

DIN EN 14511-3



ICS 91.140.30

Ersatz für
DIN EN 14511-3:2008-02 und
DIN EN 14511-3
Berichtigung 1:2008-10

Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung –

Teil 3: Prüfverfahren;

Deutsche Fassung EN 14511-3:2011

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling –

Part 3: Test methods;

German version EN 14511-3:2011

Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique pour le chauffage et la réfrigération des locaux –

Partie 3: Méthodes d'essai;

Version allemande EN 14511-3:2011

Gesamtumfang 50 Seiten

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14511-3:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierer“ (Sekretariat: AENOR, Spanien) unter deutscher Mitwirkung ausgearbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-06 AA „Elektromotorisch angetriebene Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte“ im Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14511-3:2008-02 und DIN EN 14511-3 Berichtigung 1:2008-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm inhaltlich und redaktionell überarbeitet;
- b) normativer Anhang H „*Bestimmung des Wirkungsgrades von Flüssigkeitspumpen*“ hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 8900-2: 1980-10
DIN 8900-3: 1982-09
DIN 8900-4: 1982-06
DIN 8957-1: 1973-09
DIN 8957-2: 1973-10
DIN 8957-3: 1975-08
DIN EN 255-2: 1997-07
DIN EN 814-2: 1997-06
DIN EN 12055: 1998-03
DIN EN 14511-3: 2004-07, 2008-02
DIN EN 14511-3 Berichtigung 1: 2008-10

Deutsche Fassung

Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und
Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für
die Raumbeheizung und Kühlung —
Teil 3: Prüfverfahren

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps
with electrically driven compressors for
space heating and cooling —
Part 3: Test methods

Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à
chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique
pour le chauffage et la réfrigération des locaux —
Partie 3: Méthodes d'essai

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. August 2011 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-CENELEC 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, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Prüfung der Nennleistung	5
4.1 Grundlagen Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Leistungen	5
4.1.1 Heizleistung	5
4.1.2 Kühlleistung	6
4.1.3 Wärmerückgewinnungsleistung	7
4.1.4 Leistungsaufnahme von Ventilatoren bei Geräten ohne Kanalanschluss	7
4.1.5 Leistungsaufnahme von Ventilatoren bei Geräten mit Kanalanschluss	7
4.1.6 Leistungsaufnahme von Flüssigkeitspumpen	8
4.1.7 Geräte für den Einsatz mit getrennt angeordnetem Verflüssiger	8
4.2 Prüfgeräte	9
4.2.1 Aufbau der Prüfgeräte	9
4.2.2 Aufstellen und Anschließen des Prüfobjekts	9
4.3 Messunsicherheiten	11
4.4 Prüfablauf	12
4.4.1 Allgemeines	12
4.4.2 Messung der abgegebenen Leistung von Wasser(Sole)/Wasser(Sole)- und Wasser(sole)/Luft-Geräten	14
4.4.3 Messung der abgegebenen Kühlleistung von Luft/Wasser- und Luft/Luft-Geräten	15
4.4.4 Messung der abgegebenen Heizleistung von Luft/Luft-Geräten nach dem Luftenthalpie-Verfahren und von Luft/Wasser-Geräten	15
4.4.5 Messung der abgegebenen Heizleistung von Luft/Luft-Geräten mit dem Kalorimeterraum-Verfahren	18
4.5 Prüfergebnisse	19
4.5.1 Aufzuzeichnende Daten	19
4.5.2 Berechnung der Kühlleistung und der Wärmerückgewinnungsleistung	22
4.5.3 Berechnung der Heizleistung	22
4.5.4 Berechnung der effektiven Leistungsaufnahme	22
5 Prüfung der Wärmerückgewinnung bei luftgekühlten Multi-Split-Systemen	22
5.1 Prüfaufbau	22
5.1.1 Allgemeines	22
5.1.2 Kalorimeter-Verfahren mit drei Räumen	23
5.1.3 Luft-Enthalpie-Verfahren mit drei Räumen	23
5.1.4 Luft-Enthalpie-Verfahren mit zwei Räumen	23
5.2 Prüfablauf	23
5.3 Prüfergebnisse	23
6 Prüfbericht	23
6.1 Allgemeine Angaben	23
6.2 Zusätzliche Angaben	24
6.3 Ergebnisse der Leistungsprüfung	24
Anhang A (informativ) Kalorimeter-Prüfverfahren	25
A.1 Allgemeines	25
A.2 Prüfung der Heizleistung bei instationärem Betriebszustand	28
A.3 Kalibrierter Kalorimeterraum	28
A.4 Kalorimeterraum mit Umgebungsausgleich	29

A.5	Kalorimeter und zusätzliche Einrichtungen für die Prüfungen von wassergekühlten Verflüssigern	29
A.6	Kühlleistungen – Berechnungen	29
A.6.1	Allgemeines	29
A.7	Heizleistungen – Berechnungen	31
A.7.1	Allgemeines	31
Anhang B (informativ)	Luft-Enthalpie-Verfahren (Innenseite)	33
B.1	Allgemeines	33
B.2	Durchführung	33
B.3	Kühlleistungen – Berechnungen	33
B.4	Heizleistungen – Berechnungen	34
Anhang C (informativ)	Prüfungen der Heizleistungen – Fließdiagramm und Beispiele für verschiedene Prüffolgen	35
Anhang D (informativ)	Konformitätskriterien	39
D.1	Flüssigkeitskühlsätze	39
D.2	Kalorimeterraum-Verfahren	39
D.3	Wärmerückgewinnung von Multi-Split-Systemen	39
Anhang E (informativ)	In den Anhängen verwendete Symbole	40
Anhang F (informativ)	Prüfung bei systemreduzierter Leistung	42
F.1	Allgemeines	42
F.2	Auswahl der Geräte	42
F.3	Temperaturbedingungen	42
F.4	Prüfergebnisse	42
Anhang G (informativ)	Prüfungen der Einzelgeräte	43
G.1	Allgemeines	43
G.1.1	Verfahren	43
G.1.2	Kalorimeter-Verfahren	43
G.1.3	Luft-Enthalpie-Verfahren	43
G.2	Temperaturbedingungen	43
G.3	Weitere Prüfbedingungen	43
G.4	Prüfergebnisse	43
G.5	Angabe der Ergebnisse	44
Anhang H (normativ)	Bestimmung des Wirkungsgrades von Flüssigkeitspumpen	45
H.1	Allgemeines	45
H.2	Hydraulische Leistung der Flüssigkeitspumpe	45
H.2.1	Die Flüssigkeitspumpe ist fester Bestandteil des Gerätes	45
H.2.2	Die Flüssigkeitspumpe ist kein fester Bestandteil des Gerätes	45
H.3	Wirkungsgrad der Flüssigkeitspumpe	45
	Literaturhinweise	48

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14511-3:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierer“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AENOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2012 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 ersetzt EN 14511-3:2007.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

EN 14511 umfasst die folgenden Teile mit dem Haupttitel *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung*:

- *Teil 1: Begriffe*
- *Teil 2: Prüfbedingungen*
- *Teil 3: Prüfverfahren*
- *Teil 4: Anforderungen*

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, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

1.1 Es gilt der Anwendungsbereich von EN 14511-1:2011.

1.2 Diese Europäische Norm legt die Prüfverfahren für die Bemessung und Leistung von Luftkonditionierern, Flüssigkeitskühlsätzen und Wärmepumpen, die Luft, Wasser oder Sole als Wärmeübertrager nutzen, mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und/oder Kühlung fest.

Sie legt ferner ein Verfahren fest zur Prüfung und Angabe von Wärmerückgewinnungsleistungen, systemreduzierten Leistungen sowie der Leistung von Einzelgeräten von Multi-Split-Systemen für die Aufstellung im Innenraum, soweit zutreffend.

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 14511-1:2011, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung — Teil 1: Begriffe*

EN 14511-2:2011, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung — Teil 2: Prüfbedingungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14511-1:2011.

4 Prüfung der Nennleistung

4.1 Grundlagen Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Leistungen

4.1.1 Heizleistung

Die Heizleistung von Luftkonditionierern und Luft/Luft- oder Wasser/Luft-Wärmepumpen ist durch Messungen in einem Kalorimeterraum (siehe Anhang A) oder nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren (siehe Anhang B) zu ermitteln.

Die Heizleistung von Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Flüssigkeitskühlsätzen ist nach dem direkten Verfahren am Wasser- oder Sole-Wärmeaustauscher durch die Ermittlung des Wärmeträger-Volumendurchflusses sowie der Temperaturen am Ein- und Austritt unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität und Dichte des Wärmeträgers festzustellen.

Die Heizleistung im Beharrungszustand ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$P_H = q \times \rho \times c_p \times \Delta t \quad (1)$$

Dabei ist

P_H die Heizleistung, angegeben in Watt;

q der Volumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde;

ρ die Dichte, angegeben in Kilogramm durch Kubikmeter;

c_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck, angegeben in Joule je Kilogramm und Kelvin;

Δt die Differenz zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur, angegeben in Kelvin.

ANMERKUNG 1 Anstelle des Terms $(q \times \rho)$ kann der Massendurchfluss auch direkt bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Anstelle des Terms $(c_p \times \Delta t)$ kann die Änderung der Enthalpie ΔH auch direkt gemessen werden.

Zur Berechnung der Heizleistung bei instationärem Betriebszustand, siehe 4.5.3.2.

Die Heizleistung ist um die vom Ventilator bzw. von der Flüssigkeitspumpe ausgehende Wärme zu korrigieren:

- a) Wenn der Ventilator oder die Pumpe am Innenwärmeaustauscher fester Bestandteil des Gerätes ist, ist die von der gesamten Leistungsaufnahme abgezogene Leistung (berechnet in 4.1.5.2 bzw. 4.1.6.3) ebenfalls von der Heizleistung abzuziehen;
- b) wenn der Ventilator oder die Pumpe am Innenwärmeaustauscher kein fester Bestandteil des Gerätes ist, ist die in der effektiven Leistungsaufnahme enthaltene Leistung (berechnet in 4.1.5.3 bzw. 4.1.6.4) ebenfalls zu der Heizleistung hinzuzurechnen.

4.1.2 Kühlleistung

Die Kühlleistung von Luftkonditionierern und Luft/Luft- bzw. Wasser/Luft-Wärmepumpen ist durch Messungen in einem Kalorimeterraum (siehe Anhang A) oder nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren (siehe Anhang B) zu ermitteln.

Die Kühlleistung von Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Flüssigkeitskühlsätzen ist nach dem direkten Verfahren am Wasser- oder Sole-Wärmeaustauscher durch die Ermittlung des Wärmeträger-Volumendurchflusses sowie der Temperaturen am Ein- und Austritt unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität und Dichte des Wärmeträgers festzustellen.

Die Kühlleistung ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$P_C = q \times \rho \times c_p \times \Delta t \tag{2}$$

Dabei ist

- P_C die Kühlleistung, angegeben in Watt;
- q der Volumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde;
- ρ die Dichte, angegeben in Kilogramm durch Kubikmeter;
- c_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck, angegeben in Joule je Kilogramm und Kelvin;
- Δt die Differenz zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur, angegeben in Kelvin.

ANMERKUNG 1 Anstelle des Terms $(q \times \rho)$ kann der Massendurchfluss auch direkt bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Anstelle des Terms $(c_p \times \Delta t)$ kann die Änderung der Enthalpie ΔH auch direkt gemessen werden.

Die Kühlleistung ist um die vom Ventilator bzw. von der Flüssigkeitspumpe ausgehende Wärme zu korrigieren:

- a) Wenn der Ventilator oder die Pumpe am Verdampfer fester Bestandteil des Gerätes ist, wird die von der gesamten Leistungsaufnahme abgezogene Leistung (berechnet in 4.1.5.2 bzw. 4.1.6.3) ebenfalls zu der Kühlleistung hinzugerechnet;
- b) wenn der Ventilator oder die Pumpe am Verdampfer kein fester Bestandteil des Gerätes ist, wird die in der effektiven Leistungsaufnahme enthaltene Leistung (berechnet in 4.1.5.3 bzw. 4.1.6.4) ebenfalls von der Kühlleistung abgezogen.

4.1.3 Wärmerückgewinnungsleistung

Die Wärmerückgewinnungsleistung von Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Flüssigkeitskühlsätzen ist nach dem direkten Verfahren am Wasser- oder Sole-Wärmeaustauscher durch die Ermittlung des Wärmeträger-Volumendurchflusses sowie der Temperaturen am Ein- und Austritt unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität und Dichte des Wärmeträgers festzustellen.

Die Wärmerückgewinnungsleistung ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$P_{HR} = q \times \rho \times c_p \times \Delta t \quad (3)$$

Dabei ist

- P_{HR} die Wärmerückgewinnungsleistung, angegeben in Watt;
- q der Volumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde;
- ρ die Dichte, angegeben in Kilogramm durch Kubikmeter;
- c_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck, angegeben in Joule je Kilogramm und Kelvin;
- Δt die Differenz zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur, angegeben in Kelvin.

ANMERKUNG Anstelle des Terms $(q \times \rho)$ kann der Massendurchfluss auch direkt bestimmt werden. Anstelle des Terms $(c_p \times \Delta t)$ kann die Änderung der Enthalpie ΔH auch direkt gemessen werden.

4.1.4 Leistungsaufnahme von Ventilatoren bei Geräten ohne Kanalanschluss

Bei Geräten, die nicht für einen Kanalanschluss vorgesehen sind, d. h. die keine externen Druckdifferenzen zulassen, und die einen eingebauten Ventilator haben, muss die Leistungsaufnahme des Ventilators in der effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes enthalten sein.

4.1.5 Leistungsaufnahme von Ventilatoren bei Geräten mit Kanalanschluss

4.1.5.1 Die folgenden Korrekturen der Leistungsaufnahme von Ventilatoren sind sowohl für Innen- als auch für Außenventilatoren vorzunehmen.

4.1.5.2 Ist ein Ventilator fester Bestandteil des Gerätes, dann muss die Leistungsaufnahme des Ventilatorantriebs nur anteilig der effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes zugerechnet werden. Der Anteil, der von der gesamten Leistungsaufnahme des Gerätes abzuziehen ist, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\frac{q \times \Delta p_e}{\eta} \quad (4)$$

Dabei ist

- η 0,3 nach Festlegung;
- Δp_e die gemessene erreichbare externe statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal, wie in EN 14511-1:2011, 2.52, festgelegt;
- q der Nenn-Luftvolumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde.

4.1.5.3 Ist das Gerät nicht mit einem Ventilator versehen, dann muss die anteilige Leistungsaufnahme, die der effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes zuzurechnen ist, nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\frac{q \times (-\Delta p_i)}{\eta} \quad (5)$$

Dabei ist

- η 0,3 nach Festlegung;
- Δp_i die gemessene interne statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal, wie in EN 14511-1:2011, 2.53, festgelegt;
- q der Nenn-Luftvolumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde.

4.1.6 Leistungsaufnahme von Flüssigkeitspumpen

4.1.6.1 Die folgenden Korrekturen der Leistungsaufnahme von Flüssigkeitspumpen sind sowohl für Innen- als auch für Außenflüssigkeitspumpen vorzunehmen.

4.1.6.2 Falls die Flüssigkeitspumpe fester Bestandteil des Gerätes ist, muss diese im Betrieb angeschlossen sein. Wird die Flüssigkeitspumpe vom Hersteller getrennt vom Gerät geliefert, muss sie für den Betrieb in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers angeschlossen werden und ist dann als Bestandteil des Geräts zu betrachten.

4.1.6.3 Ist eine Flüssigkeitspumpe fester Bestandteil des Gerätes, dann muss die Leistungsaufnahme des Pumpenmotors nur anteilig der effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes zugerechnet werden. Der Anteil, der von der gesamten Leistungsaufnahme des Gerätes abzuziehen ist, muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\frac{q \times \Delta p_e}{\eta} \tag{6}$$

Dabei ist

- η der nach Anhang H berechnete Wirkungsgrad der Pumpe;
- Δp_e die gemessene erreichbare externe statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal, wie in EN 14511-1:2011, 2.52, festgelegt;
- q der Nenn-Wasservolumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde.

4.1.6.4 Ist das Gerät nicht mit einer Flüssigkeitspumpe versehen, dann muss die anteilige Leistungsaufnahme, die der effektiven Leistungsaufnahme des Gerätes zuzurechnen ist, nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\frac{q \times (-\Delta p_i)}{\eta} \tag{7}$$

Dabei ist

- η der nach Anhang H berechnete Wirkungsgrad der Pumpe;
- Δp_i die gemessene interne statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal, wie in EN 14511-1:2011, 2.53, festgelegt;
- q der Nenn-Wasservolumendurchfluss, angegeben in Kubikmeter durch Sekunde.

4.1.6.5 Bei Geräten, die insbesondere für den Betrieb in einem Druckwasser-Verteilungsnetz ohne Flüssigkeitspumpe vorgesehen sind, muss bei der Leistungsaufnahme keine Korrektur vorgenommen werden.

4.1.7 Geräte für den Einsatz mit getrennt angeordnetem Verflüssiger

Die Leistungsaufnahme der zusätzlichen Flüssigkeitspumpe des getrennt angeordneten Verflüssigers wird bei der Berechnung der effektiven Leistungsaufnahme nicht berücksichtigt.

