

**Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieeffizienzkennzeichnung von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und Verbundanlagen aus Warmwasserbereitern und Solareinrichtungen**

(2014/C 207/03)

1. Veröffentlichung von Titeln und Fundstellen vorläufiger Mess- und Berechnungsmethoden<sup>(1)</sup> zur Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 814/2013, insbesondere der Anhänge III, IV und V, und der Verordnung (EU) Nr. 812/2013, insbesondere der Anhänge VII, VIII und IX.
2. In *Kursivschrift* angegebene Parameter werden in der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 bestimmt.
3. Fundstellen

Gemessener/berechneter Parameter	Organisation	Fundstelle	Titel
Prüfverfahren für $A_{sol}$ , IAM und weitere Elemente der Prüfung des Kollektorwirkungsgrads (Parameter $\eta_0$ , $a_1$ , $a_2$ , IAM)	CEN	EN 12975-2:2006	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kollektoren — Teil 2: Prüfverfahren
Schalleistungspegel von Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe	CEN	EN 12102:2013	Klimageräte, Flüssigkeitskühlsätze, Wärmepumpen und Entfeuchter mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung — Messung der Luftschallemissionen — Bestimmung des Schalleistungspegels Die Norm EN12102:2013 wird unter Berücksichtigung folgender Anpassungen angewandt: Abschnitt 3.3 der Norm EN12102:2013: Der zweite Absatz wird durch Folgendes ersetzt: Als „Normbetriebsbedingungen“ gelten die in Anhang III Tabelle 4 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 aufgeführten Bedingungen für die Betriebspunkte des Gerätes. Die Definitionen der Norm EN16147 finden ebenfalls Anwendung. Abschnitt 5: Der zweite Absatz („Das Gerät ...“) wird durch Folgendes ersetzt: Das Gerät wird für die Prüfung gemäß den Empfehlungen im Installations- und Betriebshandbuch des Herstellers installiert und angeschlossen (z. B. hinsichtlich Form und Abmessungen der Luftrohre, Wasserrohranschluss usw.) und unter den in Anhang III Tabelle 4 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 angegebenen Nennbedingungen geprüft. Optionales Zubehör (z. B. Heizelemente) wird bei der Prüfung nicht verwendet.

<sup>(1)</sup> Diese vorläufigen Methoden sollen letztlich durch harmonisierte Normen ersetzt werden. Sobald verfügbar, werden die Fundstellen der harmonisierten Normen gemäß den Artikeln 9 und 10 der Richtlinie 2009/125/EG im *Amtsblatt der Europäischen Union* veröffentlicht.

Gemessener/berechneter Parameter	Organisation	Fundstelle	Titel
			<p>Das Gerät wird mindestens 12 Stunden lang Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Die Temperatur an der Oberseite des Warmwasserbereiter-Speichers wird überwacht. Der Stromverbrauch des Kompressors, des Gebläses (sofern vorhanden) und der Umwälzpumpe (sofern vorhanden) wird überwacht (um den Entfrostungszeitraum zu ermitteln).</p> <p>Das Produkt wird mit kaltem Wasser mit einer Temperatur von <math>10\text{ °C} \pm 5\text{ °C}</math> befüllt.</p> <p>Abschnitt 5: Der vierte Absatz („Die Geräuschmessung ...“) wird durch Folgendes ersetzt: Die Messungen werden im Beharrungszustand bei folgenden Wassertemperaturen an der Oberseite des Speichers vorgenommen: 1. Punkt: <math>25 \pm 3\text{ °C}</math>, 2. Punkt: <math>(T_{set}+25)/2 \pm 3\text{ °C}</math>, 3. Punkt: <math>T_{set} + 0/-6\text{ °C}</math> (<math>T_{set}</math> ist die Wassertemperatur bei Fabrikeinstellungen).</p> <p>Während der Geräuschmessung gilt: Die Wassertemperatur an der Oberseite des Speichers sollte im Toleranzbereich liegen (d. h. zwischen <math>25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}</math> bei der ersten Messung); die Entfrostungszeiträume werden ausgeschlossen (Stromverbrauch des Kompressors, des Gebläses oder der Umwälzpumpe gleich null).</p>
Schalleistungspegel von gasbeheizten Durchlauf- und Speicher-Warmwasserbereitern	CEN	EN 15036-1:2006  ISO EN 3741:2010  ISO EN 3745:2012	<p>Heizkessel — Prüfverfahren für Luftschallemissionen von Wärmezeugern — Teil 1: Luftschallemissionen von Wärmezeugern</p> <p>Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1</p> <p>Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume</p>
Schalleistungspegel von elektrischen Durchlauf- und Speicher-Warmwasserbereitern	Cenelec	Da derzeit noch kein Verfahren zur Verfügung steht, wird angenommen, dass Warmwasserbereiter ohne bewegliche Teile einen Geräuschpegel von 15dB aufweisen.	

Gemessener/berechneter Parameter	Organisation	Fundstelle	Titel
Prüfgase	CEN	EN 437:2003/A1:2009	Prüfgase — Prüfdrücke — Gerätekategorien
Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand solsb	CLC	EN 62301:2005	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch — Messung der Standby-Leistungsaufnahme
Prüfstand für $Q_{elec}$ von elektrischen Speicher-Warmwasserbereitern	CLC	prEN 50440:2014	Wirkungsgrad von elektrischen Speicher-Warmwasserbereitern für den Hausgebrauch und Prüfverfahren
Prüfstand für $Q_{elec}$ von elektrischen Durchlauf-Warmwasserbereitern	CLC	EN 50193-1:2013	Elektro-Durchfluss-Wassererwärmer, Verfahren zur Leistungsmessung
Prüfstand für $Q_{fuel}$ und $Q_{elec}$ von gasbeheizten Durchlauf-Warmwasserbereitern	CEN	EN 26:1997/A3:2006, Abschnitt 7.1 ohne Abschnitt 7.1.5.4.	Gasbeheizte Durchlauf-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch mit atmosphärischen Brennern
Prüfstand für $Q_{fuel}$ und $Q_{elec}$ von gasbeheizten Speicher-Warmwasserbereitern	CEN	EN 89:1999/A4:2006, Abschnitt 7.1 ohne Abschnitt 7.1.5.4.	Gasbeheizte Vorrats-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch
Vorbereitung der Prüfung von $Q_{fuel}$ von gasbeheizten Durchlauf-Warmwasserbereitern und gasbeheizten Speicher-Warmwasserbereitern	CEN	EN 13203-2:2006, Anhang B „Prüfstand und Messeinrichtungen“	Gasbeheizte Geräte für die sanitäre Warmwasserbereitung für den Hausgebrauch — Geräte, die eine Nennwärmeleistung von 70 kW und eine Speicherkapazität von 300 Liter Wasser nicht überschreiten — Teil 2: Bewertung des Energieverbrauchs
Vorbereitung der Prüfung von $Q_{fuel}$ von brennstoffbetriebenen Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe	CEN	EN 13203-2: EN 13203-2:2006, Anhang B „Prüfstand und Messeinrichtungen“	Gasbeheizte Geräte für die sanitäre Warmwasserbereitung für den Hausgebrauch — Geräte, die eine Nennwärmeleistung von 70 kW und eine Speicherkapazität von 300 Liter Wasser nicht überschreiten — Teil 2: Bewertung des Energieverbrauchs
Prüfstand für Warmwasserbereiter mit Wärmepumpe	CEN	EN 16147:2011	Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern — Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwarmwasser
Warmhalteverlust $S$ von Warmwasserspeichern	CEN	EN 12897:2006, Abschnitt 6.2.7, Anhang B und Anhang A (korrekte Aufstellung des Warmwasserbereiters)	Wasserversorgung — Bestimmung für mittelbar beheizte, unbelüftete (geschlossene) Speicher-Wassererwärmer

