

DIN EN 12976-2

ICS 27.160

EntwurfEinsprüche bis 2018-11-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12976-2:2017-04**Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile –
Vorgefertigte Anlagen –
Teil 2: Prüfverfahren;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 12976-2:2018**Thermal solar systems and components –
Factory made systems –
Part 2: Test methods;
German and English version FprEN 12976-2:2018Installations solaires thermiques et leurs composants –
Installations préfabriquées en usine –
Partie 2: Méthodes d'essai;
Version allemande et anglaise FprEN 12976-2:2018**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-09-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin, 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 152 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 12976-2:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NQIS EL0T (Griechenland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-01-45 AA „Solaranlagen (SpA CEN/TC 312 und ISO/TC 180) im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12976-2:2017-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) neben einigen redaktionellen Änderungen mehr Klarheit in Bezug auf die Prüfanforderungen für den Rücklaufschutz (5.11) und die mechanische Belastungsprüfung (5.5);
- b) die Missverständlichkeit hinsichtlich verschiedener Q_{ref} -Werte in Tabelle B.5 wurde ausgeräumt, indem die vollständige Gleichung für die jährlichen Lasten verwendet wurde. Es sollte nun nur ein Q_{ref} -Wert vorhanden sein.
- c) wichtige Änderungen bezüglich der ErP-Richtlinie und den neuen mechanischen Lastprüfungen;
- d) Anhang ZA (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 811/2013;
- e) Anhang ZB (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 812/2013;
- f) Anhang ZC (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 814/2013.

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren

Installations solaires thermiques et leurs composants — Installations préfabriquées en usine — Partie 2 : Méthodes d'essai

Thermal solar systems and components — Factory made systems — Part 2: Test methods

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: Einstufiges Annahmeverfahren
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Prüfung	10
5.1 Frostbeständigkeit	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Anlagen mit flüssigen Frostschutzmitteln	10
5.1.3 Anlagen mit interner Kollektorentleerung	11
5.1.4 Anlagen mit externer Kollektorentleerung	11
5.1.5 Kombinierte Frostschutz- und Regelfunktionen	12
5.1.6 Andere Anlagen	12
5.2 Übertemperaturschutz	12
5.2.1 Zweck	12
5.2.2 Prüfgerät	12
5.2.3 Durchführung	12
5.2.4 Anforderungen an den Bericht	13
5.3 Druckbeständigkeit	14
5.3.1 Zweck	14
5.3.2 Prüfgerät	14
5.3.3 Sicherheitsmaßnahme	14
5.3.4 Durchführung	14
5.3.5 Anforderungen an den Bericht	15
5.4 Kontamination des Wassers	15
5.5 Prüfung der Beständigkeit gegen mechanische Belastung	17
5.5.1 Zweck	17
5.5.2 Prüfgerät	17
5.5.3 Sicherheitsmaßnahme	17
5.5.4 Berechnungsverfahren für die mechanische Belastung	18
5.5.5 Durchführung	20
5.5.6 Anforderungen an den Bericht	20
5.6 Blitzschutz	21
5.7 Sicherheitsausrüstung	21
5.7.1 Sicherheitsventile	21
5.7.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen	22
5.7.3 Ausblaseleitungen	22
5.8 Beschilderung	22
5.9 Charakterisierung der Wärmeleistung	23
5.9.1 Einleitung	23
5.9.2 Prüfverfahren	23
5.9.3 Vorhersage der Indikatoren für die Jahresleistung	24
5.10 Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung	32
5.10.1 Allgemeines	32

5.10.2	Randbedingungen für die Zusatzheizung.....	32
5.10.3	Randbedingungen für die tägliche Last.....	33
5.10.4	Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken, durch Prüfung der Anlage	34
5.10.5	Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken, durch numerische Simulationen	34
5.10.6	Bestimmung der Fähigkeit, die tägliche Last abzudecken, festgelegt durch europäische Lastprofile, durch numerische Simulationen.....	34
5.10.7	Anforderungen an Mischwasser bei 40 °C.....	35
5.11	Rücklaufschutz.....	36
5.12	Elektrische Sicherheit.....	36
Anhang A (normativ) Vordruck für die Angabe der Wärmeleistung		37
Anhang B (normativ) Referenzbedingungen für die Leistungsvorhersage		39
B.1	Allgemeines	39
B.2	Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung	41
B.3	Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort.....	43
B.4	Zusätzlicher Satz von Referenzbedingungen für die Berechnungen der Jahresleistung.....	43
B.5	Referenzbedingungen für die Leistung des Zusatzheizgeräts	47
Anhang C (informativ) Bewertung der Fähigkeit von solaren Trinkwarmwasseranlagen zur Beständigkeit gegen extreme Klimabedingungen		49
C.1	Prüfverfahren im Innenraum und außen zur Bewertung der Frostbeständigkeit von solaren Trinkwarmwasseranlagen mit außen eingebautem Speicher oder Anlagen mit Wärmeträgermedium, bei dem die Gefahr des Einfrierens besteht.....	49
C.1.1	Ziel und Anwendbarkeit	49
C.1.2	Prüfgerät und Einbau der Anlage	49
C.1.3	Prüfverfahren	50
C.1.4	Prüfbedingungen — Bestimmung der Prüfbedingungen für Einfrierperioden	51
C.1.5	Ergebnisse	52
C.2	Prüfverfahren im Innenraum zur Bewertung der Zuverlässigkeit von solaren Trinkwarmwasseranlagen hinsichtlich Überhitzungsschutz	53
C.2.1	Ziel und Anwendbarkeit	53
C.2.2	Prüfgerät und Einbau der Anlage	53
C.2.3	Prüfverfahren	54
C.2.4	Prüfbedingungen	55
C.2.5	Ergebnisse	58
Anhang D (informativ) Alterungsprüfung der Thermostatventile		59
D.1	Allgemeines	59
D.2	Prüfanordnung.....	59
D.3	Prüfverfahren	60
D.4	Ergebnisse	60
Anhang E (informativ) Prüfung des Blitzschutzes für thermische Solaranlagen		61
E.1	Anwendungsbereich.....	61
E.2	Zweck	61
E.3	Anforderungen	62
E.4	Prüfgerät.....	62
E.5	Prüfverfahren	62
E.5.1	Prüfbedingungen	62
E.5.2	Installation der thermischen Solaranlage.....	63
E.5.3	Trennstrecke S_t	63
E.5.4	Größe des Anschlusskabels oder -bandes.....	63
E.5.5	Überbrückung zwischen Speicher und Auflagern	63
E.5.6	Überbrückung zwischen Kollektoren und Auflagern	63
E.5.7	Überbrückung zwischen Kollektoren und Speicher	63

E.5.8	Verbindungsklemme zur Blitzschutzanlage (LPS)	63
E.5.9	Metallbleche, die Teile der thermischen Solaranlage bedecken	64
E.5.10	Aufheizung durch Blitzströme	64
E.5.11	Mechanische Dauerhaftigkeit bei Belastung durch Blitzschlag	64
E.6	Bericht	64
E.7	Schlussfolgerungen.....	64
Anhang F (informativ) Blitzschutz-Prüfbericht		65
Anhang G (normativ) Berichtsformat im Rahmen der delegierten Verordnungen (EU) der Kommission Nr. 811/2013, 812/2013 und 814/2013.....		69
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die Energiekennzeichnung nach der abzudeckenden delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission.....		70
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die Energiekennzeichnung nach der abzudeckenden delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission.....		72
Anhang ZC (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die Energieeffizienzkennzeichnung nach der abzudeckenden delegierten Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission.....		74
Literaturhinweise		76

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 12976-2:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NQIS EL0T gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

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

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

Dieses Dokument wird EN 12976-2:2017 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, ZB oder ZC, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

Die wichtigsten Änderungen in EN 12976-1:2018 und EN 12976-2:2018 seit der Ausgabe von 2017 beider Teile sind:

Die erste Ausgabe der Normenreihe EN 12976 wurde im Jahr 2000 veröffentlicht. Die Normenreihe bot eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Leistung sowie der Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit von vorgefertigten thermischen Solaranlagen. Im Laufe der letzten etwa 15 Jahre fanden mehrere wichtige technologische Entwicklungen sowie Änderungen der Rahmenbedingungen, wie z. B. der Aspekt der geforderten Energiekennzeichnung, statt, welche sich auf die Normenreihe EN 12976 auswirkten.

Die folgenden Änderungen sind die wichtigsten, die in diese neue Ausgabe von EN 12976-2 eingeflossen sind:

- neben einigen redaktionellen Änderungen mehr Klarheit in Bezug auf die Prüfanforderungen für den Rücklaufschutz (5.11) und die mechanische Belastungsprüfung (5.5);
- die Missverständlichkeit hinsichtlich verschiedener Q_{ref} -Werte in Tabelle B.5 wurde ausgeräumt, indem die vollständige Gleichung für die jährlichen Lasten verwendet wurde. Es sollte nun nur ein Q_{ref} -Wert vorhanden sein.
- Wichtige Änderungen bezüglich der ErP-Richtlinie und den neuen mechanischen Lastprüfungen;
- Anhang ZA (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 811/2013;
- Anhang ZB (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 812/2013;
- Anhang ZC (neu): Harmonisierung mit Richtlinie (EU) Nr. 814/2013.

Es ist erwähnenswert, dass, basierend auf diesen Änderungen und Entwicklungen, die Erarbeitung einer zukünftigen Strategie der Struktur der Normenreihe EN 12976 notwendig und vorgesehen ist.

EN 12976, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen*, besteht zurzeit aus folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen;
- Teil 2: Prüfverfahren.

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

Einleitung

Trinkwasserqualität

Hinsichtlich möglicher nachteiliger Auswirkungen auf die Qualität des für den menschlichen Gebrauch vorgesehenen Trinkwassers, die durch das in diesem Dokument erfasste Produkt verursacht werden, gilt:

- a) in dieser Norm werden keine Angaben gemacht, ob das Produkt in allen Mitgliedstaaten der EU oder der EFTA ohne Einschränkung verwendet werden kann;
- b) es sollte berücksichtigt werden, dass hinsichtlich der Verwendung und/oder der Produktkennwerte bestehende nationale Vorschriften bis zur Annahme verifizierbarer europäischer Kriterien ihre Gültigkeit behalten.

Vorgefertigte und kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen

Die Normen EN 12976-1, EN 12976-2, EN 12977-1, EN 12977-2, EN 12977-3, EN 12977-4 und EN 12977-5 unterscheiden zwei Kategorien von thermischen Solaranlagen: **Vorgefertigte** und **kundenspezifisch gefertigte** thermische Solaranlagen. Die Klassifizierung einer Anlage als vorgefertigt oder kundenspezifisch gefertigt wird vom Endlieferanten unter Berücksichtigung der folgenden Begriffe vorgenommen:

Vorgefertigte thermische Solaranlagen sind Massenprodukte mit einem Handelsnamen, die als komplette und einbaufertige Bausätze mit fester Bauweise gehandelt werden. Eine Anlage dieser Kategorie wird als einheitliches Produkt betrachtet und als Ganzes beurteilt.

Falls eine vorgefertigte thermische Solaranlage durch Änderung ihrer Bauweise oder eines bzw. mehrerer Bauteile verändert wurde, wird die veränderte Anlage als neue Anlage betrachtet, für die ein neuer Prüfbericht notwendig ist. Anforderungen und Prüfverfahren für vorgefertigte thermische Solaranlagen sind in EN 12976-1 und EN 12976-2 enthalten.

Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen werden entweder in Einzelfertigung hergestellt oder durch Auswahl aus einem Sortiment von Bauteilen. Eine Anlage dieser Kategorie wird als Bauteilsatz betrachtet. Die Bauteile werden getrennt geprüft, und die Prüfergebnisse sind in einer Beurteilung für die gesamte Anlage zusammengefasst. Anforderungen für kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen sind in EN 12977-1 angegeben; Prüfverfahren sind in EN 12977-2, EN 12977-3, EN 12977-4 und EN 12977-5 festgelegt. Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen werden in zwei Kategorien unterteilt:

- **große kundenspezifisch gefertigte Anlagen** werden einmalig für eine spezifische Situation entworfen. Sie werden im Allgemeinen von Ingenieuren für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, Herstellern oder anderen Sachverständigen entworfen;
- **kleine kundenspezifisch gefertigte Anlagen** werden von einer Firma angeboten und in einer so genannten Sortimentsliste beschrieben, in der sämtliche Bauteile und alle möglichen Anlagenbauweisen angegeben sind, die von der Firma gehandelt werden. Jede mögliche Kombination einer Anlagenbauweise mit Bauteilen aus dem Sortiment wird als **eine** kundenspezifisch gefertigte Anlage betrachtet.

