

DIN EN 16147

ICS 27.080

Entwurf

Einsprüche bis 2015-09-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16147:2011-04 und
DIN EN 16147
Berichtigung 1:2012-06

**Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern –
Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum
Erwärmen von Brauchwarmwasser;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16147:2015**

Heat pumps with electrically driven compressors –
Testing and requirements for marking of domestic hot water units;
German and English version prEN 16147:2015

Pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique –
Essais et exigences pour le marquage des appareils pour eau chaude sanitaire;
Version allemande et anglaise prEN 16147:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-07-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnkae@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 101 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16147:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AENOR (Spanien) gehalten wird.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16147 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16147:2011-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umstrukturierung der Norm in Abschnitt 5 „Anforderungen an die Installation“, Abschnitt 6 „Einstellungen und Prüfbedingungen“, Abschnitt 7 „Leistungsprüfungen“, Abschnitt 8 „Andere Prüfungen“ und Abschnitt 9 „Prüfergebnisse und Prüfbericht“;
- b) Aktualisierung von Tabelle 1 „Messunsicherheiten für angegebene Messwerte“ hinsichtlich der Einheiten;
- c) Aktualisierung der Leistungsprüfung hinsichtlich der Phasen (d. h. A bis F) und der Prüfreihefolge (siehe 7.2);
- d) Einführung von 7.11 „Berechnung des Smart-Control-Faktors SCF“ und 7.12 „Bestimmung des Umgebungstemperatur-Korrekturterms Q_{cor} “ auf Grundlage des Europäischen Norm-Entwurfs prEN 50440:2014;
- e) Einführung von 7.13.3 „Berechnung des jährlichen Stromverbrauchs“;
- f) Neuzuteilung und Änderung der bisherigen „Zapfprogramme“ in dem neuen Anhang „Lastprofile“ (siehe Tabellen A.1 bis A.3);
- g) Ergänzung der Anhänge ZA und ZB zum Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und (EU) Nr. 812/2013 der Kommission;
- h) Ergänzung der Anhänge ZC und ZD zum Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und (EU) Nr. 811/2013 der Kommission.

Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern — Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwarmwasser

Heat pumps with electrically driven compressors — Testing and requirements for marking of domestic hot water units

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

Seite

Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Anforderungen an die Installation	11
5.1 Prüfeinrichtung und Messunsicherheiten	11
5.2 Prüfraum für den Außenwärmetauscher von Luftwärmepumpen	12
5.3 Installation und Anschließen der Wärmepumpe	13
5.4 Installation von aus mehreren Teilen bestehenden Wärmepumpen	13
6 Einstellungen und Prüfbedingungen	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Einstellungen für Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle ohne Kanal	13
6.3 Einstellen der äußeren statischen Druckdifferenz bei Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle mit Kanal	14
6.4 Einstellen der Temperaturdifferenz bei Wärmepumpen mit einer Flüssigkeit als Wärmequelle	14
6.5 Prüfbedingungen	14
6.5.1 Allgemeine Prüfbedingungen	14
6.5.2 Zusätzliche Prüfbedingungen	14
7 Leistungsprüfungen	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Grundlagen	17
7.3 Produkte für Schwachlastzeiten	18
7.4 Korrekturen der Leistungsaufnahme	18
7.4.1 Leistungsaufnahme von Ventilatoren für Wärmepumpen mit Kanalanschluss	18
7.4.2 Leistungsaufnahme von Flüssigkeitspumpen	19
7.5 Stabilisierung [Phase A]	20
7.6 Befüllen und Speichern [Phase B]	20
7.7 Befüllung und Aufheizzeit [Phase C]	20
7.8 Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand [Phase D]	21
7.9 Wasserentnahmen und Berechnung der Leistungszahl COP [Phase E]	21
7.9.1 Bestimmung der nutzbaren Energie	21
7.9.2 Bestimmung des Energieverbrauchs	23
7.9.3 Leistungszahl (COP_{DHW})	24
7.10 Bezugs-Warmwassertemperatur und Volumen des Mischwassers bei 40 °C [Phase F]	24
7.11 Berechnung des Smart-Control-Faktors SCF	25
7.11.1 Allgemeines	25
7.11.2 Prüfverfahren für Smart-Control	25
7.12 Bestimmung des Umgebungstemperatur-Korrekturterms Q_{cor}	30
7.13 Energieeffizienz beim Erwärmen des Wassers η_{wh}	31
7.13.1 Bestimmung von Q_{elec}	31
7.13.2 Berechnung von η_{wh} für Wärmepumpen-Wassererwärmer und Kombi-Wärmepumpen- Heizgeräte	31
7.13.3 Berechnung des jährlichen Stromverbrauchs	31

8	Andere Prüfungen	32
8.1	Temperatur-Einsatzbereich	32
8.2	Außerhalb des Einsatzbereichs	33
8.3	Prüfung der Sicherheitseinrichtungen	33
8.3.1	Allgemeines	33
8.3.2	Abschalten der Wärmeträgerströme	33
8.3.3	Vollständiger Ausfall der Stromversorgung	33
8.4	Ablassen des Kondensats	34
9	Prüfergebnisse und Prüfbericht	34
9.1	Aufzuzeichnende Daten	34
9.2	Prüfbericht	37
9.2.1	Allgemeine Angaben	37
9.2.2	Wesentliche Ergebnisse	38
10	Kennzeichnung	38
11	Dokumentation	39
11.1	Technisches Datenblatt	39
11.1.1	Allgemeine Beschreibung	39
11.1.2	Leistungskenngrößen	39
11.2	Anleitungen	39
11.2.1	Allgemeines	39
11.2.2	Technische Beschreibung	40
11.2.3	Zusätzliche Heizgeräte als Bestandteil des Gerätes	40
11.2.4	Regel- und Sicherheitseinrichtungen	40
11.2.5	Installationsanleitung	40
11.2.6	Wartungsanleitungen	41
	Anhang A (normativ) Lastprofile	42
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission	46
	Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission	47
	Anhang ZC (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission	48
	Anhang ZD (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission	49
	Literaturhinweise	50

Bilder

Bild 1 — Phasen und Reihenfolge der Prüfungen	17
Bild 2 — Darstellung einer Prüfung für ein mögliches Lastprofil	22
Bild 3 — Prüfverfahren für Smart-Zyklus	26

Tabellen

Tabelle 1 — Messunsicherheiten für angegebene Messwerte	12
Tabelle 2 — Für die Prüfbedingungen zulässige Abweichungen bei laufender Wärmepumpe	15
Tabelle 3 — Für alle Systeme gültige Prüfbedingungen	15
Tabelle 4 — Prüfbedingungen für spezielle Systemarten	16

Tabelle 5 — Maximal verfügbare Abluft in Abhängigkeit von dem angegebenen Lastprofil.....	16
Tabelle 6 — Beispiel einer Lastprofil-Reihe	27
Tabelle 7 — k -Werte	30
Tabelle 8 — Betriebsbedingungen	32
Tabelle 9 — Bestimmung der Feuchtlufttemperatur bezogen auf die Trockenlufttemperatur	32
Tabelle 10 — Aufzuzeichnende Daten	34
Tabelle 11 — Zusätzliche aufzuzeichnende Daten für Prüfungen im Smart-Zyklus	36
Tabelle 12 — Darstellung der wesentlichen Ergebnisse	38
Tabelle A.1 — Lastprofile 3XS bis S	42
Tabelle A.2 — Lastprofile M bis XL	44
Tabelle A.3 — Lastprofile XXL bis 4XL	45
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission	46
Tabelle ZB.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission	47
Tabelle ZC.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission	48
Tabelle ZD.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission	49

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16147:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 113 „Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AENOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

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.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, ZB, ZC oder ZD, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument wird EN 16147:2011 ersetzen.

Folgende wichtige technische Änderungen wurden gegenüber der Vorgängerversion vorgenommen:

- a) Umstrukturierung der Norm in Abschnitt 5 „Anforderungen an die Installation“, Abschnitt 6 „Einstellungen und Prüfbedingungen“, Abschnitt 7 „Leistungsprüfungen“, Abschnitt 8 „Andere Prüfungen“ und Abschnitt 9 „Prüfergebnisse und Prüfbericht“;
- b) Aktualisierung von Tabelle 1 „Messunsicherheiten für angegebene Messwerte“ hinsichtlich der Einheiten;
- c) Aktualisierung der Leistungsprüfung hinsichtlich der Phasen (d. h. A bis F) und der Prüfreihefolge (siehe 7.2);
- d) Einführung von 7.11 „Berechnung des Smart-Control-Faktors SCF“ und 7.12 „Bestimmung des Umgebungstemperatur-Korrekturterms Q_{cor} “ auf Grundlage des Europäischen Norm-Entwurfs prEN 50440:2014;
- e) Einführung von 7.13.3 „Berechnung des jährlichen Stromverbrauchs“;
- f) Neuzuteilung und Änderung der bisherigen „Zapfprogramme“ in dem neuen Anhang „Lastprofile“ (siehe Tabellen A.1 bis A.3);
- g) Ergänzung der Anhänge ZA und ZB zum Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und (EU) Nr. 812/2013 der Kommission;
- h) Ergänzung der Anhänge ZC und ZD zum Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und (EU) Nr. 811/2013 der Kommission.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Verfahren zur Prüfung, Bewertung der Leistung und Berechnung der Energieeffizienz beim Erwärmen des Wassers für Wärmepumpen-Wassererwärmer und Kombi-Wärmepumpen-Heizgeräte mit elektrisch angetriebenen Verdichtern, die mit einem Speicher für Brauchwarmwasser verbunden sind oder einen solchen enthalten, bei Luft/Wasser, Sole/Wasser, Wasser/Wasser und Direkt-austausch/Wasser für die sanitäre Warmwasserbereitung fest.