Gemessener/berechneter Parameter	Organisation	Fundstelle	Titel
Warmhalteverlust $S$ und von psbsol Warmwasserspeichern	CEN	EN 12977-3:2012	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen
Warmhalteverlust $S$ von Warmwasserspeichern	CEN	EN 15332:2007, Abschnitte 5.1 und 5.4 (Messung des Bereitschaftsverlustes)	Heizkessel — Energetische Bewertung von Warmwasserspeichersystemen
Warmhalteverlust $S$ von Warmwasserspeichern	CLC	EN 60379:2004, Abschnitte 9, 10, 11, 12 und 14	Verfahren zum Messen der Gebrauchseigenschaften von elektrischen Warmwasserspeichern für den Hausgebrauch
Stickoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) von gasbeheizten Speicher-Warmwasserbereitern	CEN	prEN 89:2012, Abschnitt 6.18 Stickoxide	Gasbeheizte Vorrats-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch
Stickoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) von gasbeheizten Durchlauf-Warmwasserbereitern	CEN	prEN 26, Abschnitt 6.9.3 Stickstoff-Abgase	Gasbeheizte Durchlauf-Wasserheizer für den sanitären Gebrauch
Warmwasserbereitungs-Nutzungsgrad $\eta_{wh}$ von Warmwasserbereitern und Warmhalteverlust $S$ von Warmwasserspeichern	Europäische Kommission	Nummer 4 dieser Mitteilung	Weitere Elemente der Messungen und Berechnungen in Bezug auf die Energieeffizienz von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern

4. Weitere Elemente der Messungen und Berechnungen in Bezug auf die Energieeffizienz von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern

Für die Zwecke der Verordnungen (EU) Nr. 812/2013 und (EU) Nr. 814/2013 wird jeder Warmwasserbereiter mit Fabrikeinstellungen geprüft.

„Fabrikeinstellungen“ bezeichnet dabei den vom Hersteller in der Fabrik eingestellten Standardbetriebszustand oder -modus, der sich unmittelbar nach der Installation des Geräts einstellt und gemäß dem Zapfzyklus, für den das Produkt ausgelegt und in Verkehr gebracht wurde, für den normalen Gebrauch durch den Endnutzer geeignet ist. Jeder Wechsel zu einem anderen Betriebszustand oder -modus kann nur durch das bewusste Eingreifen des Endnutzers und zu keiner Zeit automatisch durch den Warmwasserbereiter selbst herbeigeführt werden, mit Ausnahme der Smart-Control-Funktion, die den Warmwasserbereitungsvorgang an die individuellen Nutzungsbedingungen anpasst, um den Energieverbrauch zu verringern.

Bei Kombi-Warmwasserbereitern werden bei der Messung/Berechnung von  $Q_{elec}$  und  $Q_{fuel}$  keine Gewichtungsfaktoren zur Berücksichtigung der Unterschiede zwischen Sommer- und Winterbetrieb angewandt.

Bei konventionellen, mit Brennstoffen betriebenen Warmwasserbereitern wird nur bei der Formel zur Berechnung des jährlichen Stromverbrauchs (AEC) (siehe Anhang VIII Nummer 4 Buchstabe a der Verordnung (EU) Nr. 812/2013) der Umgebungstemperatur-Korrekturterm  $Q_{cor}$  gleich null gesetzt.

## 4.1. Begriffsbestimmungen

- „Messunsicherheit (Genauigkeit)“ bezeichnet die Genauigkeit, mit der ein Gerät oder eine Reihe von Geräten einen tatsächlichen Wert, der mit einem genau kalibrierten Referenzmessgerät ermittelt wurde, wiedergeben kann;
- „zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)“ bezeichnet die maximal zulässige negative oder positive Differenz zwischen dem über den Prüfzeitraum durchschnittlich gemessenen Wert eines Parameters und einem vorgegebenen Wert;
- „zulässige Abweichungen einzelner Messwerte von den Mittelwerten“ bezeichnet die maximal zulässige negative oder positive Differenz zwischen einem Messwert und dem über den Prüfzeitraum gemittelten Wert dieses Parameters;

## 4.2. Energiezufuhr

## a) Strom und fossile Brennstoffe

Gemessener Parameter	Einheit	Wert	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
<b>Strom</b>				
Leistung	W			± 2 %
Energie	kWh			± 2 %
Spannung, Prüfzeitraum > 48 h	V	230/400	± 4 %	± 0,5 %
Spannung, Prüfzeitraum < 48h	V	230/400	± 4 %	± 0,5 %
Spannung, Prüfzeitraum < 1 h	V	230/400	± 4 %	± 0,5 %
Elektrische Stromstärke	A			± 0,5 %
Frequenz	Hz	50	± 1 %	
<b>Gas</b>				
Arten	—	Prüfgase EN 437		
Heizwert (NCV) und Brennwert (GCV)	MJ/m <sup>3</sup>	Prüfgase EN 437		± 1 %
Temperatur	K	288,15		± 0,5
Druck	mbar	1 013,25		± 1 %
Dichte	dm <sup>3</sup> /kg			± 0,5 %
Durchsatz	m <sup>3</sup> /s oder l/min			± 1 %
<b>Erdöl</b>				
<b>Heizöl</b>				
Zusammensetzung, Kohlenstoff/Wasserstoff/Schwefel	kg/kg	86/13,6/0,2 %		
N-Gehalt	(mg/kg)	140	± 70	

Gemessener Parameter	Einheit	Wert	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
Heizwert (NCV, Hi)	MJ/kg	42,689 (**)		
Brennwert (GCV, Hs)	MJ/kg	45,55		
Dichte $\rho_{15}$ bei 15 °C	kg/dm <sup>3</sup>	0,85		

**Kerosin**

Zusammensetzung, Kohlenstoff/Wasserstoff/Schwefel	kg/kg	85/14,1/0,4 %		
Heizwert (NCV, Hi)	MJ/kg	43,3 (**)		
Brennwert (GCV, Hs)	MJ/kg	46,2		
Dichte $\rho_{15}$ bei 15 °C	kg/dm <sup>3</sup>	0,79		

## Anmerkungen:

(\*\*) Standardwert, wenn der Wert nicht kalorimetrisch ermittelt wird. Sind die volumetrische Masse und der Schwefelgehalt (z. B. aufgrund einer grundlegenden Analyse) bekannt, so kann der Heizwert folgendermaßen bestimmt werden:

$$Hi = 52,92 - (11,93 \times \rho_{15}) - (0,3 - S) \text{ in MJ/kg}$$

## b) Solarenergie bei den Prüfungen von Sonnenkollektoren

Gemessener Parameter	Einheit	Wert	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
Prüfung Sonneneinstrahlung (Globalstrahlung G, kurzweilig)	W/m <sup>2</sup>	> 700 W/m <sup>2</sup>	± 50 W/m <sup>2</sup> (Prüfung)	± 10 W/m <sup>2</sup> (in Innenräumen)
Diffuse Sonneneinstrahlung (Anteil an der Globalstrahlung)	%	< 30 %		
Abweichungen der Wärme- strahlung (in Innenräumen)	W/m <sup>2</sup>			± 10 W/m <sup>2</sup>
Fluidtemperatur am Kollektoreintritt/-austritt	°C/K	Bereich 0-99 °C	± 0,1 K	± 0,1 K
Fluidtemperatur am Kollektoreintritt/-austritt				± 0,05 K
Einfallswinkel (gegenüber 90°)	°	< 20°	± 2 % (< 20°)	
Luftgeschwindigkeit, parallel zum Kollektor	m/s	3 ± 1 m/s		0,5 m/s
Fluiddurchsatz (auch für den Simulator)	kg/s	0,02 kg/s je m <sup>2</sup> Kollektor-Aperturfläche	± 10 % bei den ein- zelnen Prüfungen	
Rohrleitungswärmeverlust des Kollektorkreislaufs bei der Prüfung	W/K	< 0,2 W/K		