4.2 Prüfgeräte

4.2.1 Aufbau der Prüfgeräte

4.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Die Prüfgeräte müssen so beschaffen sein, dass alle Anforderungen an die Einstellung von Sollwerten, an Stabilitätskriterien und Messunsicherheiten nach dieser Europäischen Norm erfüllt werden können.

4.2.1.2 Prüfraum für die Luftseite

Die Größe des Prüfraums muss so gewählt werden, dass an den Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen des Prüfobjekts eine Behinderung des Luftstroms vermieden wird. Der Luftstrom durch den Raum darf keinen Kurzschluss zwischen den beiden Öffnungen auslösen können, deshalb darf an diesen beiden Stellen die Geschwindigkeit der Raumluftströmung bei abgeschaltetem Prüfobjekt höchstens 1,5 m/s betragen. Die Geschwindigkeit der Luft im Raum darf auch nicht größer sein als die mittlere Geschwindigkeit an der Eintrittsöffnung des Gerätes. Sofern vom Hersteller nicht anders angegeben, müssen die Lufteintritts- bzw. Luftaustrittsöffnungen mindestens 1 m Abstand von den Oberflächen des Prüfraums haben.

Direkte Wärmeabstrahlung von Heizeinrichtungen im Prüfraum auf das Gerät oder auf die Temperaturmesspunkte ist zu vermeiden.

4.2.1.3 Geräte mit Kanalanschluss

Die Anschlüsse eines luftgekühlten Gerätes mit Kanalanschluss an die Prüfeinrichtung müssen ausreichend luftdicht sein, um sicherzustellen, dass die Messergebnisse durch den Luftaustausch mit der Umgebung nicht wesentlich beeinflusst werden.

4.2.1.4 Geräte mit eingebauten Pumpen

Bei Geräten mit eingebauter und einstellbarer Wasser- oder Solepumpe ist der externe statische Druck gleichzeitig mit der Temperaturdifferenz einzustellen.

4.2.1.5 Flüssigkeitskühlsatz für den Einsatz mit getrennt angeordnetem Verflüssiger

Geräte für den Einsatz mit getrennt angeordnetem Verflüssiger werden mit Hilfe eines wassergekühlten Verflüssigers geprüft, dessen Kennwerte die Einhaltung der vorgesehenen Betriebsbedingungen ermöglichen müssen.

4.2.2 Aufstellen und Anschließen des Prüfobjekts

4.2.2.1 Allgemeines

Das Prüfobjekt ist für die Prüfung wie vom Hersteller in der Montage- und Betriebsanweisung empfohlen aufzustellen und anzuschließen. Wahlfrei mitgelieferte Sondereinrichtungen sind nicht in die Prüfung mit eingeschlossen. Falls ein entweder wahlfreies oder nicht wahlfreies Reserveheizgerät mitgeliefert wird, muss dieses abgeschaltet oder getrennt werden, um nicht in die Prüfung mit einbezogen zu werden.

Bei Einkanal-Geräten muss der Austrittskanal ungeachtet der Anweisungen des Herstellers möglichst kurz und gerade entsprechend dem kleinsten Abstand zwischen Gerät und Wand, jedoch mindestens 50 cm, ausgeführt sein, um einen einwandfreien Lufteintritt in das Gerät sicherzustellen. Am Austrittsende des Kanals dürfen keine Zubehörteile angeschlossen werden.

Bei Zweikanal-Geräten gelten für Ein- und Austrittskanal die gleichen Anforderungen, sofern das Gerät nicht für die Wandmontage ausgelegt ist. Bei Multi-Split-Systemen muss das System während der Prüfung mit einem Leistungsverhältnis von 1 oder möglichst nahe an diesem Wert arbeiten.

Ist die Flüssigkeitspumpe Bestandteil des Geräts und lässt sich der externe statische Druck einstellen, so muss die Einstellung so vorgenommen werden, dass sich dieser externe Druck Null nähert.

Bei der Durchführung von Messungen im Heizbetrieb ist an der Regeleinrichtung des Gerätes/Systems die höchste Raumtemperatur und bei Messungen im Kühlbetrieb die niedrigste Raumtemperatur einzustellen. Wenn der Hersteller in seinen Anweisungen einen Wert für die Temperatur angibt, der an der Regeleinrichtung für eine vorgegebene Nennbedingung einzustellen ist, so ist dieser Wert zu verwenden.

Für Geräte mit Verdichter in offener Bauweise ist der Elektromotor vom Hersteller mitzuliefern oder vorzugeben. Der Verdichter ist bei der vom Hersteller angegebenen Drehzahl zu betreiben.

Bei Geräten mit Inverterregelung muss die Einstellung der Frequenz für jede Nennbedingung vorgenommen werden. Der Hersteller muss in der Dokumentation Informationen darüber zur Verfügung stellen, wie die notwendigen Angaben beschafft werden können, um die erforderlichen Frequenzen einzustellen.

ANMERKUNG Falls für den Start des Systems sachkundiges Personal mit Kenntnissen der Steuerungs- und Regelssoftware erforderlich ist, sollte der Hersteller oder dessen beauftragter Stellvertreter während der Montage und Vorbereitung des Systems für die Prüfung anwesend sein.

4.2.2.2 Aufstellung von Geräten, die aus mehreren Anlageteilen bestehen

Bei Geräten, die aus mehreren Anlageteilen bestehen, sind für die Prüfung folgende Aufstellbedingungen einzuhalten:

- a) Die Kältemittelleitungen sind nach den Anweisungen des Herstellers zu verlegen. Die Länge der Leitungen muss 5 m betragen, außer wenn aufgrund der Prüfeinrichtung eine Länge von 5 m nicht möglich ist, wobei dann eine größere Länge, jedoch höchstens 7,5 m, verwendet werden darf;
- b) die Leitungen sind so zu verlegen, dass die Höhendifferenz nicht mehr als 2,5 m beträgt;
- c) die Wärmedämmung der Leitungen ist nach den Anweisungen des Herstellers auszuführen;
- d) mindestens die Hälfte der Anschlussleitungen ist nach außen zu verlegen, die restlichen Leitungen nach innen, sofern das nicht durch die Konstruktion eingeschränkt ist.

4.2.2.3 Innenraumgeräte von Multi-Split-Systemen

Bei der Prüfung eines Multi-Split-Systems in einem Kalorimeterraum müssen der Luftvolumendurchfluss und der externe statische Druck für alle Innenraumgeräte mit Kanalanschluss getrennt eingestellt werden.

Bei der Prüfung eines Multi-Split-Systems nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren müssen der Luftvolumendurchfluss und der externe statische Druck für alle Innenraumgeräte – ob mit oder ohne Kanalanschluss – getrennt eingestellt werden.

Bei Innenraumgeräten ohne Kanalanschluss, die nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren geprüft werden, gilt die vorstehende Anforderung an Innenraumgeräte mit Kanalanschluss.

4.2.2.4 Messstellen

Messstellen für Temperatur und Druck sind so anzuordnen, dass repräsentative Mittelwerte erzielt werden.

Für unbehinderte Temperaturmessungen an den Lufteintrittsöffnungen müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Es muss entweder mindestens ein Sensor je Quadratmeter bei mindestens vier Messstellen vorhanden sein unter Beschränkung der Anzahl der gleichmäßig über die Lufteintrittsfläche verteilten Sensoren auf 20;
- oder es muss ein Probenahmegerät verwendet werden. Dieses ist bei einer Fläche von mehr als 1 m² um vier Sensoren zur Überprüfung der Gleichförmigkeit zu ergänzen.

Lufttemperatursensoren sind in einem Abstand von maximal 0,25 m von der Lufteintrittsfläche anzuordnen.

Bei Schaltschrank-Kühlgeräten wird anstelle der Temperatur im Schaltschrank die Eintrittstemperatur am Verdampfer gemessen.

Bei Geräten, die werkmäßig aus einer Wärmepumpe und einem Speicherbehälter bestehen, sind die Messungen der Wassereintritts- und Austrittstemperatur am Eintritt bzw. Austritt des Speicherbehälters vorzunehmen.

Für Wasser und Sole muss die in den Gleichungen (1), (2) und (3) verwendete Dichte unter den Temperaturbedingungen ermittelt werden, die in der Nähe des Volumenstrom-Messgeräts gemessen wurden.

4.3 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheiten dürfen die in Tabelle 1 festgelegten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Messunsicherheiten der angegebenen Werte

Messgröße	Einheit	Messunsicherheit
Flüssigkeit		
— Temperaturdifferenz	K	± 0,15 K
— Temperatur am Eintritt/Austritt	K	± 0,15 K
— Volumendurchfluss	m ³ /s	± 1 %
— statische Druckdifferenz	kPa	± 5 %
Luft		
— Trockentemperatur	°C	± 0,2 K
— Feuchttemperatur	°C	± 0,4 K
— Volumendurchfluss	m ³ /s	± 5 %
— statische Druckdifferenz	Pa	± 5 Pa ($\Delta\rho \leq 100$ Pa) oder ± 5 % ($\Delta\rho > 100$ Pa)
Kältemittel		
— Druck am Verdichteraustritt	kPa	± 1 %
— Temperatur	°C	± 0,5 K
Konzentration		
— Wärmeträger	%	± 2
Elektrische Größen		
— elektrische Leistung	W	± 1 %
— Spannung	V	± 0,5 %
— Strom	A	± 0,5 %
— elektrische Energie	kWh	± 1 %
Verdichter-Drehzahl	min ⁻¹	± 0,5 %

Die auf der Flüssigkeitsseite gemessene Heiz- bzw. Kühlleistung muss ungeachtet der einzelnen Messunsicherheiten, einschließlich der Unsicherheiten hinsichtlich der Eigenschaften der Medien, so ermittelt werden, dass die maximale Messunsicherheit den Wert von 5 % nicht übersteigt.

Die mit dem Kalorimeterverfahren gemessene Heiz- bzw. Kühlleistung im Beharrungszustand muss ungeachtet der einzelnen Messunsicherheiten, einschließlich der Unsicherheiten hinsichtlich der Eigenschaften der Medien, so ermittelt werden, dass die maximale Messunsicherheit den Wert von 5 % nicht übersteigt; diese maximale Messunsicherheit wird bei Einkanal-Geräten aufgrund des Luftaustauschs zwischen den beiden Abteilen des Kalorimeterraums auf 10 % erweitert.

Die bei instationärem Betrieb (Abtauzyklen) mithilfe des Kalorimeterverfahrens gemessene Heizleistung muss ungeachtet der einzelnen Messunsicherheiten, einschließlich der Unsicherheiten hinsichtlich der Eigenschaften der Medien, so ermittelt werden, dass die maximale Messunsicherheit den Wert von 10 % nicht übersteigt.

Die auf der Luftseite nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren gemessene Heiz- bzw. Kühlleistung muss ungeachtet der einzelnen Messunsicherheiten, einschließlich der Unsicherheiten hinsichtlich der Eigenschaften der Medien, so ermittelt werden, dass die maximale Messunsicherheit den Wert von 10 % nicht übersteigt.

4.4 Prüfablauf

4.4.1 Allgemeines

4.4.1.1 Alle Geräte

Die Prüfbedingungen sind in EN 14511-2:2011 angegeben.

Werden andere flüssige Wärmeträger als Wasser verwendet, dann sind die spezifische Wärmekapazität und Dichte dieser Wärmeträger zu ermitteln und bei der Auswertung zu berücksichtigen.

Zulässige Abweichungen der Messwerte von den Prüfbedingungen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

4.4.1.2 Geräte ohne Kanalanschluss

Bei Geräten ohne Kanalanschluss müssen die regelbaren Einstellungen, z. B. Jalousien und Ventilatorzahl, auf maximalen Luftvolumendurchfluss im Beharrungszustand eingestellt werden.

Wenn der Hersteller bei Geräten mit Inverterregelung eine Ventilatorzahl angibt, die sich von der maximalen an der Regeleinrichtung für eine vorgegebene Nennbedingung einzustellenden Drehzahl unterscheidet, ist diese Drehzahl zu verwenden.

4.4.1.3 Geräte mit Kanalanschluss am Innenwärmeübertrager

Der Volumendurchfluss und die Druckdifferenz sind auf Normalluft bei trockenem Wärmeübertrager zu beziehen.

Wenn der Luftvolumendurchfluss vom Hersteller ohne Bedingungen für den atmosphärischen Druck, die Temperatur und die Feuchte angegeben ist, ist er als für Normalluftbedingungen gegeben zu betrachten.

Der vom Hersteller angegebene Luftvolumendurchfluss ist auf Normalluftbedingungen umzurechnen. Die Einstellung des Luftvolumendurchflusses ist vorzunehmen, wenn nur der Ventilator läuft.

Der vom Hersteller angegebene Nenn-Luftvolumendurchfluss muss eingestellt und der entsprechende externe statische Druck (ESP) gemessen werden.

Wenn der ESP niedriger als der in Tabelle 2 (bzw. Tabelle 3) angegebene Mindestwert ist, wird der Luftvolumendurchfluss soweit verringert, bis dieser Mindestwert erreicht wird.

Beträgt der ESP mehr als das Zweifache des in Tabelle 2 (bzw. Tabelle 3) angegebenen Mindestwertes, so wird der Luftvolumendurchfluss soweit erhöht, bis das Doppelte dieses Mindestwertes erreicht wird.

Wenn der ESP größer als der in Tabelle 2 (bzw. Tabelle 3) angegebene Mindestwert ist, ohne dessen Zweifaches zu übersteigen, wird dieser ESP beibehalten.

Die für die Einstellung des ESP verwendete Einrichtung muss bei allen Prüfungen in derselben Position gehalten werden.

Tabelle 2 — Druckanforderungen an Komfort-Luftkonditionierer

Norm-Nennleistung kW	Mindestwert für den externen statischen Druck ^{a b} Pa
$0 < Q < 8$	25
$8 \leq Q < 12$	37
$12 \leq Q < 20$	50
$20 \leq Q < 30$	62
$30 \leq Q < 45$	75
$45 \leq Q < 82$	100
$82 \leq Q < 117$	125
$117 \leq Q < 147$	150
$Q \geq 147$	175

^a Bei Geräten, die ohne eingebauten Luftfilter geprüft werden, muss der Mindestwert für den externen statischen Druck um 10 Pa erhöht werden.

^b Wenn in der Montageanweisung des Herstellers angegeben ist, dass die maximal zulässige Länge des Austrittskanals weniger als 1 m beträgt, kann das Gerät als zulieferungsfrei betrachtet und somit als Innenraumgerät ohne Kanalanschluss mit einem ESP von 0 Pa geprüft werden.

Tabelle 3 — Druckanforderung an Verfahrens-Luftkonditionierer

Leistung kW	Druck Pa	
	Abwärtsströmung in Doppelboden	Aufwärtsströmung in Kanal/alle Geräte
< 30	50	—
≥ 30	75	—
Alle	—	50

4.4.1.4 Geräte mit Kanalanschluss am Außenwärmeübertrager

Der Volumendurchfluss und die Druckdifferenz sind auf Normalluft bei trockenem Wärmeübertrager zu beziehen.

Wenn der Luftvolumendurchfluss vom Hersteller ohne Bedingungen für den atmosphärischen Druck, die Temperatur und die Feuchte angegeben ist, ist er als für Normalluftbedingungen gegeben zu betrachten.

Der vom Hersteller angegebene Luftvolumendurchfluss ist auf Normalluftbedingungen umzurechnen. Die Einstellung des Luftvolumendurchflusses ist vorzunehmen, wenn nur der Ventilator läuft.

Der vom Hersteller angegebene Nenn-Luftvolumendurchfluss muss eingestellt und der entsprechende externe statische Druck (ESP) gemessen werden.

Wenn der ESP niedriger als 30 Pa ist, wird der Luftvolumendurchfluss soweit verringert, bis dieser Mindestwert erreicht wird.

Die für die Einstellung des ESP verwendete Einrichtung muss bei allen Prüfungen in derselben Position gehalten werden.

Wenn in der Montageanweisung des Herstellers angegeben ist, dass die maximal zulässige Länge des Austrittskanals weniger als 1 m beträgt, kann das Gerät als zulieferungsfrei betrachtet und somit als Außengerät ohne Kanalanschluss mit einem ESP von 0 Pa geprüft werden.

Tabelle 4 — Zulässige Abweichungen von den Sollwerten

Messgröße	Zulässige Abweichung der arithmetischen Mittelwerte von den Sollwerten	Zulässige Abweichungen einzelner Messwerte von den Sollwerten
Flüssigkeit		
— Eintrittstemperatur	± 0,2 K	± 0,5 K
— Austrittstemperatur	± 0,3 K	± 0,6 K
— Volumendurchfluss	± 1 %	± 2,5 %
— statische Druckdifferenz	—	± 10 %
Luft		
— Eintrittstemperatur (Trocken-/Feuchttemperatur) ^a	± 0,3 K	± 1 K
— Volumendurchfluss	± 5 %	± 10 %
— statische Druckdifferenz	—	± 10 %
Kältemittel		
— Flüssigkeitstemperatur	± 1 K	± 2 K
— Sattedampf/Siedepunkttemperatur	± 0,5 K	± 1 K
Spannung	± 4 %	± 4 %
^a Für Geräte, bei denen die Oberfläche des Außenwärmeübertragers mehr als 5 m ² beträgt, wird die Abweichung für die Trockentemperatur am Lufteintritt verdoppelt.		
ANMERKUNG Bei der Prüfung von Einkanal-Geräten sollte der arithmetische Mittelwert der Differenz zwischen der Trockentemperatur des Innenraums und der vom Außenraum zugeleiteten Luft eine höchstzulässige Abweichung von 0,3 K haben. Diese Anforderung gilt auch für die Feuchttemperatur-Differenz.		