Tabelle 1 zeigt die Einteilung der unterschiedlichen Anlagenarten:

Tabelle 1 — Einteilung vorgefertigter und kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen

Vorgefertigte thermische Solaranlagen (EN 12976-1 und EN 12976-2)	Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen (EN 12977-1, EN 12977-2 und EN 12977-3)
integrierte Kollektor-Speicher-Anlagen für die häusliche Warmwasserbereitung	Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung für die Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung, zusammengestellt unter Verwendung der in einer Sortimentsliste beschriebenen Bauteile und Bauweisen (meist kleine Anlagen)
Thermosiphon-Anlagen für die häusliche Warmwasserbereitung	
Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung als Massenprodukte mit fester Bauweise für die häusliche Warmwasserbereitung	einzelnen entworfene und zusammengestellte Anlagen für die Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung (meist große Anlagen)

ANMERKUNG Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung können entweder als vorgefertigte oder als kundenspezifisch gefertigte Anlagen klassifiziert werden, in Abhängigkeit von der durch den Endlieferanten gewählten Marktstrategie.

Sowohl vorgefertigte als auch kundenspezifisch gefertigte Anlagen werden unter derselben Gruppe von Referenzbedingungen nach Anhang B dieser Norm bzw. nach EN 12977-2:2012, Anhang A leistungsgeprüft. In der Praxis dürfen die Installationsbedingungen von diesen Referenzbedingungen abweichen.

Eine vorgefertigte Anlage zur häuslichen Warmwasserbereitung darf auch über eine Option zur Raumheizung verfügen; diese Option sollte jedoch bei der Prüfung einer vorgefertigten Anlage nicht angewendet oder berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren für die Prüfung der Erfüllung der Anforderungen für vorgefertigte thermische Solaranlagen fest, wie sie in EN 12976-1 angegeben sind. Dieses Dokument enthält auch zwei Prüfverfahren zur Charakterisierung der Wärmeleistung durch Prüfung der Gesamtanlage.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1489:2000, *Gebäudearmaturen — Sicherheitsventile — Prüfungen und Anforderungen*

EN 1717:2000, *Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen*

EN ISO 4126-1, *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck — Teil 1: Sicherheitsventile (ISO 4126-1)*

EN 12976-1:2017, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 12977-2:2018, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen*

EN 15502-1, *Heizkessel für gasförmige Brennstoffe — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen*

EN ISO 9488:1999, *Sonnenenergie — Vokabular (ISO 9488:1999)*

EN ISO 9806:2017, *Solarenergie — Thermische Sonnenkollektoren — Prüfverfahren (ISO 9806:2017)*

ISO 9459-1:1993, *Solar heating — Domestic water heating systems — Part 1: Performance rating procedure using indoor test methods*

ISO 9459-2:1995, *Solar heating — Domestic water heating systems — Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems*

ISO 9459-5:2007, *Solar heating — Domestic water heating systems — Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 9488:1999 und EN 12976-1:2017.

4 Symbole und Abkürzungen

$Q_{\text{aux,net}}$ Netto-Zusatzenergiebedarf einer Solaranlage, der vom Zusatzheizgerät an den Speicher oder direkt an das Verteilsystem abgegeben wird (siehe 5.9.3.2)

Q_d Wärmebedarf

Q_L	am Austritt der Solaranlage gelieferte Energie
Q_{par}	Hilfsenergie (elektrisch) für Pumpe(n) im Kollektorkreislauf und die Regeleinrichtung
H_c	hemisphärische solare Strahlungssumme in der Kollektorebene
Q_l	Wärmeverlust des Speichers
Q_{ohp}	aus dem Speicher abgeführte Wärme, als aktiver Überhitzungsschutz, falls vorhanden
Q_{sol}	vom Kollektorkreislauf an den Speicher gelieferte Wärmemenge

5 Prüfung

5.1 Frostbeständigkeit

5.1.1 Allgemeines

Die folgenden Prüfungen werden für die Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion der Frostschutzmaßnahmen angegeben. Da eine Vielzahl von Schutzmaßnahmen möglich ist, muss die Prüfstelle zunächst feststellen, welches Verfahren angewendet wird.

Die Frostschutzmaßnahme muss dann, in Übereinstimmung mit den Herstellerempfehlungen, nach den jeweils zutreffenden Abschnitten der folgenden Aufzählung (siehe 5.1.2 bis 5.1.6) überprüft werden.

5.1.2 Anlagen mit flüssigen Frostschutzmitteln

Die Anlagenbauteile, die einer niedrigen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind, werden mit einem Frostschutzmittel gefüllt, üblicherweise einer Glykol-Wasser-Mischung, die einen ausreichend niedrigen Gefrierpunkt aufweist. Für Thermosiphon-Anlagen, die bis zu einer spezifischen Temperatur als frostbeständig ausgewiesen sind, wird ein mögliches Prüfverfahren nach AS/NZS 2712 empfohlen. Dieses Verfahren könnte ebenfalls auf andere, reines Wasser enthaltende Systeme angepasst werden. Bislang werden elektrische Heizgeräte zum Frostschutz keiner Eignungsprüfung unterzogen.

Für diese Anlagen wird keine Prüfung der Frostbeständigkeit durchgeführt. Falls jedoch zum Gefrierpunkt des Frostschutzmittels keine ausreichenden Daten zur Verfügung stehen, muss der Gefrierpunkt gemessen werden und gegen die vom Hersteller angegebene Mindesttemperatur der Anlage geprüft werden.

ANMERKUNG Im Allgemeinen entspricht die zulässige Mindesttemperatur der Anlage dem Gefrierpunkt des Frostschutzmittels. Falls die Konzentration einiger Frostschutzmittel, z. B. von Glykolen, einen bestimmten Grenzwert überschreitet, können sie einfrieren ohne die Anlage zu beschädigen. In diesem Fall kann die zulässige Mindesttemperatur niedriger sein, als der Gefrierpunkt des Frostschutzmittels.

Der Gefrierpunkt ist durch Messung der Glykolkonzentration vor und nach der Prüfung des Übertemperaturschutzes (5.2) zu überprüfen (z. B. mit einem tragbaren Refraktometer). Der Gefrierpunkt darf um nicht mehr als 2 K von dem vom Hersteller nach den klimatischen Bedingungen am Standort (voraussichtliche Mindest-Lufttemperatur, Abkühlung der Kollektoren durch Abstrahlung) empfohlenen Wert abweichen.

Es muss überprüft werden, ob die Zusammensetzung des Frostschutzmittels den Festlegungen des Herstellers entspricht.

5.1.3 Anlagen mit interner Kollektorentleerung

Bei Gefriergefahr wird die Flüssigkeit, die der niedrigen Umgebungstemperatur ausgesetzt ist, aus den Bauteilen der Anlage in ein Speichergefäß abgelassen, um sie anschließend wieder zu verwenden.

Die Verrohrung des Kollektorkreislaufes sollte den Herstellerempfehlungen in der Installationsanleitung entsprechen, und wenn keine Anweisung vorliegt, in Übereinstimmung mit den Referenzbedingungen nach Anhang B stehen.

Das Befüllen darf am Druckmessgerät oder am Füllstandsanzeiger beobachtet werden. Die Pumpe wird eingeschaltet, und das Druckmessgerät bzw. der Füllstandsanzeiger wird beobachtet. Falls die Anlage nicht über ein Druckmessgerät oder einen Füllstandsanzeiger verfügt, müssen zur Überprüfung des Füllvorgangs andere vom Hersteller vorgesehene Mittel in Übereinstimmung mit der Bedienungsanleitung eingesetzt werden.

Die interne Kollektorentleerung darf anhand des abnehmenden Werts am Druckmessgerät oder am Füllstandsanzeiger beobachtet werden. Die Pumpe wird ausgeschaltet, und das Druckmessgerät bzw. der Füllstandsanzeiger wird beobachtet. Falls die Anlage nicht über ein Druckmessgerät oder einen Füllstandsanzeiger verfügt, müssen zur Überprüfung der internen Kollektorentleerung andere vom Hersteller vorgesehene Mittel in Übereinstimmung mit der Bedienungsanleitung eingesetzt werden.

Eine Anlage, in der Bauteile und/oder Verrohrung Frostschäden ausgesetzt sind, muss geeignete Anschlussteile, Leitungsgefälle und Kollektorkonstruktion aufweisen, die eine eigenständige Entleerung durch Schwerkraft und Belüftung der betroffenen Bauteile und Rohrleitungen ermöglichen. Das Leitungsgefälle für eine Entleerung durch Schwerkraft muss den Empfehlungen des Herstellers entsprechen oder muss ein Mindestgefälle von 2 cm je Meter horizontaler Länge aufweisen. Dieses gilt auch für beliebige Sammelzuleitungen oder Absorberplatten-Steigleitungen innerhalb des Kollektors.

5.1.4 Anlagen mit externer Kollektorentleerung

Bei Gefriergefahr wird aus den Bauteilen der Anlage, die der niedrigen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind, die Flüssigkeit abgelassen und als Abfall behandelt.

Zur Überprüfung der Funktion der externen Kollektorentleerung sollte die Verrohrung des Kollektorkreislaufes den Herstellerempfehlungen in der Installationsanleitung entsprechen, und wenn keine Anweisung vorliegt, in Übereinstimmung mit den Referenzbedingungen nach Anhang B sein.

In den meisten Fällen sind die Anlagen mit einem Entleerventil am unteren Punkt und einem Vakuum-Sicherheitsventil am oberen Punkt des Flüssigkeitskreislaufes ausgestattet.

Das richtige Öffnen und Schließen des Vakuum-Sicherheitsventils muss während des Entleerens und nach der Wiederbefüllung der Anlage überprüft werden.

Falls ein von der Regeleinrichtung unabhängiges Magnet-Ablassventil vorhanden ist, wird die Öffnungstemperatur simuliert.

Falls ein nicht elektrisch betriebenes Frostschutzventil vorhanden ist, kann mit einem Kältespray eine Überprüfung durchgeführt werden. Dabei muss der Temperaturfühler eingesprüht werden. Die beim Öffnen des Ventils gemessene Temperatur muss mit dem vom Hersteller angegebenen Nennwert verglichen werden. Es ist wichtig, dass der Temperaturfühler des Frostschutzventils richtig angeordnet ist.

Falls in der Anlage ein elektrisch betriebenes Frostschutzventil verwendet wird, muss die Entleerung während einer Unterbrechung der Stromzufuhr überprüft werden.

Während der Entleerung muss die Abflussmenge gemessen und dokumentiert werden (z. B. mittels eines Gefäßes und einer Stoppuhr).

5.1.5 Kombinierte Frostschutz- und Regelfunktionen

Bei Anlagen, in denen die Frostschutz- und die Regelfunktionen kombiniert sind, muss die Regeleinrichtung wie folgt überprüft werden:

Die simulierte Temperatur des Frostschutzfühlers wird auf einen Wert eingestellt, bei dem der Frostschutz deaktiviert ist. Die simulierte Temperatur wird langsam verringert. Die Temperatur T_{fp} (Frostschutz) des zugehörigen Stellgliedes wird gemessen. Diese Temperatur wird mit dem vom Hersteller angegebenen Nennwert verglichen.

5.1.6 Andere Anlagen

Bei allen anderen Anlagen muss das Pumpensteuerungssystem, das Ablassventil oder jede andere Frostschutzeinrichtung oder -anlage nach den Festlegungen des Herstellers und anhand der vom Hersteller festgelegten zulässigen Mindesttemperatur überprüft werden.

Bei integrierten Kollektor-Speicher-Anlagen (ICS-Anlagen, en: Integrated Collector-Storage Systems) oder anderen solaren Trinkwarmwasseranlagen (SDHW-Anlagen, en: Solar Domestic Hot Water systems) mit außen angeordnetem Speicher sollten besondere Frostbeständigkeitsprüfungen nach C.1 durchgeführt werden.

5.2 Übertemperaturschutz

5.2.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist, zu ermitteln, ob nach einer Periode ohne Entnahme von heißem Wasser und bei Stromausfall die solare Wassererwärmungsanlage vor Beschädigung und der Anwender vor Verbrühen durch heißes Wasser geschützt sind.