ANMERKUNG 1 Prüfverfahren für die gleichzeitige sanitäre Warmwasserbereitung und Raumheizung werden in dieser Norm nicht behandelt. Gleichzeitig bedeutet, dass die sanitäre Warmwasserbereitung und die Wärmeerzeugung für die Raumheizung zur gleichen Zeit erfolgen und in Wechselwirkung treten dürfen.

Diese Europäische Norm umfasst nur das Prüfverfahren für die sanitäre Warmwasserbereitung des Wärmepumpensystems.

ANMERKUNG 2 Für Kombi-Wärmepumpen-Heizgeräte wird die saisonale Arbeitszahl der Raumheizung nach EN 14825 bestimmt.

Diese Europäische Norm gilt nur für Wassererwärmer, die als Verbundanlage aus Wärmepumpe und Warmwasserspeicher geliefert werden. Bei Wassererwärmern, die aus mehreren Teilen mit Kältemittelanschlüssen bestehen, gilt diese Europäische Norm nur für die Geräte, die als vollständige Einheit konstruiert und geliefert werden.

Diese Europäische Norm legt keine Anforderungen an die Qualität des gebrauchten Wassers fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und –kühlung — Teil 1: Begriffe und Klassifizierung*

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

EN 14511-3, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und –kühlung — Teil 3: Prüfverfahren*

EN 60204-1, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1)*

EN 60335-2-40, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft—Entfeuchter (IEC 60335-2-40)*

EN 61000-3-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 3-11: Grenzwerte; Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen; Geräte und Einrichtungen mit einem Bemessungsstrom ≤ 75 A, die einer Sonderanschlussbedingung unterliegen (IEC 61000-3-11)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14511-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Wärmepumpen-Wassererwärmer

Wassererwärmer, der sich zur Wärmeerzeugung der Umgebungswärme einer Luft-, Wasser- oder Erdwärmequelle und/oder Abwärme bedient

3.2

Kombi-Wärmepumpen-Heizgerät

Wärmepumpen-Raumbeheizung, die so konstruiert ist, dass sie auch Wärme für die Erzeugung von warmem Trink- oder Brauchwasser mit bestimmten Temperaturen, in bestimmten Mengen und mit bestimmten Volumenströmen innerhalb bestimmter Intervalle bereitstellt und die mit einer externen Trink- oder Brauchwasserversorgung verbunden ist

3.3

Brauchwarmwasser

für den Haushalt oder ähnliche Verwendungszwecke erwärmtes Wasser

3.4

Speichervolumen

V_m

ermitteltes Volumen des Wasserspeichers

3.5

nicht erwärmte Raumluf

Wärmequelle für eine Wärmepumpe, die der Luft in einem unbeheizten Bereich eines Gebäudes durch direkten Kontakt über einen Luftwärmetauscher Wärme entzieht

3.6

Umgebungsluft

in dieser Norm ist die Umgebungsluft die Wärmequelle für eine Wärmepumpe, die Wärme über einen Luftwärmetauscher aufnimmt, der mit der Luft innerhalb eines beheizten Bereiches des Gebäudes direkt verbunden ist

3.7

Leistungszahl für Brauchwarmwasser

COP_{DHW}

Leistungszahl, die anhand von Bezugslastprofilen bestimmt wird und die Wärmeverluste des Speichers mit einschließt

3.8

Bezugs-Warmwassertemperatur

θ'_{WH}

Menge des Wassers mit 40 °C, die den gleichen Wärmeinhalt (Enthalpie) wie das Warmwasser aufweist, das am Ausgang des Wärmeerzeugers mit über 40 °C bereitgestellt wird

3.9

Mischwasser bei 40 °C

V_{40}

Menge des Wassers mit 40 °C, die den gleichen Wärmeinhalt (Enthalpie) wie das Warmwasser aufweist, das am Ausgang des Wärmeerzeugers mit über 40 °C bereitgestellt wird

3.10

Produkt für Schwachlastzeiten

Wassererwärmer, der über eine maximale Dauer von 8 aufeinanderfolgenden Stunden zwischen 22:00 und 07:00 Uhr des 24-Stunden-Zapfprogramms eingeschaltet bleibt

3.11

Energieeffizienz beim Erwärmen des Wassers

η_{wh}

Verhältnis zwischen der durch einen Wassererwärmer bereitgestellten nutzbaren Energie (des Brauchwarmwassers) und der für ihre Erzeugung erforderlichen Energie

3.12

Lastprofil

vorgegebene Reihenfolge der Wasserentnahmen

3.13

Wasserentnahme

vorgegebene Kombination aus dem Volumenstrom des nutzbaren Wassers, der nutzbaren Wassertemperatur, dem nutzbaren Energieinhalt und der Spitztemperatur

3.14

Volumenstrom des nutzbaren Wassers

f

mindester Volumenstrom, für den das Warmwasser zur Referenzenergie beiträgt

3.15

nutzbare Wassertemperatur

T_m

Wassertemperatur, bei der Warmwasser beginnt, zur Referenzenergie beizutragen

3.16

nutzbarer Energieinhalt

Q_{tap}

Energieinhalt des Warmwassers, das mit der gleichen oder einer höheren Temperatur wie/als die nutzbare Wassertemperatur und mit dem gleichen oder höheren Volumenstrom wie der des nutzbaren Wassers bereitgestellt wird

3.17

Spitztemperatur

T_p

während einer Wasserentnahme mindestens zu erreichende Wassertemperatur, die als Mittelwert über der Wasserentnahme berechnet wird

3.18

Referenzenergie des Lastprofils

Q_{ref}

Summe des nutzbaren Energieinhalts der Wasserentnahmen in einem bestimmten Lastprofil

3.19

täglicher Stromverbrauch

Q_{elec}

Stromverbrauch für das Erwärmen von Wasser über 24 aufeinanderfolgende Stunden unter einem bestimmten Lastprofil

3.20

Smart Control

Vorrichtung, die den Prozess der Wassererwärmung den individuellen Gebrauchsbedingungen mit dem Ziel automatisch anpasst, den Energieverbrauch zu reduzieren

3.21

Smart-Control-Faktor

SCF

Energieeffizienzsteigerung bei der Wassererwärmung durch Smart Control

3.22

primäre Verlustleistung im Bereitschaftszustand

P_{stby}

primäre Leistungsaufnahme eines Wärmepumpen-Wassererwärmers im Betriebszustand ohne Wärmebedarf

3.23

Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand

P_{es}

gesamte Leistungsaufnahme des Geräts während der Prüfung im Bereitschaftszustand, einschließlich der Leistungsaufnahme des Geräts zum Ausgleich der Wärmeverluste des Speichers und der Leistungsaufnahme aller Zusatzeinrichtungen

3.24

Umgebungstemperatur-Korrekturterm

Q_{cor}

Term, der die Tatsache berücksichtigt, dass die Stelle, an der der Wassererwärmer installiert wird, keine isotherme Stelle ist

3.25

Umwandlungskoeffizient

CC

Koeffizient, der die Effizienz der Energiegewinnung wiedergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Entsprechend der Richtlinie 2012/27/EU beträgt der CC -Wert 2,5.

4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Beschreibung	Einheit
AEC	Jährlicher Stromverbrauch	kWh/a
CC	Umwandlungs-Koeffizient, gleich 2,5	—
SCF	Smart-Control-Faktor	—
COP_{DHW}	Leistungszahl für ein vorgegebenes Bezugs-Lastprofil	—
c_p	Spezifische Wärmekapazität von Wasser	kJ/(kgK)
Δp_e	Gemessene äußere statische Druckdifferenz	Pa
Δp_i	Gemessene innere statische Druckdifferenz	Pa
f	Mindester Volumenstrom, für den das Warmwasser zur Referenzenergie beiträgt	l/min
f_{max}	Maximaler Volumenstrom des betrachteten Lastprofils	l/min
$f_{\text{max}}(t)$	Volumenstrom des Warmwassers während der Entnahme	l/min
$f(t)$	Volumenstrom des nutzbaren Wassers	l/min
i	Index für die Entnahme	—
k	Koeffizient, dessen Wert in Tabelle 7 angegeben ist	—
m_{act}	Differenz der zwei Massen (gefüllt/leer) des Wassererwärmers	kg
η	Effizienz des Ventilators nach EN 14511-3	—
η_{wh}	Energieeffizienz beim Erwärmen des Wassers	%

Symbol	Beschreibung	Einheit
n_{tap}	Anzahl der Entnahmen während des Lastprofils	—
P_{es}	Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand	kW
P_{s}	Gemessener mittlerer Stromverbrauch bei Produkten für Schwachlastzeiten	kW
P_{stby}	Primäre Verlustleistung im Bereitschaftszustand	kW
Q_{cor}	Umgebungstemperatur-Korrekturterm	kWh
Q_{elec}	Täglicher Stromverbrauch	kWh
$Q_{\text{EL-LP}}$	Während des gesamten Lastprofils von einem elektrischen Widerstandsheiz- erzeugte berechnete Wärme-Energie	kWh
$Q_{\text{EL-tap}}$	Von einem elektrischen Widerstandsheiz- erzeugte berechnete Wärme-Energie zum Erreichen der erforderlichen Entnahmetemperatur	kWh
$Q_{\text{HP-tap}}$	Nutzbare Energie während einer einzelnen Entnahme	kWh
Q_{LP}	Nutzbarer Gesamtenergieinhalt während des gesamten Lastprofils	kWh
$Q_{\text{elec}}^{\text{smart}}$	Gesamtverbrauch an nutzbarer Energie während der Smart-Phase des Smart-Zyklus	kWh
$Q_{\text{LP}}^{\text{smart}}$	Nutzbarer Gesamtenergieinhalt während der Smart-Phase des Smart-Zyklus	kWh
$Q_{\text{elec}}^{\text{ref}}$	Gesamtstromverbrauch während der Bezugsphase des Smart-Zyklus	kWh
$Q_{\text{LP}}^{\text{ref}}$	Nutzbarer Gesamtenergieinhalt während der Bezugsphase des Smart-Zyklus	kWh
$Q_{\text{elec}}^{\text{WHL,C}}$	Gesamtstromverbrauch des WHL-Regelungszustands (Last des Wasser- erwärmers, en: water heater load)	kWh
Q_{ref}	Referenzenergie des betrachteten Lastprofils	kWh
Q_{tap}	Energieinhalt des Warmwassers, das mit der gleichen oder einer höheren Temperatur wie/als die nutzbare Wassertemperatur und mit dem gleichen oder höheren Volumenstrom wie der des nutzbaren Wassers bereitgestellt wird	kWh
$\rho(T)$	Dichte des Wassers bei Temperatur T	kg/m ³
t_{d}	Dauer der Prüfphase	s
t_{es}	Dauer des letzten Ein-/Aus-Zyklus der Wärmepumpe	s
t_{h}	Aufheizzeit	s
t_{40}	Zeit von Beginn der Entnahme bis θ_{WH} weniger als 40 °C beträgt	s
t_{tap}	Dauer einer Entnahme einer nutzbaren Wassermenge	s
t_{TTC}	Lastprofildauer	h
T_{DB}	Trockenlufttemperatur	°C
T_{m}	Wassertemperatur, bei der Warmwasser beginnt, zur Referenzenergie beizutragen	°C
T_{p}	Während der Wasserentnahme zu erreichende Mindestwassertemperatur	°C
T_{WB}	Feuchtlufttemperatur	°C