4.4.2 Messung der abgegebenen Leistung von Wasser(Sole)/Wasser(Sole)- und Wasser(sole)/Luft-Geräten

4.4.2.1 Beharrungszustand

Der Beharrungszustand gilt als erreicht und gehalten, wenn alle gemessenen Größen über eine Dauer von mindestens 1 h mit den in Tabelle 4 angegebenen zulässigen Abweichungen konstant bleiben, ohne dass die Sollwerte verändert werden müssen. Regelungstechnisch bedingte periodische Schwankungen der Messgrößen sind unter der Bedingung zulässig, dass der Mittelwert dieser Schwankungen die in Tabelle 4 angegebenen zulässigen Abweichungen nicht überschreitet.

4.4.2.2 Messung der Heizleistung, der Kühlleistung und der Wärmerückgewinnungsleistung

Zur Messung der abgegebenen Leistung ist die kontinuierliche Aufzeichnung aller wesentlichen Messdaten erforderlich. Bei Aufzeichnungsgeräten mit zyklischer Datensicherung ist die Messperiode so einzustellen, dass mindestens alle 30 s eine vollständige Datensicherung erfolgt.

Die Leistung ist im Beharrungszustand zu messen. Die Messdauer muss mindestens 35 min betragen.

4.4.3 Messung der abgegebenen Kühlleistung von Luft/Wasser- und Luft/Luft-Geräten

4.4.3.1 Beharrungszustand

Der Beharrungszustand gilt als erreicht und gehalten, wenn alle gemessenen Größen über eine Dauer von mindestens 1 h mit den in Tabelle 4 angegebenen zulässigen Abweichungen konstant bleiben, ohne dass die Sollwerte verändert werden müssen. Regelungstechnisch bedingte periodische Schwankungen der Messgrößen sind unter der Bedingung zulässig, dass der Mittelwert dieser Schwankungen die in Tabelle 4 angegebenen zulässigen Abweichungen nicht überschreitet.

4.4.3.2 Messung der Kühlleistung

Zur Messung der abgegebenen Leistung ist die kontinuierliche Aufzeichnung aller wesentlichen Messdaten erforderlich. Bei Aufzeichnungsgeräten mit zyklischer Datensicherung ist die Messperiode so einzustellen, dass mindestens alle 30 s eine vollständige Datensicherung erfolgt.

Die Leistung ist im Beharrungszustand zu messen. Die Messdauer muss mindestens 35 min betragen.

4.4.4 Messung der abgegebenen Heizleistung von Luft/Luft-Geräten nach dem Luftenthalpie-Verfahren und von Luft/Wasser-Geräten

4.4.4.1 Allgemeines

Der Prüfablauf umfasst drei Perioden: eine Vorbehandlungsperiode, eine Periode im Gleichgewichtszustand und eine Periode der Datenerfassung. Die Dauer der Datenerfassung ist unterschiedlich und hängt davon ab, ob die Wärmepumpe im Beharrungszustand oder im instationären Zustand arbeitet.

Anhang C enthält ein Fließdiagramm des Verfahrens und zeigt schematisch die meisten der unterschiedlichen Prüffolgen, die bei der Prüfung der Heizleistung möglich sind.

4.4.4.2 Vorbehandlungsperiode

Die Einrichtung zur Vorbehandlung des Prüfraums und die zu prüfende Wärmepumpe sind so lange zu betreiben, bis die in Tabelle 4 festgelegten Prüftoleranzen über mindestens 10 min erreicht sind.

Die Vorbehandlungsperiode kann durch einen Abtauzyklus beendet werden. Wenn eine Vorbehandlungsperiode durch einen Abtauzyklus beendet wird, muss die Wärmepumpe nach Beendigung des Abtauvorgangs und vor Beginn der Gleichgewichtsperiode mindestens 10 min im Heizbetrieb arbeiten.

Bei Prüfung unter Betriebs-Nennbedingungen für Außenluft nach EN 14511-2:2011, Tabelle 3 und Tabellen 18 bis 21, wird empfohlen, die Vorbehandlungsperiode mit einem automatisch oder manuell eingeleiteten Abtauzyklus zu beenden.

Bei Geräten mit Abtauzyklen bei der Norm-Nennbedingung muss der Wasservolumendurchfluss bei den entsprechenden Wassertemperaturen am Eintritt/Austritt 20 min nach Ende eines manuell oder automatisch eingeleiteten Abtauzyklus eingestellt werden

4.4.4.3 Gleichgewichtsperiode

Die Gleichgewichtsperiode folgt unmittelbar auf die Vorbehandlungsperiode oder den Abtauzyklus und eine 10-minütige Erholzeit, die eine Vorbehandlungsperiode beendet.

Eine vollständige Gleichgewichtsperiode umfasst eine Dauer von 1 h.

Die Wärmepumpe muss unter Einhaltung der in Tabelle 4 festgelegten Prüftoleranzen arbeiten, mit Ausnahme der Festlegungen in 4.4.4.7.

4.4.4.4 Datenerfassungsperiode

Die Periode der Datenerfassung folgt unmittelbar auf die Periode im Gleichgewichtszustand.

Die Daten sind in gleichmäßigen Abständen von jeweils höchstens 30 s zu erfassen, außer während der Abtauzyklen, wie nachfolgend festgelegt.

Während der Abtauzyklen und innerhalb der ersten 10 min nach Beendigung des Abtauvorgangs müssen Daten, die für die Ermittlung der gesamten Heizleistung und Leistungsaufnahme der Wärmepumpe zugrunde gelegt werden, häufiger erfasst werden, d. h. in gleichmäßigen Abständen von höchstens 10 s. Bei Anwendung des Luft-Enthalpie-Verfahrens auf der Innenseite beinhalten diese häufiger erfassten Daten die Änderungen der innenseitigen Trockentemperatur. Bei Anwendung des Kalorimeterraum-Verfahrens beinhalten diese häufiger erfassten Daten alle zur Ermittlung der innenseitigen Leistung erforderlichen Messungen.

Bei Anwendung des Luft-Enthalpie-Verfahrens auf der Innenseite muss bei Wärmepumpen, die während eines Abtauvorgangs den Innenventilator automatisch abschalten, der Anteil der insgesamt gelieferten Wärme und/oder die Änderung der innenseitigen Trockentemperatur bei abgeschaltetem Innenventilator dem Wert Null zugerechnet werden. Bei Anwendung des Kalorimeterraum-Verfahrens muss die Summierung der Leistung bei abgeschaltetem Innenventilator weitergeführt werden.

Die Differenz zwischen der Temperatur des aus dem Innenwärmeaustauscher austretenden und in den Innenwärmeaustauscher eintretenden Wärmeträgers ist zu messen. Während der Datenerfassung ist für eine Zeitspanne von jeweils 5 min eine mittlere Temperaturdifferenz zu errechnen, $\Delta T_i(\tau)$. Der Mittelwert der Temperaturdifferenz der ersten 5 min der Datenerfassungsperiode, $\Delta T_i(\tau=0)$, ist zu speichern, um die prozentuale Änderung wie folgt zu berechnen:

$$\% \Delta T = \left[\frac{\Delta T_i(\tau=0) - \Delta T_i(\tau)}{\Delta T_i(\tau=0)} \right] \quad (8)$$

4.4.4.5 Prüfablauf: Bei Beendigung der Vorbehandlungsperiode durch einen Abtauzyklus

Überschreitet der Wert $\% \Delta T$ während der ersten 70 min der Datenerfassungsperiode 2,5 %, muss die Prüfung der Heizleistung in einer Prüfung im instationären Zustand (siehe 4.4.4.7) bestimmt werden. Gleichermaßen muss, wenn die Wärmepumpe während der Gleichgewichtsperiode oder während der ersten 70 min der Datenerfassungsperiode einen Abtauzyklus einleitet, die Prüfung der Heizleistung als Prüfung im instationären Zustand durchgeführt werden.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht gegeben und werden die in Tabelle 4 festgelegten Prüftoleranzen sowohl während der Gleichgewichtsperiode als auch während der ersten 70 min der Datenerfassungsperiode eingehalten, so ist die Prüfung der Heizleistung als eine Prüfung im Beharrungszustand zu bezeichnen. Prüfungen im Beharrungszustand müssen nach 70 min Datenerfassung beendet sein.

4.4.4.6 Prüfablauf: Bei Beendigung der Vorbehandlungsperiode ohne Abtauzyklus

4.4.4.6.1 Wenn die Wärmepumpe während der Gleichgewichtsperiode oder während der ersten 70 min der Datenerfassungsperiode einen Abtauzyklus einleitet, muss die Prüfung der Heizleistung nach den Festlegungen in 4.4.4.6.3 neu begonnen werden.

4.4.4.6.2 Überschreitet der Wert $\% \Delta T$ zu einem beliebigen Zeitpunkt während der ersten 70 min der Datenerfassung 2,5 %, so muss die Prüfung der Heizleistung nach den Festlegungen in 4.4.4.6.3 neu begonnen werden. Vor der Wiederaufnahme der Prüfung muss der Abtauvorgang erfolgen. Dieser Abtauzyklus kann manuell eingeleitet oder verzögert werden, bis die Wärmepumpe einen automatischen Abtauvorgang einleitet.

4.4.4.6.3 Treffen entweder die Bedingungen in 4.4.4.6.1 oder 4.4.4.6.2 zu, so muss die Wiederaufnahme der Prüfung 10 min, nachdem der Abtauzyklus endet, mit einer neuen einstündigen Gleichgewichtsperiode beginnen. Dieser zweite Versuch muss den Anforderungen in 4.4.4.3 und 4.4.4.4 und dem Prüfablauf in 4.4.4.5 entsprechen.

4.4.4.6.4 Sind die in 4.4.4.6.1 bzw. 4.4.4.6.2 festgelegten Bedingungen nicht gegeben und werden die in Tabelle 4 festgelegten Prüftoleranzen sowohl während der Gleichgewichtsperiode als auch während der ersten 70 min der Datenerfassung eingehalten, so wird die Prüfung der Heizleistung als eine Prüfung im Beharrungszustand durchgeführt. Prüfungen im Beharrungszustand müssen nach 70 min Datenerfassung beendet sein.

4.4.4.7 Prüfablauf bei Prüfungen im instationären Betriebszustand

Wird nach 4.4.4.5 eine Prüfung der Heizleistung als Prüfung im instationären Betriebszustand durchgeführt, gelten die folgenden Festlegungen.

Um gültige Prüfungen zur Ermittlung der Heizleistung im instationären Betriebszustand zu erreichen, müssen die in Tabelle 5 festgelegten Prüftoleranzen sowohl während der Gleichgewichtsperiode als auch während der Datenerfassung eingehalten werden. Wie in Tabelle 5 angemerkt, sind die zulässigen Abweichungen für zwei Teilbereiche festgelegt. Bereich H umfasst Daten, die jeweils während des Heizintervalls, ausgenommen die ersten 10 min nach Beendigung des Abtauvorgangs, erfasst werden. Bereich D umfasst Daten, die jeweils während des Abtauzyklus plus den ersten 10 min des nachfolgenden Heizintervalls, erfasst werden.

Die Parameter der zulässigen Abweichungen in Tabelle 5 sind über die gesamte Dauer der Gleichgewichtsperiode und Datenerfassung zu ermitteln. Alle in den jeweiligen Bereichen, H oder D, erfassten Daten sind für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Prüftoleranzen in Tabelle 5 zugrunde zu legen. Daten aus mehr als zwei H-Bereichen oder mehr als zwei D-Bereichen dürfen nicht in Kombination für die Bewertung der Übereinstimmung mit Tabelle 5 verwendet werden. Die Übereinstimmung beruht auf der getrennten Bewertung der Daten aus jedem einzelnen Erfassungsbereich.

Die Datenerfassungsperiode muss auf mindestens 3 h verlängert werden oder bis die Wärmepumpe während der Datenerfassung drei vollständige Zyklen abgeschlossen hat, je nachdem, welche Bedingung zuerst eintritt. Arbeitet die Wärmepumpe nach Ablauf von 3 h im Abtauzyklus, muss dieser Zyklus vor Beendigung der Datenerfassung abgeschlossen sein. Ein vollständiger Zyklus umfasst eine Heizperiode und eine Abtauperiode, gemessen von Abtauende bis Abtauende.

Tabelle 5 — Zulässige Abweichungen bei Prüfungen der Heizleistung bei Prüfablauf unter instationären Betriebsbedingungen („T“)

Anzeigewerte	Abweichungen der arithmetischen Mittelwerte von festgelegten Prüfbedingungen		Abweichung der Einzelwerte von festgelegten Prüfbedingungen	
	Bereich H ^a	Bereich D ^b	Bereich H ^a	Bereich D ^b
Luft Eintrittstemperatur Innenseite				
— Trockentemperatur	± 0,6 K	± 1,5 K	± 1,0 K	± 2,5 K
— Feuchttemperatur	—	—	—	—
Luft Eintrittstemperatur Außenseite				
— Trockentemperatur ^c	± 0,6 K	± 1,5 K	± 1,0 K	± 5,0 K
— Feuchttemperatur	± 0,3 K	± 1,0 K	± 0,6 K	—
Wassereintrittstemperatur	± 0,2 K	—	± 0,5 K	—
Wasseraustrittstemperatur	± 0,5 K	—	± 1,0 K	d

^a Gilt bei Heizbetrieb der Wärmepumpe, ausgenommen die ersten 10 min nach Beendigung eines Abtauzyklus.

^b Gilt während eines Abtauzyklus und während der ersten 10 min nach Beendigung eines Abtauzyklus, wenn die Wärmepumpe im Heizbetrieb arbeitet.

^c Bei Geräten, bei denen die Oberfläche des Außenwärmeübertragers mehr als 5 m² beträgt, wird die Abweichung für die Trockentemperatur am Luft eintritt verdoppelt.

^d Die Abweichung darf nicht mehr als + 2,0 K betragen.

4.4.5 Messung der abgegebenen Heizleistung von Luft/Luft-Geräten mit dem Kalorimeterraum-Verfahren

4.4.5.1 Allgemeines

Der Prüfablauf umfasst zwei Perioden: eine Periode im Gleichgewichtszustand und eine Periode der Datenerfassung. Die Dauer der Datenerfassung ist unterschiedlich und hängt davon ab, ob die Wärmepumpe im Beharrungszustand oder im instationären Zustand arbeitet.

4.4.5.2 Gleichgewichtsperiode

Die Einrichtung zur Vorbehandlung des Prüfraums und die zu prüfende Wärmepumpe sind so lange zu betreiben, bis die in Tabelle 4 festgelegten Toleranzen über mindestens 1 h erreicht sind, außer wenn während dieser Periode ein Abtauzyklus auftritt, wobei für diesen Fall dann die Prüftoleranzen nach Tabelle 5 gelten.

Wenn während der Gleichgewichtsperiode ein Abtauvorgang erfolgt, gilt der in 4.4.5.5 beschriebene Prüfablauf.

4.4.5.3 Datenerfassungsperiode

Die Daten sind in gleichmäßigen Abständen von jeweils höchstens 30 s zu erfassen, außer während der Abtauzyklen, wie nachfolgend festgelegt.

Die Dauer der Messungen muss mindestens 70 min betragen.

Die Differenz zwischen der Temperatur des aus dem Innenwärmeaustauscher austretenden und in den Innenwärmeaustauscher eintretenden Wärmeträgers ist zu messen. Während der Datenerfassung ist für eine Zeitspanne von jeweils 5 min eine mittlere Temperaturdifferenz $\Delta T_i(\tau)$ zu errechnen. Der Mittelwert der Temperaturdifferenz der ersten 5 min der Datenerfassungsperiode, $\Delta T_i(\tau = 0)$, ist zu speichern, um die prozentuale Änderung wie folgt zu berechnen:

$$\% \Delta T = \left[\frac{\Delta T_i(\tau = 0) - \Delta T_i(\tau)}{\Delta T_i(\tau = 0)} \right] \times 100 \quad (9)$$

4.4.5.4 Allgemeiner Prüfablauf

Erfolgt vor Beginn der Datenerfassungsperiode ein Abtauvorgang oder überschreitet der Wert $\% \Delta T$ während der Datenerfassungsperiode 2,5 %, so muss die Prüfung der Heizleistung in einer Prüfung im instationären Zustand (siehe 4.4.5.5) bestimmt werden. Gleichermaßen muss, wenn die Wärmepumpe während der Gleichgewichtsperiode oder während der Datenerfassungsperiode einen Abtauzyklus einleitet, die Prüfung der Heizleistung als Prüfung im instationären Zustand durchgeführt werden.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht gegeben und werden die in Tabelle 4 festgelegten Prüftoleranzen sowohl während der Gleichgewichtsperiode als auch während der Datenerfassungsperiode eingehalten, so ist die Prüfung der Heizleistung als Prüfung im Beharrungszustand zu bezeichnen. Prüfungen im Beharrungszustand müssen nach 70 min Datenerfassung beendet sein.

