EN 15316-4-1 berechnet).

5.3.3 Für das Bin-Verfahren durchzuführende Berechnungsschritte

Nachstehend ist ein Überblick über die durchzuführenden Berechnungsschritte aufgeführt. Ein ausführlicherer Überblick für unterschiedliche Systemaufbauten ist im Ablaufdiagramm in Bild 6 gegeben.

Die einzelnen Schritte werden, wie angegeben, in den übrigen Unterabschnitten von 5.3 ausführlich erläutert. Für jeden Schritt deckt die Beschreibung die verschiedenen Betriebsarten (Raumheizung, Trinkwassererwärmung) und ggf. die verschiedenen Typen von Wärmepumpen (elektrisch betrieben, motorbetrieben, Absorption) ab. Darüber hinaus sind zur Berechnung der Zusatzenergie ein vereinfachtes und ein ausführliches Verfahren in Verbindung mit der Berechnung der Laufzeit angegeben.

Ein Beispiel für die Schritte der Berechnung ist in Anhang D enthalten.

- Schritt 1: Bestimmung des Energiebedarfs der einzelnen Bins (siehe 5.3.4);
- Schritt 2: Korrektur von Heizleistung/*COP* im stationären Betrieb (z. B. EN 14511) um die Quellen- und Senktemperatur der Bins (siehe 5.3.5);
- Schritt 3: sofern erforderlich, Korrektur des *COP* um den Teillastbetrieb (siehe 5.3.6);
- Schritt 4: Berechnung der thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems (siehe 5.3.7);
- Schritt 5: Bestimmung der Zusatzenergie der einzelnen Bins (siehe 5.3.8, vereinfacht in 5.3.8.3, ausführlich in 5.3.9.4);
- Schritt 6: Berechnung der Laufzeit der Wärmepumpe bei den verschiedenen Betriebsarten (siehe 5.3.9);
- Schritt 7: Berechnung der Hilfsenergiezufuhr (siehe 5.3.10);
- Schritt 8: Berechnung des für die Raumheizung rückgewinnbaren thermischen Verlustes des Erzeugungsteilsystems (siehe 5.3.11);
- Schritt 9: Berechnung der Gesamtantriebsenergiezufuhr zur Deckung des Bedarfs (siehe 5.3.12);
- Schritt 10: Zusammenfassung der sich ergebenden und der optionalen Ausgangswerte (siehe 5.3.13).