Symbol	Beschreibung	Einheit
θ_{WC}	Temperatur des einströmenden Kaltwassers	°C
$\theta_{WC}(t)$	Temperatur des einströmenden Kaltwassers während einer Entnahme	°C
θ_{WH}	Temperatur des ausströmenden Warmwassers	°C
$\theta_{WH}(t)$	Temperatur des Warmwassers während einer Entnahme	°C
θ_{WH}	Bezugs-Warmwassertemperatur	°C
V_{air}	Nennvolumenstrom der Luft	m³/s
V_{Fluid}	Gemessener Flüssigkeitsvolumenstrom	m³/s
V_m	Nenninhalt eines Warmwasserspeichers	l
V_{40}	Maximales Volumen von gemischtem Wasser bei 40 °C	l
W_{eh-HP}	Gesamtstromverbrauch während der Prüfdauer t_h	kWh
W_{eh-M}	Gemessener Stromverbrauch während der Prüfdauer t_h	kWh
$W_{EL-Corr}$	Korrektur aufgrund des Stromverbrauchs des Ventilators/der Flüssigkeitspumpe	kWh
W_{EL-LP}	Gesamter Stromverbrauch während des gesamten Lastprofils	kWh
$W_{EL-M-LP}$	Gemessene Gesamtleistungsaufnahme	kWh
W_{EL-OFF}	Berechneter Energieverbrauch bei Produkten für Schwachlastzeiten	kWh
W_{es-HP}	Gesamtenergieaufnahme während des letzten Ein-/Aus-Zyklus	kWh
W_{es-M}	Gemessener Energieverbrauch während des letzten Ein-/Aus-Zyklus	kWh

5 Anforderungen an die Installation

5.1 Prüfeinrichtung und Messunsicherheiten

Die Prüfeinrichtung muss so konstruiert sein, dass alle in dieser Europäischen Norm festgelegten Anforderungen an die Anpassung von Sollwerten, an Stabilitätskriterien und Messunsicherheiten erfüllt werden können.

Wassersysteme oder andere Flüssigkeits-Wärmeträger-Systeme müssen ausreichend frei von mitgeführtem Gas sein, um sicherzustellen, dass die Messergebnisse nicht wesentlich beeinflusst werden.

Die Eintritts- und die Austrittstemperaturen des Brauchwassers werden in der Mitte des Stroms und so nahe wie möglich am Gerät gemessen. Die Ansprechzeit des Temperatursensors und das Messintervall müssen so gewählt werden, dass die in Tabelle 1 aufgeführten Messunsicherheiten eingehalten werden.

Systeme mit Luftkanälen müssen ausreichend luftdicht sein, um zu gewährleisten, dass die Messergebnisse durch den Luftaustausch mit der Umgebung nicht wesentlich beeinflusst werden.

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

Tabelle 1 — Messunsicherheiten für angegebene Messwerte

Messgröße	Einheit	Unsicherheit
Brauchwarmwasser		
Temperatur	°C	$\pm 0,2 \text{ K}$
Temperaturdifferenz	K	$\pm 0,2 \text{ K}$
Volumen	L	$\pm 2 \%$
Volumenstrom	l/min	$\pm 2 \%$
Wärme-Energie	kWh	$\pm 5 \%$
Flüssigkeit (Wärmequelle)		
Eintritts-/Austrittstemperatur	°C	$\pm 0,15 \text{ K}$
Volumenstrom	m ³ /s	$\pm 1 \%$
Statische Druckdifferenz	Pa	$\pm 1 \text{ kPa } (\Delta P \leq 20 \text{ kPa})$ $\pm 5 \% (\Delta P \geq 20 \text{ kPa})$
Solekonzentration	%	$\pm 2 \%$
Luft (Wärmequelle)		
Trockenlufttemperatur	°C	$\pm 0,2 \text{ K}$
Feuchtlufttemperatur	°C	$\pm 0,4 \text{ K}$
Volumenstrom	m ³ /h	$\pm 5 \%$
Statische Druckdifferenz	Pa	$\pm 5 \text{ Pa } (\Delta P \leq 100 \text{ Pa})$ $\pm 5 \% (\Delta P \geq 100 \text{ Pa})$
Elektrische Kenngrößen		
Elektrische Leistung	W	$\pm 1 \%$
Elektrische Energie	kWh	$\pm 1 \%$
Spannung	V	$\pm 0,5 \%$
Stromstärke	A	$\pm 0,5 \%$
Umgebung		
Lufttemperatur im Innenbereich	°C	$\pm 0,5 \text{ K}$

5.2 Prüfraum für den Außenwärmetauscher von Luftwärmepumpen

Die Größe des Prüfraums muss so gewählt werden, dass eine Behinderung des Luftstroms an den Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen des Prüfobjekts vermieden wird. Da der Luftstrom durch den Raum keinen Kurzschluss zwischen den beiden Öffnungen verursachen darf, darf die Geschwindigkeit des Luftstroms an diesen beiden Stellen 1,5 m/s nicht überschreiten, wenn das Prüfobjekt ausgeschaltet ist.

Sofern vom Hersteller nicht anders angegeben, dürfen die Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen nicht weniger als 1 m von den Oberflächen des Prüfraums entfernt sein; dasselbe gilt für alle Messkanäle.

Jede direkte Wärmestrahlung (z. B. Sonnenstrahlung) auf die Heizgeräte im Prüfraum, auf die Wärmepumpe oder die Temperaturmesspunkte muss vermieden werden.

5.3 Installation und Anschließen der Wärmepumpe

Die Wärmepumpe muss nach den Empfehlungen des Herstellers in der Installations- und Gebrauchsanleitung für die Prüfung installiert und angeschlossen werden. Das optionale Zubehör (etwa ein Heizelement) wird bei der Prüfung nicht berücksichtigt.

Temperatur- und Druckmessstellen müssen so angeordnet sein, dass aussagekräftige Mittelwerte erhalten werden.

5.4 Installation von aus mehreren Teilen bestehenden Wärmepumpen

Bei Wärmepumpen, die aus mehreren Kältekreislaufteilen bestehen (Wärmepumpen in Split-Bauweise), müssen für die Prüfungen folgende Installationsbedingungen eingehalten werden:

- a) alle Kältemittelleitungen müssen den Anleitungen des Herstellers entsprechend verlegt werden. Die Leitungen müssen zwischen 5 m und 7,5 m lang sein;
- b) die Leitungen müssen so verlegt werden, dass der Höhenunterschied nicht mehr als 2,5 m beträgt;
- c) die Leitungen müssen den Anleitungen des Herstellers entsprechend mit einer Wärmedämmung versehen werden;
- d) sofern es die Konstruktion zulässt, muss mindestens die Hälfte der Verbindungsleitungen Außenbedingungen und die übrigen Leitungen Innenraumbedingungen ausgesetzt sein.

Für die Prüfung von mit dem Boden verbundenen Direktaustausch-Wärmepumpen gilt Anforderung d) nicht.

Bei indirekten Systemen, bei denen Wärmepumpe und Speicher voneinander getrennt sind, müssen die Wasser- oder Soleverbindungsleitungen zum Speicher nach den Anleitungen des Herstellers mit der angegebenen maximalen Länge oder mit 5 m Länge verlegt werden, je nachdem, welcher Wert niedriger ist. Die Leitungen müssen gut isoliert und so kurz wie möglich gehalten werden und möglichst wenige Biegungen aufweisen.

6 Einstellungen und Prüfbedingungen

6.1 Allgemeines

Die Sollwerte für geräteinterne Regeleinrichtungen wie Thermostate, Druckschalter oder Mischventile müssen auf die in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegebenen Werte eingestellt werden.

Wenn mehrere Sollwerte oder ein Bereich angegeben sind, muss der Hersteller den für die Prüfungen an dem Gerät anzuwendenden Wert angeben.

Thermostateinstellungen und Einstellungen für elektrische Zusatzheizer müssen der Installations- und Gebrauchsanleitung entsprechend vorgenommen werden und dürfen während der Dauer der Prüfung nicht verändert werden.

Wenn der Wassererwärmer mit einem Mischventil für das Warmwasser ausgestattet ist, muss dieses Ventil während der gesamten Prüfung in der vom Hersteller empfohlenen Einstellung verbleiben.

6.2 Einstellungen für Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle ohne Kanal

Bei Geräten ohne Kanal müssen die veränderbaren Einstellungen wie Lüftungsschlitze und Ventilatoren-drehzahl der Installations- und Gebrauchsanleitung entsprechend vorgenommen werden.

Wenn keine Angaben des Herstellers vorliegen, müssen Lüftungsschlitze und Ventilatorendrehzahl auf den maximalen Volumenstrom eingestellt werden.