## c) Wärmeenergie der Umgebung

Gemessener Parameter	Einheit	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Zulässige Abweichungen (bei den einzelnen Prüfungen)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
----------------------	---------	--	--	--------------------------------

**Sole- oder Wasserwärmequelle**

Wasser-/Sole-Eintrittstemperatur	°C	± 0,2	± 0,5	± 0,1
Durchsatz	m <sup>3</sup> /s oder l/min	± 2 %	± 5 %	± 2 %
Statischer Druckunterschied	Pa	—	± 10 %	± 5 Pa/5 %

**Luftwärmequelle**

Lufttemperatur im Freien (trockene Thermometerkugel) T <sub>j</sub>	°C	± 0,3	± 1	± 0,2
Ablufttemperatur	°C	± 0,3	± 1	± 0,2
Raumlufttemperatur	°C	± 0,3	± 1	± 0,2
Durchsatz	dm <sup>3</sup> /s	± 5 %	± 10 %	± 5 %
Statischer Druckunterschied	Pa	—	± 10 %	± 5 Pa/5 %

## d) Prüfbedingungen und Toleranzen bei den Ergebnissen

Gemessener Parameter	Einheit	Wert	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Zulässige Abweichungen (bei den einzelnen Prüfungen)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
----------------------	---------	------	--	--	--------------------------------

**Umgebung**

Innentemperatur	°C oder K	20 °C	± 1 K	± 2 K	± 1 K
Luftgeschwindigkeit Wärmepumpe (Warmwasserbereiter ausgeschaltet)	m/s	< 1,5 m/s			
Sonstige Luftgeschwindigkeit	m/s	< 0,5 m/s			

**Sanitärwasser**

Kaltwasser-Temperatur, solarbetrieben	°C oder K	10 °C	± 1 K	± 2 K	± 0,2 K
Kaltwasser-Temperatur, sonstige	°C oder K	10 °C	± 1 K	± 2 K	± 0,2 K
Kaltwasser-Druck bei gasbeheizten Warmwasserbereitern	bar	2 bar		± 0,1 bar	

Gemessener Parameter	Einheit	Wert	Zulässige Abweichung (des Mittelwerts über den Prüfzeitraum)	Zulässige Abweichungen (bei den einzelnen Prüfungen)	Messunsicherheit (Genauigkeit)
Kaltwasser-Druck, sonstige (mit Ausnahme von elektrischen Durchlauf-Warmwasserbereitern)	bar	3 bar			± 5 %
Warmwasser-Druck bei gasbeheizten Warmwasserbereitern	°C oder K				± 0,5 K
Warmwasser-Druck bei elektrischen Durchlauf-Warmwasserbereitern	°C oder K				± 1 K
Wassertemperatur (Ein-/Austritt), sonstige	°C oder K				± 0,5 K
Durchsatz bei Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe	dm <sup>3</sup> /s		± 5 %	± 10 %	± 2 %
Durchsatz bei elektrischen Durchlauf-Warmwasserbereitern	dm <sup>3</sup> /s				≥10 l/min: ± 1 % < 10 l/min: ± 0,1 l/min
Durchsatz bei sonstigen Warmwasserbereitern	dm <sup>3</sup> /s				± 1 %

#### 4.3. Prüfverfahren bei Speicher-Warmwasserbereitern

Der tägliche Stromverbrauch  $Q_{elec}$  und der tägliche Brennstoffverbrauch  $Q_{fuel}$  von Speicher-Warmwasserbereitern werden während eines 24-stündigen Messzyklus in folgendem Prüfverfahren ermittelt:

##### a) Installation

Das Produkt wird gemäß den Herstelleranweisungen in der Prüfumgebung installiert. Für die Aufstellung auf dem Boden bestimmte Geräte können auf dem Boden, auf einem mit dem Produkt gelieferten Ständer oder zur besseren Zugänglichkeit auf einer Plattform installiert werden. An der Wand zu befestigende Produkte werden an einer Tafel in einer Entfernung von mindestens 150 mm von tragenden Wänden sowie mit einem Freiraum von mindestens 250 mm über und unter dem Produkt und mindestens 700 mm an den Seiten montiert. Für den Einbau bestimmte Produkte werden gemäß den Herstellerangaben installiert. Mit Ausnahme von Sonnenkollektoren werden die Produkte vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt.

##### b) Stabilisierung

Das Produkt wird so lange den Umgebungsbedingungen ausgesetzt, bis alle seine Teile Umgebungsbedingungen ± 2 K erreicht haben (bei Produkten mit Speicherfunktion mindestens 24 Stunden).

##### c) Befüllen und Aufheizen

Das Produkt wird mit kaltem Wasser befüllt, bis der anwendbare Kaltwasser-Druck erreicht ist.

Dem Produkt wird bei Fabrikeinstellungen Energie zugeführt, bis es seine Betriebstemperatur erreicht, was mit Hilfe der Kontrolleinrichtungen des Produkts (Thermostat) kontrolliert wird. Der nächste Schritt beginnt mit der Abschaltung durch den Thermostat.

##### d) Stabilisierung bei Nulllast

Das Produkt muss sich mindestens 12 Stunden lang in diesem Zustand befinden, ohne dass Wasser entnommen wird.

Vorbehaltlich eines Kontrollzyklus endet dieser Schritt mit der ersten Thermostat-Abschaltung nach 12 Stunden, mit der auch der nächste Schritt beginnt.



Während dieses Schritts werden der Gesamtbrennstoffverbrauch in kWh als Brennwert, der Gesamtstromverbrauch in kWh als Endenergie und die exakt vergangene Zeit in h aufgezeichnet.

e) Wasserentnahme

Die Wasserentnahme für das angegebene Lastprofil erfolgt gemäß den Spezifikationen des jeweiligen 24-stündigen Zapfzyklus. Dieser Schritt beginnt unmittelbar nach der Abschaltung durch den Thermostat am Ende der Stabilisierung, wobei sich der Zeitwert für das erste Zapfen nach dem jeweiligen Lastprofil richtet (siehe Anhang III Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und Anhang VII Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 812/2013). Nach dem Ende der letzten Wasserentnahme bis 24:00 wird kein Wasser mehr entnommen.

Während der Wasserentnahmen werden relevante technische Parameter (Leistung, Temperatur usw.) ermittelt. Bei dynamischen Parametern beträgt die Gesamtprobenahmedauer höchstens 60s. Während der Wasserentnahmen beträgt die empfohlene Probenahmedauer höchstens 5s.

Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen und der Stromverbrauch während des 24-stündigen Messzyklus,  $Q_{testfuel}$  und  $Q_{testelec}$ , werden gemäß den Vorgaben unter Buchstabe h berichtet.

f) Restabilisierung bei Nulllast

Danach folgen wieder 12 Stunden, in denen kein Wasser entnommen wird und das Produkt gemäß den Herstelleranweisungen normalen Betriebsbedingungen ausgesetzt wird.

Vorbehaltlich eines Kontrollzyklus endet dieser Schritt mit der ersten Thermostat-Abschaltung nach 12 Stunden.

Während dieses Schritts werden der Gesamtbrennstoffverbrauch in kWh als Brennwert, der Gesamtstromverbrauch in kWh als Endenergie und die exakt vergangene Zeit in h aufgezeichnet.

g) Mischwasser bei 40 °C (V40)

Mischwasser bei 40 °C (V40) bezeichnet die in Litern angegebene Wassermenge bei 40 °C, die denselben Wärmeinhalt (Enthalpie) aufweist wie das am Auslass des Warmwasserbereiters abgegebene Warmwasser bei über 40 °C.