5.2.2 Prüfgerät

Das folgende Prüfgerät wird benötigt:

- a) ein Pyranometer, das mindestens die in EN ISO 9806:2017, 22.1.1.1, festgelegten Merkmale aufweist, zur Messung der gesamten kurzwelligen Strahlung von der Sonne und vom Himmel oder der kurzwelligen Strahlung einer Solarlampe, falls die Prüfung in einer Simulationskammer für Sonnenstrahlung durchgeführt werden soll;
- b) Geräte zur Messung der Temperatur, der Durchflussmenge und des Volumens des der Anlage entnommenen Warmwassers;
- c) Prüfstand zum Einbau der solaren Wassererwärmungsanlage, innen oder im Freien; die Kollektorguppe wird mit dem vom Hersteller festgelegten Neigungswinkel aufgestellt;
- d) Wasserversorgung mit Temperaturregelung im Bereich von 5 °C bis 25 °C sowie mit Druckregelung im Bereich von 200 kPa bis 600 kPa oder mit dem vom Hersteller festgelegten maximalen Betriebsdruck, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Diese Prüfung darf unter Verwendung eines Sonnensimulators oder im Freien durchgeführt werden.

5.2.3 Durchführung

Zunächst muss überprüft werden, ob die Anlage, so wie sie auf dem Prüfstand installiert wurde und so wie es in der Installationsanleitung beschrieben ist, vor Überhitzung sicher ist, z. B. ob Sicherheitsventile und andere Überhitzungsschutzeinrichtungen vorhanden und an der richtigen Stelle eingebaut sind, und dass zwischen Bauteilen und Sicherheitsventilen keine Ventile angeordnet sind usw. Bei Anlagen, die

Frostschutzmittel enthalten, muss überprüft werden, ob ausreichende Vorkehrungen getroffen wurden, um eine Verschlechterung des Frostschutzmittels infolge hoher Temperaturen zu verhindern (siehe auch 5.7).

Darüber hinaus muss bei Verwendung nicht metallischer Werkstoffe in einem beliebigen Kreislauf die höchste Temperatur im Kreislauf während der Prüfung des Übertemperaturschutzes am Hauptwasser-einlass gemessen werden, für die Verwendung bei der Prüfung der Druckbeständigkeit.

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) die solare Wassererwärmungsanlage wird nach der Installationsanleitung zusammengebaut; dabei wird die Kollektorgruppe so aufgestellt, dass sie bei der Prüfung im Freien in Richtung des solaren Mittags ausgerichtet ist oder bei Prüfung im Sonnensimulator unter senkrechtem Strahlungseinfall steht;
- b) die Anlage wird aus der Wasserversorgung befüllt; bei Druckspeichern wird der Wasserversorgungsdruck aufrecht erhalten;
- c) die Anlage wird nach den Herstelleranweisungen eingeschaltet;
- d)
 - 1) für die Prüfung im Freien wird die Anlage an drei aufeinander folgenden Tagen ohne Warmwasserentnahme mit einer solaren Strahlungssumme von mindestens 20 MJ/m^2 je Tag und mit einer Umgebungstemperatur am solaren Mittag von über 20°C betrieben;
 - i) die Stromversorgung (falls vorhanden) der Installation muss am dritten Tag unterbrochen werden.
 - 2) für die Prüfung im Innenraum:
 - i) wird die Anlage ohne Warmwasserentnahme bei einer Umgebungstemperatur von $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer Bestrahlungsstärke der Solarlampe von mindestens $1\,000 \text{ W/m}^2$ in der Ebene der Kollektorgruppe betrieben; gemessen über einen Zeitraum von 5 h oder bis zur Entleerung der Sonnenkollektoren; die Gleichmäßigkeit der Strahlung und deren Messung müssen ISO 9459-1:1993, 6.3.1.2 entsprechen;
 - ii) wird die Stromversorgung unterbrochen und die Anlage wird einer Bestrahlungsstärke der Solarlampe von $1\,000 \text{ W/m}^2$ in der Ebene der Kollektorgruppe für weitere 4 h oder bis zur Entleerung der Kollektorgruppe ausgesetzt;
- e) am Ende der Prüfsequenz d) oder sofort nach der Kollektorentleerung wird mit der Entnahme einer Wassermenge, die die Gesamtwassermenge der Anlage überschreitet, mit einer Geschwindigkeit von $(1,66 \times 10^{-4} \pm 1,66 \times 10^{-5}) \text{ m}^3/\text{s}$ (10 ± 1) l/min. begonnen.

5.2.4 Anforderungen an den Bericht

Folgende Ergebnisse müssen berichtet werden:

- a) die Feststellung von Bauart und Modell der Anlage, einschließlich zusätzlicher eingebauter Verbrüh- oder Übertemperaturschutzeinrichtungen sowie eine physikalische Beschreibung davon, wie der Übertemperaturschutz entsprechend der Dokumentation des Herstellers funktionieren sollte;
- b) die Neigung der Kollektorgruppe;
- c) eine Aufzeichnung der Temperatur des der Anlage entnommenen Warmwassers in Abhängigkeit von der Zeit sowie das Gesamtvolumen des entnommenen Wassers. Sofern Dampfbildung beobachtet wurde, wird dies angegeben;

- d) Einzelheiten zum Zustand der Anlage und einzelner Bauteile nach der Prüfung oder jeglichen Ausfallarten während der Prüfung, insbesondere alle Fehler, die die Gebrauchstauglichkeit der Anlage beeinträchtigen könnten, wie Anschwellen der Rohre und Bauteile oder Flüssigkeitsverluste.

5.3 Druckbeständigkeit

5.3.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Bewertung der hydraulischen Nenndruckstufe aller Bauteile und Verbindungen der Solaranlage zur Warmwasserbereitung nach deren Einbau entsprechend den Anweisungen des Herstellers.

5.3.2 Prüfgerät

Das Prüfgerät muss Folgendes umfassen:

- a) geeignete Standfläche und Montagesystem zum Aufbau der Anlage;
- b) hydraulischer Druckgeber mit Druckregelung;
- c) Druckmessgerät, mit dem der Prüfdruck auf 5 % genau bestimmt werden kann;
- d) Entlüftungsventil;
- e) Absperrventil.

5.3.3 Sicherheitsmaßnahme

Es wird empfohlen, Prüfungen an Anlagen mit integriertem Ausdehnungsraum oder an einem Speicher, der eingeschlossene Luft enthält, in einem explosions sicheren Gehäuse durchzuführen.

5.3.4 Durchführung

Zunächst muss überprüft werden, ob die Anlage, so wie sie in der Installationsanleitung beschrieben ist, und so wie sie auf dem Prüfstand installiert wurde, druckbeständig ist, z. B. ob Sicherheitsventile und andere Überhitzungsschutzeinrichtungen vorhanden und an der richtigen Stelle eingebaut sind, ob zwischen Bauteilen und Sicherheitsventilen keine Ventile angeordnet sind usw.

Die Behälter und Speicher, die bereits Druckprüfungen unterzogen wurden (zumindest dem nach 5.3.4 erforderlichen Druckniveau), dürfen von der Anlage abgetrennt werden (nur der Behälter darf abgetrennt werden, die verbindenden Rohrleitungen dürfen nicht entfernt werden).

Die Prüfdauer beträgt 15 min. Falls in einem beliebigen Kreislauf ein nicht metallischer Werkstoff verwendet wird, muss dieses Verfahren nach der Prüfung des „Übertemperaturschutzes“ (siehe 5.2) durchgeführt werden.

- a) Die Solaranlage zur Warmwasserbereitung wird nach den Anweisungen des Herstellers auf der Prüfplattform installiert.
- b) Sofern zutreffend, werden die Sicherheitsventile abgesperrt, damit sie sich nicht während der Prüfung öffnen.
- c) Die Absperrventile werden mit den (unteren) Füllanschlüssen jedes Kreislaufs der Anlage verbunden.
- d) Alle Kreisläufe werden mit der für den jeweiligen Kreislauf vorgesehenen Flüssigkeit in der vom Hersteller in der Installationsanleitung beschriebenen Reihenfolge befüllt. Wenn keine Informationen

zum Befüllvorgang in der Anleitung vorhanden sind, sollten die inneren Kreisläufe zuerst befüllt werden. Um einen Druckausgleich mit dem Umgebungsdruck herzustellen, sollte nach dem Befüllen der obere Anschluss jedes Kreislaufrs geöffnet bleiben.

- e) Die Druckprüfung der Kreisläufe der Anlage wird in derselben Reihenfolge durchgeführt, mit der sie in der vom Hersteller in der Installationsanleitung beschriebenen Reihenfolge mit Druck beaufschlagt (oder installiert) werden müssen. Wenn keine Reihenfolge der Installation vom Hersteller angegeben ist, werden die Druckprüfungen der inneren Wärmeübertragungskreisläufe (und anderer interner Behälter) zuerst durchgeführt.
- f) Um jeden unabhängigen Kreislauf zu prüfen, wird nach den folgenden Schritten vorgegangen:
 - 1) Verbinden des Entlüftungsventils und des Druckmessgerätes mit dem (oberen) Entleerungsanschluss des Wärmeübertragungskreislaufrs;
 - 2) Verbinden des hydraulischen Druckgebers mit dem Füllanschluss des zu prüfenden Wärmeübertragungskreislaufrs;
 - 3) weitestgehende Entlüftung des Kreislaufrs über das Entlüftungsventil am Entleerungsanschluss;
 - 4) Aufbringen einer hydraulischen Belastung, die dem 1,5-fachen des vom Hersteller angegebenen, jeweiligen maximalen Betriebsdrucks entspricht;
 - 5) Trennen des hydraulischen Druckgebers durch Schließen des Absperrventils und Aufzeichnen der Anzeigewerte des Druckmessgerätes zu Beginn und am Ende des nächsten 15-minütigen Intervalls;
 - 6) Ablassen des Drucks über das Entlüftungsventil und Aufzeichnen aller sichtbaren, dauerhaften Verformungen sowie undichter Stellen, an denen das Wärmeträgerfluid aus Bauteilen und Verbindungen der Anlage austritt;
 - 7) der hydraulische Druckgeber wird vom Füllanschluss, das Entlüftungsventil und das Druckmessgerät werden vom Entleerungsanschluss getrennt und der Kreislauf verbleibt gefüllt und zum Umgebungsdruck geöffnet;
 - 8) die Schritte 1) bis 7) werden wiederholt, bis alle Kreisläufe geprüft wurden.
- g) Entleerung aller Kreisläufe in umgekehrter Füllreihenfolge oder, falls vorhanden, entsprechend den Entleerungsanweisungen in der Installationsanleitung des Herstellers.
- h) Trennen aller Absperrventile von der Anlage.

5.3.5 Anforderungen an den Bericht

Die maximalen aufgebrauchten Prüfdrücke, die Ergebnisse der Druckmessung am Anfang und am Ende des 15-minütigen Prüfintervalls sowie jegliche sichtbare dauerhafte Verformung oder Undichtheit in den Bauteilen und Verbindungen der Anlage werden im Prüfbericht angegeben. Falls die aufgebrauchten Prüfdrücke das 1,5-fache des vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebsdrucks unterschreiten, wird dies angegeben.

Die Prüfung darf als bestanden betrachtet werden, wenn der Druckabfall im Prüfzeitraum nicht mehr als 5 % des Prüfdrucks beträgt.

5.4 Kontamination des Wassers

Es wird überprüft, ob in der Dokumentation für den Installateur Anleitungen für den Einbau geeigneter Mittel enthalten sind, um den Rückfluss aus allen Kreisläufen zum Trinkwasserzulauf zu vermeiden.

Ein Verfahren zur Risikoanalyse an der Entnahmestelle und zur Auswahl der geeigneten Schutzmaßnahme ist in EN 1717 beschrieben.

Nach EN 1717:2000, Tabelle B.1 ist Frostschutzmittel eine Flüssigkeit der Kategorie 3.

Sekundärkreislauf oder Verbraucherkreislauf: Das häusliche Warmwasser (DHW, en: domestic hot water). Nach EN 1717:2000, Tabelle B.1 ist häusliches Warmwasser eine Flüssigkeit der Kategorie 2.

Kategorie 1 Wasser für den menschlichen Verzehr, das direkt einem Trinkwasserverteilungssystem entnommen wird.

Kategorie 2 Flüssigkeit, die keine Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellt. Flüssigkeit, die für den menschlichen Verzehr geeignet ist, einschließlich Wasser aus einem Trinkwasserverteilungssystem, das eine Veränderung in Geschmack, Geruch, Farbe oder Temperatur (Erwärmung oder Abkühlung) durchlaufen haben kann.

Kategorie 3 Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung durch die Anwesenheit eines oder mehrerer Schadstoffe darstellt.