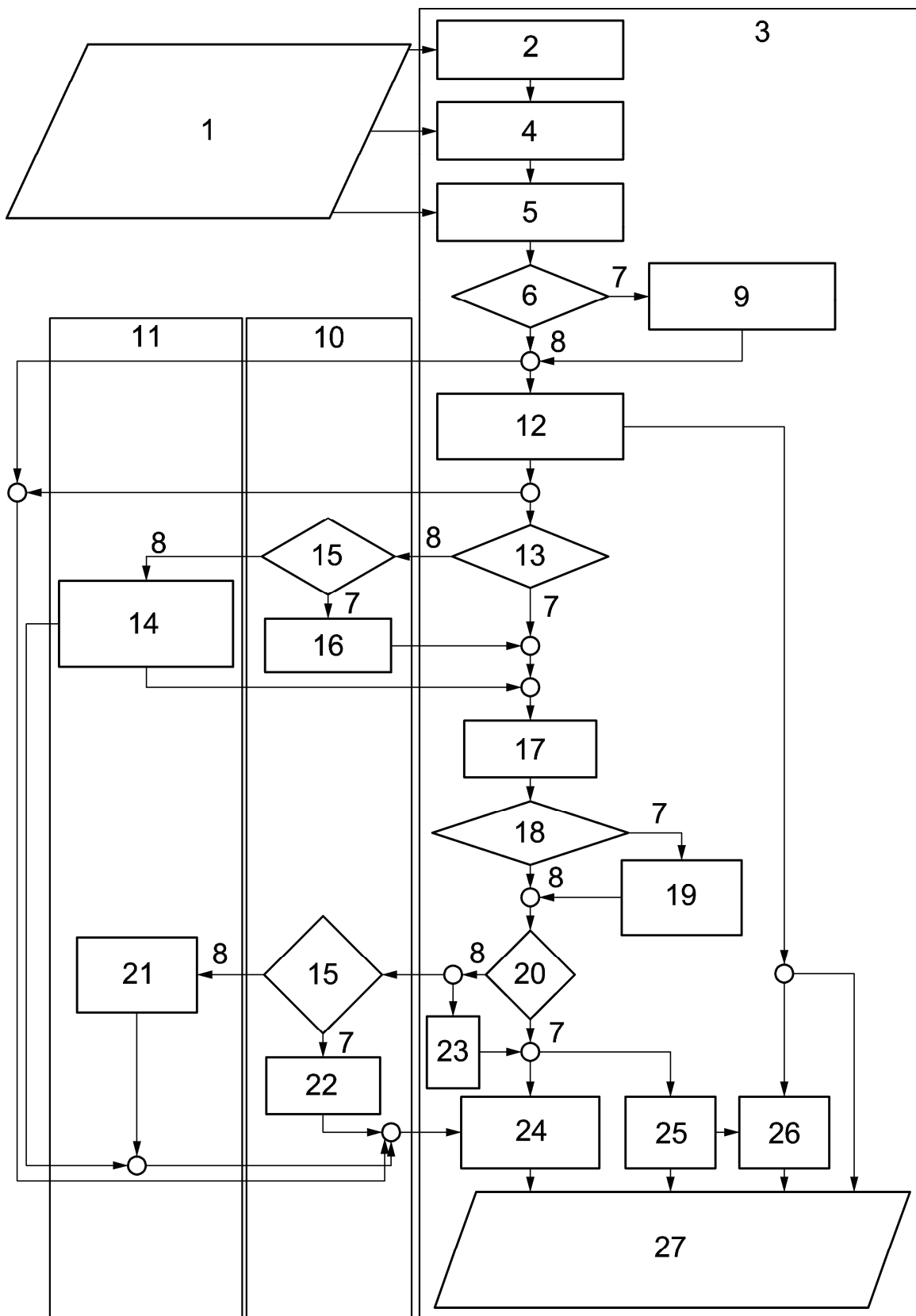


Bild 6 — Ablaufdiagramm für das Bin-Berechnungsverfahren

Legende

- 1 **Eingangsdaten: siehe 5.3.2**
 - Energiebedarf des Verteilungsteilsystems für die Raumheizung;
 - Energiebedarf des Verteilungssystems für die Trinkwassererwärmung;
 - meteorologische Daten;
 - Produktkenngößen;
 - Auslegungsparameter
- 2 Definitionen der Berechnungszeiträume und Bins
siehe 5.3.1
- 3 monovalent
- 4 Berechnung des Energiebedarfs/Bin-Zeit
siehe 5.3.4
- 5 Korrektur Heizleistung/*COP* für Betriebsbedingungen
siehe 5.3.5
- 6 Teillastprüfung verfügbar
- 7 ja
- 8 nein
- 9 *COP*-Korrektur für Teillastbetrieb
siehe 5.3.6
- 10 bivalent, ausführlich
- 11 bivalent, vereinfacht
- 12 Berechnung der thermischen Verluste des Erzeugungsteilsystems
siehe 5.3.7
- 13 monovalentes System
- 14 Bewertung der Zusatzenergie aufgrund der Betriebsgrenze und beruhend auf dem Bivalenzpunkt
siehe 5.3.8.1/2
- 15 ausführliche Berechnung der Zusatzenergie
- 16 Berechnung der Zusatzenergie für die Betriebsgrenze
siehe 5.3.8.1/2
- 17 Berechnung der Laufzeit
siehe 5.3.9.1
- 18 Simultansystem mit 3 Betriebsarten
- 19 Berechnung der Laufzeit für Simultansystem
siehe 5.3.9.2
- 20 Laufzeit < effektive Bin-Zeit
- 21 Berechnung der weiteren Zusatzenergie
siehe 5.3.8.3
- 22 Berechnung der Zusatzenergie
siehe 5.3.9.4/5
- 23 Laufzeit = effektive Bin-Zeit
- 24 Berechnung der Energiezufuhr zur Deckung des Wärmebedarfs
siehe 5.3.12
- 25 Berechnung der Hilfsenergie
siehe 5.3.10
- 26 Berechnung des für die Raumheizung rückgewinnbaren thermischen Verlustes
siehe 5.3.11
- 27 **Ausgangsdaten: siehe 5.3.13**
 - Energiezufuhr zur Deckung des Wärmebedarfs;
 - gesamte thermische Verluste des Erzeugungsteilsystems;
 - für die Raumheizung rückgewinnbarer thermischer Verlust des Erzeugungsteilsystems;
 - Gesamthilfsenergiezufuhr

Bild 6 — Ablaufdiagramm für das Bin-Berechnungsverfahren (fortgesetzt)

5.3.4 Wärmeenergiebedarf für die Betriebsarten Raumheizung und Trinkwassererwärmung für die Bins

5.3.4.1 Betriebsart Raumheizung

Der Wärmeenergiebedarf des Verteilungssystems für die Raumheizung $Q_{H,dis,in}$ ist nach EN 15316-2-3 zu berechnen.