Unmittelbar nach der Messung gemäß Buchstabe f wird am Auslass durch Zufuhr von kaltem Wasser eine Wassermenge entnommen. Der Durchfluss des Wassers aus Warmwasserbereitern mit offenem Auslass wird durch das Einlassventil geregelt. Bei allen sonstigen Arten von Warmwasserbereitern wird der Durchfluss durch ein am Einlass oder Auslass installiertes Ventil geregelt. Die Messung wird beendet, wenn die Austrittstemperatur unter 40 °C fällt.

Der Volumenstrom wird auf den Höchstwert gemäß dem angegebenen Lastprofil eingestellt.

Der normalisierte Wert der Durchschnittstemperatur wird anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$\vartheta_p [^{\circ}\text{C}] = (T_{set} - 10) \times \frac{(\vartheta'_p - \vartheta_c)}{(T_{set} - \vartheta_c)} + 10$$

Dabei gilt:

—  $T_{set}$  in °C ist die Wassertemperatur ohne Wasserentnahme, die mit einem Thermoelement im oberen Teil des Behälters gemessen wird. Bei Metallbehältern kann das Thermoelement auch an der Außenseite des Behälters angebracht werden. Dieser Wert ist die Wassertemperatur, die nach der letzten Thermostat-Abschaltung während des unter Buchstabe f beschriebenen Schritts gemessen wird.

—  $\vartheta_c$  in °C ist die mittlere Temperatur des kalten Wassers am Einlass während der Prüfung.

—  $\vartheta'_p$  in °C ist die mittlere Temperatur des Wassers am Auslass; ihr normalisierter Wert wird als  $\vartheta_p$  bezeichnet und in °C angegeben.

Temperaturmessungen finden vorzugsweise kontinuierlich statt. Alternativ können sie in regelmäßigen Abständen, die sich gleichmäßig über die Wasserabgabe verteilen, wie z. B. nach jeweils (maximal) 5 Litern, erfolgen. Bei einem starken Temperaturabfall können zusätzliche Messungen notwendig werden, um den mittleren Wert  $\vartheta_p$  korrekt zu berechnen.

Die Wassertemperatur am Auslass ist stets  $\geq 40$  °C, was bei der Berechnung von  $\vartheta_p$  zu berücksichtigen ist.

Die in Litern angegebene Menge des Warmwassers  $V_{40}$ , das mit einer Temperatur von mindestens 40 °C abgegeben wird, errechnet sich anhand der folgenden Gleichung:

$$V_{40}[\text{litres}] = V_{40\text{exp}} \times \frac{(\vartheta_p - 10)}{30}$$

Dabei gilt:

— Das Volumen  $V_{40\text{exp}}$  in Litern entspricht der mit mindestens 40 °C abgegebenen Wassermenge.

h) Angabe von  $Q_{\text{fuel}}$  und  $Q_{\text{elec}}$

$Q_{\text{testfuel}}$  und  $Q_{\text{testelec}}$  werden um einen möglichen Energieüberschuss bzw. ein mögliches Energiedefizit außerhalb des 24-stündigen Messzyklus berichtigt, d. h. eine mögliche Energiedifferenz zwischen diesen beiden Zeiträumen wird berücksichtigt. Zudem wird in den folgenden Gleichungen für  $Q_{\text{fuel}}$  und  $Q_{\text{elec}}$  ein möglicher Überschuss bzw. ein mögliches Defizit des nutzbaren Energiegehalts des abgegebenen Warmwassers berücksichtigt:

$$Q_{\text{fuel}} = \left( \frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{\text{H}_2\text{O}}} \right) \times \left\{ Q_{\text{testfuel}} + \frac{1,163 \times C_{\text{act}} \times (T_3(t_3) - T_5(t_5))}{1000} \right\}$$

$$Q_{\text{elec}} = \left( \frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{\text{H}_2\text{O}}} \right) \times \left\{ Q_{\text{testelec}} + \frac{1,163 \times C_{\text{act}} \times (T_3(t_3) - T_5(t_5))}{1000} \right\}$$

Dabei gilt:

—  $Q_{\text{H}_2\text{O}}$  in kWh ist der nutzbare Energiegehalt des entnommenen Warmwassers;

—  $T_3$  und  $T_5$  sind die im oberen Teil des Warmwasserbereiters zu Beginn ( $t_3$ ) bzw. am Ende ( $t_5$ ) des 24-stündigen Messzyklus gemessenen Wassertemperaturen.

—  $C_{\text{act}}$  in Litern ist die tatsächliche Kapazität des Warmwasserbereiters.  $C_{\text{act}}$  wird gemäß Abschnitt 4.5 Buchstabe c gemessen.

4.4. Prüfverfahren bei mit Brennstoffen betriebenen Durchlauf-Warmwasserbereitern

Der tägliche Brennstoffverbrauch  $Q_{\text{fuel}}$  und der tägliche Stromverbrauch  $Q_{\text{elec}}$  von Durchlauf-Warmwasserbereitern werden während eines 24-stündigen Messzyklus in folgendem Prüfverfahren ermittelt:

a) Installation

Das Produkt wird gemäß den Herstelleranweisungen in der Prüfumgebung installiert. Für die Aufstellung auf dem Boden bestimmte Geräte können auf dem Boden, auf einem mit dem Produkt gelieferten Ständer oder zur besseren Zugänglichkeit auf einer Plattform installiert werden. An der Wand zu befestigende Produkte werden an einer Tafel in einer Entfernung von mindestens 150 mm von tragenden Wänden sowie mit einem Freiraum von mindestens 250 mm über und unter dem Produkt und mindestens 700 mm an den Seiten montiert. Für den Einbau bestimmte Produkte werden gemäß den Herstellerangaben installiert. Mit Ausnahme von Sonnenkollektoren werden die Produkte vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt.

b) Stabilisierung

Das Produkt wird so lange den Umgebungsbedingungen ausgesetzt, bis alle seine Teile Umgebungsbedingungen  $\pm 2$  K erreicht haben.

## c) Wasserentnahme

Die Wasserentnahme für das angegebene Lastprofil erfolgt gemäß den Spezifikationen des jeweiligen 24-stündigen Zapfzyklus. Dieser Schritt beginnt unmittelbar nach der Abschaltung durch den Thermostat am Ende der Stabilisierung, wobei sich der Zeitwert für das erste Zapfen nach dem jeweiligen Lastprofil richtet (siehe Anhang III Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und Anhang VII Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 812/2013). Nach dem Ende der letzten Wasserentnahme bis 24:00 wird kein Wasser mehr entnommen.

Während der Wasserentnahmen werden relevante technische Parameter (Leistung, Temperatur usw.) ermittelt. Bei dynamischen Parametern beträgt die Gesamtprobenahmedauer höchstens 60s. Während der Wasserentnahmen beträgt die empfohlene Probenahmedauer höchstens 5s.

d) Angabe von  $Q_{\text{fuel}}$  und  $Q_{\text{elec}}$ 

$Q_{\text{testfuel}}$  und  $Q_{\text{testelec}}$  werden in den folgenden Gleichungen für  $Q_{\text{fuel}}$  und  $Q_{\text{elec}}$  um einen möglichen Überschuss bzw. ein mögliches Defizit des abgegebenen nutzbaren Energiegehalts des Warmwassers berichtigt.

$$Q_{\text{fuel}} = \left( \frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{\text{H}_2\text{O}}} \right) \times Q_{\text{testfuel}}$$

$$Q_{\text{elec}} = \left( \frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{\text{H}_2\text{O}}} \right) \times Q_{\text{testelec}}$$

Dabei gilt:

—  $Q_{\text{H}_2\text{O}}$  in kWh ist der nutzbare Energiegehalt des entnommenen Warmwassers;

## 4.5. Prüfverfahren für elektrisch betriebene Warmwasserbereiter mit Wärmepumpe

## a) Installation

Das Produkt wird gemäß den Herstelleranweisungen in der Prüfumgebung installiert. Für die Aufstellung auf dem Boden bestimmte Geräte können auf dem Boden, auf einem mit dem Produkt gelieferten Ständer oder zur besseren Zugänglichkeit auf einer Plattform installiert werden. An der Wand zu befestigende Produkte werden an einer Tafel in einer Entfernung von mindestens 150 mm von tragenden Wänden sowie mit einem Freiraum von mindestens 250 mm über und unter dem Produkt und mindestens 700 mm an den Seiten montiert. Für den Einbau bestimmte Produkte werden gemäß den Herstellerangaben installiert.