Kategorie 4 Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung durch die Anwesenheit eines oder mehrerer giftiger oder besonders giftiger Stoffe oder einer oder mehrerer radioaktiver, erbgutverändernder oder kanzerogener Substanzen darstellt.

Kategorie 5 Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung durch die Anwesenheit von mikrobiellen oder viralen Bestandteilen darstellt. Das Endergebnis ist die Liste, die die Flüssigkeitskategorie jedes Kreislaufs enthält.

Stufe 1 Bestimmung der Kategorien der Flüssigkeiten, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen könnten. Zuerst wird die Anzahl der zu schützenden hydraulischen Kreisläufe in der vorgefertigten Anlage bestimmt. Primärkreislauf oder Kollektorkreislauf: Die Betriebsflüssigkeit kann Wasser mit Frostschutzmittel sein.

Stufe 2 Die Trennung zwischen Kollektorkreislauf und Verbraucherkreislauf wird überprüft. Es wird überprüft, dass die Trennung zwischen Kollektor- und Verbraucherkreislauf der thermischen Solaranlage entsprechend der Flüssigkeitskategorie zumindest einwandig ist. Flüssigkeiten der Kategorien 2 und 3 dürfen von Trinkwasser durch eine Einzelwand getrennt sein, während eine einfache Wand bei Flüssigkeiten der Kategorien 4 und 5 nicht ausreichend ist. Entspricht die Flüssigkeit, vor der das Trinkwasser geschützt werden muss, den Kategorien 4 und 5, ist eine Doppelwand mit einem Sicherheitsmedium in der Zwischenzone (Flüssigkeit oder Gas) und einem akustischen oder visuellen Alarmsystem erforderlich.

Stufe 3 Luftöffnung zur Entleerung. Es wird überprüft, ob die vorgefertigte Anlage offene Luftauslässe besitzt, bevor sie an die Entwässerungsleitung des Gebäudes angeschlossen wird. Ergebnis: WAHR/FALSCH

Stufe 4 Einbaumerkmale. Der Druck an der Anschlussstelle zwischen der Anlage und dem Trinkwasserversorgungsnetz wird überprüft.

$P = 1\,013,25 \text{ hPa}$

$P > 1\,013,25 \text{ hPa}$

Stufe 5 Bestimmung der für die Flüssigkeitskategorie geeigneten Sicherungseinrichtungen für die Anschlussstelle an die Haupttrinkwasserversorgung.

Schlussfolgerung

Nach EN 1717:2000, Tabelle 2, genügt es üblicherweise bei vorgefertigten Anlagen für häusliches Warmwasser im Verbraucherkreislauf, das Vorhandensein eines Rückflussverhinderers zu überprüfen.

Ergebnis: Rückflussverhinderer vorhanden? WAHR/FALSCH

5.5 Prüfung der Beständigkeit gegen mechanische Belastung

5.5.1 Zweck

Diese Prüfung wird zur Bewertung der Belastbarkeit einer (Thermosiphon-) Anlage hinsichtlich Schnee- und Windlasten verwendet. Das folgende Verfahren gilt für Anlagen, die ein Rahmengestell mit einem Neigungswinkel umfassen, bei denen der Kollektor vom Speicher entweder getrennt oder nicht getrennt werden kann. In beiden Fällen muss die gesamte Anlage einer mechanischen Belastungsprüfung unterzogen werden, nicht nur im Fall von Anlagen mit nicht trennbaren Kollektoren nach EN 12976-1:2017, 4.3.1. Die mechanische Belastungsprüfung mit Überdruck (dient zur Beurteilung, inwieweit die transparente Abdeckung des Kollektors, der Kollektorkasten und die Befestigungsmittel in der Lage sind, der Beanspruchung durch Überdruck aufgrund der Einwirkung von Wind und Schnee standzuhalten) und mit negativem Überdruck (dient zur Beurteilung der Verformung und zur Feststellung, inwieweit der Kollektorkasten und die Befestigungsmittel zwischen der Kollektorabdeckung, dem Kollektorkasten und der Kollektorbefestigung in der Lage sind, den durch Wind verursachten Abhebekräften standzuhalten) müssen unter Übernahme des Verfahrens nach EN ISO 9806:2017, Abschnitt 16, durchgeführt werden. Es ist bitte zu beachten, dass nur die Prüfung mit Überdruck, wie im Restteil des Abschnittes beschrieben, durchgeführt wird. Die Prüfung mit negativem Überdruck (Abhebekräfte) wird bereits am Kollektor nach EN ISO 9806 durchgeführt.

5.5.2 Prüfgerät

5.5.2.1 Ebene Oberfläche zum Aufstellen der Anlage.

5.5.2.2 Lasteinheiten (Sandsäcke, Steinplatten ...).

5.5.2.3 Messband.

5.5.2.4 Stoppuhr.

5.5.2.5 Kamera.

5.5.2.6 Gurte, um einzelne Gewichte in Position zu halten.

5.5.3 Sicherheitsmaßnahme

- Schutzbrille;
- Sicherheitsschuhe;
- Handschuhe;
- langärmelige Kleidung und Mütze.

5.5.4 Berechnungsverfahren für die mechanische Belastung

Der angestrebte Druck auf die Anlage wird mit Lasteinheiten (Sandsäcken, Steinplatten...) aufgebracht und sollte in Schritten von jeweils 250 Pa bis auf 1 000 Pa erhöht werden. Zur Bestimmung dieser vier Gewichtsklassen zur Beaufschlagung der Anlage muss zunächst die Fläche der Anlage A_{sys} berechnet werden.

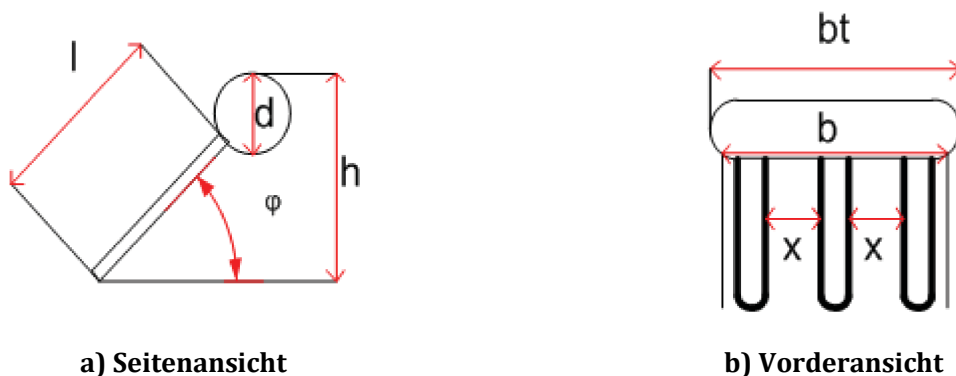


Bild 1 —Zu messende Anlagenmaße

$$A_{\text{sys}} = A_T + A_{\text{brutt}} - A_x$$

Dabei ist

$$A_T = bt \cdot d$$

Dabei ist

A_T = Fläche des Speichers

bt = Breite des Speichers

d = Durchmesser

$$A_{\text{brutt}} = l \cdot b$$

Dabei ist

A_{brutt} = Brutto-Kollektorfläche

l = Länge des Kollektors/Länge der Befestigungsvorrichtung

b = Breite des Kollektors/Breite der Befestigungsvorrichtung

Bei Vakuumröhrenkollektoren*:

$$A_x = l \cdot x \cdot a$$

Dabei ist

A_x = Fläche der Rohrzwischenräume;

x = Abstand zwischen den Rohren;

a = Anzahl der Zwischenräume zwischen den Rohren.

ANMERKUNG Falls hinter den Rohren ein Reflektor angeordnet ist, wird die Fläche der Rohrzwischenräume A_x auf null gesetzt ($A_x = 0$).

Anschließend kann die Masse m bestimmt werden, mit der die Anlage beaufschlagt werden muss, mithilfe des Drucks

$$P = F/A$$

$$F = m \cdot g$$

Dabei ist

P = Druck, in Pa oder N/m^2 ;

F = Kraft, in N oder $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$;

A = Fläche, in m^2 ;

g = Fallbeschleunigung, mit g 9,81 m/s^2 .

Zur Berechnung der rechtwinklig auf die Oberfläche der Anlage wirkenden Kraft muss der Neigungswinkel φ der Anlage berücksichtigt werden (siehe Bild 2).

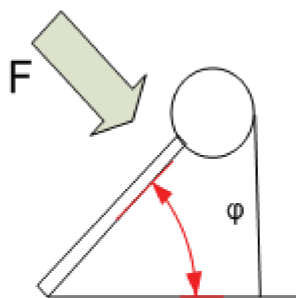


Bild 2 — Rechtwinklig auf die Oberfläche der Anlage wirkende Kraft — Seitenansicht

$$m = p \cdot A_{\text{sys}} / (g \cdot \cos(\varphi))$$

Dies resultiert in den folgenden Gleichungen für die unterschiedlichen Gewichtsklassen:

$$m_1 = 250 [\text{Pa}] \cdot A_{\text{sys}} [\text{m}^2] / (9,81 [\text{m/s}^2] \cdot \cos(\varphi))$$

$$m_2 = 500 [\text{Pa}] \cdot A_{\text{sys}} [\text{m}^2] / (9,81 [\text{m/s}^2] \cdot \cos(\varphi))$$

$$m_3 = 750 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$$

$$m_4 = 1\,000 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$$

Von diesen Massen ausgehend, kann die Anzahl der Lasteinheiten (Sandsäcke, Steine, Metallgewichte usw.) je Gewichtsklasse berechnet werden.

Das Gewicht jeder Lasteinheit muss überprüft werden.

$$i = m_{1234}/m_s$$

i = Anzahl der Lasteinheiten;

m_{1234} = Belastung, mit der die Anlage beaufschlagt wird;

m_s = Masse der Lasteinheit.

5.5.5 Durchführung

- a) Das System muss dem Hersteller entsprechend montiert werden.
- b) Der Speicher sollte während der Prüfung mit Wasser gefüllt sein.
- c) Vor der Prüfung muss das gesamte System auf Schäden an Rahmen, Speicher oder Kollektor überprüft werden;
- d) Die folgenden Schritte sollten ausgeführt werden:
 - 1) Berechnung der Gewichtsbelastung – Anzahl der Lasteinheiten – für die 4 Schritte nach 5.5.4;
 - 2) die Lasteinheiten für die erste Gewichtsklasse (250 Pa) müssen, mit dem Speicher beginnend, **gleichmäßig über die Anlage** verteilt werden (Bild 2);
 - 3) nach Aufbringen der Last wird 5 Minuten gewartet und die Befestigungsvorrichtung/Anlage danach auf Schäden oder Verformung überprüft. Für das Protokoll wird eine **Fotografie aufgenommen**;
 - 4) die fehlenden Lasteinheiten für die zweite Gewichtsklasse (500 Pa) werden auf die Anlage aufgebracht und Schritt 3) wird wiederholt. Dasselbe wird für die dritte (750 Pa) und vierte (1 000 Pa) Gewichtsklasse wiederholt.

5.5.6 Anforderungen an den Bericht

Nach dem Erreichen des Mindestwerts jeder Gewichtsklasse muss eine Fotografie der Vorderseite und der Seite der Anlage aufgenommen werden, um mögliche Schäden an der Anlage zu bemerken und zu dokumentieren.

Tabelle 2 — Gewichtsklassen

Gewichts- klasse	Bestimmung von Fläche und Gewicht	Aufgebrachte Last – Anzahl der Last- einheiten	Bilder	Bemer- kungen/ Entleerung
1	$m_1 = 250 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$ $A_{\text{sys}} =$ $\cos(\varphi) =$ $m_1 =$			
2	$m_2 = 500 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$ $A_{\text{sys}} =$ $\cos(\varphi) =$ $m_2 =$			
3	$m_3 = 750 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$ $A_{\text{sys}} =$ $\cos(\varphi) =$ $m_3 =$			
4	$m_4 = 1\,000 \text{ [Pa]} \cdot A_{\text{sys}} \text{ [m}^2\text{]} / (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot \cos(\varphi))$ $A_{\text{sys}} =$ $\cos(\varphi) =$ $m_4 =$			

5.6 Blitzschutz

Diese Prüfung gilt ausschließlich für die Bauteile der vorgefertigten Solaranlage, die dem Wetter im Freien ausgesetzt sind. Diese Prüfung bewertet, ob die Anlage so hergestellt wurde, dass sie der Gefahr eines Schadens durch Blitzschlag widerstehen oder diese signifikant vermindern kann, indem der Blitz zum Blitzschutzsystem (LPS, en: lightning protection system) des Gebäudes weitergeleitet wird. Die Anlagen mit wenigen oder keinen metallischen Teilen sind von dieser Prüfung ausgenommen.