6.3 Einstellen der äußeren statischen Druckdifferenz bei Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle mit Kanal

Der Volumenstrom und die Druckdifferenz sind auf Normluftbedingungen bei trockenem Wärmeübertrager zu beziehen. Wenn der Luftvolumenstrom vom Hersteller ohne Bedingungen für den atmosphärischen Druck, die Temperatur und die Feuchte angegeben ist, ist er als für Normluftbedingungen festgelegt zu betrachten.

Der in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegebene Luftvolumenstrom muss für Normluftbedingungen umgewandelt werden. Das Einstellen des Luftvolumenstroms muss erfolgen, wenn nur der Ventilator in Betrieb ist.

Der in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegebene Nennvolumenstrom der Luft muss eingestellt und der sich daraus ergebende äußere statische Druck (ESP) gemessen werden.

Wenn der äußere statische Druck weniger als 30 Pa beträgt, wird der Luftvolumenstrom reduziert, bis dieser Mindestwert erreicht ist.

Die zum Einstellen des äußeren statischen Drucks benutzte Vorrichtung muss während aller Prüfungen in der gleichen Position verbleiben.

Wenn in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegeben ist, dass die maximal zulässige Kanallänge für Ein- und Austritt zusammen weniger als 2 m beträgt, muss das Gerät mit der Kanallänge geprüft werden und für den äußeren statischen Druck wird ein Wert von 0 angenommen.

6.4 Einstellen der Temperaturdifferenz bei Wärmepumpen mit einer Flüssigkeit als Wärmequelle

Bei Wärmepumpen-Wassererwärmern, die eine Flüssigkeit (Wasser oder Sole) als Wärmequelle nutzen, muss der Nennvolumenstrom der Flüssigkeit wie in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegeben und mit der in Tabelle 4 angegebenen Eintrittstemperatur der Flüssigkeit eingestellt werden.

Bei Kombi-Wärmepumpen-Heizgeräten muss der während der Heizprüfung bei Norm-Nennbedingungen bei Anwendung der Medium-Temperatur (47 °C/55 °C) nach EN 14511-2 und EN 14511-3 bestimmte Nennvolumenstrom der Flüssigkeit mit der in Tabelle 4 angegebenen Eintrittstemperatur der Flüssigkeit eingestellt werden.

6.5 Prüfbedingungen

6.5.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Die Prüfungen sind wie jeweils anwendbar unter den in Tabellen 3 und 4 angegebenen Prüfbedingungen durchzuführen.

Bei Wärmepumpen, die als Wärmequelle Abluft nutzen, muss der Luftvolumenstrom den Angaben des Herstellers entsprechend eingestellt werden, darf die in Tabelle 5 angegebenen Höchstwerte jedoch nicht überschreiten.

Zulässige Abweichungen dürfen die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten. Darüber hinaus muss die maximal zulässige Abweichung der Wärme-Energie für das gesamte Lastprofil weniger als 5 % betragen.

6.5.2 Zusätzliche Prüfbedingungen

Bei Wärmepumpen, die als Wärmequelle Abluft nutzen, können zusätzliche Luftvolumenströme geprüft werden.

Tabelle 2 — Für die Prüfbedingungen zulässige Abweichungen bei laufender Wärmepumpe

Anzeigewert	Abweichungen arithmetischer Mittelwerte von festgelegten Prüfbedingungen			Abweichung einzelner Anzeigewerte von festgelegten Prüfbedingungen		
	Bereich H ^a	Bereich D ^b	Bereich S ^c	Bereich H ^a	Bereich D ^b	Bereich S ^c
Lufttemperatur						
— Trockenluft ^d	± 0,6 K	± 1,5 K		± 1,0 K	± 5,0 K	± 2,5 K
— Feuchtluft	± 0,3 K	± 1,0 K		± 0,6 K	—	
— Volumenstrom		± 5 %			± 10 %	
— Statische Druckdifferenz		—			± 10 %	
— Umgebungstemperatur des Speichers (wenn nicht als Wärmequelle genutzt)		± 1 K			± 2 K	
Brauchwarmwasser						
— Eintrittstemperatur		± 1 K			± 1 K	
— Volumenstrom		± 5 %			± 10 %	
Flüssigkeit						
— Eintrittstemperatur Flüssigkeitsquelle	± 0,2 K	—	± 0,5 K	± 0,5 K	—	—
— Volumenstrom		± 1 %			± 2,5 %	
— Statische Druckdifferenz		—			± 10 %	
^a Bereich H gilt bei Heizbetrieb der Wärmepumpe, mit Ausnahme der ersten 10 min nach Beendigung eines Abtauzyklus und der ersten 10 min nach einem Wiederanlauf der Wärmepumpe. ^b Bereich D gilt während eines Abtauzyklus und während der ersten 10 min nach Beendigung eines Abtauzyklus, wenn die Wärmepumpe im Heizbetrieb arbeitet. ^c Bereich S gilt, wenn der Verdichter angehalten wird und während der ersten 10 min nachdem das Warmwasserthermostat die Wärmepumpe wieder in Betrieb gesetzt hat. ^d Bei Geräten, bei denen die Oberfläche des Außenwärmeübertragers mehr als 5 m ² beträgt, wird die Abweichung für die Trockenlufttemperatur am Lufteintritt verdoppelt.						

Tabelle 3 — Für alle Systeme gültige Prüfbedingungen

Messgröße	Sollwert
Netzspannung	Nenn-Spannung
Netzfrequenz	Nenn-Frequenz
Luftvolumenstrom auf der Seite der Wärmequelle	Vom Hersteller angegebener Nennwert. Wenn lediglich ein Bereich angegeben ist, müssen die Prüfungen mit dem Höchstwert durchgeführt werden.
Temperatur des einströmenden Kaltwassers (°C)	10
Warmwasser-Volumenstrom (l/min)	(siehe Lastprofile in Anhang A)

Tabelle 4 — Prüfbedingungen für spezielle Systemarten

Art der Wärmequelle	Trocken- (Feucht-) Lufttemperatur der Wärmequelle in °C	Ein-/Austritt der Wärmequelle oder Badtemperatur ^a in °C	Umgebungstemperaturbereich der Wärmepumpe in °C	Umgebungstemperatur des Speichers in °C
Außenluft-Wärmepumpe (innen aufgestellt)			von 15 bis 30	20
Durchschnitt kälter wärmer	7 (6) 2 (1) 14 (13)			
Außenluft-Wärmepumpe (außen aufgestellt)		—	Wärmequellen-temperatur	20
Durchschnitt kälter wärmer	7 (6) 2 (1) 14 (13)			
Nicht erwärmte Raumluft	15 (12)	—	Wärmequellen-temperatur	15
Umgebungsluft	20 (15)	—	Wärmequellen-temperatur	20
Abluft	20 (12)	—	von 15 bis 30	20
Wasser	—	10/7 ^b	von 15 bis 30	20
Sole	—	0/–3 ^b	von 15 bis 30	20
Direktverdampfung	—	4	von 15 bis 30	20
^a Mittlere Badtemperatur der Sole für die direkte Verdunstungsprüfung.				
^b Es ist die Austrittstemperatur des Herstellers zu nutzen, um den Volumenstrom einzustellen, der entsprechend 6.4 während der Prüfung aufrechtzuerhalten ist.				

Tabelle 5 — Maximal verfügbare Abluft in Abhängigkeit von dem angegebenen Lastprofil

Angegebenes Lastprofil	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL
Maximal verfügbare Abluft, in m ³ /h	109	128	128	159	190	870	1021	2943	8830

Die Volumenströme in Tabelle 5 werden in m³/h mit einer Luftfeuchte von 5,5 g/m³ angegeben.

ANMERKUNG Messung des Luftvolumenstroms nach EN ISO 5801.

7 Leistungsprüfungen

7.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt festgelegten Prüfverfahren sind dafür vorgesehen, die Energieeffizienz beim Erwärmen des Wassers und die Leistung der Wärmepumpe bei der Erwärmung von Brauchwasser zu ermitteln.

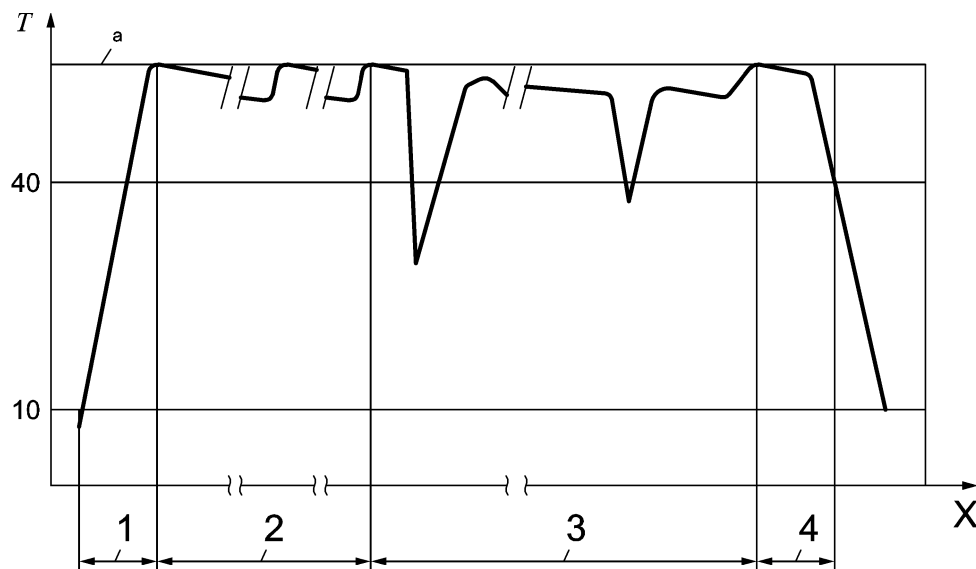
Das Gerät muss unter den Ausgangsbedingungen und mit den Ausgangseinstellungen installiert und eingestellt werden, die in den Abschnitten 5 und 6 angegeben sind.