Produkte mit dem angegebenen Lastprofil 3XL oder 4XL können vor Ort geprüft werden, sofern die Prüfbedingungen den hier beschriebenen Bedingungen entsprechen, wobei gegebenenfalls Berichtigungen vorzunehmen sind.

Die in den Abschnitten 5.2, 5.4 und 5.5 der Norm EN 16147 beschriebenen Anforderungen an die Installation werden eingehalten.

## b) Stabilisierung

Das Produkt wird so lange den Umgebungsbedingungen ausgesetzt, bis alle seine Teile Umgebungsbedingungen  $\pm 2$  K erreicht haben (bei Speicher-Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe mindestens 24h).

So soll geprüft werden, ob das Produkt nach dem Transport bei normaler Temperatur arbeitet.

c) Füll- und Speichervolumen (tatsächliche Kapazität  $C_{\text{act}}$ )

Das Volumen des Speichers wird wie folgt gemessen.

Der leere Warmwasserbereiter wird gewogen; dabei wird das Gewicht der Anschlüsse von Einlass- und/oder Auslassrohren berücksichtigt.

Dann wird der Speicher-Warmwasserbereiter gemäß den Herstellerangaben mit Hilfe des Kaltwasserdrucks mit kaltem Wasser gefüllt. Anschließend wird die Wasserzufuhr abgeschaltet.

Der gefüllte Warmwasserbereiter wird gewogen.

Aus der Differenz zwischen den beiden Gewichten ( $m_{act}$ ) ergibt sich das Volumen in Litern ( $C_{act}$ ).

$$C_{act} = \frac{m_{act}}{0,9997}$$

Dieses Volumen wird in Litern angegeben und auf den nächstliegenden Zehntelliter gerundet. Der Messwert ( $C_{act}$ ) darf den Nennwert nicht um mehr als 2 % unterschreiten.

d) Befüllen und Aufheizen

Produkte mit Speicherfunktion werden mit kaltem Wasser befüllt ( $10 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Die Befüllung endet bei dem anwendbaren Kaltwasserdruck.

Dem Produkt wird Energie zugeführt, bis es unter anderem hinsichtlich der Speichertemperatur Fabrikeinstellungen erreicht. Dabei werden die eigenen Kontrolleinrichtungen des Produkts (Thermostat) genutzt. Dieser Schritt wird nach dem Verfahren des Abschnitts 6.3 der Norm EN 16147 durchgeführt. Der nächste Schritt beginnt mit der Abschaltung durch den Thermostat.

e) Leistungszufuhr im Bereitschaftszustand

Die Leistungszufuhr im Bereitschaftszustand wird durch Messung der elektrischen Leistungszufuhr während einer ganzzahligen Anzahl von Ein-/Aus-Zyklen der Wärmepumpe gemessen, die vom Thermostat in dem Speicher ausgelöst werden, wenn kein Warmwasser entnommen wird.

Dieser Schritt wird nach dem Verfahren des Abschnitts 6.4 der Norm EN 16147 durchgeführt, und der Wert von  $P_{stby}$  [kW] wird wie folgt ermittelt:

$$P_{stby}[\text{kW}] = CC \times P_{es}[\text{kW}]$$

f) Wasserentnahme

Die Wasserentnahme für das angegebene Lastprofil erfolgt gemäß den Spezifikationen des jeweiligen 24-stündigen Zapfzyklus. Dieser Schritt beginnt unmittelbar nach der Abschaltung durch den Thermostat am Ende der Stabilisierung, wobei sich der Zeitwert für das erste Zapfen nach dem jeweiligen Lastprofil richtet (siehe Anhang III Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und Anhang VII Nummer 2 der Verordnung (EU) Nr. 812/2013). Nach dem Ende der letzten Wasserentnahme bis 24:00 wird kein Wasser mehr entnommen. Der erforderliche nutzbare Energiegehalt des Warmwassers ist  $Q_{ref}$  [in kWh].

Dieser Schritt wird nach dem Verfahren der Abschnitte 6.5.2 bis 6.5.3.5 der Norm EN 16147 durchgeführt.  $\Delta T_{desired}$  in der Norm EN 16147 wird anhand des Wertes von  $T_p$  ermittelt:

$$\Delta T_{desired} = T_p - 10$$

Am Ende dieses Schritts wird  $Q_{elec}$  [kWh] wie folgt ermittelt:

$$Q_{elec} = \frac{Q_{ref}}{Q_{TC}} \times W_{EL-TC}$$

$W_{EL-TC}$  (Der Wert ist in der Norm EN16147 definiert.)

Produkten, die für den Betrieb zu Schwachlastzeiten vorgesehen sind, wird über einen Zeitraum von maximal 8 aufeinanderfolgenden Stunden zwischen 22:00 und 07:00 des 24-stündigen Zapfzyklus Energie zugeführt. Am Ende des 24-stündigen Zapfzyklus wird den Produkten bis zum Ende des Schritts Energie zugeführt.

g) Mischwasser bei  $40^\circ\text{C}$  (V40)

Dieser Schritt wird gemäß dem in Abschnitt 6.6 der Norm EN 16147 beschriebenen Verfahren durchgeführt, ohne dass jedoch der Kompressor am Ende des letzten Messzeitraums für die Zapfzyklen abgeschaltet wird; der Wert V40 [L] entspricht  $V_{max}$ .

#### 4.6. Prüfverfahren bei elektrisch betriebenen Durchlauf-Warmwasserbereitern

Wärmeverluste aufgrund von Wärmeübertragungsprozessen während des Betriebs und Wärmeverluste im Bereitschaftszustand werden außer Acht gelassen.

##### a) Einstellungen

Für die vom Nutzer veränderbaren Einstellungen gilt Folgendes:

- Verfügt das Gerät über eine Leistungswahleinrichtung, so wird diese auf den höchsten Wert eingestellt.
- Verfügt das Gerät über eine durchsatzunabhängige Temperaturwahleinrichtung, so wird diese auf den höchsten Wert eingestellt.

Alle nicht vom Nutzer veränderbaren Einstellungen und Wähleinrichtungen entsprechen Fabrikeinstellungen.

Dabei ist der vorgeschriebene Mindestdurchsatz  $f_i$  jeder einzelnen Entnahme  $i$  des Zapfprofils gemäß den Lastprofilen der Warmwasserbereiter anzuwenden. Kann der Mindestdurchsatz  $f_i$  nicht erreicht werden, so wird der Durchsatz erhöht, bis sich das Gerät einschaltet und in der Lage ist, bei oder über dem Wert  $T_m$  zu arbeiten. Anstelle des vorgeschriebenen Mindestdurchsatzes  $f_i$  ist dieser erhöhte Durchsatz bei der jeweiligen Entnahme zu nutzen.

##### b) Statischer Wirkungsgrad

Der statische Verlust  $P_{loss}$  des Geräts bei Nennlast  $P_{nom}$  wird bei gleichförmigen Funktionsbedingungen ermittelt. Der Wert  $P_{loss}$  ist die Summe aller internen Leistungsverluste (Produkt der Strom- und Spannungsverluste zwischen den Anschlüssen und Heizelementen) des Geräts nach einem Betrieb von mindestens 30 Minuten bei Nennbedingungen.