4.4.5.5 Prüfablauf bei Prüfungen im instationären Betriebszustand

Wird nach 4.4.5.4 eine Prüfung der Heizleistung als Prüfung im instationären Betriebszustand bezeichnet, so gelten die folgenden Festlegungen.

Um gültige Prüfungen zur Ermittlung der Heizleistung im instationären Betriebszustand zu erreichen, müssen die in Tabelle 5 festgelegten Prüftoleranzen sowohl während der Gleichgewichtsperiode als auch während der Datenerfassung eingehalten werden. Wie in Tabelle 5 angemerkt, sind die zulässigen Abweichungen für zwei Teilbereiche festgelegt. Bereich H umfasst Daten, die jeweils während des Heizintervalls, ausgenommen die ersten 10 min nach Beendigung des Abtauvorgangs, erfasst werden. Bereich D umfasst Daten, die jeweils während des Abtauzyklus plus den ersten 10 min des nachfolgenden Heizintervalls erfasst werden.

Alle in den jeweiligen Bereichen, H oder D, erfassten Daten sind für die Bewertung der Übereinstimmung mit Tabelle 5 zugrunde zu legen. Daten aus mehr als zwei H-Bereichen oder mehr als zwei D-Bereichen dürfen nicht in Kombination für die Bewertung der Übereinstimmung mit Tabelle 5 verwendet werden. Die Übereinstimmung beruht auf der getrennten Bewertung der Daten aus jedem einzelnen Erfassungsbereich.

Die Datenerfassungsperiode muss auf einen Zeitraum von mindestens 3 h und bis eine Anzahl vollständiger Zyklen abgeschlossen ist, verlängert werden, außer wenn die mittlere Zeitspanne für einen vollständigen Zyklus mehr als 2 h beträgt, wobei für diesen Fall die Datenerfassungsperiode dann lediglich einen vollständigen Zyklus oder 4 h umfassen darf, je nachdem, welche Zeitspanne kürzer ist. Ein vollständiger Zyklus umfasst eine Heizperiode und eine Abtauperiode, gemessen von Abtauende bis Abtauende. Bei diesem Ablauf der Prüfung beträgt die maximale Dauer der Datenerfassungsperiode 4 h.

Während der Abtauzyklen und innerhalb der ersten 10 min nach Beendigung des Abtauvorgangs müssen Daten, die für die Ermittlung der gesamten Heizleistung und Leistungsaufnahme der Wärmepumpe zugrunde gelegt werden, häufiger erfasst werden, d. h. in gleichmäßigen Abständen von höchstens 10 s. Bei Anwendung des Kalorimeterraum-Verfahrens beinhalten diese häufiger erfassten Daten alle zur Ermittlung der innenseitigen Leistung erforderlichen Messungen.

Bei Wärmepumpen, die während eines Abtauzyklus den Innenventilator automatisch abschalten, muss die Summierung der Leistung bei abgeschaltetem Innenventilator weitergeführt werden.

4.5 Prüfergebnisse

4.5.1 Aufzuzeichnende Daten

Die für die Leistungsprüfungen aufzuzeichnenden Daten sind in Tabelle 6 angegeben. Die Tabelle enthält die erforderlichen allgemeinen Angaben, es ist jedoch nicht beabsichtigt, die zu erfassenden Daten zu begrenzen.

Diese Daten müssen die während der Datenerfassungsperiode erfassten Mittelwerte sein, ausgenommen ist die Zeitmessung.

Tabelle 6 — Aufzuzeichnende Daten

Messgröße/Ergebnis	Einheit	Kalorimeter	Luft-Enthalpie-Verfahren	Wasser-Enthalpie-Verfahren
1) Umgebungsbedingungen				
— Lufttemperatur, Trockentemperatur	°C		X	X
— Luftdruck	kPa	X	X	
2) Elektrische Größen				
— Spannung	V	X	X	X
— Gesamtstrom	A	X	X	X
— Gesamtleistungsaufnahme, P_T	W	X	X	X
— effektive Leistungsaufnahme, P_E	W	X	X	X
3) Thermodynamische Größen				
a) Innenwärmeübertrager				
Luft				
— Trockentemperatur am Eintritt	°C	X	X	—
— Feuchttemperatur am Eintritt	°C	X	X	—
Für Geräte mit Kanalanschluss				
— Trockentemperatur am Austritt	°C	—	X	—
— Feuchttemperatur am Austritt	°C	—	X	—
— externe/interne statische Druckdifferenz	Pa	X	X	—
— Volumendurchfluss, q	m ³ /s	—	X	—
Kondensatanfall	kg/s	X	X	—
Wasser oder Sole				
— Eintrittstemperatur	°C	X		X
— Austrittstemperatur	°C	X		X
— Volumendurchfluss	m ³ /s	X		X
— Einstellung des Mediendurchflusses an der Pumpe	—	X		X
— Druckdifferenz	kPa	X		X
b) Außenwärmeübertrager				
Luft				
— Trockentemperatur am Eintritt	°C	X	X	X
— Feuchttemperatur am Eintritt	°C	X	X	X
Für Geräte mit Kanalanschluss				
— Trockentemperatur am Austritt	°C	—	X	—
— Feuchttemperatur am Austritt	°C	—	X	—
— externe/interne statische Druckdifferenz	Pa	X	X	—
— Volumendurchfluss, q	m ³ /s	X	X	X
Wasser oder Sole				
— Eintrittstemperatur	°C	X	X	X
— Austrittstemperatur	°C	X	X	X
— Volumendurchfluss	m ³ /s	X	X	X
— Einstellung des Mediendurchflusses an der Pumpe	—	X	X	X
— Druckdifferenz	kPa	X	X	X

Tabelle 6 (fortgesetzt)

Messgröße/Ergebnis	Einheit	Kalorimeter	Luft-Enthalpie-Verfahren	Wasser-Enthalpie-Verfahren
c) Wärmeübertrager für Wärmerückgewinnung				
— Eintrittstemperatur	°C	—	—	X
— Austrittstemperatur	°C	—	—	X
— Volumendurchfluss	m ³ /s	—	—	X
— Druckdifferenz	kPa	—	—	X
d) Wärmeträger (außer Wasser)				
— Konzentration (Volumen)	%	X	X	X
— Dichte	kg/m ³	X	X	X
— spezifische Wärme	J/(kg·K)	X	X	X
e) Kältemittel^a				
— Austrittsdruck	bar abs.	—	—	X
— Satttdampf/Siedepunkttemperatur	°C	—	—	X
— Flüssigkeitstemperatur	°C	—	—	X
f) Verdichter				
— Drehzahl, offene Bauweise	min ⁻¹	—	—	X
— Leistungsaufnahme des Motors (nur bei Motoren mit offenem Verdichter)	W	—	—	X
— Verdichtersfrequenz bei Inverterregelung	Hz	X	X	X
g) Kalorimeter				
— dem Kalorimeter zugeführte Wärme	W	X	—	—
— aus dem Kalorimeter abgeführte Wärme	W	X	—	—
— Umgebungstemperatur um das Kalorimeter	°C	X	—	—
— Temperatur des in den Befeuchter eintretenden Wassers	°C	X	—	—
— Kondensattemperatur	°C	X	—	—
h) Abtauen				
— Abtauperiode	s	X	X	X
— Arbeitszyklus mit Abtauen	min	X	X	X
4) Datenerfassungsperiode	min	X	X	X
5) Leistung				
— Heizleistung (P_H)	W	X	X	X
— gesamte Kühlleistung (P_C)	W	X	X	X
— latente Kühlleistung (P_L)	W	X	X	X
— sensible Kühlleistung (P_S)	W	X	X	X
— Wärmerückgewinnungsleistung	W	—	—	X
6) Leistungszahlen				
— COP	W/W	X	X	X
— EER	W/W	X	X	X
— SHR ^b	W/W	X	X	—
^a Nur für Geräte mit getrennt angeordnetem Verflüssiger.				
^b Nur für Luft/Luft- und Wasser/Luft-Geräte.				

4.5.2 Berechnung der Kühlleistung und der Wärmerückgewinnungsleistung

Die durchschnittlichen Kühl- und Wärmerückgewinnungsleistungen sind aus den während der Dauer der Datenerfassung aufgezeichneten Wertegruppen der Kühl- und Wärmerückgewinnungsleistungen oder aus den während der Dauer der Datenerfassung aufgezeichneten Mittelwerten für die Temperatur und den Volumendurchfluss zu ermitteln.

4.5.3 Berechnung der Heizleistung

4.5.3.1 Prüfung der Leistung im Beharrungszustand

Eine durchschnittliche Heizleistung ist aus den während der Datenerfassung aufgezeichneten Wertegruppen der Heizleistungen oder aus den während der Datenerfassung aufgezeichneten Mittelwerten für die Temperatur und den Volumendurchfluss zu ermitteln.

4.5.3.2 Leistungsprüfung bei instationärem Betriebszustand

Für Geräte, bei denen während der Datenerfassung ein oder mehrere vollständige Zyklen erfolgen, gelten die nachfolgenden Festlegungen. Für die Ermittlung der durchschnittlichen Heizleistung sind die gesamte Leistung und die Dauer der insgesamt während der Datenerfassung erfolgten vollständigen Zyklen zugrunde zu legen.

Für Geräte, bei denen während der Datenerfassung kein vollständiger Zyklus erfolgt, gelten die nachfolgenden Festlegungen. Für die Ermittlung der durchschnittlichen Heizleistung sind die gesamte Leistung und die Dauer der gesamten Datenerfassungsperiode zugrunde zu legen.

4.5.4 Berechnung der effektiven Leistungsaufnahme

4.5.4.1 Prüfung im Beharrungszustand

Eine durchschnittliche elektrische Leistungsaufnahme ist aus der gesamten elektrischen Leistung während der gleichen Dauer der Datenerfassung zu ermitteln, wie sie für die Berechnung der Heiz-/Kühlleistung oder der Wärmerückgewinnungsleistung zugrunde gelegt wurde.

4.5.4.2 Instationärer Betriebszustand mit Abtauzyklus

Eine durchschnittliche elektrische Leistungsaufnahme ist aus der gesamten elektrischen Leistung und der Dauer der gesamten Anzahl vollständiger Zyklen während der gleichen Dauer der Datenerfassung zu ermitteln, wie sie für die Berechnung der Heizleistung zugrunde gelegt wurde.

4.5.4.3 Instationärer Betriebszustand ohne Abtauzyklus

Eine durchschnittliche elektrische Leistungsaufnahme ist aus der gesamten elektrischen Leistung und der gleichen Dauer der Datenerfassung zu ermitteln, wie sie für die Berechnung der Heizleistung zugrunde gelegt wurde.

5 Prüfung der Wärmerückgewinnung bei luftgekühlten Multi-Split-Systemen

5.1 Prüfaufbau

5.1.1 Allgemeines

Die Wärmerückgewinnungsleistung des Systems wird durch Messungen in einem Kalorimeter mit drei Räumen oder mit dem Luft-Enthalpie-Verfahren in zwei oder drei Räumen gemessen. Die drei Räume müssen aus einem Außenraum und zwei Innenräumen bestehen, ein Raum im Heizbetrieb, der andere im Kühlbetrieb. Bei dem mit zwei Räumen durchgeführten Luft-Enthalpie-Verfahren befindet sich ein Raum im Außentemperaturzustand, im anderen Raum herrschen die in EN 14511-2:2011, Tabelle 21, festgelegten allgemeinen Innenraum-Bedingungen.

Das Kalorimeterraum- und das Luft-Enthalpie-Verfahren sind in Anhang A bzw. Anhang B beschrieben. Jeder Kalorimeterraum sollte den Anforderungen in Anhang A entsprechen, und die Prüfeinrichtungen für das Luft-Enthalpie-Verfahren sollten den Anforderungen in Anhang B entsprechen.

5.1.2 Kalorimeter-Verfahren mit drei Räumen

Werden die Messungen nach dem Kalorimeter-Verfahren durchgeführt, so ist für die Prüfung des Wärmerückgewinnungssystems eine Prüfeinrichtung erforderlich, die drei Räume umfasst. Die Innenraumgeräte im Kühlbetrieb müssen in einem Raum angeordnet sein, die Innenraumgeräte im Heizbetrieb in dem anderen Raum. Das Außengerät muss in dem dritten Raum aufgestellt sein.

5.1.3 Luft-Enthalpie-Verfahren mit drei Räumen

Die Innenraumgeräte im Kühlbetrieb müssen in einem Raum aufgebaut werden und die Innenraumgeräte im Heizbetrieb in einem anderen Raum; das Außengerät muss im dritten Raum aufgestellt werden.

5.1.4 Luft-Enthalpie-Verfahren mit zwei Räumen

Alle im Kühl- oder Heizbetrieb arbeitenden Innenraumgeräte werden in einem Innenraum aufgebaut. Das Außengerät muss in dem anderen Raum aufgestellt werden.

Alle im Heizbetrieb arbeitenden Geräte sollten mit einer gemeinsamen Sammelkammer verbunden werden, und alle im Kühlbetrieb arbeitenden Geräte sollten mit einer zweiten gemeinsamen Sammelkammer verbunden werden; beide müssen die in Anhang B festgelegten Anforderungen erfüllen.

5.2 Prüfablauf

Bei der Prüfung der Wärmerückgewinnung müssen alle Geräte im Innenraum im Betriebszustand sein.

Bei Innenraumgeräten mit Kanalanschluss wird der externe statische Druck jedes einzelnen Innenraumgerätes eingestellt, indem eine Regelklappe in dem Kanalabschnitt, der den Austrittsquerschnitt des Gerätes mit der gemeinsamen Sammelkammer verbindet, in die entsprechende Stellung gebracht wird.

5.3 Prüfergebnisse

Die Aufzeichnung und Darstellung der Prüfergebnisse erfolgt nach den Festlegungen in 4.5.

Die Angaben über die Innenraumgeräte im Kühlbetrieb und die Innenraumgeräte im Heizbetrieb sind festzulegen.

6 Prüfbericht

6.1 Allgemeine Angaben

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Datum;
- b) Prüfstelle;
- c) Prüfort;
- d) Prüfverfahren;
- e) Prüfer;

- f) Bezeichnung des Prüfgegenstandes:
 - 1) Art;
 - 2) Seriennummer;
 - 3) Name des Herstellers;
- g) Art des Kältemittels;
- h) Masse des Kältemittels;
- i) Eigenschaften der Medien;
- j) Verweisung auf diese Europäische Norm.

6.2 Zusätzliche Angaben

Zusätzliche Angaben auf dem Typschild und alle weiteren für die Prüfung zutreffenden Angaben sind zu vermerken. Besonders ist anzugeben, ob die Prüfung mit einem neuen oder einem bereits in Betrieb genommenen Gerät durchgeführt wurde. Wenn die Prüfung mit einem Gerät durchgeführt wurde, das bereits im Einsatz ist, muss das Jahr angegeben werden, in dem das Gerät aufgestellt wurde und die Wärmeaustauscherrohre gereinigt wurden.

6.3 Ergebnisse der Leistungsprüfung

Die Nennleistungen, Leistungsaufnahmen, *COP*, *EER*, der interne oder externe statische Druck sind zusammen mit den jeweiligen Nennbedingungen anzugeben.

Anhang A (informativ)

Kalorimeter-Prüfverfahren

A.1 Allgemeines

A.1.1 Das Kalorimeter ermöglicht ein Verfahren, mit dem die Leistung gleichzeitig auf der Innen- und Außenseite ermittelt werden kann. Im Kühlbetrieb erfolgt die Ermittlung der innenseitigen Leistung, indem die Kühl- und Entfeuchtungswirkung mit abgemessenen Wärme- und Wasserzufuhren ausgeglichen wird. Die Ermittlung der außenseitigen Leistung erfolgt als Bestätigung der Kühl- und Entfeuchtungswirkung, indem die Wärme- und Wasserabgabe auf der Verflüssigerseite mit einer abgemessenen Kältemenge ausgeglichen wird.

A.1.2 Das Kalorimeter muss ausreichend bemessen sein, um Behinderungen an den Ein- und Austrittsöffnungen des Gerätes zu vermeiden. An der Austrittsöffnung des Rekonditionierungsgerätes müssen Lochplatten oder andere geeignete Gitterplatten vorgesehen sein, um Anströmgeschwindigkeiten über 1,0 m/s zu vermeiden. Vor allen Gitterplatten am Ein- und Austritt des Gerätes muss ausreichend Raum vorhanden sein, um eine Störung des Luftstroms zu vermeiden. Der Abstand des Gerätes zu den Seitenwänden oder der Decke des Raumes/der Räume muss mindestens 1 m betragen; dies gilt nicht für die Rückwand von Konsolen-Geräten und Einkanal-Geräten, für die der übliche Abstand zur Wand vorzusehen ist. Deckengeräte müssen mit einem Mindestabstand zum Boden von 1,8 m eingebaut werden. Tabelle A.1 enthält die empfohlenen Abmessungen für das Kalorimeter. Bei besonderen Gerätegrößen kann aufgrund der jeweiligen Raumgröße eine Änderung der empfohlenen Abmessungen erforderlich sein.