7.2 Grundlagen

Die Prüfung besteht aus den folgenden sechs Hauptphasen:

- [Phase A] Stabilisierung (siehe 7.5);
- [Phase B] Befüllung und Speichervolumen (siehe 7.6);
- [Phase C] Befüllung und Aufheizzeit (siehe 7.7);
- [Phase D] Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand (siehe 7.8);
- [Phase E] Wasserentnahmen (siehe 7.9);
- [Phase F] Mischwasser bei 40 °C und Bezugs-Warmwassertemperatur (siehe 7.10).

Nach der Vorbereitung der Prüfung (Phasen A und B) werden die Prüfungen C bis F wie in Bild 1 dargestellt durchgeführt. Jede einzelne Phase kann unabhängig durchgeführt werden, wenn die Anfangsbedingungen die Endbedingungen der vorangegangenen Phase sind.



Legende

- 1 [Phase C] Befüllung und Aufheizzeit (siehe 7.7)
- 2 [Phase D] Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand (siehe 7.8)
- 3 [Phase E] Wasserentnahmen (siehe 7.9)
- 4 [Phase F] Mischwasser bei 40 °C und Bezugs-Warmwassertemperatur (siehe 7.10)

- T Temperatur
- X Zeit
- a Soll-Temperatur

Bild 1 — Phasen und Reihenfolge der Prüfungen

Alle Prüfungen werden mit der in der Installations- und Gebrauchsanleitung angegebenen Nennspannung und Nennfrequenz durchgeführt. Nach dem ersten Anlaufen der Wärmepumpe bleibt die Energieversorgung über die Dauer der Prüfung eingeschaltet.

Sofern vom Hersteller nicht anders angegeben, müssen alle zusätzlichen Wärmequellen, die vom Benutzer ausgeschaltet werden können, während der gesamten Prüfung ausgeschaltet sein.

7.3 Produkte für Schwachlastzeiten

Produkte für Schwachlastzeiten müssen der Installations- und Gebrauchsanleitung entsprechend installiert und angeschlossen werden. Um Phase E der Leistungsprüfung durchzuführen, müssen in der Installations- und Gebrauchsanleitung alle entsprechenden Informationen für das Einstellen der Zeitspanne angegeben sein, in der das Gerät nicht eingeschaltet werden darf, auch wenn es mit Strom versorgt wird.

Bei Produkten für Schwachlastzeiten wird die Stromversorgung des Geräts zu Beginn von Phase E (Lastprofile) unterbrochen und 16 h später wiederhergestellt.

Danach muss die nächste Abschaltung des Verdichters durch das Thermostat, das die Wassertemperatur im Speicher fühlt, innerhalb von 8 h erfolgen. Anderenfalls wird das Produkt nicht als Produkt für Schwachlastzeiten angesehen.

Bei Produkten für Schwachlastzeiten muss der Stromverbrauch durch Zusatzeinrichtungen in Phase E bei dem Gesamtstromverbrauch berücksichtigt werden.

Wird diese Messung in Phase E nicht durchgeführt, wird der mittlere Stromverbrauch (P_s) aus den ersten 20 min des Bereitschaftszustands bestimmt und muss zu dem gemessenen Stromverbrauch in Phase E addiert werden.

Der entsprechende Stromverbrauch muss zu Phase E addiert und mit Gleichung (1) berechnet werden:

$$W_{EL-OFF} = 16 \cdot P_s \quad (1)$$

Dabei ist

W_{EL-OFF} der berechnete Energieverbrauch bei Produkten für Schwachlastzeiten, in kWh;

16 die Schwachlastzeit, in h;

P_s der gemessene mittlere Stromverbrauch, in kW.

7.4 Korrekturen der Leistungsaufnahme

7.4.1 Leistungsaufnahme von Ventilatoren für Wärmepumpen mit Kanalanschluss

Bei Wärmepumpen, die eine äußere statische Druckdifferenz zulassen, darf nur ein Teil der vom Ventilatormotor aufgenommenen Leistung in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einbezogen werden.

Wenn die Wärmepumpe über keinen Ventilator verfügt, muss die anteilige Leistungsaufnahme, die in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einzubeziehen ist, mit Gleichung (2) berechnet werden:

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3600 \times 1000} \times \int_0^{t_d} \frac{\dot{V}_{Air}(t) \cdot \Delta p_i}{\eta} dt \quad (2)$$

Dabei ist

η der Wirkungsgrad des Ventilators nach EN 14511-3;

Δp_i die gemessene innere statische Druckdifferenz, in Pa;

$\dot{V}_{air}$ der Nennvolumenstrom der Luft, in m³/s;

t_d die Dauer der Prüfphase, in s.

Wenn ein Ventilator integraler Bestandteil der Wärmepumpe ist, darf nur ein Teil der Leistungsaufnahme des Ventilatormotors in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einbezogen werden. Der Teil, der bei der gesamten, durch die Wärmepumpe aufgenommene Leistung zu vernachlässigen ist, ist mit Gleichung (3) zu berechnen:

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3600 \times 1000} \times \int_0^{t_d} \frac{\dot{V}_{Air}(t) \cdot \Delta p_e}{\eta} dt \quad (3)$$

Dabei ist

- η der Wirkungsgrad des Ventilators nach EN 14511-3;
- $\dot{V}_{air}$ der Nennvolumenstrom der Luft, in m³/s;
- Δp_e die gemessene äußere statische Druckdifferenz, in Pa;
- t_d die Dauer der Prüfphase, in s.

7.4.2 Leistungsaufnahme von Flüssigkeitspumpen

Die Leistungsaufnahme von Pumpen in einem Zwischenkreis, oder beispielsweise zum Laden eines separaten Speichers, der mit der Wärmepumpe verbunden ist, muss vollständig in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einbezogen werden.

Am Verdampfer muss der Anteil der von einer Flüssigkeitspumpe aufgenommenen Leistung, die zum Überwinden der inneren statischen Druckdifferenz des Verdampfers erforderlich ist, in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistungsaufnahme einbezogen werden.

Wenn die Wärmepumpe über keine Pumpe verfügt, muss die anteilige Leistungsaufnahme, die in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einzubeziehen ist, mit Gleichung (4) berechnet werden:

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3\,600 \times 1\,000} \times \int_0^{t_d} \frac{\dot{V}_{Fluid}(t) \cdot \Delta p_i}{\eta} dt \quad (4)$$

Dabei ist

- η der Wirkungsgrad der Umwälzpumpe nach EN 14511-3;
- Δp_i die gemessene innere statische Druckdifferenz, in Pa;
- $\dot{V}_{Fluid}$ der gemessene Nennvolumenstrom der Flüssigkeit, in m³/s;
- t_d die Dauer der Prüfphase, in s.

Wenn eine Pumpe integraler Bestandteil der Wärmepumpe ist, darf nur ein Teil der Leistungsaufnahme des Pumpenmotors in die von der Wärmepumpe aufgenommene effektive Leistung einbezogen werden. Der Teil, der bei der gesamten, von der Wärmepumpe aufgenommenen Leistung zu vernachlässigen ist, ist mit Gleichung (5) zu berechnen:

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3600 \times 1000} \times \int_0^{t_d} \frac{\dot{V}_{Fluid}(t) \cdot \Delta p_e}{\eta} dt \quad (5)$$

Dabei ist

- η der Wirkungsgrad der Umwälzpumpe nach EN 14511-3;
 Δp_e die gemessene äußere statische Druckdifferenz, in Pa;
 V_{Fluid} der gemessene Nennvolumenstrom der Flüssigkeit, in m³/s;
 t_d die Dauer der Prüfphase, in s.

7.5 Stabilisierung [Phase A]

Das Produkt wird unter Umgebungsbedingungen gehalten, bis alle Teile des Produkts die Umgebungsbedingungen ± 2 K erreicht haben (bei Wärmepumpen-Wassererwärmern mit Speicher mindestens 24 h).

7.6 Befüllen und Speichern [Phase B]

Der leere Wassererwärmer ist zu wiegen; die Masse der Entnahmearmaturen an Eintritts- und/oder Austrittsleitungen ist mit einzubeziehen.

Danach wird der Wassererwärmer mit Speicher der Installations- und Gebrauchsanleitung entsprechend mit kaltem Wasserdruck befüllt. Anschließend wird die Wasserzuleitung unterbrochen.

Der befüllte Wassererwärmer einschließlich Entnahmearmaturen ist zu wiegen.

Die Differenz zwischen den beiden Massen (m_{act}) ist nach Gleichung (6) in ein Volumen in Liter umzurechnen:

$$V_m = 1000 \times \frac{m_{\text{act}}}{\rho(T)} \quad (6)$$

Dabei ist

- V_m der Nenninhalt eines Warmwasserspeichers, in l;
 m_{act} die Differenz zwischen den beiden Massen, in kg;
 $\rho(T)$ die Dichte des Wassers, in kg/m³.

Dieses Volumen ist gerundet auf den nächsten Zehntelliter in Liter anzugeben.

Befüllen und Speichern gilt nicht für Kombi-Wärmepumpen-Heizgeräte.

7.7 Befüllung und Aufheizzeit [Phase C]

Das Produkt ist vollständig mit kaltem Wasser zu befüllen. Die Prüfung besteht aus der Bestimmung der Aufheizzeit t_h , die zur Erwärmung der Wassermenge im Speicher vom ursprünglichen Zustand bis zum Ausschalten des Verdichters durch das Thermostat, das die Wassertemperatur im Speicher fühlt, erforderlich ist.

Dieser ursprüngliche Zustand herrscht bei der in Tabelle 3 angegebenen Temperatur des einströmenden kalten Wassers. Die Wärmepumpe wird angeschaltet.