Dieses Prüfergebnis ist großteils unabhängig von der Wassertemperatur am Einlass. Diese Prüfung kann mit einer Kaltwassertemperatur am Einlass zwischen 10 und 25 °C durchgeführt werden.

Bei elektronisch gesteuerten Durchlauf-Warmwasserbereitern mit Halbleiter-Leistungsschaltern wird die Spannung über die Halbleiter-Einspeiseklemmen von den gemessenen Spannungsverlusten subtrahiert, wenn die Halbleiter-Leistungsschalter mit dem Wasser thermisch verbunden sind. In diesem Fall wird die von den Halbleiter-Leistungsschaltern entwickelte Wärme in Nutzenergie umgewandelt, die zur Erwärmung des Wassers beiträgt.

Der statische Wirkungsgrad errechnet sich wie folgt:

$$\eta_{static} = \frac{P_{nom} - P_{loss}}{P_{nom}}$$

Dabei gilt:

- $\eta_{static}$  ist der statische Wirkungsgrad des Gerätes;
- $P_{nom}$  ist die Nennleistungsaufnahme des Produkts in kW;
- $P_{loss}$  sind die gemessenen internen statischen Verluste des Produkts in kW.

##### c) Anlaufverluste

Bei dieser Prüfung wird für jede Entnahme des angegebenen Lastprofils die Zeit  $t_{start_i}$  ermittelt, die zwischen der Energiezufuhr an die Heizelemente und der Abgabe von Nutzwasser verstreicht. Das Prüfverfahren beruht auf der Annahme, dass die Leistungsaufnahme des Geräts während der Anlaufphase der Leistungsaufnahme im statischen Zustand entspricht.  $P_{static_i}$  ist die statische Leistungsaufnahme bei gleichförmigen Funktionsbedingungen des Geräts für eine bestimmte Entnahme  $i$ .

Bei jeder Entnahme  $i$  werden drei Messungen durchgeführt. Das Ergebnis ist der Mittelwert dieser drei Messungen.

Die Anlaufverluste errechnen sich wie folgt:

$$Q_{start_i} = P_{static_i} \times \frac{t_{start_i}}{3600}$$

Dabei gilt:

- $Q_{start_i}$  sind die Anlaufverluste in kWh bei einer bestimmten Entnahme  $i$ .

- $t_{\text{start}_i}$  ist der Mittelwert der gemessenen Startzeiten in Sekunden für die Entnahme.
- $P_{\text{static}_i}$  ist die gemessene Leistungsaufnahme bei gleichförmigen Funktionsbedingungen in kW für eine bestimmte Entnahme  $i$ .

d) Berechnung des Energiebedarfs

Der tägliche Energiebedarf  $Q_{\text{elec}}$  ist die Summe der Verluste und der Nutzenergie aller Einzelentnahmen  $i$  pro Tag in kWh. Der tägliche Energiebedarf errechnet sich wie folgt:

$$Q_{\text{elec}} = \sum_{i=1}^n \left( Q_{\text{start}_i} + \frac{Q_{\text{tap}_i}}{\eta_{\text{static}}} \right)$$

Dabei gilt:

- $Q_{\text{start}_i}$  sind die Anlaufverluste bei einer bestimmten Entnahme  $i$  in kWh;
- $Q_{\text{tap}_i}$  ist die vordefinierte Nutzenergie je Entnahme  $i$  in kWh;
- $\eta_{\text{static}}$  ist der statische Wirkungsgrad des Gerätes.

4.7. Verfahren zur Prüfung der intelligenten Regelung von Warmwasserbereitern

Der Smart-Control-Faktor SCF und die Erfüllung des Smart-Control-Kriteriums werden gemäß Anhang IV Nummer 4 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und Anhang VIII Nummer 5 der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 bestimmt. Die Bedingungen für die Prüfung der Erfüllung des Smart-Control-Kriteriums sind in Anhang III Nummer 3 der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 und Anhang VII Nummer 3 der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 angegeben.

Die Parameter für die Ermittlung des SCF beruhen auf realen Messungen des Energieverbrauchs bei eingeschalteter und abgeschalteter intelligenter Regelung.

„intelligente Regelung abgeschaltet“ bedeutet, dass die intelligente Regelung (Smart-Control-Funktion) des Warmwasserbereiters zwar aktiviert ist, aber sich in der Lernphase befindet.

„intelligente Regelung eingeschaltet“ bedeutet, dass die intelligente Regelung (Smart-Control-Funktion) des Warmwasserbereiters aktiviert ist und die Austrittstemperatur moduliert, um Energie zu sparen.

a) Elektrische Speicher-Warmwasserbereiter

Bei elektrischen Speicher-Warmwasserbereitern wird die in der Norm prEN 50440:2014 beschriebene Prüfmethodik angewandt.

b) Warmwasserbereiter mit Wärmepumpe

Bei Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe wird der SCF anhand des von TC59X/WG4 vorgeschlagenen Prüfverfahrens ermittelt; dieses Verfahren entspricht den Anforderungen von prEN 50440:2014 (Abschnitt 9.2) und ist in Verbindung mit EN 16147:2011 anzuwenden.

Insbesondere gilt Folgendes:

- Der Wert von  $Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}}[i]$  wird gemäß dem in den Abschnitten 6.5.2 bis 6.5.3.4 der Norm EN16147 vorgesehenen Verfahren ermittelt und die Dauer des Prüfzyklus ( $t_{\text{TTC}}$ ) beträgt 24 Stunden. Der Wert  $Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}}[i]$  ist:

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}}[i] = W_{\text{EL-HP-TC}} + Q_{\text{EL-TC}}$$

$W_{\text{EL-HP-TC}}$  und  $Q_{\text{EL-TC}}$  sind in EN16147 definiert.

- Der Wert von  $Q_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{reference}}[i]$  wird entsprechend  $Q_{\text{TC}}$  [kWh] gemäß Abschnitt 6.5.2 der Norm EN 16147 ermittelt.

- Der Wert von  $Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}}[i]$  wird gemäß dem in den Abschnitten 6.5.2 bis 6.5.3.4 der Norm EN16147 vorgesehenen Verfahren ermittelt und die Dauer des Prüfzyklus ( $t_{\text{TTC}}$ ) beträgt 24 Stunden. Der Wert  $Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}}[i]$  ist:

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}}[i] = W_{\text{EL-HP-TC}} + Q_{\text{EL-TC}}$$

$W_{\text{EL-HP-TC}}$  und  $Q_{\text{EL-TC}}$  sind in EN16147 definiert.

— Der Wert von  $Q_{H_2O}^{smart[i]}$  wird entsprechend  $Q_{TC}$  [kWh] gemäß Abschnitt 6.5.2 der Norm EN 16147 ermittelt.

#### 4.8. Solarbetriebene Warmwasserbereiter und reine Solaranlagen, Prüf- und Berechnungsmethoden

Bei der Bewertung des jährlichen nichtsolaren Wärmebeitrags  $Q_{nonsol}$  in kWh als Primärenergie und/oder in kWh als Brennwert werden folgende Methoden angewandt:

- SOLCAL-Verfahren <sup>(1)</sup>
- SOLICS-Verfahren <sup>(2)</sup>

Nach der SOLCAL-Methode werden die Wirkungsgrad-Parameter des Sonnenkollektors separat beurteilt, und die Gesamtleistung der Anlage wird auf der Grundlage des nichtsolaren Wärmebeitrags zur Solaranlage sowie des spezifischen Wirkungsgrads eines eigenständigen Warmwasserbereiters ermittelt.