Die Anlage sollte EN 62305-3 entsprechen.

Eine Konformitätserklärung des Herstellers wird von der Prüfstelle überprüft.

ANMERKUNG Die Anhänge E und F enthalten Informationen zur Unterstützung der Hersteller bei der Erfüllung der Anforderungen nach EN 62305-3.

5.7 Sicherheitsausrüstung

5.7.1 Sicherheitsventile

Die Sicherheitsventile müssen EN 1489 oder EN ISO 4126-1 entsprechen.

Der Hersteller muss diese Dokumente liefern. Das Prüflaboratorium muss überprüfen, ob die mit der Probe gelieferten Sicherheitsventile zu den Dokumenten passen.

Durch Überprüfung der Anlagendokumentation wird verifiziert, dass jeder Kollektorkreislauf bzw. jede Gruppe von Kollektorkreisläufen mit mindestens einem Sicherheitsventil ausgerüstet ist.

Die Spezifikation der Sicherheitsventile wird darauf überprüft, ob die Werkstoffe die folgende Anforderung erfüllen:

- Beständigkeit gegenüber den Temperaturbedingungen, denen sie ausgesetzt sind, insbesondere der höchsten Temperatur, die auftreten kann.

Es wird überprüft, ob die Größe des Sicherheitsventils richtig ist, um den höchsten Durchfluss an heißem Wasser oder Dampf abzugeben, der auftreten kann. Die Prüfstelle muss überprüfen, ob das/die Sicherheitsventil(e), sofern Teil der Anlage, und die zugehörige(n) Ausblaseleitung(en) für die jeweilige Anwendung geeignet sind und allen Betriebsbedingungen widerstehen, die auftreten können.

Es wird überprüft, ob die Temperatur des Wärmeträgermediums beim Freisetzungsdruck des Sicherheitsventils die zulässige Höchsttemperatur des Wärmeträgermediums überschreitet.

Um die Eignung der angegebenen Wartungshäufigkeit eines Thermostatventils zu überprüfen, sollte die Alterungsprüfung für Thermostatventile nach Anhang D durchgeführt werden.

5.7.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen

Die Anlagendokumentation wird überprüft, um sicherzustellen, dass die Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen, falls vorhanden, nicht abgesperrt werden können.

Der innere Durchmesser der Ausdehnungsleitung, falls vorhanden, wird in Bezug auf den höchsten Durchfluss an heißem Wasser oder Dampf, der auftreten kann, überprüft, so dass durch den Druckabfall in diesen Leitungen an keiner Stelle im Kollektorkreislauf der maximal zulässige Druck überschritten wird. Die Prüfstelle muss überprüfen, ob der Verlauf der Rohrleitungen, der Innendurchmesser der Rohrleitungen, der Werkstoff der Rohrleitungen und seine Druckbeständigkeit für die jeweilige Anwendung geeignet sind und allen Betriebsbedingungen widerstehen, die auftreten können.

Die Anlagendokumentation wird überprüft, um sicherzustellen, dass die Ausdehnungs- und Sicherheitsleitung, falls vorhanden, so angeschlossen und geführt sind, dass eine Ansammlung von Schmutz, Belag oder ähnlichen Verunreinigungen vermieden wird.

5.7.3 Ausblaseleitungen

Der hydraulische Plan und die Anlagendokumentation werden überprüft, um sicherzustellen, dass die Ausblaseleitungen, falls vorhanden, nicht einfrieren können und dass sich kein Wasser in diesen Leitungen sammeln kann. Die Austrittsöffnungen der Ausblaseleitungen müssen so angeordnet sein, dass jeglicher Dampf oder Wärmeträgermedium der/das von Sicherheitsventilen abgegeben wird, keine Gefährdung für Menschen, Werkstoffe oder die Umwelt darstellt.

5.8 Beschilderung

Das Prüflaboratorium sollte überprüfen, dass der Hersteller alle nach EN 12976-1 erforderlichen Informationen auf dem Typenschild oder dem Etikett bereitstellt. Das Etikett sollte in der Dokumentation der Anlage enthalten sein.

Obwohl der Kollektor oder der Speicher gesonderte Etiketten für ihre technischen Merkmale aufweisen können, sollten die für die gesamte Anlage erforderlichen Angaben auf einem Formular angegeben werden. Der Hersteller kann diese Formulare miteinander kombinieren, wobei jedoch sichergestellt wird, dass die Angaben für die spezifische Art der Anlage auf der Kennzeichnung verfügbar sind. Es wird empfohlen, zur Auswertung der Anlagendokumentation Prüflisten hinzuzuziehen, die als Solar Keymark-Dokument SKN N0157R0 verfügbar sind.

5.9 Charakterisierung der Wärmeleistung

5.9.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die Verfahren für die Leistungsprüfung beschrieben. Die Wärmeleistung der Anlage muss nach 5.9.2 charakterisiert und nach 5.9.3 angegeben werden.

Die Leistung einer thermischen Solaranlage wird durch den individuellen Einbau und die tatsächlichen Randbedingungen bestimmt. Mit Blick auf Wärmeverluste des Speichers können, neben Defiziten bei der Wärmedämmung, schlecht bemessene Anschlüsse die Wärmeverlustrate des Speichers infolge der natürlichen Konvektion vergrößern, die im Innern der Leitung auftritt, beim Fehlen einer durch eine Pumpe oder eine Wasserentnahme erzeugten, erzwungenen Strömung. Um diese Auswirkung zu verhindern, sollten die Leitungsanschlüsse derart bemessen sein, dass keine natürliche Konvektion im Innern der Leitung auftritt. Das kann z. B. erreicht werden, wenn die Leitung beim Verlassen des Speichers direkt nach unten führt oder ein Siphon verwendet wird.

5.9.2 Prüfverfahren

Eines der folgenden Prüfverfahren nach Tabelle 3 muss angewendet werden:

a) Prüfverfahren nach ISO 9459-2:

Dieses Prüfverfahren kann bei „Solaranlagen ohne Zusatzheizung“ oder „solaren Vorwärmanlagen“ angewendet werden.

b) Prüfverfahren nach ISO 9459-5:

Dieses Prüfverfahren kann auf alle Anlagentypen angewendet werden.

Tabelle 3 — Auswahl des Verfahrens für die Leistungsprüfung

Prüfverfahren	Anlagen mit Zusatzheizung	Solaranlagen ohne Zusatzheizung und solare Vorwärmanlagen
ISO 9459-2 (CSTG-Verfahren)	nein	ja
ISO 9459-5 (DST-Verfahren)	ja	ja

Einige Anlagen lassen in der Installationsanleitung Abweichungen zu, die die Leistung des Systems beeinträchtigen können. In Fällen, in denen die in Anhang B angegebenen Referenzbedingungen nicht eindeutig definiert sind, sollten für die Angabe der Anlagenleistung und für die Prüfung die ungünstigsten Bedingungen gewählt werden. So sollten z. B. Anlagen ohne erzwungene Umwälzung mit dem Speicher in der vom Hersteller festgelegten tiefsten Position über dem Kollektor und der größten vom Hersteller angegebenen Rohrlänge zwischen Kollektor und Speicher geprüft werden.

ANMERKUNG Im Oktober 1999 berichtete das EU-SMT-Projektteam „Überbrücken der Wärmelücke“ [„Bridging the Gap“] über die Vergleichbarkeit zwischen dem CSTG-Verfahren (ISO 9459-2) und DST-Verfahren (ISO 9459-5), und Umrechnungsfaktoren wurden erfolgreich festgelegt. Die Beziehung zwischen den Leistungsvorhersagen beider Prüfverfahren wird bestimmt durch:

$$Q_{\text{DST}} = (a \pm \sigma_a) Q_{\text{CSTG}}$$

Die „a-Werte“ sind in Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4 — a -Werte von Parametern für verschiedene Lastvolumina

Anlagentyp	Bedingung	a	σ_a
Zwangsumwälzung	$V_{\text{load}} \geq V_{\text{store}}^a$	1,004	0,004
Thermosiphon-Anlage	alle V_{load}	1,056	0,004
integrierte Kollektor-Speicher-Anlage	alle V_{load}	1,037	0,003
^a Im Fall von $V_{\text{load}} < V_{\text{store}}$ (Anlagen mit Zwangsumwälzung) sind die bestimmten „ a -Werte“ höher. Dies weist auf eine starke Tendenz zur Überbewertung des DST-Verfahrens hin.			

5.9.3 Vorhersage der Indikatoren für die Jahresleistung

5.9.3.1 Allgemeines

ANMERKUNG Nachfolgend werden Leistungsindikatoren ausschließlich für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung festgelegt. Der Text in den entsprechenden Abschnitten ist identisch mit dem Text für die kundenspezifisch gefertigten thermischen Solaranlagen (EN 12977-2). Leistungsindikatoren für Raumheizungsanlagen sind zurzeit ausgenommen, da noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen. Dies ist ein erster Schritt zur Normung dieses Verfahrens. Wenn ausreichende Erfahrungen vorliegen, werden auch die Leistungsindikatoren für Raumheizungsanlagen ermittelt.

Einheitliche Referenzbedingungen für die Leistungsberechnung sind in Anhang B dieser Norm oder in EN 12977-2:2017, Anhang A festgelegt. Für diese Bedingungen müssen die folgenden Leistungsindikatoren aus den Ergebnissen der Leistungsprüfung abgeleitet werden:

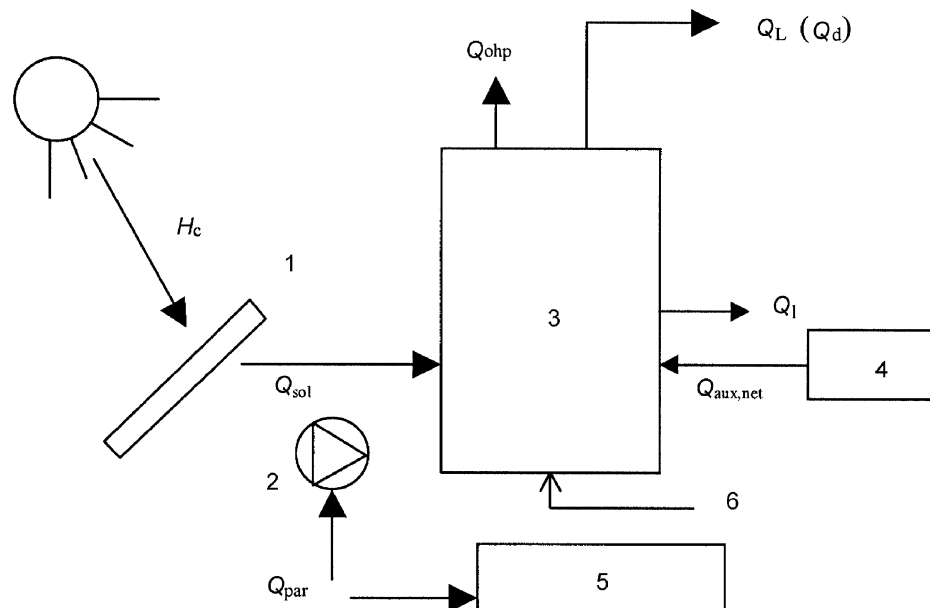
- a) für „Solaranlagen mit Zusatzheizung“:
 - 1) der Nettobedarf an Zusatzenergie $Q_{\text{aux,net}}$;
 - 2) die Hilfsenergie Q_{par} ;
- b) für „Solaranlagen ohne Zusatzheizung“ und „solare Vorwärmanlagen“:
 - 1) von der Solaranlage gelieferte Energie Q_L ;
 - 2) der solare Deckungsgrad f_{sol} ;
 - 3) die Hilfsenergie Q_{par} falls vorhanden.

5.9.3.2 Berechnung des Nettobedarfs an Zusatzenergie für Solaranlagen mit Zusatzheizung

Der jährliche Nettobedarf an Zusatzenergie $Q_{\text{aux,net}}$ wird direkt durch Computersimulation (Vorhersage des Langzeitverhaltens) nach 5.9.2 dieser Norm (für vorgefertigte Anlagen) oder nach EN 12977-2:2018, 7.5.1 (für kundenspezifisch gefertigte Anlagen) berechnet. Zusätzliche Hinweise auf die Mengen, die in die Energiebilanz einer Einspeicher-Solaranlage mit Zusatzheizung eingehen, können Bild 3 entnommen werden.