Die Messung der Aufheizzeit t_h und der entsprechenden Aufnahme elektrischer Energie $W_{\text{eh-HP}}$ beginnt zu dem Zeitpunkt, an dem die Wärmepumpe durch das im Speicher befindliche Warmwasserthermostat angeschaltet wird, und endet, wenn sie wieder ausgeschaltet wird. Die Korrektur wird dabei nach 7.4 mit der Prüfdauer $t_d = t_h$ berechnet.

Der Energieverbrauch wird mit Gleichung (7) berechnet:

$$W_{\text{eh-HP}} = W_{\text{eh-M}} - W_{\text{EL-Corr}} \quad (7)$$

Dabei ist

$W_{\text{eh-M}}$ der gemessene Stromverbrauch während der Prüfdauer t_h , in kWh;

$W_{\text{EL-Corr}}$ die Korrektur aufgrund des Stromverbrauchs des Ventilators/der Flüssigkeitspumpe, in kWh;

$W_{\text{eh-HP}}$ der Gesamtstromverbrauch während der Prüfdauer t_h , in kWh.

7.8 Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand [Phase D]

Die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand wird durch Messen des Stromverbrauchs über eine ganzzahlige Anzahl Ein-Aus-Zyklen der Wärmepumpe ermittelt, die von dem im Warmwasserspeicher befindlichen Thermostat ausgelöst werden, wenn kein warmes Wasser entnommen wird.

Wenn das Thermostat die Wärmepumpe nach der Aufheizzeit ausschaltet, läuft das System eine bestimmte Anzahl vollständiger Zyklen oder über eine Mindestdauer ohne Warmwasserentnahme.

Die Prüfung muss über eine Dauer von mindestens 48 h durchgeführt werden oder nach sechs Ein-Aus-Zyklen über eine kürzere Dauer. Anschließend werden mit Gleichung (8) die Dauer t_{es} und Leistungsaufnahme $W_{\text{es-HP}}$ des letzten Ein-Aus-Zyklus bestimmt:

$$W_{\text{es-HP}} = W_{\text{es-M}} - W_{\text{EL-Corr}} \quad (8)$$

Dabei ist

$W_{\text{es-M}}$ die gemessene Leistungsaufnahme während des letzten Ein-Aus-Zyklus, in kWh;

$W_{\text{EL-Corr}}$ die Korrektur aufgrund des Stromverbrauchs des Ventilators/der Flüssigkeitspumpe nach 7.4 mit Prüfdauer $t_d = t_{\text{es}}$, in kWh;

$W_{\text{es-HP}}$ die Gesamtleistungsaufnahme während des letzten Ein-Aus-Zyklus, in kWh.

Die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand wird mit Gleichung (9) berechnet:

$$P_{\text{es}} = \frac{W_{\text{es-HP}}}{t_{\text{es}}} \cdot 3600 \quad (9)$$

Dabei ist

P_{es} die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand, in kWh;

$W_{\text{es-HP}}$ die Gesamtleistungsaufnahme während des letzten Ein-Aus-Zyklus, in kWh;

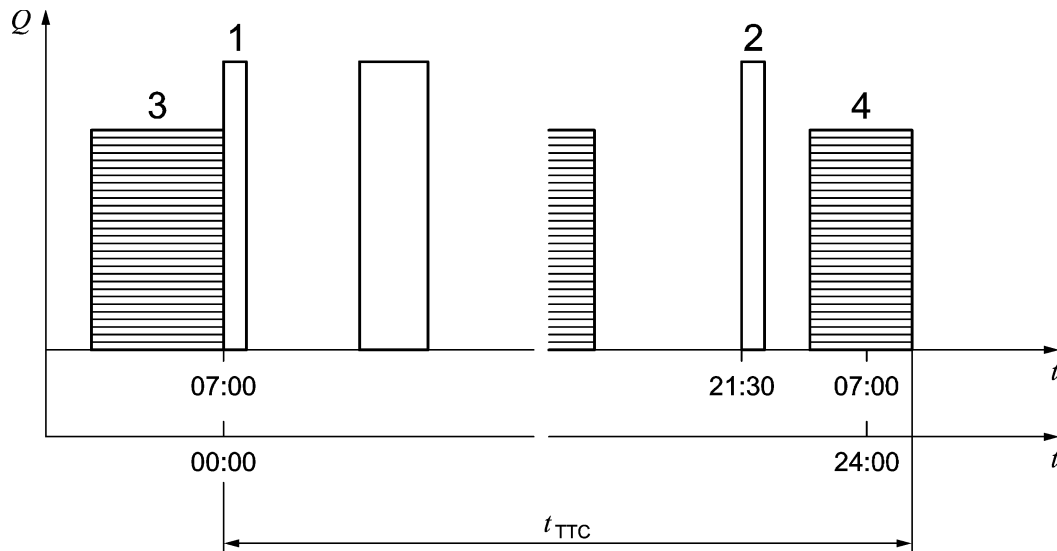
t_{es} die Dauer des letzten Ein-Aus-Zyklus der Wärmepumpe, in s.

7.9 Wasserentnahmen und Berechnung der Leistungszahl COP [Phase E]

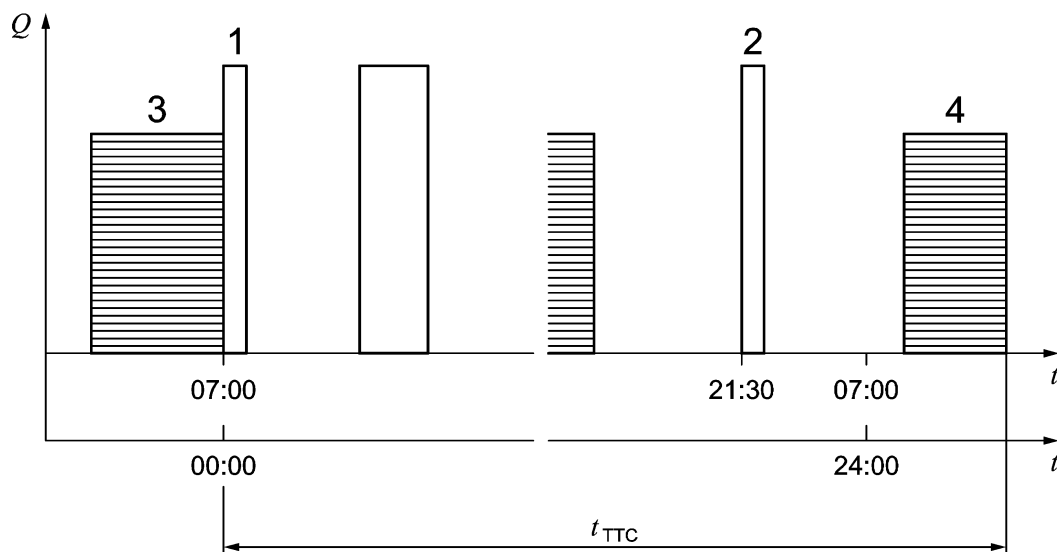
7.9.1 Bestimmung der nutzbaren Energie

Entsprechend Anhang A gibt es für verschiedene Energieinhalte verschiedene Lastprofile. Für die Prüfung ist ein bestimmtes Lastprofil aus den Tabellen A.1 bis A.3 zu wählen. Jede einzelne Entnahme des Lastprofils muss abgeschlossen werden; das bedeutet, dass das Ventil geschlossen werden muss und vor der nächsten Entnahme eine Verzögerung von mindestens einer Minute erforderlich ist.

Der Prüfzyklus beginnt unmittelbar nachdem die Wärmepumpe durch das im Speicher befindliche Thermostat das letzte Mal abgeschaltet wurde. Der Prüfzyklus endet mit dem letzten Abschalten der Wärmepumpe, wenn die Lastprofildauer t_{TTC} mindestens 24 h oder mehr beträgt (siehe Bild 2 a). Falls die Wärmepumpe nicht läuft, wenn seit Beginn des Prüfzyklus 24 h vergangen sind, muss der Prüfzyklus verlängert werden, bis die Wärmepumpe sich erneut einschaltet und wieder abschaltet (siehe Bild 2 b).



a) Darstellung einer Prüfung, bei der die Wärmepumpe nach dem Ende des 24-h-Zeitraums noch läuft



b) Darstellung einer Prüfung, bei der die Wärmepumpe nach dem Ende des 24-h-Zeitraums nicht läuft

Legende

- | | | | |
|---|--|-----------|---------------------------------|
| 1 | erste Entnahme des Lastprofils | Q | Energie, in kWh |
| 2 | letzte Entnahme des Lastprofils | t | Zeit |
| 3 | Laufdauer der Wärmepumpe unmittelbar vor dem Beginn des Prüfzyklus | t_{TTC} | Dauer des Lastprofils, in h:min |
| 4 | Laufdauer der Wärmepumpe nach der letzten Entnahme (2) | | |

Bild 2 — Darstellung einer Prüfung für ein mögliches Lastprofil

Die nutzbare Energie $Q_{\text{HP-tap}}$ (kWh) während einer einzigen Entnahme wird mit Gleichung (10) berechnet:

$$Q_{\text{HP-tap}} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{t_{\text{tap}}} c_p \cdot \rho(T) \cdot f(t) \cdot (\theta_{\text{WH}}(t) - \theta_{\text{WC}}(t)) dt \quad (10)$$

Dabei ist

- $\theta_{\text{WH}}(t) - \theta_{\text{WC}}(t)$ die Temperaturdifferenz zwischen der Warmwassertemperatur am Austritt und der Kaltwassertemperatur am Eintritt des Brauchwarmwasserspeichers, in K;
- $f(t)$ der Volumenstrom des nutzbaren Wassers, in l/min;
- t_{tap} die Dauer der Entnahme einer nutzbaren Wassermenge, in s;
- c_p die spezifische Wärmekapazität des Wassers, in kJ/(kgK);
- $\rho(T)$ die Dichte des Warmwassers am Volumenstrommessgerät, in kg/m³.