##### a) Prüfung des Sonnenkollektors

Bei Sonnenkollektoren werden mindestens  $4 \times 4$  Prüfungen durchgeführt (bei 4 verschiedenen Kollektoreintrittstemperaturen  $t_{in}$ , die sich gleichmäßig über den Betriebsbereich verteilen), wobei 4 Prüfungen je Kollektoreintrittstemperatur erfolgen, um Prüfwerte für die Austrittstemperatur  $t_e$ , die Umgebungstemperatur  $t_a$ , die Sonneneinstrahlung  $G$  und den gemessenen Kollektorwirkungsgrad am Prüfpunkt  $\eta_{col}$  zu erhalten. Falls möglich, wird eine Eintrittstemperatur mit  $t_m = t_a \pm 3$  K gewählt, um einen genauen Wert für den optischen Wirkungsgrad  $\eta_0$  zu erhalten. Bei einem ortsfesten Kollektor (ohne automatische Nachführung) werden zwei Prüfungen vor dem Sonnenhöchststand und zwei Prüfungen nach dem Sonnenhöchststand durchgeführt, soweit die Prüfbedingungen dies erlauben. Die Höchsttemperatur des Wärmeübertragungsfluids sollte so gewählt werden, dass sie dem Maximalwert des Kollektorbetriebsbereichs entspricht und einen Temperaturunterschied  $\Delta T$  zwischen Einlass und Auslass des Kollektors  $> 1,0$  K zur Folge hat.

Für den Kollektorwirkungsgrad  $\eta_{col}$  von Durchlauf-Warmwasserbereitern ergibt sich durch statistische Ausgleichsrechnung für die Prüfpunktresultate mithilfe der Methode der kleinsten Quadrate eine kontinuierliche Wirkungsgradkurve entsprechend der folgenden Gleichung:

$$\eta_{col} = \eta_0 - a_1 \times T_m^* - a_2 \times G (T_m^*)^2$$

Dabei gilt:

—  $T_m^*$  ist die reduzierte Temperaturdifferenz in  $m^2KW^{-1}$ , wobei

$$T_m^* = (t_m - t_a)/G$$

Dabei gilt:

—  $t_a$  ist die Temperatur der Umgebungsluft;

—  $t_m$  ist die mittlere Temperatur des Wärmeübertragungsfluids:

$$t_m = t_{in} + 0,5 \times \Delta T$$

Dabei gilt:

—  $t_{in}$  ist die Kollektoreintrittstemperatur;

—  $\Delta T$  ist die Temperaturdifferenz zwischen Austritt und Eintritt des Fluids (=  $t_e - t_{in}$ ).

Alle Prüfungen erfolgen gemäß EN 12975-2, EN 12977-2 und EN 12977-3. So genannte quasi-dynamische Modellparameter können in Referenzwerte bei kontinuierlichen Betriebsbedingungen umgewandelt werden, um die vorstehenden Parameter zu ermitteln. Der Einfallswinkel-Korrekturfaktor IAM wird gemäß EN 12975-2 anhand einer Prüfung bei einem Einfallswinkel von  $50^\circ$  gegenüber dem Kollektor ermittelt.

##### b) SOLCAL-Verfahren

Für das SOLCAL-Verfahren ist Folgendes erforderlich:

— Die Parameter  $A_{sol}$ ,  $\eta_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  und IAM des Sonnenkollektors;

<sup>(1)</sup> Auf der Grundlage der Norm EN15316-4-3, B.

<sup>(2)</sup> Verfahren auf der Grundlage von ISO 9459-5.

- das Speicher-Nennvolumen ( $V_{nom}$ ) in Litern, das Volumen des nichtsolaren Wärmespeichers ( $V_{bu}$ ) in Litern und der spezifische Warmhalteverlust ( $ps_{sol}$ ) in W/K (K steht für die Differenz zwischen Speicher- und Umgebungstemperatur);
- der Hilfsstromverbrauch bei stabilisierten Betriebsbedingungen  $Q_{aux}$ ;
- die Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand *solstandby*;
- die Leistungsaufnahme der Pumpe *solpump* gemäß EN 16297-1:2012.

Die Berechnung beruht auf Standardwerten für die spezifische Isolierung der Rohre des Kollektorkreislaufs ( $= 6 + 0,3 \text{ W/Km}^2$ ) und die thermische Kapazität des Wärmetauschers ( $100 \times \text{W/Km}^2$ ), wobei sich  $\text{m}^2$  auf die Kollektor-Aperturfläche bezieht. Darüber hinaus liegt der Berechnung die Annahme zugrunde, dass die Solarwärme weniger als einen Monat gespeichert wird.

Zur Ermittlung der Gesamtenergieeffizienz von reinen Solaranlagen und konventionellen Warmwasserbereitern oder von solarbetriebenen Warmwasserbereitern wird beim SOLCAL-Verfahren der jährliche nichtsolare Wärmebeitrag  $Q_{nonsol}$  in kWh mit

$$Q_{nonsol} = \text{SUM} (Q_{nonsol_{tm}}) \text{ in kWh/a}$$

Dabei gilt:

- $\text{SUM} (Q_{nonsol_{tm}})$  ist die Summe aller nichtsolaren monatlichen Wärmebeiträge des konventionellen Warmwasserbereiters bzw. des in einen solarbetriebenen Warmwasserbereiter integrierten konventionellen Warmwasserbereiters; mit

$$Q_{nonsol_{tm}} = Lwh_{tm} - LsolW_{tm} + ps_{sol} \times V_{bu}/V_{nom} \times (60 - T_a) \times 0,732$$

Der monatliche Wärmebedarf der thermischen Solaranlage ist folgendermaßen definiert:

$$Lwh_{tm} = 30,5 \times 0,6 \times (Q_{ref} + 1,09)$$

Dabei gilt:

- 0,6 ist ein Faktor zur Berechnung des mittleren Wärmebedarfs aus dem Lastprofil;
- 1,09 steht für die mittleren Verteilungsverluste.

Dabei werden folgende Berechnungen vorgenommen:

$$LsolW1_{tm} = Lwh_{tm} \times (1,029 \times Y_{tm} - 0,065 \times X_{tm} - 0,245 \times Y_{tm}^2 + 0,0018 \times X_{tm}^2 + 0,0215 \times Y_{tm}^3)$$

$$LsolW_{tm} = LsolW1_{tm} - Q_{buf_{tm}}$$

$LsolW_{tm}$  beträgt mindestens 0 und höchstens  $Lwh_{tm}$ .

Dabei gilt:

- $Q_{buf_{tm}}$  ist die Berichtigung des Solarspeichers in kWh/Monat mit

$$Q_{buf_{tm}} = 0,732 \times ps_{sol} \times \left( \frac{V_{nom} - V_{bu}}{V_{nom}} \right) \times \left( 10 + \frac{50 \times LsolW1_{tm}}{Lwh_{tm}} - T_a \right)$$

Dabei gilt:

- 0,732 ist ein Faktor zur Berücksichtigung der durchschnittlichen Stunden pro Monat ( $24 \times 30,5$ );
- $ps_{sol}$  ist der gemäß Abschnitt 4.8 Buchstabe a ermittelte spezifische Warmhalteverlust des solarbetriebenen Wärmespeichers in W/K;



- $T_a$  ist die monatliche Durchschnittstemperatur der Umgebungsluft des Wärmespeichers in °C; dabei gilt:
- $T_a = 20$ , wenn sich der Wärmespeicher innerhalb der Gebäudehülle befindet;
- $T_a = T_{out,tm}$ , wenn sich der Wärmespeicher außerhalb der Gebäudehülle befindet;
- $T_{out,tm}$  ist die mittlere Tagestemperatur in °C bei durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimaverhältnissen.