Falls eine Solaranlage mit Zusatzheizung den Wärmebedarf nicht decken kann, sodass die dem Verbraucher gelieferte Energie weniger als 90 % des Jahreswärmebedarfs ausmacht, muss das im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG Die an den Verbraucher gelieferte Energie kann geringer als der Wärmebedarf sein, z. B. wenn die Leistung der Zusatzheizung nicht ausreichend ist oder wenn bei Wasserentnahme im Speicher eine starke Durchmischung stattfindet.



Legende

- 1 Kollektor
- 2 Pumpe
- 3 Speicher
- 4 Zusatzheizgerät
- 5 Regeleinrichtung
- 6 Kaltwasser

Bild 3 — Energiebilanz für eine Einspeicher-Solaranlage mit Zusatzheizung (Beispiel)

5.9.3.3 Berechnung des solaren Deckungsgrades für Solaranlagen ohne Zusatzheizung und solare Vorwärmanlagen

Die Energiebilanz der Anlage wird auf jährlicher Grundlage berechnet. Das schließt die folgenden Energiemengen (siehe Bild 4 und Bild 5) ein, die unter Verwendung der in Anhang B der vorliegenden Norm bzw. in EN 12977-2:2018, Anhang A angegebenen Referenzdaten und -bedingungen berechnet wurden.

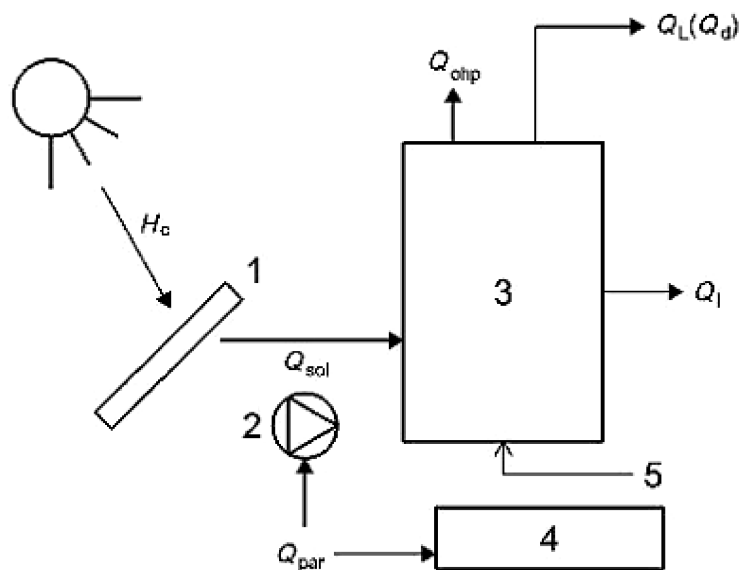
- Q_d : Wärmebedarf;
- Q_L : durch die Solaranlage gelieferte Energie (Last);
- Q_{par} : Hilfsenergie (elektrisch) für Pumpe und Regeleinrichtungen.

Die Hilfsenergie Q_{par} muss nach 5.9.3.4 berechnet werden.

Die Referenzstellen zur Berechnung der Last Q_L sind die Anschlüsse des Speichers oder die Lastseite der Wärmetauscheranschlüsse, falls vorhanden. Die Referenztemperatur zur Berechnung der Lasten ist die Kaltwassertemperatur. Eventuelle Wärmeverluste in der Umwälzleitung sind nicht Bestandteil der Lasten.

ANMERKUNG Nach EN ISO 9488 ist eine solare Vorwärmanlage eine thermische Solaranlage, die Wasser oder Luft vor seinem bzw. ihrem Eintritt in jeglichen Wassererwärmer oder Lufterwärmer vorwärmt. Dieser Wasser- oder Lufterwärmer ist nicht Teil der solaren Vorwärmanlage selbst. Folglich wird die für diese Anlagenart durch die Solaranlage gelieferte Energie Q_L am Austritt der Solaranlage berechnet; der Wärmeverlust des Speichers Q_l ist der Wärmeverlust des Solarspeichers selbst (siehe Bild 5).

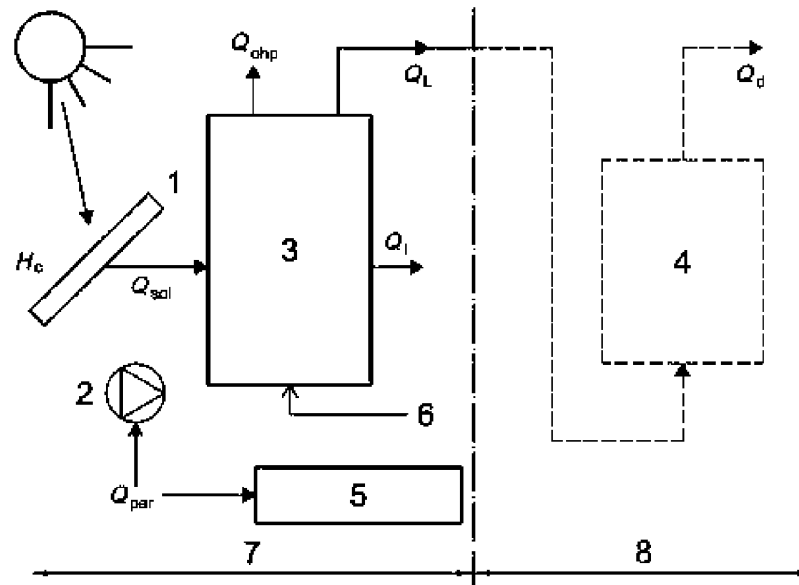
Der jährliche Energiebedarf wird unter Verwendung des Lastvolumens, der Kaltwassertemperatur und der gewünschten Warmwassertemperatur nach Anhang B berechnet.



Legende

- 1 Kollektor
- 2 Pumpe
- 3 Speicher
- 4 Regeleinrichtung
- 5 Kaltwasser

Bild 4 — Energiebilanz für Solaranlagen ohne Zusatzheizung



Legende

- 1 Kollektor
- 2 Pumpe
- 3 Solarspeicher
- 4 Zusatzheizgerät
- 5 Regeleinrichtung
- 6 Kaltwasser
- 7 solare Vorwärmanlage
- 8 nachgeschaltete Zusatzheizung

Bild 5 — Energiebilanz für solare Vorwärmanlagen

Der solare Deckungsgrad f_{sol} wird unter Verwendung der Definition nach EN ISO 9488 berechnet.

$$f_{sol} = Q_L / Q_d$$

Dabei ist

Solarer Deckungsgrad f_{sol} : die Energie, die durch den solaren Teil einer Anlage geliefert wird, dividiert durch die gesamte Last der Anlage (Q_d = Wärmebedarf).

5.9.3.4 Berechnung der Hilfsenergie

Die Hilfsenergie Q_{par} muss wie folgt berechnet werden:

$$Q_{par} = \sum_i y_{oti} \cdot P_{par_mean_i}$$

Q_{par} in ISO 9459-5 = Q_{aux} (wie in der ErP-Richtlinie und Anhang G definiert);

Q_{aux} in ISO 9459-5 = Q_{nonsol} (wie in ErP definiert)

Die Leistung der elektrischen Hilfsenergie P_{par_i} der Pumpe(n), der Regelanlagen, elektrischer Ventile usw. muss während der Prüfsequenzen „S-sol“ nach ISO 9459-5 (DST) oder nach ISO 9459-2 (CSTG) während der

zur Bestimmung der täglichen Anlagenleistung herangezogenen Tage gemessen werden. $P_{\text{par:mean}_i}$ müssen als Mittelwerte während der Betriebszeit eines jeden gemessenen Gerätes ermittelt werden.

Die Standardmessunsicherheit der elektrischen Leistung muss ± 2 W oder 1 % des Messwertes betragen, je nachdem, welches der höhere Wert ist. Die Betriebszeit während der Prüfsequenzen muss mit einer maßgebenden Standardmessunsicherheit von ± 10 s ermittelt werden.

Die jährlichen Betriebszeiten, y_{oti} , jedes elektrischen Geräts müssen durch numerische Simulation (ISO 9459-5 (DST-Verfahren)) für die täglichen Lasten und Referenzorte nach Anhang B, Tabelle B.1, bestimmt werden. Die Laboratorien müssen die Betriebszeiten mit Standardwerten unter Berücksichtigung der Herstellerangaben und des Anlagenverhaltens während der Prüfsequenzen berechnen. Falls jedoch eine angemessene Schätzung der Betriebszeiten der elektrischen Geräte nicht möglich ist, ist eine Betriebszeit der Pumpe von 2 000 h die beste Schätzung für solare Trinkwarmwasseranlagen (SDHW). Die Bereitschaftbetriebszeit des Controllers muss das gesamte Jahr betragen (8 760 h).

5.9.3.5 Berechnung des Wirkungsgrads bei der Wassererwärmung der Zusatzheizung

5.9.3.5.1 Allgemeines

Die folgenden Verfahren gelten für die Leistungsbeurteilung einer Kombination aus Solaranlage und Zusatzheizung. Die Ergebnisse müssen nach Anhang G berichtet werden.

5.9.3.5.2 Solaranlagen mit Zusatzheizung mit integrierter brennstoffbetriebener Heizung

Der Wirkungsgrad bezüglich der Warmwasserbereitung der Zusatzheizung, die in den Speicher integriert ist, muss in Übereinstimmung mit einem geeigneten Prüfverfahren geprüft werden.

Es wird angenommen, dass die Wirkung der Wärmeverluste des Teils des Speichers für die Zusatzheizung in der Bestimmung des Wirkungsgrads der Warmwasserbereitung enthalten ist. Die Wärmeverluste des Teils des Speichers für die Zusatzheizung sind im Ergebnis der Prüfung nach ISO 9459-5 enthalten. Um die Doppelzählung dieser Wärmeverluste zu vermeiden, ist die folgende Korrektur des gemessenen Wirkungsgrads der Warmwasserbereitung eines Wassererwärmers erforderlich.

5.9.3.5.2

Angesichts der Tatsache, dass die Speicherverluste bereits von Q_{aux} während der Langzeitvorhersage berücksichtigt werden, beträgt der Wirkungsgrad der Zusatzheizung bei der Wassererwärmung, der nach einem geeigneten Prüfverfahren, wie nachstehend angegeben, geprüft werden muss, immer 0,4 bzw. 40 %.

$$\eta_{\text{wh,nonsol}} = \frac{\eta_{\text{wh,tot}} \cdot (Q_{\text{ref}} + US \cdot f_{\text{aux}} \cdot \Delta T \cdot 0,024)}{Q_{\text{ref}}}$$

Dabei ist

$\eta_{\text{wh,tot}}$	der gemessene Wirkungsgrad des Wassererwärmers für ein Lastprofil LP;
Q_{ref}	der tägliche Wärmebedarf, in kWh, für das Lastprofil LP, nach Tabelle 5;
US	der Gesamtwärmeverlust-Koeffizient des Speichers wie nach ISO 9459-5 festgestellt, (W/K);
f_{aux}	der Zusatzanteil des Speichers, wie nach ISO 9459-5 festgestellt;
ΔT	der Temperaturunterschied zwischen dem Speicher und der Umgebungsluft, in K, der während der Prüfung des Wassererwärmers vorherrschte;

Der Wert $\eta_{wh,nonsol}$ muss auf einen Höchstwert von 1 begrenzt werden.

Tabelle 5 — Täglicher Wärmebedarf bei Lastprofilen

Lastprofil	M	L	XL	XXL	
$Q_{ref} =$	5,845	11,655	19,070	24,530	kWh/d

Der tägliche Stromverbrauch ($= Q_{elec}$) in kWh, ohne solaren Beitrag, wird entsprechend des Prüfverfahrens für den Wassererwärmer festgelegt.

Der tägliche Brennstoffverbrauch, ohne solaren Beitrag, in kWh, muss berechnet werden nach:

$$Q_{fuel} = \frac{Q_{ref}}{\eta_{wh,nonsol}}$$

5.9.3.5.3 Solaranlagen mit Zusatzheizung mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung

Der Wirkungsgrad der Zusatzheizung bei der Wassererwärmung wird auf einen festen Wert festgelegt, in Übereinstimmung mit:

$$\eta_{wh,nonsol} = 40 \%$$

ANMERKUNG Der Wert von 40 % spiegelt den durchschnittlichen europäischen Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung wider, auf den in der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates Bezug genommen wird. Falls die Richtlinie 2012/27/EU zukünftig überarbeitet wird, wird der neue Wert verwendet.