Tabelle A.1 — Kalorimetermaße

Nenn-Kühlleistung des Gerätes W	Empfohlene Mindestwerte für die Innenmaße jedes einzelnen Kalorimeterraumes m		
	Breite	Höhe	Länge
3 000	2,4	2,1	1,8
6 000	2,4	2,1	2,4
9 000	2,7	2,4	3,0
12 000	3,0	2,4	3,7

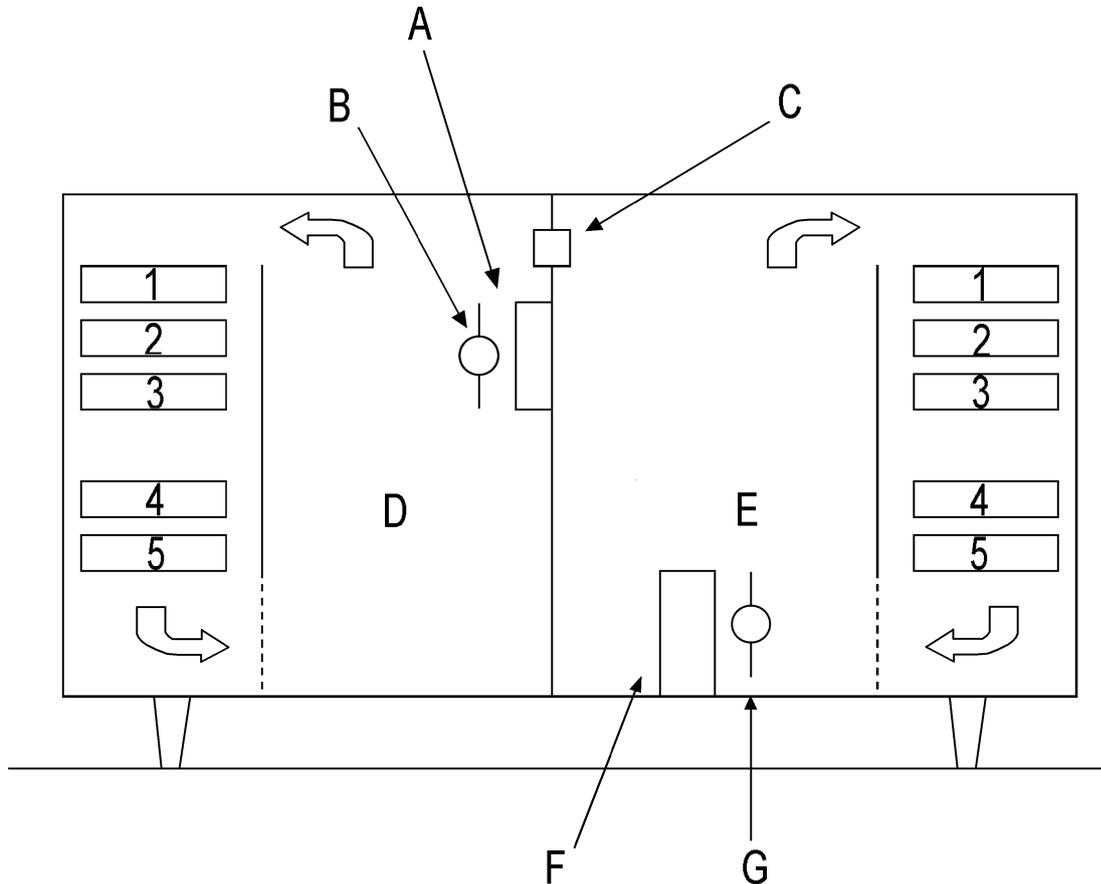
ANMERKUNG Für Geräte mit größerer Leistung können die folgenden Maße empfohlen werden:

- Breite $\geq 4 \times$ die Gerätebreite;
- Höhe $\geq 2,5 \times$ die Gerätehöhe;
- Länge $\geq 1,5 \times$ die Gerätelänge.

A.1.3 Jeder Raum muss mit einem Rekonditionierungsgerät zur Aufrechterhaltung des festgelegten Luftstromes und der vorgeschriebenen Bedingungen ausgerüstet sein. Für den innenseitigen Raum muss dieses Gerät aus Erhitzern für die Zufuhr von sensibler Wärme und einem Befeuchter für die Zufuhr von Feuchtigkeit bestehen. Für den außenseitigen Raum sollte das Gerät die Kühlung, Entfeuchtung und Befeuchtung übernehmen. Die Energiezufuhr muss geregelt und gemessen werden.

Werden Kalorimeter für Wärmepumpen verwendet, so müssen sie in der Lage sein, beide Räume (siehe Bilder A.1 und A.2) zu beheizen, zu befeuchten und zu kühlen oder es können andere Mittel eingesetzt werden, z. B. kann das Gerät auch gedreht werden, solange die Nennbedingungen eingehalten werden.

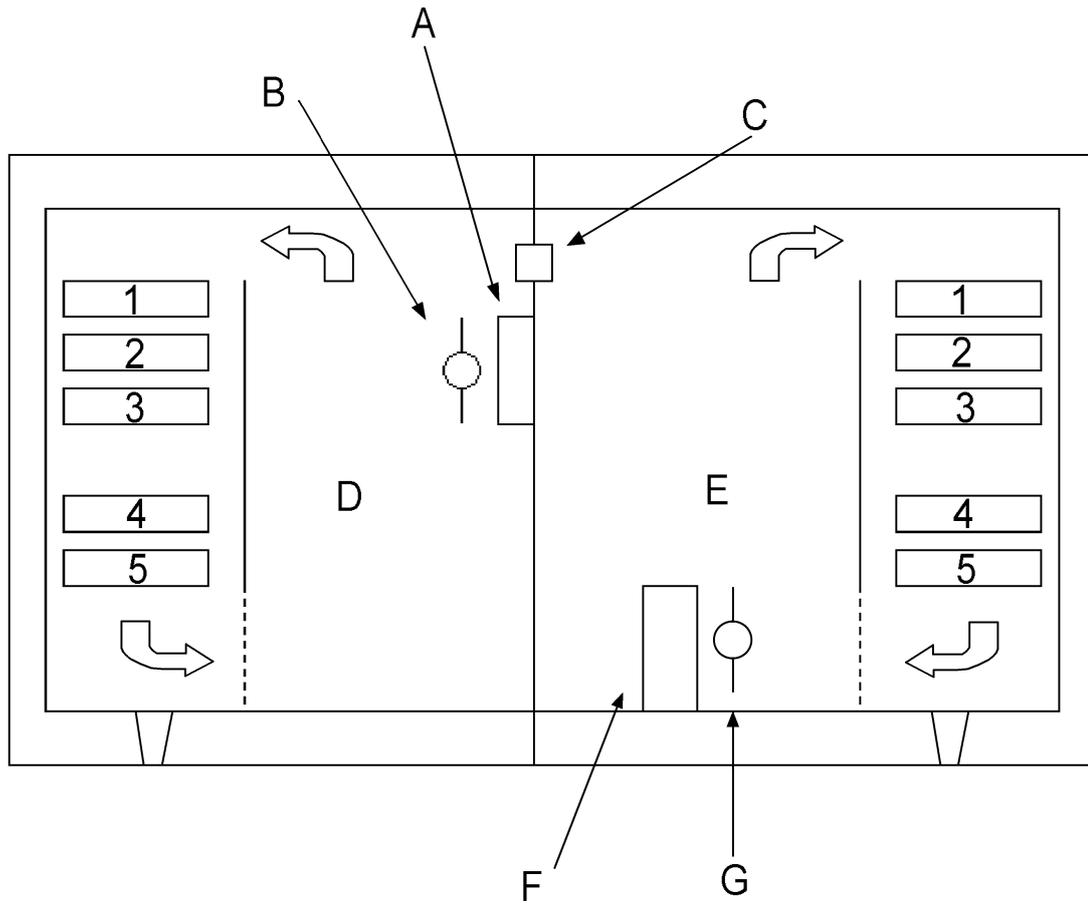
A.1.4 Die Rekonditionierungseinrichtung für beide Räume muss mit Ventilatoren ausreichender Leistung ausgerüstet sein, um Luftströme sicherzustellen, die mindestens dem zweifachen Luftaustritt aus dem im Kalorimeter geprüften Gerät entsprechen. Das Kalorimeter muss mit Einrichtungen zur Messung oder Ermittlung der festgelegten Feucht- und Trockentemperaturen in beiden Kalorimeterräumen ausgestattet sein.



Legende

- A Innenraumgerät (Wandmontage)
- B Luftentnahmerohre
- C Druckausgleichssystem
- D Innenraumseite
- E Außenraumseite
- F Außengerät
- G Luftentnahmerohre
- 1 Luftkühler
- 2 Lufterhitzer
- 3 Befeuchter
- 4 Ventilator
- 5 Mischereinrichtungen

Bild A.1 — Üblicher Kalorimeterraum, kalibriert



Legende

- A Innenraumgerät (Wandmontage)
- B Luftentnahmerohre
- C Druckausgleichsystem
- D Innenraumseite
- E Außenraumseite
- F Außengerät
- G Luftentnahmerohre
- 1 Luftkühler
- 2 Luftherhitzer
- 3 Befeuchter
- 4 Ventilator
- 5 Mischereinrichtungen

Bild A.2 — Üblicher Kalorimeterraum mit Umgebungsausgleich

A.1.5 In der Trennwand zwischen Innen- und Außenraum muss eine Druckausgleichseinrichtung vorhanden sein, um zwischen diesen beiden Räumen einen ausgeglichenen Druck aufrechtzuerhalten. Diese Einrichtung besteht aus einer oder mehreren Düsen, einer Druckkammer mit einem Absaugventilator und Manometern zur Messung der Drücke im Raum und im Luftstrom.

Da der Luftstrom von einem Raum in den anderen Raum in beide Richtungen erfolgen kann, müssen zwei in entgegengesetzte Richtungen eingebaute oder eine umschaltbare Einrichtung vorgesehen werden. Die Druckrohre des Manometers müssen so angeordnet sein, dass sie durch die aus dem Gerät abgeblasene Luft oder Abluft aus der Druckausgleichseinrichtung nicht beeinflusst werden. Der Ventilator oder das Gebläse, mit dem Luft aus der Druckkammer abgezogen wird, muss mit geeigneten Mitteln zur Veränderung des Luftstroms,

z. B. mit einem Verstellgetriebe oder einer Regelklappe, versehen sein. Die Abluft aus diesem Ventilator oder Gebläse darf keine Auswirkungen auf die in das Gerät eintretende Luft haben.

A.1.6 Es ist offensichtlich, dass sich sowohl im Innen- als auch im Außenraum die Temperaturgradienten und Luftströmungsbilder aus der Wechselwirkung zwischen Rekonditionierungseinrichtung und Prüfgerät ergeben. Die sich daraus ergebenden Bedingungen sind deshalb charakteristisch für und bedingt durch eine vorgegebene Kombination aus Raumgröße, Anordnung und Größe der Rekonditionierungseinrichtung sowie die Luftaustrittsmerkmale des zu prüfenden Gerätes.

Der Messpunkt für die festgelegten Prüftemperaturen, sowohl die Feucht- oder Taupunkt- als auch die Trockentemperaturen, muss den nachstehenden Bedingungen entsprechen:

- a) Die gemessenen Temperaturen müssen für die das einzelne Geräteteil umgebende Temperatur repräsentativ sein und die in einem tatsächlichen Anwendungsfall auftretenden Bedingungen sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenseite nachbilden, wie vorstehend angegeben;
- b) An der Messstelle darf die Temperatur der Luft nicht durch die aus einem beliebigen Teil des Gerätes austretende Luft beeinträchtigt werden. Deshalb müssen die Temperaturen unbedingt oberhalb jeder durch das Gerät erzeugten Luftumwälzung gemessen werden.

Luftentnahmerohre müssen auf der Eintrittsseite des Gerätes angeordnet sein.

A.1.7 Die Innenoberflächen der Kalorimeterräume müssen aus porenfreiem Werkstoff bestehen, und alle Fugen müssen gegen das Austreten von Luft und Feuchtigkeit abgedichtet sein. Die Zugangstür muss mit Dichtungen oder anderen geeigneten Mitteln sorgfältig gegen das Austreten von Luft und Feuchtigkeit abgedichtet sein.

A.2 Prüfung der Heizleistung bei instationärem Betriebszustand

Wird durch die Steuer- und Regelgeräte für den Abtauvorgang an der Wärmepumpe der Innenluftstrom unterbrochen, so muss der Luftstrom der Prüfeinrichtung zu dem Gerät sowohl auf der Innenseite als auch auf der Außenseite während dieses Abtauvorgangs unterbrochen werden. Soll der Betrieb der Rekonditionierungseinrichtung während des Abtauens nicht unterbrochen werden, so darf die behandelte Luft um das Gerät herumgeleitet werden, sofern sichergestellt ist, dass sie den Abtauvorgang nicht unterstützt. Für die Messung der gesamten elektrischen Leistungsaufnahme des zu prüfenden Gerätes muss ein Wattstundenzähler verwendet werden.

A.3 Kalibrierter Kalorimeterraum

A.3.1 Der kalibrierte Kalorimeterraum ist in Bild A.1 dargestellt. Jedes Kalorimeter, einschließlich der raumabschließenden Trennwand, muss mit einer Dämmung versehen werden, um einen Wärmeverlust (einschließlich Abstrahlung) von mehr als 5 % der Geräteleistung zu vermeiden. Unter dem Kalorimeterboden muss ein Hohlraum vorgesehen sein, in dem die Luft frei zirkulieren kann.

A.3.2 Der Wärmeverlust kann sowohl im Innen- als auch im Außenraum nach folgendem Verfahren ermittelt werden: Alle Öffnungen müssen verschlossen sein. Jeder Raum kann mit elektrischen Erhitzern auf eine Temperatur von mindestens 11 K über der Umgebungstemperatur erhitzt werden. Die Umgebungstemperatur muss an allen sechs Außenflächen des Raumes, einschließlich der Trennwand, auf ± 1 K konstant gehalten werden. Ist die Konstruktion der Trennwand identisch mit der der anderen Wände, so darf der Wärmeverlust durch diese Trennwand anteilig nach der Fläche ermittelt werden.

A.3.3 Für die Kalibrierung des Wärmeverlustes allein durch die raumabschließende Trennwand kann folgendes Verfahren angewendet werden: Eine Prüfung wird durchgeführt, wie vorstehend beschrieben. Danach wird die Temperatur der anschließenden Fläche auf der anderen Seite der Trennwand auf die gleiche Temperatur wie in dem beheizten Raum erhöht, wodurch ein Wärmeverlust durch die Trennwand ausgeschlossen ist, während zwischen dem beheizten Raum und der Umgebungsluft um die anderen fünf umschließenden Flächen die Temperaturdifferenz von 11 K bestehen bleibt.

Mit der Differenz der Wärmezufuhr zwischen der ersten und der zweiten Prüfung kann der Wärmeverlust allein durch die Trennwand ermittelt werden.

A.3.4 Eine alternative Möglichkeit zur Kalibrierung des mit Kühleinrichtungen ausgerüsteten außenseitigen Raumes besteht darin, den Raum (auf sechs Seiten) auf eine Temperatur von mindestens 11 K unter der Umgebungstemperatur abzukühlen und danach eine ähnliche Analyse durchzuführen.

A.3.5 Alternativ zu den Verfahren der gleichzeitigen Leistungsermittlung mit zwei Räumen kann die Funktionssicherheit des innenseitigen Kalorimeterraumes mindestens alle sechs Monate mit einer Norm-Kühlleistungs-Kalibriereinrichtung der Industrie verifiziert werden. Die Kalibriereinrichtung kann auch ein anderes Gerät sein, dessen Funktionssicherheit mit einer gleichzeitigen Innen- und Außenraum-Messung durch ein akkreditiertes nationales Prüflaboratorium als Teil eines in der Industrie anerkannten Verifizierungsprogramms der Kühlleistung nachgewiesen wurde.

A.4 Kalorimeterraum mit Umgebungsausgleich

A.4.1 Der Kalorimeterraum mit Umgebungsausgleich ist in Bild A.2 dargestellt und beruht auf dem Prinzip, die den betreffenden Raum umgebenden Trockentemperaturen auf jeweils dem gleichen Niveau zu halten wie die Trockentemperaturen innerhalb dieses Raumes. Wenn die Feuchttemperatur der Umgebung ebenfalls auf dem gleichen Niveau wie die Feuchttemperatur innerhalb des Raumes gehalten wird, sind die Festlegungen nach A.1.6 hinsichtlich Dichtigkeit gegen Dampf nicht erforderlich.

A.4.2 Boden, Decke und Wände der Kalorimeterräume müssen einen ausreichenden Abstand zu Boden, Decke und Wänden der geregelten Bereiche haben, in denen sich diese Räume befinden, so dass in den Zwischenräumen eine gleichmäßige Lufttemperatur herrscht. Für diesen Abstand werden mindestens 0,3 m empfohlen. In dem umgebenden Zwischenraum müssen Vorrichtungen zur Umwälzung der Luft vorhanden sein, um eine Schichtenbildung zu vermeiden.