$X_{tm}$  und  $Y_{tm}$  sind aggregierte Koeffizienten:

$$X_{tm} = A_{sol} \times (Ac + UL) \times etalooop \times (Trefw - T_{out,tm}) \times ccap \times 0,732/Lwh_{tm}$$

$X_{tm}$  beträgt mindestens 0 und höchstens 18.

Dabei gilt:

- $Ac = a_1 + a_2 \times 40$ ;
- $UL = (6 + 0,3 \times A_{sol})/A_{sol}$  steht für die Verluste im Kollektorkreislauf in  $W/(m^2K)$ ;
- $etalooop$  ist der Wirkungsgrad des Kollektorkreislaufs, wobei  $etalooop = 1 - (\eta_0 \times a_1)/100$ ;
- $Trefw = 11,6 + 1,18 \times 40 + 3,86 \times Tcold - 1,32 \times T_{out,tm}$ ;
- $Tcold$  ist die Kaltwassertemperatur; ihr Standardwert beträgt 10 °C;
- $T_{out,tm}$  ist die *mittlere Tagestemperatur in °C bei durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimaverhältnissen*.
- $ccap$  ist der Speicher-Koeffizient, wobei  $ccap = (75 \times A_{sol}/Vsol)^{0,25}$ ;
- $Vsol$  ist das Volumen des solarbetriebenen Warmwasserspeichers gemäß EN 15316-4-3;

$$Y_{tm} = A_{sol} \times IAM \times \eta_0 \times etalooop \times QsolM_{tm} \times 0,732/Lwh_{tm}$$

$Y_{tm}$  beträgt mindestens 0 und höchstens 3.

Dabei gilt:

- $QsolM_{tm}$  ist die *durchschnittliche Gesamtsonneneinstrahlung in  $W/m^2$  bei durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimaverhältnissen*.

Der Hilfsstromverbrauch  $Q_{aux}$  errechnet sich wie folgt:

$$Q_{aux} = (solpump \times solhrs + solstandby \times 24 \times 365)/1000$$

Dabei gilt:

- $solhrs$  ist die Anzahl der Sonnenstunden im Betriebszustand in h; mit
- $solhrs = 2000$  bei solarbetriebenen Warmwasserbereitern.

### c) SOLICS-Verfahren

Das SOLICS-Verfahren beruht auf dem in der Norm ISO 9459-5:2007 beschriebenen Prüfverfahren. Das Verfahren zur Ermittlung der Solarleistung erfolgt gemäß den folgenden Normen:

- Begriffe und Definitionen gemäß ISO 9459-5:2007, Kapitel 3;
- Symbole, Einheiten und Nomenklatur gemäß ISO 9459-5:2007, Kapitel 4;
- Zusammenbau der Anlage gemäß ISO 9459-5:2007, Abschnitt 5.1;

- Prüfanlage, Geräte und Sensorstandorte gemäß ISO 9459-5:2007, Kapitel 5;
- Durchführung der Prüfungen gemäß ISO 9459-5:2007, Kapitel 6;
- Ermittlung der Anlagenparameter auf der Grundlage der Prüfergebnisse gemäß ISO 9459-5:2007, Kapitel 7; Anwendung des dynamischen Ausgleichsalgorithmus und des Simulationsmodells gemäß ISO 9459-5:2007, Anhang A;
- Berechnung der jährlichen Leistung mithilfe des in ISO 9459-5:2007, Anhang A, beschriebenen Simulationsmodells, der ermittelten Parameter und folgender Einstellungen:
- *Mittlere Tagestemperatur in °C bei durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimaverhältnissen und mittlere Gesamtsonneneinstrahlung in W/m<sup>2</sup> bei durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimaverhältnissen;*
- stündliche Werte der Gesamtsonneneinstrahlung nach einem geeigneten CEC-Testreferenzjahr;
- Temperatur des zugeführten Wassers: 10 °C
- Umgebungstemperatur des Speichers (innerhalb: 20 °C, außerhalb: Umgebungstemperatur);
- Hilfsstromverbrauch: gemäß Angaben;
- Temperatureinstellung eines zusätzlichen Warmwasserbereiters: entsprechend den Angaben, mindestens jedoch 60 °C;
- Zeitsteuerung eines zusätzlichen Warmwasserbereiters: entsprechend den Angaben.

Jährlicher Wärmebedarf:  $0,6 \times 366 \times (Q_{ref} + 1,09)$

Dabei gilt:

- 0,6 ist ein Faktor zur Berechnung des mittleren Wärmebedarfs aus dem Lastprofil;
- 1,09 steht für die mittleren Verteilungsverluste.

Der Hilfsstromverbrauch  $Q_{aux}$  errechnet sich wie folgt:

$$Q_{aux} = (solpump \times solhrs + solstandby \times 24 \times 365)/1000$$

Dabei gilt:

- solhrs ist die Anzahl der Sonnenstunden im Betriebszustand in h; mit
- solhrs = 2 000 bei solarbetriebenen Warmwasserbereitern.

Zur Ermittlung der Gesamtenergieeffizienz von reinen Solaranlagen und konventionellen Warmwasserbereitern oder von solarbetriebenen Warmwasserbereitern wird beim SOLICS-Verfahren der jährliche nichtsolare Wärmebeitrag  $Q_{nonsol}$  in kWh als Primärenergie und/oder in kWh als Brennwert folgendermaßen ermittelt:

- Bei reinen Solaranlagen:

$$Q_{nonsol} = 0,6 \times 366 \times (Q_{ref} + 1,09) - QL$$

Dabei gilt:

- QL ist die von der Solaranlage abgegebene Wärme in kWh/a.
- Bei solarbetriebenen Warmwasserbereitern:

$$Q_{nonsol} = Q_{aux,net}$$

Dabei gilt:

- $Q_{aux,net}$  ist der nichtsolare Netto-Energiebedarf in kWh/a.

#### 4.9. Prüfverfahren für den Warmwasserspeicher

##### a) Warmhalteverlust

Der Warmhalteverlust  $S$  von Warmwasserspeichern kann mithilfe jeder der unter Nummer 3 genannten Verfahren ermittelt werden, einschließlich des Warmhalteverlusts des solarbetriebenen Warmwasserspeichers  $ps_{sol}$ . Werden die Messergebnisse in den einschlägigen Normen in kWh/24 Stunden angegeben, so wird das Ergebnis mit  $(1000/24)$  multipliziert, um Werte  $S$  in W zu erhalten. Für den spezifischen Warmhalteverlust — pro Grad Temperaturunterschied zwischen Speicher- und Umgebungstemperatur — von solarbetriebenen Warmwasserspeichern  $ps_{sol}$  kann der Wärmeverlust anhand der Norm EN 12977-3 direkt in W/K ermittelt oder indirekt durch Division des Wärmeverlusts in W durch 45 ( $T_{store} = 65\text{ °C}$ ,  $T_{ambient} = 20\text{ °C}$ ) berechnet werden, um einen Wert in W/K zu erhalten. Werden die Ergebnisse nach EN 12977-3 in W/K für die Beurteilung von  $S$  verwendet, so werden sie mit 45 multipliziert.

##### b) Speichervolumen

Das Volumen des Speichers eines elektrischen Speicher-Warmwasserbereiters wird gemäß Abschnitt 4.5 Buchstabe c gemessen.

#### 4.10. Prüfverfahren zur Ermittlung der Leistung einer Solar-Wärmepumpe

Die Leistung einer Solar-Wärmepumpe wird als Stromverbrauch bei Nenn-Betriebsbedingungen angegeben. Anlaufeffekte mit einer Dauer von unter 5 Minuten werden außer Acht gelassen. Bei kontinuierlich oder in mindestens drei Stufen geregelten Solar-Wärmepumpen ist von 50 % des Nenn-Stromverbrauchs der Solar-Wärmepumpe auszugehen.

---