Der tägliche Brennstoffverbrauch ($= Q_{fuel}$) wird auf null gesetzt.

Der tägliche Stromverbrauch ohne solaren Beitrag, in kWh, wird berechnet nach:

$$Q_{elec} = Q_{aux0W}/365$$

Hier muss ein Jahr ohne solaren Beitrag simuliert werden, oder es müssen einzelne Tage mit dem vollen Lastprofil simuliert werden.

Dabei ist

Q_{aux0W} der mittlere tägliche zusätzliche Wärmebedarf in kWh ohne solaren Beitrag.

5.9.3.5.4 Solaranlagen mit Zusatzheizung, mit externer Zusatzheizung der Bauart Heizkessel

Der Heizkessel wird nach EN 15502-1 geprüft.

$$\eta_{wh,nonsol} = 0,95 \cdot \frac{Q_{ref}}{Q_{fuel} + CC \cdot Q_{elec} + Q_{cor}}$$

$$Q_{fuel} = \left(Q_{ref} + \left(24 - \frac{Q_{ref}}{P_4} \right) \cdot P_{stby} \right) \cdot \frac{100}{\eta_4}$$

$$Q_{elec} = Q_{elec,on} + Q_{elec,stby} = (24 - t_{on}) \cdot PSB + t_{on} \cdot el_{max}$$

$$t_{on} = \left(Q_{ref} + \left(24 - \frac{Q_{ref}}{P_4} \right) \cdot P_{stby} \right) \cdot \frac{1}{P_4}$$

Dabei ist

P_4 [kW]: die Höchstleistung des Heizkessels;

η_4 [%]: die Effizienz des Heizkessels bei P_4 ;

P_{stby} [kW]: die Bereitschaftswärmeverluste des Heizkessels;

$Q_{elec,stby}$ [kWh]: der Stromverbrauch bei Bereitschaft;

Q_{ref} [kWh]: der tägliche Wärmebedarf für Warmwasser entsprechend den Lastprofilen.

ANMERKUNG Das Verfahren schafft eine Reihe von Vereinfachungen:

- der Smart Control Faktor wird nicht verwendet, weil er nicht in diesem Kontext zutrifft;
- die Speicherverluste werden auf 0 festgelegt, weil sie bereits in dem SOLICS-Verfahren berücksichtigt sind.

5.9.3.5.5 Solaranlagen mit Zusatzheizung, mit externer Zusatzheizung der Bauart Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wird in Übereinstimmung mit einem geeigneten Prüfverfahren geprüft. Auf Grundlage des Prüfergebnisses der Wärmepumpe werden die folgenden Berechnungen vorgenommen.

$$\eta_{wh,nonsol} = 0,95 \cdot f \cdot \frac{COP_N}{CC} \cdot \frac{Q_{ref}}{Q_{ref} + S \cdot 24 \text{ h}}$$

Der Einstellungsfaktor f muss nach Tabelle 6 gewählt werden.

Tabelle 6 — Einstellungsfaktoren

Art	Außenluft			Abluft	Sole	Wasser
Klima:	Durchschnitt	kälter	wärmer	alle	alle	alle
f	0,919	0,840	1,059	0,888	0,931	0,914

Das Verfahren schafft eine Reihe von Vereinfachungen:

- der Gesamtenergiebedarf wird durch Befüllen des Speichers bei 60 °C bereitgestellt; daraus folgt, dass dieses Verfahren nicht für Niedertemperatur-Wärmepumpen gilt;
- mindestens 0,25 m² der Wärmetauscher-Oberfläche werden je kW der Wärmekapazität verwendet;
- die Speicherverluste werden durch Standardmessung bei einer Speichertemperatur von 65 °C vorbestimmt;
- der Smart-Faktor wird nicht berücksichtigt;
- der Ansatz ist für Wärmepumpen mit elektrisch betriebenen Kompressoren geeignet.

Das Lastprofil muss in Übereinstimmung mit Tabelle 7, der Speicherkapazität entsprechend, gewählt werden. Das zu wählende Lastprofil ist das nächst kleinere.

Tabelle 7 — Wahl des Lastprofils

Profil	Kapazität bei 40 °C	Mindestvolumen [55 °C]
L	130	87
XL	210	140
XXL	300	200

5.9.3.5.6 Vorwärmanlagen mit externen Heizgeräten

Der Wirkungsgrad des Wassererwärmers, der tägliche Brennstoff- und Stromverbrauch werden in Übereinstimmung mit dem geeigneten Prüfverfahren bestimmt.

5.9.3.6 Beitrag des Zusatzheizgeräts

Das Verfahren ist auf Prüfergebnisse nach ISO 9459-5 beschränkt.

Die Jahresleistung muss in Übereinstimmung mit dem Verfahren nach 5.9.3 unter Verwendung der Referenzbedingungen nach B.4, den durchschnittlichen, kälteren und wärmeren Klimata und den Lastprofilen M, L, XL und XXL, bestimmt werden.

Der Beitrag des Zusatzheizgeräts muss berechnet werden, entsprechend für:

- Solaranlagen mit Zusatzheizung:

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

Dabei ist

$Q_{\text{aux,net}}$ der jährliche zusätzliche Energiebedarf, in kWh.

— Vorwärmanlagen:

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

Dabei ist

Q_{ref} der tägliche Wärmebedarf für das geeignete Lastprofil nach Tabelle 4, in kWh;

QL durch die thermische Solaranlage jährlich gelieferte Wärme, in kWh.

Die Ergebnisse müssen nach Anhang G berichtet werden.

5.9.3.7 Angabe der Leistungsindikatoren

Die Ergebnisse aus 5.9.3.2 bis 5.9.3.4 für das/die Lastvolumen/-volumina müssen nach Anhang B oder EN 12977-2:2018, Anhang A angegeben werden. Für vorgefertigte Anlagen muss der Berichtsvordruck nach Anhang A verwendet werden; für kundenspezifisch gefertigte Anlagen muss die Tabelle nach EN 12977-2:2018, 7.6 verwendet werden.

5.10 Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung

5.10.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt beschriebene Prüfung muss durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Solaranlage mit Zusatzheizung in der Lage ist, ohne solaren Beitrag die tägliche maximale Last abzudecken. Falls vom Hersteller empfohlen, kann diese Prüfung für eine tägliche Last durchgeführt werden, die höher ist als die auf die berichtete Leistungsvorhersage bezogene tägliche maximale Last (siehe 5.9.3). Falls die Anlage die tägliche maximale Last nicht decken kann, muss das zusammen mit den Ergebnissen der Leistungsvorhersage, bezogen auf diese tägliche maximale Last, im Prüfbericht angegeben werden. Die Prüfung muss für eine niedrigere tägliche Last wiederholt werden.

Die Fähigkeit der Anlage, die tägliche maximale Last abzudecken, muss für die Randbedingungen nach 5.10.2 und 5.10.3 ermittelt werden.

Bei Anlagen mit Zusatzheizung, die mit dem Verfahren nach ISO 9459-5 (siehe 5.10.2) geprüft werden, muss die Fähigkeit der Anlage, die tägliche maximale Last ohne solaren Beitrag zu decken, entweder durch die Prüfung nach 5.10.4 oder durch numerische Simulation nach 5.10.5 ermittelt werden.

5.10.2 Randbedingungen für die Zusatzheizung

Das Zusatzheizgerät muss während der Prüfung nach den Angaben in Anhang B für die Vorhersage der Jahresleistung eingebaut und betrieben werden.

Falls eine Notheizung vorhanden ist, muss das Gerät nach den Herstellerangaben betriebsfähig gehalten werden.

Wenn der Einbau unterschiedlicher Heizeinrichtungen möglich ist, muss die Heizeinrichtung mit einer für das maximale „tägliche Lastvolumen“ geeigneten Heizleistung verwendet werden. Der Hersteller muss in diesem Fall die richtige Heizeinrichtung wählen.

Bei Anlagen, die durch heißes Wasser zusätzlich beheizt werden (z. B. direkt oder durch einen im Speicher eingetauchten Wärmetauscher), muss der Massendurchfluss durch den Zusatzwärmetauscher der Angabe nach Tabelle B.1 entsprechen.

Die folgenden Angaben müssen im Bericht aufgenommen werden:

- die Einstellung des Reglers für die Temperatur des integrierten Zusatzheizgeräts;
- die Art der Regelung, die Seriennummer des Reglers, falls vorhanden, und die Einstellung der Hysterese, falls zutreffend;
- die Leistung des elektrischen Zusatzheizelements oder gegebenenfalls die an den Speicher abgegebene thermische Leistung;
- falls zutreffend, der Massendurchfluss durch die Heizeinrichtung.

5.10.3 Randbedingungen für die tägliche Last

Die „maximalen täglichen Lastbedingungen“ sind gekennzeichnet durch:

- das Volumen, als das höchste tägliche Lastvolumen, für das die Jahresleistung berichtet wird;
- (Tabelle B.1);
- den Volumendurchfluss nach Tabelle B.1;
- die Kaltwasser-Temperatur von 2,1 °C;
- die Umgebungstemperatur um den Speicher, umfasst zwischen 15 °C und 20 °C;
- die Luftgeschwindigkeit um den Speicher von unter 0,5 m/s.

Falls die Kaltwasser-Eintrittstemperatur während der Prüfung nach 5.10.4 von der niedrigsten Kaltwasser-Eintrittstemperatur nach Tabelle B.4 abweicht, müssen die Zusatz-Einstelltemperatur, die Umgebungslufttemperatur und die Temperatur für die Entnahmegrenze (45 °C) anhand der bestehenden Differenz zwischen der experimentellen Kaltwassertemperatur und der erforderlichen Mindesttemperatur nach Tabelle B.4 modifiziert werden (dieses Verfahren ist nicht anwendbar im Fall einer Anlage, die mit einem Mischer ausgestattet ist, an dem die Temperatur nicht eingestellt werden kann).

Die Entnahmemenge muss so eingestellt werden, dass die Entleerung mit derselben Leistung durchgeführt wird, wie bei den angegebenen Einstellungen berechnet wurde.

Ein „Tageslastzyklus“ besteht aus den folgenden, auf den Kaltwassertemperaturen basierenden Entnahmemengen (der Zyklus beginnt bei t_0):

- bei $t = (t_0 + 12)$ h Entnahme von 40 % des täglichen Lastvolumens;
- bei $t = (t_0 + 17)$ h Entnahme von 20 % des täglichen Lastvolumens;
- bei $t = (t_0 + 22)$ h Entnahme von 40 % des täglichen Lastvolumens.

Falls Wiederholungsprüfungen notwendig sind, findet der Wiederbeginn des Zyklus 24 h nach dem letzten t_0 statt.

Manche Speicherarten mit einem integrierten Wärmetauscher zur häuslichen Warmwasserbereitung, bei denen der Durchfluss im Speicher von gewissen Thermosiphon-Einwirkungen abhängig ist, benötigen manchmal eine bestimmte Temperatur im unteren Speicherbereich, um ihre volle Leistung im Hinblick auf die Warmwasserbereitung erreichen zu können. In diesem Fall wird empfohlen, die Tageslastzyklen mehrere Male zu wiederholen.

5.10.4 Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken, durch Prüfung der Anlage

Die Anlage muss in betriebsfähigem Zustand eingebaut werden, wobei Folgendes jedoch beachtet wird:

- außer Betrieb gesetzter Kollektorkreislauf oder abgedeckter Kollektor, so dass kein Wärmeeintrag vom Sonnenkollektor zum Speicher möglich ist;
- eingebautes und nach den Angaben in den Produktunterlagen eingestelltes Mischventil, nur, wenn es ein wesentlicher Bestandteil der Anlage ist.

Bei Prüfbeginn muss der Inhalt des Speichers mindestens dreimal entnommen werden, während die Zusatzheizung außer Betrieb ist.

Nach dieser anfänglichen Konditionierung ($t = t_0$) wird die Zusatzheizung in Betrieb gesetzt. Entnahmen müssen entsprechend dem Tageslastzyklus nach 5.10.3 durchgeführt werden.

Während jeder Entnahme müssen die Temperatur des dem Speicher entnommenen Warmwassers und die dem Speicher entnommene Wärmeleistung gemessen und aufgezeichnet werden.

Die Prüfung mit der Dauer eines Tageslastzyklus gilt als bestanden, wenn während 95 % der Entnahmezeit die Warmwassertemperatur nicht unter 45 °C fällt.

5.10.5 Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken, durch numerische Simulationen

Zur Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken, durch numerische Simulationen, muss das Modell nach ISO 9459-5 mit den Randbedingungen nach 5.10.2 und 5.10.3 angewendet werden.