A.4.3 Der Wärmeverlust durch die raumabschließende Trennwand muss in die Berechnung der Wärmebilanz mit einbezogen werden und kann entweder nach A.3.3 kalibriert oder errechnet werden.

A.4.4 Es wird empfohlen, Boden, Decke und Wände der Kalorimeterräume so zu isolieren, dass der Wärmeverlust (einschließlich Abstrahlung) begrenzt wird auf höchstens 10 % der Leistung der Prüfeinrichtung bei einer Temperaturdifferenz von 11 K bzw. 300 W für die gleiche Temperaturdifferenz (es gilt der jeweils größere Wert) bei Prüfung nach dem in A.3.2 festgelegten Verfahren.

A.5 Kalorimeter und zusätzliche Einrichtungen für die Prüfungen von wassergekühlten Verflüssigern

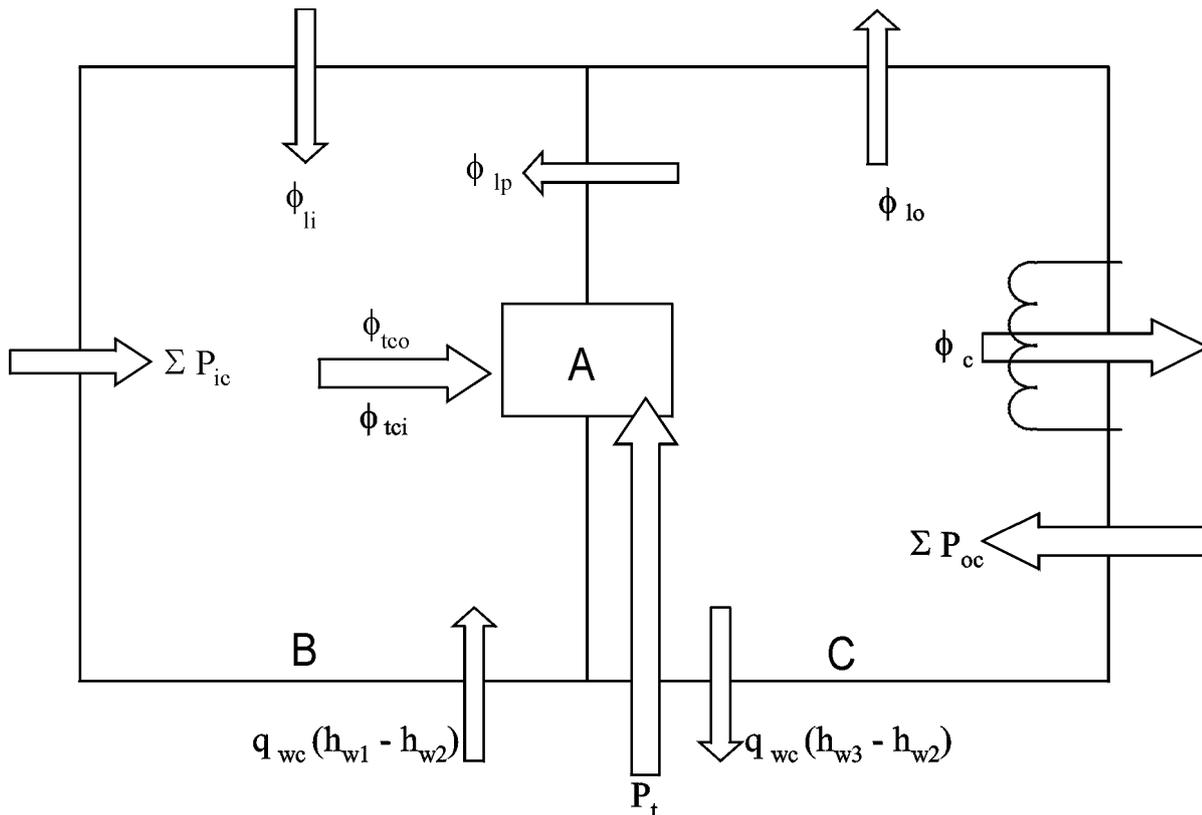
A.5.1 Für die Prüfung muss der innenseitige Raum entweder eines kalibrierten oder eines mit der Umgebung ausgeglichenen Kalorimeterraumes benutzt werden.

A.5.2 Durchfluss und Temperaturanstieg des Verflüssiger-Kühlwassers müssen durch Messungen ermittelt werden. Wasserleitungen zwischen Verflüssiger und Temperaturmessstellen müssen isoliert sein.

A.6 Kühlleistungen – Berechnungen

A.6.1 Allgemeines

Die für die Berechnung der gesamten Kühlleistung auf der Grundlage von Innen- und Außenraum-Messungen zugrunde gelegten Größen für den Energiefluss sind nachstehend in Bild A.3 dargestellt.



Legende

- A Zu prüfendes Gerät
- B Innenraum
- C Außenraum

Alle Symbole und die zugehörigen Einheiten sind in Anhang E festgelegt.

Bild A.3 — Energiefluss durch das Kalorimeter während der Prüfungen der Kühlleistung

A.6.2 Die gesamte Kühlleistung auf der Innenseite, gemessen entweder im kalibrierten oder in dem mit der Umgebung ausgeglichenen Kalorimeterraum (siehe Bilder A.1 und A.2) wird wie folgt errechnet:

$$\phi_{tci} = \sum R_{ic} + q_{wc}(h_{w1} - h_{w2}) + \phi_p + \phi_i \tag{A.1}$$

ANMERKUNG 1 Wird während der Prüfung kein Wasser zugeleitet, gilt h_{w1} als die Temperatur des Wassers im Befeuchtertank der Konditionierungseinrichtung.

Kann eine Messung der Temperatur des Wassers, das aus dem innenseitigen Raum in den außenseitigen Raum strömt, nicht durchgeführt werden, so darf als Kondensattemperatur der Wert angenommen werden, der der gemessenen oder geschätzten Feuchttemperatur der die Prüfeinrichtung verlassenden Luft entspricht.

Der in dem zu prüfenden Gerät verflüssigte Wasserdampf (q_{wc}) kann durch die Wassermenge ermittelt werden, die durch die Rekonditionierungseinrichtung in den innenseitigen Raum verdampft, um die geforderte Feuchte beizubehalten.

Die Wärmeableitung $\phi_{\lambda,p}$ in den innenseitigen Raum durch die Trennwand zwischen innen- und außenseitigem Raum kann durch die Kalibrierprüfung ermittelt werden oder bei Kalorimeterräumen mit Umgebungsausgleich auf Berechnungen basieren.

Die gesamte Kühlleistung auf der Außenseite, gemessen entweder im kalibrierten oder in dem mit der Umgebung ausgeglichenen Kalorimeterraum (siehe Bilder A.1 und A.2), wird wie folgt errechnet:

$$\phi_{tco} = \phi_c - \sum P_{oc} - P_t + q_{wc}(h_{w3} - h_{w2}) + \phi_p + \phi_o \quad (A.2)$$

ANMERKUNG 2 Die h_{w3} -Enthalpie wird bei der Temperatur festgestellt, bei der das Kondensat den außenseitigen Raum verlässt.

Die Wärmeableitung (ϕ_p) in den innenseitigen Raum durch die Trennwand zwischen innen- und außenseitigem Raum kann durch die Kalibrierprüfung ermittelt werden oder bei Kalorimeterräumen mit Umgebungsausgleich auf Berechnungen basieren.

ANMERKUNG 3 Diese Größe kann numerisch dem in Gleichung (A.1) verwendeten Wert entsprechen, und nur in diesem Fall ist die der Außenseite zugewandte Fläche der Trennwand gleich der der Innenseite zugewandten Fläche.

A.6.3 Die gesamte Kühlleistung des flüssigkeits(wasser-)gekühlten Gerätes, abgerechnet vom Wert der Verflüssigerseite, wird wie folgt errechnet:

$$\phi_{tco} = \phi_{co} - \sum P_E \quad (A.3)$$

A.6.4 Die latente Kühlleistung (Raumentfeuchtungsleistung) wird wie folgt errechnet:

$$\phi_d = K_1 q_{wc} \quad (A.4)$$

A.6.5 Die sensible Kühlleistung wird wie folgt errechnet:

$$\phi_s = \phi_{tci} - \phi_d \quad (A.5)$$

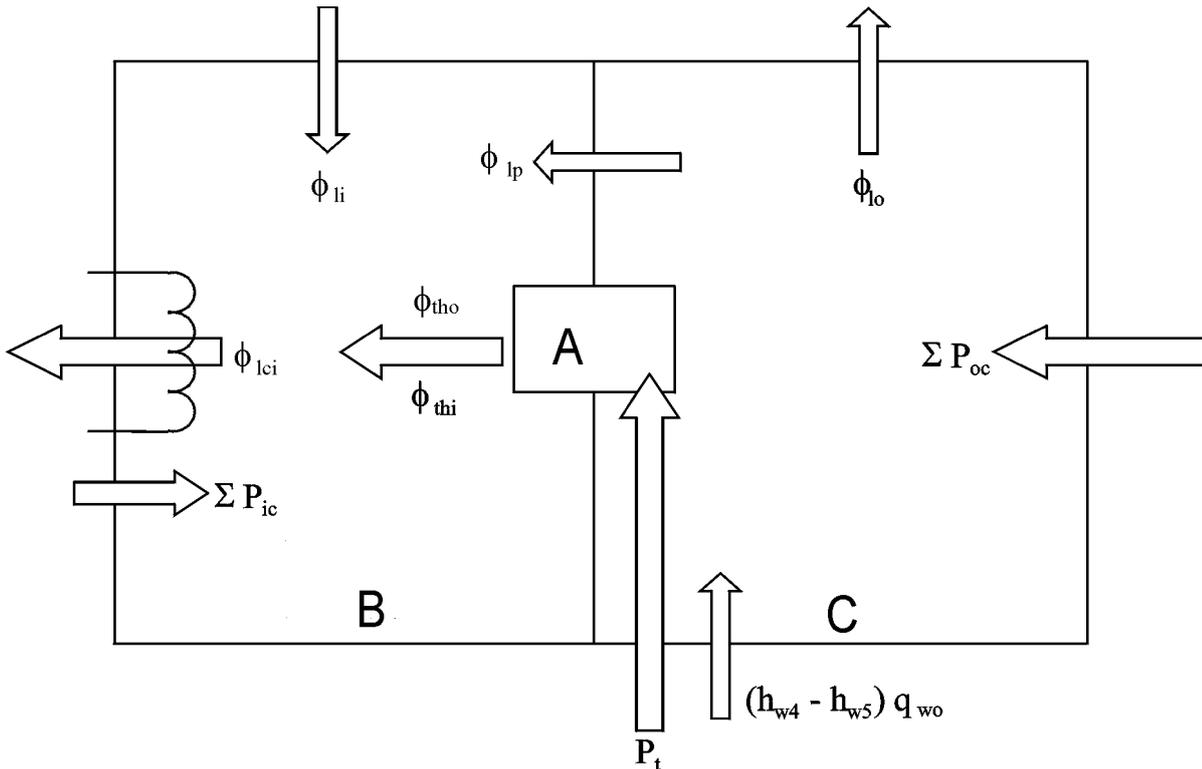
A.6.6 Der Faktor sensibler Wärme wird wie folgt errechnet:

$$SHR = \frac{\phi_s}{\phi_{tci}} \quad (A.6)$$

A.7 Heizleistungen – Berechnungen

A.7.1 Allgemeines

Die Energieflussmengen zur Berechnung der gesamten Heizleistung auf der Grundlage von Innen- und Außenraummessungen zugrunde gelegten Größen für den Energiefluss sind nachstehend in Bild A.4 dargestellt.



Legende

- A Zu prüfendes Gerät
- B Innenraum
- C Außenraum

Alle Symbole und die zugehörigen Einheiten sind in Anhang E festgelegt.

Bild A.4 — Energiefluss durch das Kalorimeter während der Prüfungen der Heizleistung

A.7.2 Die Ermittlung der Heizleistung durch Messung im innenseitigen Raum des Kalorimeters erfolgt durch nachstehende Berechnung:

$$\phi_{thi} = \phi_{lci} - \phi_p - \phi_i - \sum P_{ic} \tag{A.7}$$

A.7.3 Die Ermittlung der Heizleistung durch Messung der wärmeaufnehmenden Seite wird wie folgt für Geräte errechnet, bei denen der Verdampfer die Wärme aus einem Luftstrom entnimmt:

$$\phi_{tho} = \sum P_{oc} + P_t + q_{wo}(h_{w4} - h_{w5}) - \phi_p - \phi_o \tag{A.8}$$

A.7.4 Die gesamte Heizleistung des flüssigkeits-(wasser-)gekühlten Gerätes, abgerechnet vom Wert der Verdampferseite, wird wie folgt errechnet:

$$\phi_{tho} = \phi_{eo} + \sum P_E \tag{A.9}$$

Dabei ist

ϕ_{eo} die dem Verdampferblock des Gerätes zugeführte Wärme.

Anhang B (informativ)

Luft-Enthalpie-Verfahren (Innenseite)

B.1 Allgemeines

Mit dem Luft-Enthalpie-Verfahren werden Leistungen anhand von Messungen der Feuchtkugel- oder Taupunkt- und der Trockentemperaturen am Ein- und Austritt und des zugehörigen Luftvolumendurchflusses ermittelt.

B.2 Durchführung

B.2.1 Kompaktgeräte und Einzelgeräte in Split-Bauweise müssen am Austrittsquerschnitt des Gerätes im Innenraum mit einem Kanal für den Anschluss der Messeinrichtung des Luftvolumendurchflusses versehen sein.

Multi-Split-Systeme müssen an jedem Gerät im Innenraum mit kurzen Sammelsaugrohren versehen sein. Jedes Sammelsaugrohr muss in einen gemeinsamen Kanalabschnitt entleeren und dieser Kanalabschnitt wiederum in eine Luftmesseinrichtung. Jedes Sammelsaugrohr muss mit einem verstellbaren Reduziereinsatz versehen sein, der in der Ebene angeordnet ist, in der die Sammelsaugrohre in den gemeinsamen Kanalabschnitt einmünden; dieser Reduziereinsatz (Drossel) hat den Zweck, die statischen Drücke in den einzelnen Saugsammlern nach den Festlegungen des Herstellers einzustellen.

Die Länge des Kanalabschnitts bei Kompaktgeräten und Einzelgeräten in Split-Bauweise und die Länge der einzelnen Sammelsaugrohre bei Multi-Split-Systemen beträgt mindestens $2,5 \times \sqrt{(4 \times (A \times B) \div \pi)}$, dabei ist A = die Breite und B = die Höhe des Kanals bzw. Austritts. Ablesungen des statischen Drucks erfolgen in einem Abstand von $2 \times \sqrt{(A \times B)}$ von der Austrittsöffnung.

B.2.2 Luftstrommessungen müssen so vorgenommen werden, dass die in Tabelle 1 angegebene Anforderung an die Messunsicherheit erfüllt wird.

ANMERKUNG ISO 5221, EN ISO 5167-1 und ISO 5801 dürfen angewendet werden.

B.3 Kühlleistungen – Berechnungen

Die gesamten, sensiblen und latenten Kühlleistungen des Innenraumes, basierend auf den Innenraum-Prüfdaten, werden nach den folgenden Gleichungen errechnet:

$$\phi_{tci} = \frac{q_{vi} (h_{a1} - h_{a2})}{v'_n (1 + W_n)} 1\,000 \quad (\text{B.1})$$

$$\phi_s = \frac{q_{vi} (c_{pa1} t_{a1} - c_{pa2} t_{a2})}{v'_n (1 + W_n)} \quad (\text{B.2})$$

$$\phi_d = \frac{K_1 q_{vi} (W_{i1} - W_{i2})}{v'_n (1 + W_n)} 1\,000 \quad (\text{B.3})$$

$$\phi_d = \phi_{tci} - \phi_s \quad (\text{B.4})$$

$$\phi_d = K_1 q_{wc} \quad (\text{B.5})$$

ANMERKUNG Alle Symbole und die zugehörigen Einheiten sind in Anhang E festgelegt.

B.4 Heizleistungen – Berechnungen

B.4.1 Die gesamte Heizleistung, basierend auf den Innenraum-Prüfdaten, wird nach folgender Gleichung errechnet:

$$\phi_{\text{thi}} = \frac{q_{\text{vi}} (h_{\text{a2}} - h_{\text{a1}})}{v'_n (1 + W_n)} \quad (\text{B.6})$$

ANMERKUNG 1 Die Gleichungen B.1, B.2, B.3 und B.6 enthalten keinen Zuschlag für den Wärmeverlust im Kanalabschnitt.

ANMERKUNG 2 Alle Symbole und die zugehörigen Einheiten sind in Anhang E festgelegt.

Anhang C (informativ)

Prüfungen der Heizleistungen – Fließdiagramm und Beispiele für verschiedene Prüffolgen

C.1 Bild C.1 zeigt in einem Fließdiagramm den in 4.4.4 beschriebenen Prüfablauf.