Bei Entnahmen mit einer Spitzentemperatur T_p von 55 °C kann diese Temperatur nicht immer von der Wärmepumpe allein bereitgestellt werden. Während der Entnahme wird dann angenommen, dass die fehlende Temperaturdifferenz zur erforderlichen Spitzentemperatur T_p von einem zusätzlichen elektrischen Widerstandsheizgeräts erzeugt wird.

Für diesen Fall werden folgende Gleichungen angewandt:

$$Q_{\text{EL-tap}} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{t_{\text{tap}}} c_p \cdot \rho(T) \cdot f(t) \cdot (\theta_{\text{WC}}(t) + (T_p - 10) - \theta_{\text{WH}}(t)) dt \quad (11)$$

Die Gesamtenergie für die Entnahme Q_{LP} des Lastprofils ist:

$$Q_{\text{EL-LP}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{tap}}} Q_{\text{EL-tap}_i} \quad (12)$$

$$Q_{\text{LP}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{tap}}} Q_{\text{HP-tap}_i} + Q_{\text{EL-LP}} \quad (13)$$

Dabei ist

- n_{tap} die Anzahl der Entnahmen während des Lastprofils;
- i der Index für die Entnahme.

7.9.2 Bestimmung des Energieverbrauchs

Der gesamte gemessene elektrische Energieverbrauch $W_{\text{EL-M-LP}}$ (kWh) des Geräts während der Messdauer des Lastprofils t_{TTC} wird mit Gleichung (14) um den folgenden Energieverbrauch korrigiert, um den Gesamtenergieverbrauch $W_{\text{EL-LP}}$ zu erhalten:

- Korrektur aufgrund von Ventilatoren oder Flüssigkeitspumpen, $W_{\text{EL-Corr}}$ (kWh);
- Wärmeverlust des Speichers über eine Dauer von 24 h;
- zusätzlicher Stromverbrauch, $Q_{\text{EL-LP}}$ (kWh);
- ggf. Energieverbrauch bei Produkten für Schwachlastzeiten, $W_{\text{EL-OFF}}$ (kWh).

$$W_{EL-LP} = W_{EL-M-LP} - W_{EL-Corr} + (24 - t_{TTC}) \cdot P_{es} + Q_{EL-LP} + W_{EL-OFF} \quad (14)$$

Dabei ist

W_{EL-LP} der Gesamtstromverbrauch während des gesamten Lastprofils; in kWh;

t_{TTC} die Lastprofildauer, in h;

P_{es} die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand, in kWh.

7.9.3 Leistungszahl (COP_{DHW})

Die Leistungszahl COP_{DHW} für das gesamte Lastprofil wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$COP_{DHW} = \frac{Q_{LP}}{W_{EL-LP}} \quad (15)$$

Dabei ist

Q_{LP} der gesamte nutzbare Energieinhalt während des gesamten Lastprofils; in kWh;

W_{EL-LP} der Gesamtstromverbrauch während des gesamten Lastprofils; in kWh.

7.10 Bezugs-Warmwassertemperatur und Volumen des Mischwassers bei 40 °C [Phase F]

Diese Prüfung wird für ein maximales Volumen durchgeführt; sie beginnt, wenn sich der Verdichter am Ende der letzten Messperiode für das Lastprofil ausschaltet. Es beginnt eine kontinuierliche Warmwasserentnahme, die so lange andauert, bis die Warmwassertemperatur $\theta_{WH}(t)$ unter 40 °C sinkt. Der Volumenstrom des Warmwassers f_{max} muss auf den maximalen Volumenstrom des betrachteten Lastprofils eingestellt werden.

Durch Messen der Austrittstemperatur des Wassers wird ein Bezugswert für die Warmwassertemperatur im Inneren des Speichers bestimmt. Nach Gleichung (16) ist die mittlere Temperatur während dieser Entnahme die Bezugs-Warmwassertemperatur θ'_{WH} :

$$\theta'_{WH} = \frac{1}{t_{40}} \int_0^{t_{40}} \theta_{WH}(t) \cdot dt \quad (16)$$

Dabei ist

θ'_{WH} die Bezugs-Warmwassertemperatur, in °C;

$\theta_{WH}(t)$ die Austrittstemperatur des Warmwassers, in °C;

t_{40} die Zeit von Beginn der Entnahme, bis θ_{WH} weniger als 40 °C beträgt, in s.

Die maximale Menge des gemischten Wassers bei 40 °C bei einer einzigen Entnahme muss bestimmt werden. Dazu wird die Warmwasserenergie während der Entnahme berechnet.

Der Volumenstrom des Warmwassers f_{max} sowie die Temperaturen des einströmenden Kaltwassers θ_{WC} und des ausströmenden Warmwassers θ_{WH} werden während der Entnahme mindestens alle 10 s gemessen. Das maximale Warmwasservolumen V_{40} wird wie folgt berechnet:

$$V_{40} = \frac{1}{30 \cdot 60} \int_0^{t_{40}} f_{max}(t) \cdot [\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)] dt \quad (17)$$

Dabei ist

V_{40}	das maximale Volumen des gemischten Wassers bei 40 °C, in l;
$\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)$	die Temperaturdifferenz zwischen der Warmwassertemperatur am Austritt und der Kaltwassertemperatur am Eintritt des Brauchwarmwasserspeichers, in K;
t_{40}	die Zeit von Beginn der Entnahme, bis $\theta_{WH}(t)$ weniger als 40 °C beträgt, in s;
$f_{\max}(t)$	der Volumenstrom des Warmwassers während der Entnahme, in l/min.

7.11 Berechnung des Smart-Control-Faktors SCF

7.11.1 Allgemeines

Wenn eine Smart-Control-Funktion ausgewiesen ist, kann diese nach 7.1 und 7.11.2 geprüft werden.

7.11.2 Prüfverfahren für Smart-Control

7.11.2.1 Messverfahren

Das Prüfverfahren für **Smart-Control** beruht auf zwei Prüfphasen, die „Bezugsphase“ und „Smart-Phase“ genannt werden. Während der ersten Phase, der „Bezugsphase“, beeinflusst die Smart-Control-Funktion den Erwärmungsprozess nicht und das Gerät nutzt die Temperatureinstellungen entsprechend 7.1; in der zweiten Phase, der „Smart-Phase“, die automatisch erreicht wird, läuft das Gerät so, dass es den Stromverbrauch reduziert, um verglichen mit der ersten Prüfphase ein minimales Leistungsziel zu erreichen (d. h. Smart-Control-Faktor, SCF).

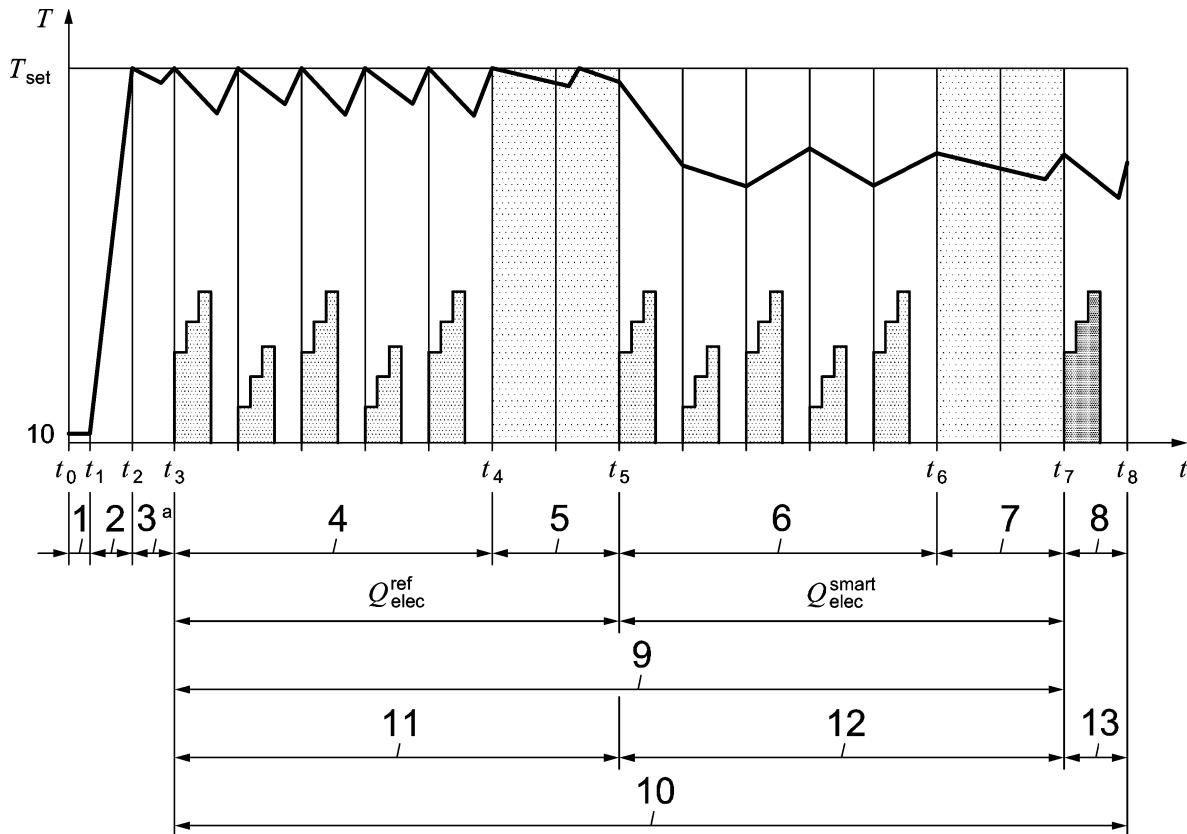
Während der Bezugsphase ist die Smart-Control-Funktion zum Lernen aktiviert, für den Betrieb jedoch gesperrt.

Während der Smart-Phase ist die Smart-Control-Funktion aktiviert und für optimierte Abläufe eingeschaltet, d. h. Energie-Einsparungen.

Während beider Phasen müssen die gewählten Lastprofile erfüllt werden.

Die gesamte Prüfdauer wird Smart-Zyklus genannt.