Der Raumheizwärmebedarf von Bin j kann mit einem Gewichtungsfaktor berechnet werden, der mithilfe von kumulativen Heizgradstunden (DH_H) aus der Bewertung der Summenhäufigkeit der Außenlufttemperatur abgeleitet wird. Die Bewertung der kumulativen Heizgradstunden aus Tabellen auf der Grundlage der stundenbezogenen Außenlufttemperatur ist in Anhang A beschrieben.

Die Gewichtungsfaktoren werden mit folgender Gleichung berechnet:

$$k_{H,j} = \frac{Q_{H,gen,out,j}}{Q_{H,gen,out}} = \frac{DH_{H,\theta_{hlim,j}} - DH_{H,\theta_{llim,j}}}{DH_{H,tot}} \quad [—] \quad (4)$$

Der Energiebedarf für die Raumheizung der jeweiligen Bins wird daher wie folgt berechnet:

$$Q_{H,gen,out,j} = k_{H,j} \cdot Q_{H,gen,out} \quad [J] \quad (5)$$

Dabei ist

$k_{H,j}$	der Gewichtungsfaktor des Wärmepumpenbetriebs für die Raumheizung für Bin j (—);
$Q_{H,gen,out,j}$	der Wärmeenergiebedarf des Verteilungssystems der Raumheizung für Bin j (J);
$Q_{H,gen,out}$	der Gesamt-Wärmeenergiebedarf des Verteilungssystems der Raumheizung (J);
$DH_{H,\theta_{hlim,i}}$	die kumulativen Heizgradstunden bis zur oberen Temperaturgrenze von Bin j (°Ch);
$DH_{H,\theta_{llim,i}}$	die kumulativen Heizgradstunden bis zur unteren Temperaturgrenze von Bin j (°Ch);
$DH_{H,tot}$	die gesamten kumulativen Heizgradstunden bis zur oberen Temperaturgrenze für die Raumheizung (°Ch).

Die kumulativen Heizgradstunden für die jeweiligen klimatischen Regionen sind in einem nationalen Anhang anzugeben oder nationalen Normen zu entnehmen. Es ist auch möglich, in einem nationalen Anhang Gewichtungsfaktoren für ein festgelegtes Bin-Schema und übliche Standorte zu definieren.

Die Bin-Zeit wird als Differenz aus der kumulativen Zeit bei der oberen und der unteren Bin-Grenze nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_j = (N_{ho,\theta_{hlim,j}} - N_{ho,\theta_{llim,j}}) \cdot 3\,600 \quad [s] \quad (6)$$

Dabei ist

t_j	die Zeit in Bin j (s);
$N_{ho,\theta_{hlim,j}}$	die kumulative Anzahl von Stunden bis zur oberen Temperaturgrenze von Bin j (h);
$N_{ho,\theta_{llim,j}}$	die kumulative Anzahl von Stunden bis zur unteren Temperaturgrenze von Bin j (h).

Die Aufsummierung sämtlicher Bin-Zeiten t_j für die Raumheizung stellt die Heizperiode dar. Nationale Regelungen zur Heizperiode sollten beachtet werden.

Für den Wärmepumpenbetrieb können jedoch zeitliche Einschränkungen bestehen, sodass nicht die gesamten Bin-Zeit für den Pumpenbetrieb zur Verfügung steht, z. B. können seitens des Versorgungsunternehmens mögliche Abschaltzeiten der Stromversorgung aufgrund bestimmter Tarifstrukturen für Wärmepumpen vorgesehen sein. Somit ist die effektive Bin-Zeit die Zeit in dem Bin nach Gleichung (6), abzüglich der Abschaltzeit je Tag; sie wird wie folgt berechnet:

$$t_{\text{eff},j} = t_j \cdot \frac{24 - t_{\text{co}}}{24} \quad [\text{s}] \quad (7)$$

Dabei ist

- $t_{\text{eff},j}$ die effektive Bin-Zeit in Bin j (s);
- t_j die Zeit in Bin j (s);
- t_{co} die innerhalb von 24 Stunden (1 Tag) auftretenden Abschaltungsstunden (h/d).

5.3.4.2 Betriebsart Trinkwassererwärmung

Der Wärmeenergiebedarf des Verteilungssystems für die Trinkwassererwärmung $Q_{\text{W,dis,in}}$ ist nach EN 15316-3-2 zu berechnen.