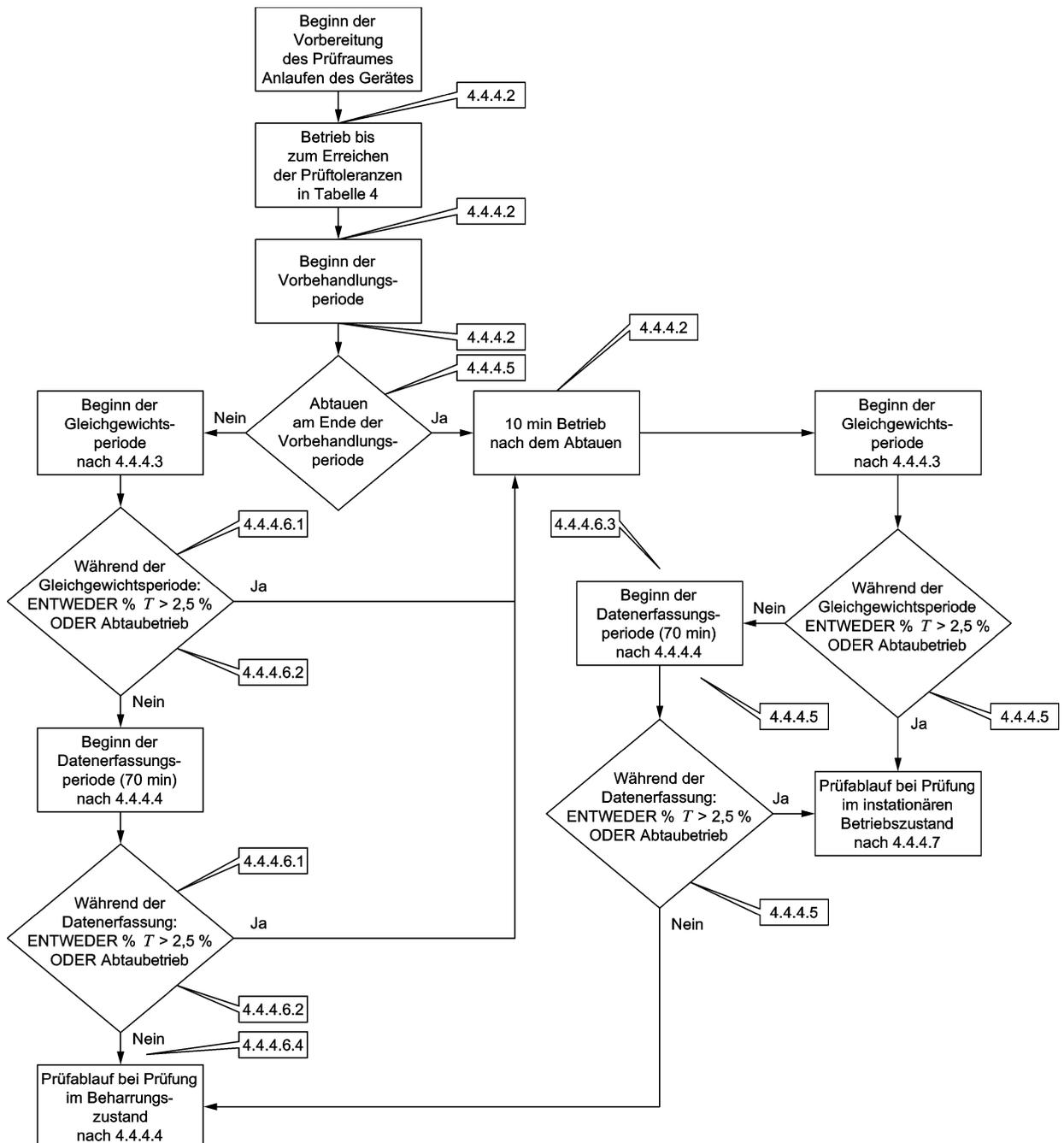


Bild C.1 — Fließdiagramm

C.2 Die nachfolgenden Bilder C.2 bis C.7 zeigen einige der Fälle, die während der Durchführung der Prüfung der Heizleistung nach 4.4.4 auftreten können. Alle Beispiele zeigen Fälle, in denen die Vorbehandlungsperiode durch einen Abtauzyklus beendet wird.

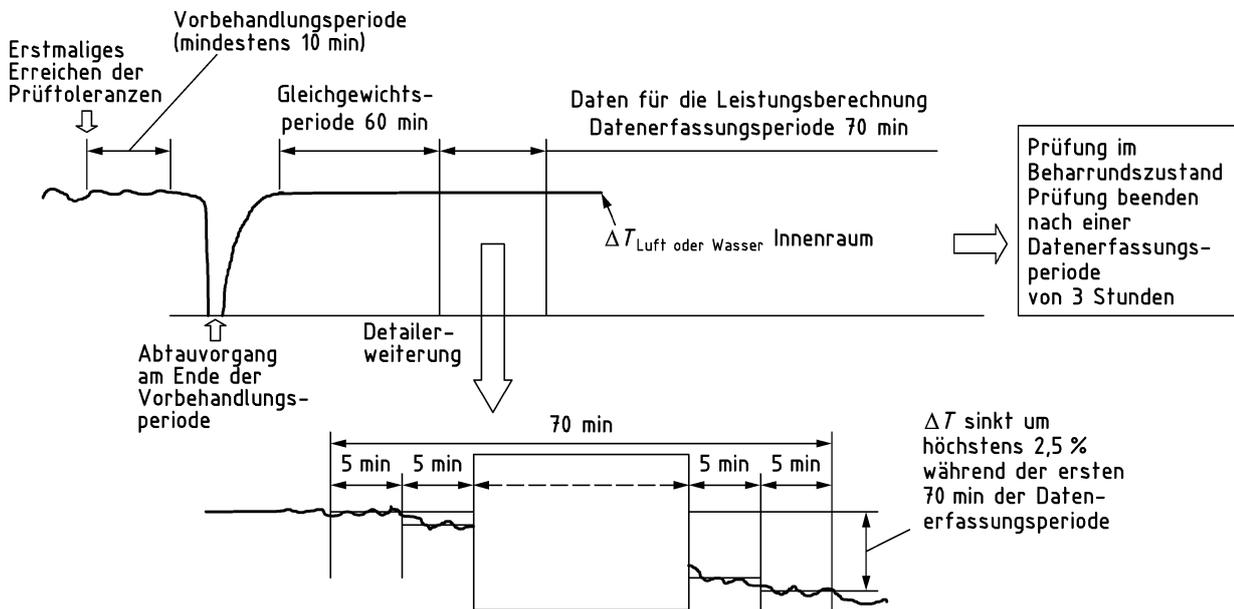


Bild C.2 — Prüfung der Heizleistung im Beharrungszustand

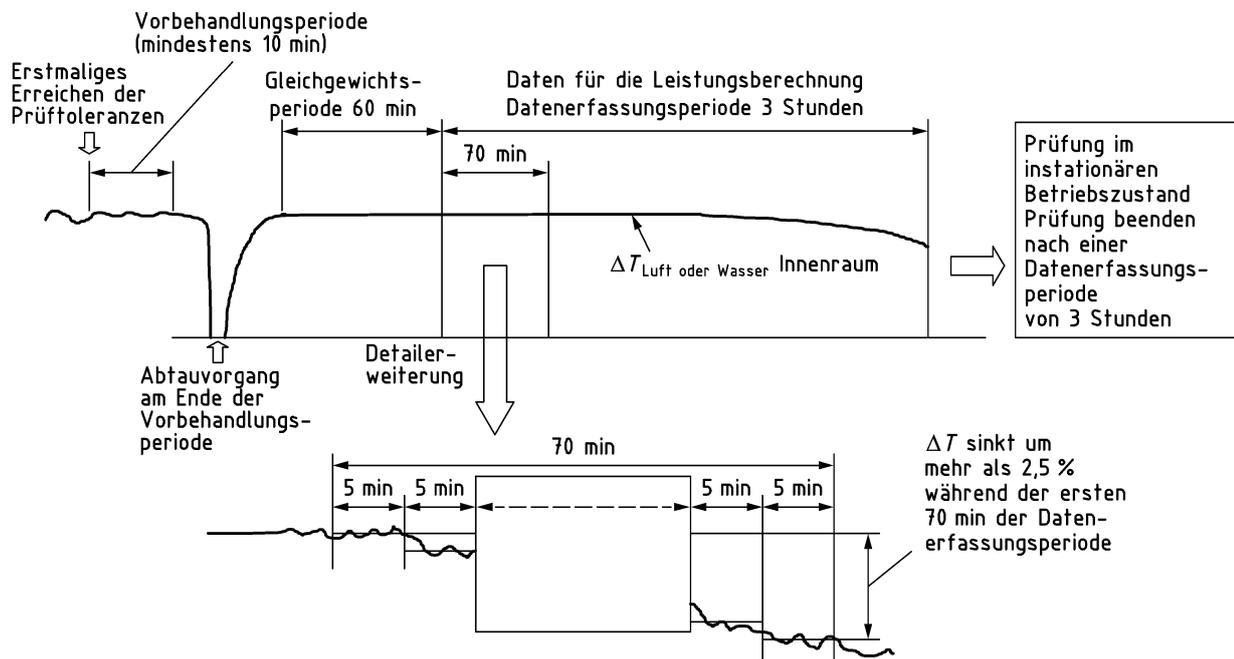


Bild C.3 — Prüfung der Heizleistung im instationären Betriebszustand ohne Abtauzyklus

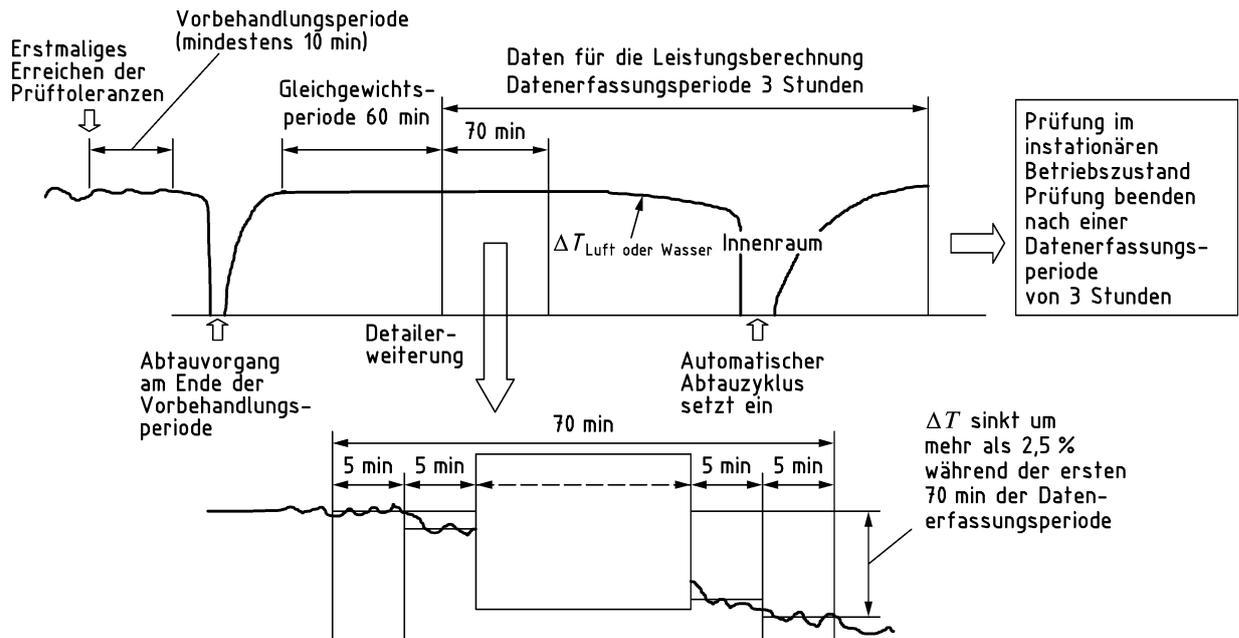


Bild C.4 — Prüfung der Heizleistung im instationären Betriebszustand mit einem Abtauzyklus während der Datenerfassungsperiode

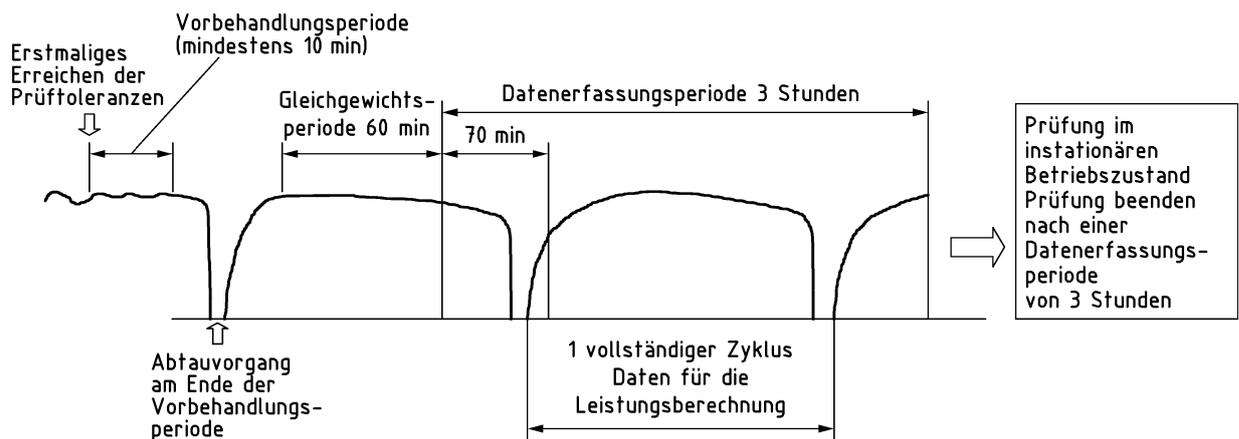


Bild C.5 — Prüfung der Heizleistung im instationären Betriebszustand mit einem vollständigen Zyklus während der Datenerfassungsperiode

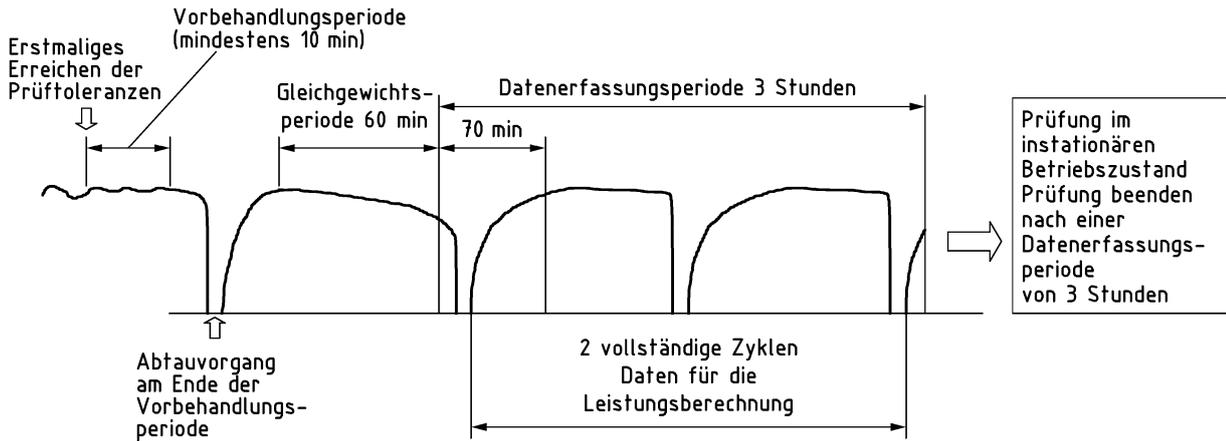


Bild C.6 — Prüfungen der Heizleistung im instationären Betriebszustand mit zwei vollständigen Zyklen während der Datenerfassungsperiode

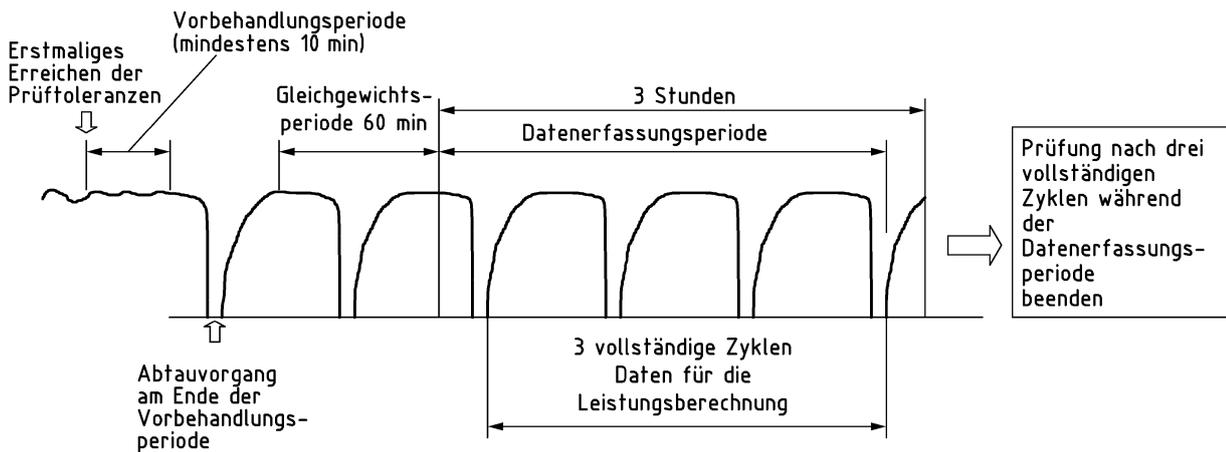


Bild C.7 — Prüfung der Heizleistung im instationären Betriebszustand mit drei vollständigen Zyklen während der Datenerfassungsperiode

Anhang D (informativ)

Konformitätskriterien

D.1 Flüssigkeitskühlsätze

Bei Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Geräten, bei denen eine Wärmebilanz der Kühl- und/oder Heizleistung errechnet werden kann, sollte diese Wärmebilanz 5 % nicht überschreiten.