Die gesamte Prüfung wird mit dem Thermostat des Produkts durchgeführt.



Legende

1	Schritt 0/1	8	Schritt 8
2	Schritt 2	9	Gemessene Energie
3	Schritt 3	10	Smart-Zyklus
4	Schritt 4	11	Bezugsphase
5	Schritt 5	12	Smart-Phase
6	Schritt 6	13	WHL-Regelungszustand
7	Schritt 7		
T	Temperatur	T_{set}	Eingestellte Temperatur
t	Zeit		
$Q_{\text{elec}}^{\text{ref}}$	Gesamtstromverbrauch während der Bezugsphase des Smart-Zyklus	$Q_{\text{elec}}^{\text{smart}}$	Gesamtverbrauch an nutzbarer Energie während der Bezugsphase des Smart-Zyklus

a $t \geq 12 \text{ h}$

	Warmwassertemperatur		Tag ohne Entnahme
	Tag ohne Entnahme		Tag mit Entnahme

Bild 3 — Prüfverfahren für Smart-Zyklus

7.11.2.2 Installation

SCHRITT 0 in Bild 3: Das Gerät wird nach der in 5 dargestellten Vorgehensweise installiert.

7.11.2.3 Stabilisierung

SCHRITT 1 in Bild 3: Das Gerät wird nach der in 7.5 dargestellten Vorgehensweise stabilisiert.

7.11.2.4 Befüllung und Erwärmung

SCHRITT 2 in Bild 3: Das Produkt ist vollständig mit kaltem Wasser zu befüllen. Dieser Schritt besteht aus der Erwärmung der Wassermenge im Speicher vom ursprünglichen Zustand bis zum ersten Ausschalten des Verdichters durch das Thermostat, das die Wassertemperatur im Speicher fühlt.

7.11.2.5 Stabilisierung vor der Bezugsphase

SCHRITT 3 in Bild 3: Das Produkt läuft mindestens 12 h lang ohne Entnahmen. Diese Phase endet und die nächste Phase beginnt mit dem ersten Abschalten durch das Thermostat nach 12 h.

7.11.2.6 Bezugsphase

SCHRITT 4/5 in Bild 3: Diese Prüfphase ermöglicht das Herausfinden des Verbraucherverhaltens und das Messen des Energieverbrauchs mit aktivierter **Smart-Control**-Funktion.

SCHRITT 4/5 kann 7 oder 14 Tage dauern (1 oder 2 Wochen); der Hersteller entscheidet, ob das Produkt über die Prüfdauer von einer oder zwei Wochen geprüft wird.

Die ersten 5 Tage der Prüfung werden hinsichtlich der Lastprofile vom Labor zwischen dem vom Hersteller für das Produkt angegebenen Lastprofil (Last des Wassererwärmers, WHL) und dem unmittelbar niedrigeren Lastprofil (WHL-1) willkürlich ausgewählt. Das bedeutet, dass fünf Lasten des Wassererwärmers festgelegt werden müssen (z. B. dreimal WHL und zweimal WHL-1); das Labor kann über ihre Nutzung willkürlich entscheiden (z. B. WHL = M → MMMSS, SSSMMM, MSMSM, ...). In dem (unwahrscheinlichen) Fall, dass die WHL das kleinste Lastprofil XXS ist, ist das Produkt an allen fünf Tagen nur mit dem WHL-Lastprofil (d. h. XXS) zu prüfen.

Am 6. und 7. Prüfungstag erfolgt keine Wasserentnahme. In Tabelle 6 ist ein Beispiel angegeben.

Tabelle 6 — Beispiel einer Lastprofil-Reihe

Bezugsphase	Smart-Phase
Tag 1: WHL	Wiederholung in der gleichen Reihenfolge
Tag 2: WHL-1	
Tag 3: WHL	
Tag 4: WHL-1	
Tag 5: WHL	
Tag 6: keine Entnahme	
Tag 7: keine Entnahme	

Wenn die Bezugsphase zwei Wochen dauert, müssen die gleiche Lastprofil-Serie und Reihenfolge wie in der ersten Woche eingehalten werden.

SMART CONTROL wird entsprechend den Anleitungen des Herstellers zur Zeit t_3 (Bild 3) manuell bzw. automatisch aktiviert und bleibt von t_3 bis t_8 aktiviert.

Für die ausgewählten Lastprofile werden nach den Bestimmungen des entsprechenden 24-h-Zapfprogramms aus den Tabellen in Anhang A Entnahmen vorgenommen. Die Zapfprogramme beginnen entsprechend den Tabellen in Anhang A bei t_3 (7:00 Uhr). Der Entnahmezeitraum endet an jedem Tag 24 h später.

Während des Entnahmeschrittes werden entsprechend den Bestimmungen in Tabellen 3, 4 und 5 technische Parameter (Leistung, Temperatur usw.) festgelegt. Während der Entnahmen beträgt die empfohlene Probenahmehäufigkeit 3 s oder weniger. Die aufgezeichneten Werte müssen im technischen Prüfbericht enthalten sein.

Der Stromverbrauch während jeder 24-h-Prüfung $Q_{\text{elec}}^{\text{ref}}$ [i] [kWh] wird gemessen und für die Bezugsphase ein Gesamtstromverbrauch festgelegt.

$$Q_{\text{elec}}^{\text{ref}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{elec}}^{\text{ref}} [i] \quad (18)$$

Dabei ist

- $n = 1$ die auf eine Woche bezogene Bezugsphase;
- $n = 2$ die auf zwei Wochen bezogene Bezugsphase.

Der nutzbare Energieinhalt eines jeden Lastprofils der Bezugsphase $Q_{\text{LP}}^{\text{ref}} [i]$ [kWh] muss wie in 7.9.1 festgelegt bestimmt werden. Der gesamte nutzbare Energieinhalt der Bezugsphase $Q_{\text{LP}}^{\text{ref}}$ ist wie folgt zu berechnen:

$$Q_{\text{LP}}^{\text{ref}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{LP}}^{\text{ref}} [i] \quad (19)$$

Dabei ist

- $n = 1$ die auf eine Woche bezogene Bezugsphase;
- $n = 2$ die auf zwei Wochen bezogene Bezugsphase.

Produkte, die als Produkte für Schwachlastzeiten klassifiziert sind, müssen zwischen 22:00 Uhr und 7:00 Uhr über eine maximale Dauer von 8 aufeinanderfolgenden Stunden des 24-h-Zapfprogramms, wie in den Tabellen in Anhang A festgelegt, eingeschaltet sein.

Die Lastprofildauer von 24 h muss eingehalten werden, das bedeutet, dass alle 24 h, um 7:00 die in den Tabellen in Anhang A festgelegten Entnahmen beginnen, ohne dass auf ein Abschalten der Wärmepumpe durch das Thermostat gewartet wird.

7.11.2.7 Smart-Phase

SCHRITT 6/7 in Bild 3: Unmittelbar nach der Bezugsphase wird mit der gleichen Wiederholung der in der Bezugsphase festgelegten Lastprofil-Reihenfolge die Prüfung der Smart-Phase während einer Woche vorgenommen; die **Smart-Control**-Funktion wird eingeschaltet. Während dieses Schrittes wird auch der Energieverbrauch gemessen und mit dem Energieverbrauch der Bezugsphase verglichen. Dieser Prozentsatz der Einsparungen wird „Smart-Control-Faktor: SCF“, genannt.

Die Hauptparameter dieser Prüfung können folgendermaßen ausgedrückt werden: Der Stromverbrauch während jeder 24-h-Prüfung, $Q_{\text{elec}}^{\text{smart}} [i]$ [kWh], wird gemessen und der Gesamtstromverbrauch für die Smart-Phase berechnet.

$$Q_{\text{elec}}^{\text{smart}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{elec}}^{\text{smart}} [i] \quad (20)$$

Dabei ist

$n = 1$ die auf eine Woche bezogene Bezugsphase;

$n = 2$ die auf zwei Wochen bezogene Bezugsphase.

Der nutzbare Energieinhalt eines jeden Lastprofils der Bezugsphase $Q_{\text{LP}}^{\text{smart}} [i]$ [kWh] muss wie in 7.9.1 festgelegt bestimmt werden. Der gesamte nutzbare Energieinhalt der Bezugsphase $Q_{\text{LP}}^{\text{smart}}$ ist wie folgt zu berechnen:

$$Q_{\text{LP}}^{\text{smart}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{LP}}^{\text{smart}} [i] \quad (21)$$

Dabei ist

$n = 1$ die auf eine Woche bezogene Bezugsphase;

$n = 2$ die auf zwei Wochen bezogene Bezugsphase.

Produkte, die als Produkte für Schwachlastzeiten zu klassifizieren sind, müssen zwischen 22:00 Uhr und 7:00 Uhr über eine maximale Dauer von 8 aufeinanderfolgenden Stunden des 24-h-Zapfprogramms, wie in den Tabellen in Anhang A festgelegt, eingeschaltet sein.

Die Lastprofildauer von 24 h muss eingehalten werden, das bedeutet, dass alle 24 h, um 7:00 die in den Tabellen in Anhang A festgelegten Entnahmen beginnen, ohne dass auf ein Abschalten der Wärmepumpe durch das Thermostat gewartet wird.

7.11.2.8 Angabe des Smart-Control-Faktors

Der Smart-Control-Faktor muss um alle Energieüberschüsse oder –defizite außerhalb des genauen 24-h-Zapfprogramms (und auch des wöchentlichen Zeitraums) korrigiert werden, d. h. es wird eine mögliche Energiedifferenz vor und nach dem Zapfprogramm berücksichtigt. Die Differenz zwischen den Messergebnissen für $Q_{\text{LP}}^{\text{ref}}$ und $Q_{\text{LP}}^{\text{smart}}$ muss weniger als 2 % betragen. Der SCF ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$SCF = \left(1 - \frac{Q_{\text{elec}}^{\text{smart}}}{Q_{\text{elec}}^{\text{ref}}} \right) \quad (22)$$