Der Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung in Bin j wird mit dem Gewichtungsfaktor für die Betriebsart Trinkwassererwärmung nach folgender Gleichung berechnet:

$$k_{\text{W},j} = \frac{Q_{\text{W,gen,out},j}}{Q_{\text{W,gen,out}}} = \frac{t_j}{t_{\text{tot}}} \quad [—] \quad (8)$$

und der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung in Bin j ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$Q_{\text{W,gen,out},j} = k_{\text{W},j} \cdot Q_{\text{W,gen,out}} \quad [\text{J}] \quad (9)$$

Dabei ist

- $k_{\text{W},j}$ der Gewichtungsfaktor für den Wärmepumpenbetrieb in der Betriebsart Trinkwassererwärmung in Bin j (—);
- $Q_{\text{W,gen,out},j}$ der Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilsystems für die Trinkwassererwärmung in Bin j (J);
- $Q_{\text{W,gen,out}}$ der Gesamt-Wärmeenergiebedarf des Verteilungsteilssystems für die Trinkwassererwärmung (J);
- t_j die Bin-Zeit in Bin j (s);
- t_{tot} die Gesamtzeit der Betriebsart Trinkwassererwärmung (z. B. Ganzjahresbetrieb) (s).

ANMERKUNG Anstelle eines durch die Bin-Zeit ausgedrückten täglichen konstanten Trinkwarmwasserverbrauchs kann auch ein von der Außenlufttemperatur abhängiges Trinkwarmwasserverbrauchsprofil in Betracht gezogen werden.

5.3.5 Heizleistung und COP bei Volllast

5.3.5.1 Betriebsart Raumheizung

5.3.5.1.1 Allgemeines

Die Heizleistung und der *COP* im stationären Betrieb werden aus den Norm-Prüfergebnissen nach europäischen Prüfverfahren, z. B. nach EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen, bestimmt. Stehen keine europäischen Prüfnormen zur Verfügung, z. B. im Hinblick auf den Simultanbetrieb, müssen nationale Verfahren angewendet werden. Nach EN 14511 erfolgt die Normprüfung bei einem Norm-Nennpunkt und verschiedenen Nennbedingungen für die Anwendung. Da die *COP*-Kenngröße den größten Einfluss auf die Leistung der Wärmepumpe hat, ist darauf zu achten, dass die *COP*-Werte zuverlässig sind. Es müssen alle verfügbaren Prüfpunkte berücksichtigt werden, jedoch mindestens die durch die Normprüfung festgelegten Prüfpunkte (Norm-Nennbedingung und Nennbedingung für die Anwendung).

Wenn in nationalen Verfahren die Heizleistung und der *COP* bei Bedingungen bewertet werden, die sich von den Prüfbedingungen nach EN 14511 unterscheiden, z. B. wenn Heizleistung und *COP* in Verbindung mit der Temperatur am Austritt des Verdampfers und des Verflüssigers gebracht werden, so ist dies im Bericht zur Berechnung ausdrücklich anzugeben.

Wenn die Strömungsbedingungen während der Prüfung von den Bedingungen während des Betriebs abweichen, muss die *COP*-Kenngröße aufgrund der unterschiedlichen Temperaturbedingungen am Verflüssiger korrigiert werden. Das Korrekturverfahren ist in 5.3.5.1.2 angegeben.

Um Daten für den gesamten Bereich der Quellen- und Senktemperatur zu bestimmen, wird erforderlichenfalls für sowohl die Quellen- als auch die Senktemperatur lineare Inter- und Extrapolation zwischen den Prüfpunkten angewendet. Interpolation erfolgt zwischen den Temperaturen der beiden nächstgelegenen Prüfpunkte. Extrapolation erfolgt an den beiden dem Zielpunkt nächstgelegenen Punkten.

Wenn dennoch nur ein Prüfpunkt verfügbar ist, kann die Korrektur im Hinblick auf die Quellen- und Senktemperatur mit dem in Anhang C beschriebenen Ansatz des feststehenden exergetischen Wirkungsgrads anstelle einer Interpolation der Daten, die bei nur einem Prüfpunkt nicht möglich ist, erfolgen. Gute Ergebnisse werden jedoch nur in der Nähe des Prüfpunktes erzielt.

Einige Beispielwerte zur Verdeutlichung der für die Berechnung von elektrisch betriebenen Wärmepumpen erforderlichen Daten sind in F.3 angegeben.