Diese Wärmebilanz kann errechnet werden als Differenz zwischen der gemessenen direkten Kühl(Heiz-)leistung und der indirekten Kühl(Heiz-)leistung, bezogen auf die direkte Leistung.

Die indirekte Kühlleistung wird ermittelt als Wärmeabfuhrleistung minus Leistungsaufnahme des Verdichters.

Die indirekte Heizleistung ist die Summe aus Kühlleistung und Leistungsaufnahme des Verdichters.

Bei wassergekühlten Flüssigkeitskühlsätzen mit einem Wärmeaustauscher für die Wärmerückgewinnung sollte die Wärmebilanz bei Messung der direkten Kühlleistung und Berechnung der indirekten Kühlleistung 5 % nicht überschreiten.

Die indirekte Kühlleistung wird errechnet als Summe aus Wärmeabfuhrleistung und Wärmerückgewinnungsleistung minus Leistungsaufnahme des Verdichters.

D.2 Kalorimeterraum-Verfahren

Bei Anwendung des Kalorimeterraum-Verfahrens sollte die mit den Daten der Außenseite ermittelte Leistung auf 5 % mit dem anhand der Daten der Innenseite erhaltenen Wert übereinstimmen.

Bei Luftkonditionierern ohne Kanalanschluss mit wassergekühlten Verflüssigern wird anstelle der Messung im Außenraum der über das Kühlwasser abgeführte Wärmestrom gemessen.

D.3 Wärmerückgewinnung von Multi-Split-Systemen

Um gültige Ergebnisse zu erzielen, sollten die Summe der Kühlleistung der Innenraumgeräte (siehe A.6.2) und die Leistungsaufnahme des Verdichters und aller Ventilatoren um nicht mehr als 5 % von der Summe der Heizleistung der Innenraumgeräte (siehe A.7.2) und der vom Außengerät abgegebenen Wärme abweichen. Die Wärme aus dem Außengerät kann negativ sein, wenn das Gerät Wärme aufnimmt, oder positiv, wenn das Gerät Wärme abgibt.

Anhang E (informativ)

In den Anhängen verwendete Symbole

Symbol	Beschreibung	Einheit
c_{pa1}	Spezifische Wärme der in den Innenraum einströmenden Feuchtluft	J/kg · K
c_{pa2}	Spezifische Wärme der aus dem Innenraum strömenden Feuchtluft	J/kg · K
h_{a1}	Spezifische Enthalpie der in den innenseitigen Raum strömenden Nassluft	kJ/kg Trockenluft
h_{a2}	Spezifische Enthalpie der aus dem innenseitigen Raum strömenden Luft	kJ/kg Trockenluft
h_{w1}	Spezifische Enthalpie des in den innenseitigen Raum einströmenden Wassers oder Dampfes	kJ/kg
h_{w2}	Spezifische Enthalpie der aus dem innenseitigen Raum aus dem Verflüssiger austretenden Feuchte	kJ/kg
h_{w3}	Spezifische Enthalpie des durch den Luftbehandlungsblock im außenseitigen Raum abgeführten Kondensats	kJ/kg
h_{w4}	Spezifische Enthalpie des in den außenseitigen Raum strömenden Wassers	kJ/kg
h_{w5}	Spezifische Enthalpie des durch das Gerät erzeugten Kondenswassers oder Reifansatzes	kJ/kg
K_1	Latente Wärme aus der Verdampfung von Wasser (Konstante = 2 460)	kJ/kg
ϕ_c	Durch den Luftkühler im außenseitigen Raum abgeführte Wärme	W
ϕ_{co}	Durch den Verflüssiger des Gerätes abgeführte Wärme	W
ϕ_d	Latente Kühlleistung (Entfeuchten)	W
ϕ_{eo}	Dem Verdampferblock des Gerätes zugeführte Wärme	W
ϕ_{ci}	Aus dem innenseitigen Raum abgeführte Wärme	W
ϕ_i	Wärmeverlust durch alle Hüllflächen des Innenraumes in den Innenraum, ausgenommen die raumabschließende Trennwand zum Außenraum	W
ϕ_o	Wärmeverlust durch alle Hüllflächen des Außenraumes aus dem Außenraum, ausgenommen die raumabschließende Trennwand zum Innenraum	W
ϕ_p	Wärmeverlust durch die raumabschließende Trennwand aus dem Außenraum in den Innenraum	W
ϕ_s	Sensible Kühlleistung	W
ϕ_{tci}	Gesamte Kühlleistung, Daten der Innenseite	W
ϕ_{tco}	Gesamte Kühlleistung, Daten der Außenseite	W
ϕ_{thi}	Gesamte Heizleistung, Daten der Innenseite	W
ϕ_{tho}	Gesamte Heizleistung, Daten der Außenseite	W

Symbol	Beschreibung	Einheit
P_t	Gesamte Leistungsaufnahme des Gerätes	W
$\sum P_E$	Effektive Leistungsaufnahme des Gerätes	W
$\sum P_{ic}$	Summe aller Leistungsaufnahmen des innenseitigen Raumes	W
$\sum P_{oc}$	Summe aller Leistungsaufnahmen aller Geräte im außenseitigen Raum (z. B. Zwischenüberhitzer, Ventilatoren usw.)	W
q_{vi}	Luftvolumendurchfluss, Innenraum	m ³ /s
q_{wo}	Massendurchfluss des dem außenseitigen Kalorimeterraum zugeführten Wassers	g/s
SHR	Faktor sensibler Wärme	—
t_{a1}	Temperatur der in den innenseitigen Raum einströmenden Luft	°C
t_{a2}	Temperatur der aus dem innenseitigen Raum ausströmenden Luft	°C
v'_n	Spezifisches Volumen der Luft am Messgerät des Luftvolumendurchflusses	m ³ /kg des Luft-Wasserdampf-Gemischs
q_{wc}	Geschwindigkeit, mit der Wasserdampf durch das Gerät verflüssigt	g/s
W_{i1}	Spezifische Feuchte der in den innenseitigen Raum einströmenden Luft	kg/kg Trockenluft
W_{i2}	Spezifische Feuchte der aus dem innenseitigen Raum strömenden Luft	kg/kg Trockenluft
W_n	Spezifische Feuchte am Stutzeintritt	kg Wasserdampf/ kg Trockenluft

Anhang F (informativ)

Prüfung bei systemreduzierter Leistung

F.1 Allgemeines

Systemreduzierte Leistungen und die Leistungszahlen im Kühlbetrieb (*EER*) bzw. Heizbetrieb (*COP*) werden nach den Festlegungen in EN 14511-2:2011 und in diesem Teil mit einem System-Leistungsverhältnis bei Abtrennung der Innenraumgeräte von 0,5 ($\pm 5\%$) ermittelt, falls die Anordnung der Innenraumgeräte dies zulässt; anderenfalls sollte ein alternatives Verhältnis gewählt werden.

ANMERKUNG Weitere systemreduzierte Leistungen und Leistungszahlen (*EER*) oder (*COP*) können, falls erforderlich, bei anderen System-Leistungsverhältnissen als 0,5 ermittelt werden.

F.2 Auswahl der Geräte

Das modulare Multi-Split-System wird so zusammengestellt, dass mit einem Innenraumgerät oder einer Kombination von Innenraumgeräten die erforderliche systemreduzierte Leistung erreicht werden kann.

F.3 Temperaturbedingungen

Die Temperaturbedingungen entsprechen den in EN 14511-2:2011, Tabelle 19 für die Prüfung der Heizleistung und Tabelle 20 für die Prüfung der Kühlleistung, festgelegten Norm-Nennbedingungen.

F.4 Prüfergebnisse

Die Aufzeichnung und Darstellung der Prüfergebnisse erfolgt nach den Festlegungen in 4.5.

Anhang G (informativ)

Prüfungen der Einzelgeräte

G.1 Allgemeines

G.1.1 Verfahren

Mit den beschriebenen Verfahren kann die Leistung eines einzelnen Innenraumgerätes ermittelt werden, das entweder als Einzel-Gerät, von den anderen Innenraumgeräten abgetrennt, betrieben wird oder wenn alle Innenraumgeräte in Betrieb sind.

Alle Prüfungen werden nach den Anforderungen in EN 14511-2:2011 und in diesem Teil durchgeführt.

G.1.2 Kalorimeter-Verfahren

Werden die Messungen nach dem Kalorimeter-Verfahren durchgeführt, so ist für die Prüfung eines Einzel-Gerätes, während alle anderen Geräte in Betrieb genommen sind, eine Prüfeinrichtung erforderlich, die mindestens drei Kalorimeterräume umfasst. Wenn nur ein Gerät in Betrieb genommen ist, genügt ein Kalorimeter mit zwei Räumen. Jedes Kalorimeter sollte den in Anhang A festgelegten Anforderungen entsprechen.

Um ein gültiges Ergebnis zu erzielen, sollte die auf der Grundlage der zwei Innenräume errechnete gesamte Leistung um nicht mehr als 5 % von der nach dem Außengerät errechneten Leistung abweichen.

G.1.3 Luft-Enthalpie-Verfahren

Werden die Messungen nach dem Luft-Enthalpie-Verfahren durchgeführt, so sollte die Prüfung mit einem oder mehr Innenräumen und einer oder mehreren mit den Innenraumgeräten verbundenen Messeinrichtung(en) durchgeführt werden. Das Außengerät sollte sich in einem Prüfraum mit zumindest Umgebungstemperatur befinden.

Die Prüfeinrichtung sollte den Anforderungen in Anhang B entsprechen, wobei jedoch das zu prüfende Einzel-Gerät im Innenraum mit einem eigenen Sammelsaugrohr und einer eigenen Messeinrichtung für den Luftstrom versehen sein sollte.

G.2 Temperaturbedingungen

Die Temperaturbedingungen sind in EN 14511-2:2011, Tabellen 19 und 20, festgelegt.

G.3 Weitere Prüfbedingungen

Weitere Prüfbedingungen, z. B. Umgebungsbedingungen oder Aufstellung, entsprechen den Festlegungen in EN 14511-2:2011 und in dieser Europäischen Norm.

G.4 Prüfergebnisse

Die Aufzeichnung und Darstellung der Prüfergebnisse sollte nach den Festlegungen in 4.5 erfolgen.

G.5 Angabe der Ergebnisse

Die Ergebnisse sollten die Angabe enthalten, ob die nicht der Prüfung unterzogenen Geräte während der Prüfung abgetrennt oder in Betrieb waren.

Anhang H (normativ)

Bestimmung des Wirkungsgrades von Flüssigkeitspumpen

H.1 Allgemeines

Das Verfahren zur Berechnung des Wirkungsgrades der Flüssigkeitspumpe beruht unabhängig davon, ob die Pumpe fester Bestandteil des Gerätes ist oder nicht, auf dem Verhältnis zwischen dem Wirkungsgrad der Pumpe und ihrer hydraulischen Leistung.

Ist die Flüssigkeitspumpe Bestandteil des Gerätes und wird die statische Druckdifferenz gemessen, so ist die gesamte Leistungsaufnahme der Pumpe die Summe ihrer elektrischen Leistung und der nach Gleichung (H.2) berechneten zusätzlich erforderlichen Leistung.

H.2 Hydraulische Leistung der Flüssigkeitspumpe

H.2.1 Die Flüssigkeitspumpe ist fester Bestandteil des Gerätes

Für den Fall, dass die Flüssigkeitspumpe fester Bestandteil des Gerätes ist, ist die hydraulische Leistung der Pumpe wie folgt definiert:

$$P_{\text{hydrau}} = q \times \Delta p_e \text{ (W)} \quad (\text{H.1})$$

Dabei ist

q der Wasservolumendurchfluss, angegeben in m^3/s ;

Δp_e die gemessene erreichbare externe statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal.

H.2.2 Die Flüssigkeitspumpe ist kein fester Bestandteil des Gerätes

Für den Fall, dass die Flüssigkeitspumpe kein fester Bestandteil des Gerätes ist, ist die hydraulische Leistung der Pumpe wie folgt definiert:

$$P_{\text{hydrau}} = q \times (-\Delta p_i) \text{ (W)} \quad (\text{H.2})$$

Dabei ist

q der Wasservolumendurchfluss, angegeben in m^3/s ;

Δp_e die gemessene erreichbare interne statische Druckdifferenz, angegeben in Pascal.

H.3 Wirkungsgrad der Flüssigkeitspumpe

Der für die Erbringung der hydraulischen Leistung erforderliche Wirkungsgrad der Umwälzpumpe wird durch Anwendung folgender Gleichung ermittelt:

- a) Wenn die gemessene hydraulische Leistung der Flüssigkeitspumpe weniger als 500 W beträgt, wird der Wirkungsgrad der Pumpe nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\eta = 0,0721 P_{\text{hydrau}}^{0,3183} \quad (\text{H.3})$$

- b) Wenn die gemessene hydraulische Leistung der Flüssigkeitspumpe mehr als 500 W beträgt, wird der Wirkungsgrad der Pumpe nach folgender Gleichung ermittelt:

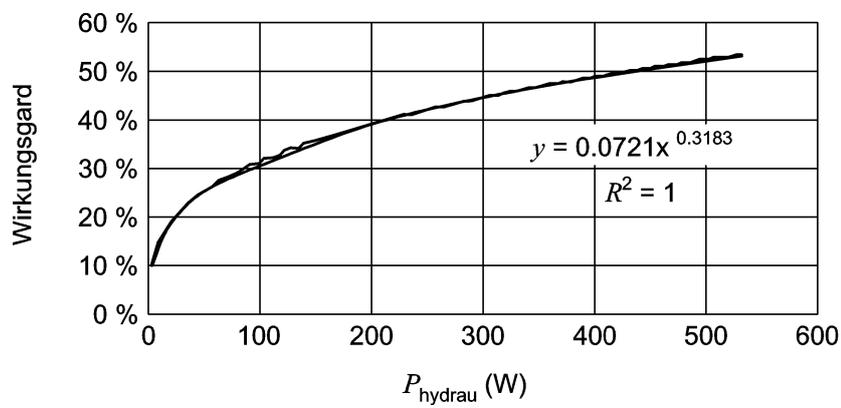
$$\eta = 0,092 \ln(P_{\text{hydrau}}) - 0,0403 \quad (\text{H.4})$$

Dabei ist

η der Wirkungsgrad der Flüssigkeitspumpe;

P_{hydrau} die gemessene hydraulische Leistung der Pumpe, angegeben in W.

Zur Information sind unten Diagramme angegeben, die das Verhältnis des Wirkungsgrades der Pumpe zu ihrer hydraulischen Leistung darstellen.

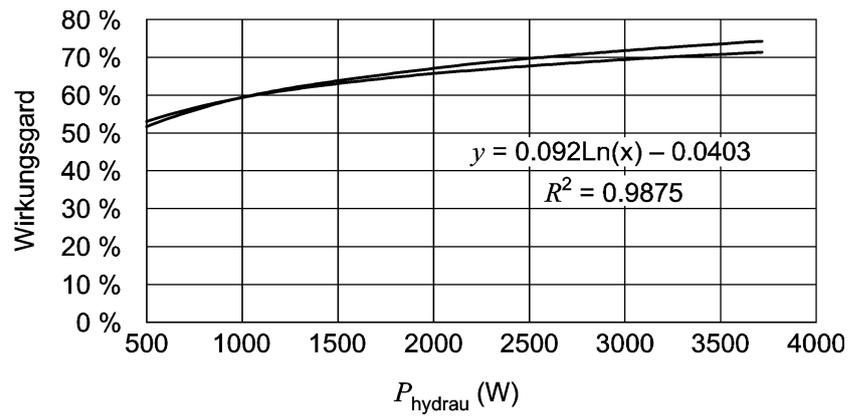


Legende

X – Wirkungsgrad

Y – P_{hydrau} (W)

Bild H.1a — Wirkungsgrad von Umwälzpumpen (Quelle: COSTIC)



Legende

X – Wirkungsgrad

Y – $P_{\text{hydrau}} \text{ (W)}$

**Bild H.1b — Wirkungsgrad von Umwälzpumpen
(Extrapolation der COSTIC-Kurve für Werte über 1 kW)**

Bild H.1 — Verhältnis des Wirkungsgrades der Pumpe zu ihrer hydraulischen Leistung

Literaturhinweise

- [1] prEN 14825, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung — Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der jahreszeitbedingten Leistungszahl*
- [2] EN ISO 5167-1, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Anforderungen (ISO 5167-1:2003)*
- [3] ISO 5221, *Air distribution and air diffusion — Rules to methods of measuring air flow rate in an air handling duct*
- [4] ISO 5801, *Industrial fans — Performance testing using standardized airways*