Die Herkunft der Daten ist im Bericht zur Berechnung deutlich anzugeben (z. B. Prüfdaten von Normprüfungen durchführenden Einrichtungen, Herstellerdaten usw.). Den Daten von Prüfeinrichtungen ist Vorrang zu geben.

5.3.5.1.2 Korrektur der *COP*-Kenngröße im Hinblick auf die Temperaturspreizung am Verflüssiger der Wärmepumpe

Die Bewertung der *COP*-Abhängigkeit von der Quellen- und der Senktemperatur wird nur dann korrigiert, wenn der Massestrom dem während der Normprüfung verwendeten Massestrom entspricht, da andernfalls am Verflüssiger der Wärmepumpe andere Temperaturbedingungen herrschen. Daher muss die Temperaturspreizung der Wärmepumpe auf der Grundlage des durch die Auslegung des Übergabeteilsystems definierten Massestroms berücksichtigt werden. Temperaturspreizung und Massestrom stehen wie folgt zueinander in Beziehung:

$$\Delta\theta = \frac{\dot{\varphi}_{hp}}{\dot{m}'_w \cdot c_w} \quad [K] \quad (10)$$

Dabei ist

- $\Delta\theta$ die Temperaturspreizung am Verflüssiger der Wärmepumpe (K);
- Φ_{hp} die Heizleistung der Wärmepumpe (W);
- m'_w der Massestrom des Wärmeträgermediums am Verflüssiger der Wärmepumpe (kg/s);
- c_w die Heizleistung des Wärmeträgermediums ((J/(kg · K)).

Bei einer Prüfung nach EN 14511 zu elektrisch betriebenen Wärmepumpen ist die Temperaturspreizung am Norm-Nennpunkt auf 5 K festgelegt. Mit der Temperaturspreizung wird der Massestrom für die Prüfung bestimmt und auf alle Prüfpunkte angewendet. Somit kann die Temperaturspreizung während der Prüfung für die unterschiedlichen Betriebspunkte nach Gleichung (10) ermittelt werden. Die betriebsbezogene Temperaturspreizung kann durch den bei Auslegungs-Außenbedingungen bewerteten betriebsbezogenen Massestrom bestimmt werden.

Wenn sich die prüfungsbezogene und die betriebsbezogene Temperaturspreizung voneinander unterscheiden, unterscheidet sich auch die betriebsbezogene mittlere Temperatur im Verflüssiger von der prüfungsbezogenen Temperatur; daher müssen die *COP*-Werte korrigiert werden. Die Korrektur kann auf der Grundlage des in Anhang C angegebenen Verfahrens des feststehenden exergetischen Wirkungsgrades nach folgender Gleichung durchgeführt werden:

$$COP_{\Delta\theta} = COP_{standard} \cdot \left[1 - \frac{\frac{\Delta\theta_{standard} - \Delta\theta_{opr}}{2}}{\left\{ T_{sk} - \frac{\Delta\theta_{standard}}{2} + \Delta T_{sk} - (T_{sc} - \Delta T_{sc}) \right\}} \right] \quad [W/W] \quad (11)$$

Dabei ist

- $COP_{\Delta\theta}$ der im Hinblick auf eine für die Prüfung und den Betrieb unterschiedliche Temperaturspreizung korrigierte *COP* (W/W);
- $COP_{standard}$ der aus der Normprüfung hergeleitete *COP* (z. B. Prüfung nach EN 14511) (W/W);
- $\Delta\theta_{standard}$ die Temperaturspreizung am Verflüssiger aufgrund von Normprüfbedingungen (K);
- $\Delta\theta_{opr}$ die betriebsbezogene Temperaturspreizung am Verflüssiger aufgrund der Auslegung des Wärmeübergabeteilsystems (K);
- T_{sk} die Senkentemperatur (K);
- ΔT_{sk} die mittlere Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmeträgermedium und dem Kältemittel im Verflüssiger (K);
- T_{sc} die Quelltemperatur (K);
- ΔT_{sc} die mittlere Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmeträgermedium und dem Kältemittel im Verdampfer (K).

Die im Verflüssiger und Verdampfer herrschende mittlere Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmeträgermedium und dem Kältemittel kann für wasserbasierte Bauteile wie folgt näherungsweise bestimmt werden: $\Delta T_{sk} = \Delta T_{sc} = 4$ K. Bei luftbasierten Bauteilen gilt $\Delta T_{sk} = \Delta T_{sc} = 15$ K. Es ist jedoch sicherzustellen, dass die Mindesttemperaturdifferenz zwischen dem Wärmeträgermedium und dem Kältemittel aufrechterhalten wird.