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Fähigkeit, die maximale tägliche Last abzudecken (ohne solaren Beitrag), mithilfe numerischer Simulationen ist im Prinzip dem Prüfverfahren nach 5.10.4 ähnlich.

Während des Berechnungsvorgangs muss die Sonnenstrahlungssumme auf null gesetzt sein.

Die Leistung des im DST-Verfahren verwendeten Heizelements muss als der Mittelwert der gemessenen Leistung bestimmt werden, die während des ersten Aufheizens des Zusatzteils innerhalb der Prüfsequenz S_{aux} an den Speicher abgegeben wurde. Die Prüfung mit der Dauer eines Tageslastzyklus gilt als bestanden, wenn während 95 % der Entnahmezeit die Warmwassertemperatur nicht unter 45 °C fällt.

5.10.6 Bestimmung der Fähigkeit, die tägliche Last abzudecken, festgelegt durch europäische Lastprofile, durch numerische Simulationen

Das Verfahren ist auf Solaranlagen mit Zusatzheizung beschränkt, deren Leistung nach ISO 9459-5 bestimmt wird.

Wenn der Einbau mehrerer Heizeinrichtungstypen möglich ist, muss die Heizeinrichtung mit einer für das maximale tägliche Lastvolumen geeigneten Heizleistung verwendet werden. Der Hersteller muss in diesem Fall den geeigneten Typ der Heizeinrichtung wählen.

Bei Anlagen, die durch heißes Wasser zusätzlich beheizt werden (z. B. direkt oder durch einen im Speicher eingetauchten Wärmetauscher), muss der Massendurchfluss durch den Zusatzwärmetauscher der Angabe nach Tabelle B.1 entsprechen.

Die Bedingungen und Berechnungsergebnisse müssen nach Anhang G berichtet werden.

Die Berechnungen werden mit der Berechnung der Langzeitleistung durchgeführt, unter Verwendung des geeigneten Satzes von Anlagenparametern, die die Anlage im Sinne des LTP-Modells beschreiben. Die Einstellungen müssen B.5 entsprechen. Der Berechnungszeitabschnitt beträgt 6 Tage.

Die Anlage ist in der Lage, der täglichen Last zu entsprechen, wenn die Mindest-Austrittstemperatur höher als die geforderte Temperatur (55 °C) ist, mit einer Grenzabweichung von 0,1 K.

5.10.7 Anforderungen an Mischwasser bei 40 °C

Dieser Abschnitt ist ausschließlich für Solaranlagen mit Zusatzheizung maßgebend, die nach ISO 9459-5 geprüft werden.

Die Berechnung der Langzeitleistung der Solaranlage muss mit den Referenzeinstellungen nach Tabelle B.4 durchgeführt werden, wobei folgende Ausnahmen gelten:

- die Sonnenstrahlung ist auf 0 W/m² eingestellt;
- die Außenlufttemperatur ist auf 10 °C eingestellt;
- die Umgebungstemperatur des Speichers ist auf 10 °C eingestellt;
- der Zeitabschnitt der Berechnung beträgt sechs Tage.

Das dem Speicher entnommene Wasservolumen muss in Übereinstimmung mit den Berechnungsverfahren für die Langzeitleistung nach ISO 9459-5 berechnet werden.

Die Einstellungen lauten wie folgt:

Klimadaten	— stündliche Daten 10 °C — solare Bestrahlungsenergie: 0 W/m² — Zeitabschnitt: 6 Tage.					
Zusatzheizgerät	Die eingestellte Temperatur, die Heizleistung und Betriebszeit entsprechen den Einstellungen des Lieferanten.					
Entnahme	a) Bedarfstemperatur: 40 °C mit aktiviertem Mischventil b) Kaltwassertemperatur: 10 °C; c) Anzahl der Entnahmen: 1 d) Ansprechzeit: Die Ansprechzeit wird auf einen festen Wert von 23:00 Uhr eingestellt, um die Konditionierungsphase am ersten Tag sicherzustellen 1) e) Anteil des täglichen Volumens: 100 %					

Lastprofil:	M	L	XL	XXL	3XL	4XL	
Durchflussrate:	6	10	10	16	48	96	l/min
Tägliches Entnahmevolumen:	65	130	210	300	520	1 040	Liter

Das Verfahren muss für jedes der maßgebenden Lastprofile wiederholt werden.

Der normalisierte Wert der Durchschnittstemperatur wird nach folgender Gleichung berechnet:

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

Dabei ist

T_{set} (°C) die Einstelltemperatur des Zusatzheizgeräts;

ϑ_c (°C) 10 °C;

ϑ'_p (°C) die Durchschnittstemperatur des Austrittswassers vom Beginn der Entnahme bis die Austrittstemperatur unter 40 °C sinkt oder bis das tägliche Volumen erreicht wird.

Die Warmwassermenge V_{40} in Liter, die mit einer Temperatur von mindestens 40 °C geliefert wird, wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$V_{40} = V_{40\text{meas}} \cdot \frac{(\vartheta_p - 10)}{30} \text{ in Liter}$$

Dabei ist

$V_{40\text{meas}}$ (Liter) entspricht der gelieferten Wassermenge mit mindestens 40 °C.

Falls V_{40} größer oder gleich dem täglichen Lastprofil ist, ist die Anlage für dieses Lastprofil gültig.

Das angegebene Lastprofil muss das maximale Lastprofil oder das nächst niedrigere sein.

5.11 Rücklaufschutz

Das Vorhandensein eines Rückschlagventils oder von anderen Einrichtungen muss visuell überprüft werden.

Anlagen ohne Rückschlagventil und nach ISO 9459-2 geprüften Leistungsdaten müssen nach ISO 9459-2:1995, 7.8.2 geprüft werden. Die Differenz zwischen dem Wärmeverlustkoeffizienten des mit dem Kollektorkreislauf verbundenen Speichers und dem Wärmeverlustkoeffizienten des vom Kollektorkreislauf getrennten Speichers sollte weniger als 10 % betragen.

Wenn die Anlage nach ISO 9459-5 geprüft wird, würde jeder Rücklauf während der normativen Prüfsequenzen bestimmt und wird durch den Wert des Wärmeverlustes des Speichers abgedeckt.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist auch bei Kompaktanlagen nicht anwendbar.

5.12 Elektrische Sicherheit

Falls die Anlage elektrische Einrichtungen enthält, muss das Laboratorium das Vorhandensein der CE-Kennzeichnung verifizieren.

Anhang A (normativ)

Vordruck für die Angabe der Wärmeleistung

Tabelle A.1 — Vordruck für die Angabe der Wärmeleistung

Bezeichnung und Typ	: vorgefertigte Anlage/kundenspezifische Anlage ^a
Abgeleitet aus Prüfbericht	:
Prüfstelle	:
Tabelle ausgefüllt durch	:
Datum	:
Angewendetes Prüfverfahren : Vorgefertigte Anlagen: ISO 9459-2 / ISO 9459-5 ^a	
: Kundenspezifische Anlagen: EN 12977-2:2012 ^a	
Integrierte Zusatzwärmequelle : Elektrisch/Indirekt/Direkte Gasbefeuerung/Keine/Andere ^a	
Im Fall von Solaranlagen mit einer Notheizung sollte vermerkt werden, dass diese Notheizung nur in Notsituationen anzuwenden ist.	
ANMERKUNG Dem Anwender dieses Formblattes ist gestattet, dieses vorliegende Formblatt zu kopieren.	
^a Zutreffende Option auswählen.	

Tabelle A.2 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von l/d			
Standort (geographische Breite)	Q_d MJ	$Q_{aux,net}$ MJ	Q_{par} MJ
Stockholm (59,6° N)			
Würzburg (49,5° N)			
Davos (46,8° N)			
Athen (38,0° N)			
..... ^a			

^a Für einen frei wählbaren Standort.

Tabelle A.3 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von l/d				
Standort (geographische Breite)	Q_d MJ	Q_L MJ	f_{sol} %	Q_{par} MJ
Stockholm (59,6° N)				
Würzburg (49,5° N)				
Davos (46,8° N)				
Athen (38,0° N)				
..... ^a				
^a Für einen frei wählbaren Standort.				

Anhang B (normativ)

Referenzbedingungen für die Leistungsvorhersage

B.1 Allgemeines

Die in Tabelle B.1 angegebenen Bedingungen müssen angewendet werden, wenn die Leistung einer Anlage entweder auf der Grundlage einer Prüfung oder einer Computersimulation berechnet, berichtet oder verglichen wird. Falls nicht anders festgelegt, dürfen diese Bedingungen auch bei jeder Leistungsprüfung der Anlage angewendet werden.

ANMERKUNG Außer der Festlegung hinsichtlich des Zustands des Zusatzheizgeräts für Anlagen mit Zusatzheizung (siehe EN 12977-2:2018, Tabelle A.1) sind die folgenden Referenzbedingungen für die Prüfung und Simulation von vorgefertigten Anlagen nach dieser Norm und von kundenspezifisch gefertigten Anlagen nach EN 12977-2 identisch.

Bei nach ISO 9459-2 geprüften Anlagen wird die Vorhersage des Langzeitverhaltens mit den Referenzbedingungen dieses Anhangs unter der Voraussetzung übereinstimmen, dass die folgenden Änderungen im Berechnungsverfahren umgesetzt wurden:

Änderungen in ISO 9459-2:1995, Abschnitt 9 (Seiten 21, 22, 23 und 24), Schritt 3 (Energieentnahme):

— **Berechnungen für Tag 1:**

$Q_c(1)$ wird folgendermaßen berechnet:

$$Q_c(1) = Q(1) \int_0^{V'} f(V) dV$$

Dabei wird V' durch zwei Bedingungen bestimmt:

$$Q_c(1) \leq V_{load} \rho_w C_{pw} (t_{load} - t_{main}) \text{ und } V' \leq V_{load}$$

— **Berechnungen für Tag 2 und für die darauf folgenden Tage:**

$Q_c(2: \text{Teil } 1)$ wird folgendermaßen berechnet:

$$Q_c(2: \text{Teil } 1) = Q(2: \text{Teil } 1) \int_0^{V'} f(V) dV$$

und $Q_c(2: \text{Teil } 2)$ wird folgendermaßen berechnet:

$$Q_c(2: \text{Teil } 2) = Q(2: \text{Teil } 2) \int_0^{V'} g(V) dV$$

Der Wert V' wird berechnet, wenn die Gesamtenergieentnahme folgendermaßen berechnet wird:

$$Q_c(2) = Q_c(2: \text{Teil } 1) + Q_c(2: \text{Teil } 2) \leq V_{load} \rho_w C_{pw} (t_{load} - t_{main}) \text{ und } V' \leq V_{load}$$

Die Berechnungen nach diesem Verfahren ergeben niedrigere Werte als ein Verfahren mit einer einzigen Lastvolumenentnahme je Tag, jedoch höhere Werte als bei der Berücksichtigung einer Mindestlasttemperatur.

Tabelle B.1 — Referenzbedingungen für die Angabe der Leistung

Referenzbedingung	Wert	Bemerkungen
ANLAGE		
Ausrichtung des Kollektors	Süden	
Neigungswinkel des Kollektors	45°	Für die Prüfung $(45 \pm 5)^\circ$, falls für die Anlage nicht feststehend oder vom Hersteller vorgeschrieben.
Gesamtlänge des Kollektorkreislaufs	20 m (10 m + 10 m)	Falls die Verrohrung nicht zum Lieferumfang der Anlage gehört oder durch den Hersteller festgelegt wurde.
Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung des Kollektorkreislaufs	siehe B.2	Falls die Verrohrung nicht zum Lieferumfang der Anlage gehört oder durch den Hersteller festgelegt wurde.
Lage der Rohre des Kollektorkreislaufs	innen, bei Anlagen mit innen liegendem Speicher; im Freien, bei Anlagen mit außen liegendem Speicher	Soweit auf dem Prüfstand möglich.
Umgebungstemperatur des Speichers	15 °C	Bei Anlagen mit außen liegendem Speicher muss die Umgebungstemperatur aus den Klimadaten verwendet werden.
für Anlagen mit indirekter (hydraulischer) Zusatzheizung: Leistungsbedarf des Zusatzwärmetauschers	(100 ± 30) W je Liter Speichervolumen über dem untersten Ende des Wärmetauschers	Falls das Zusatzheizgerät nicht zum Lieferumfang der Anlage gehört und in der Dokumentation keine Einschränkungen angegeben sind. Das Zusatzheizgerät muss als ideale Wärmequelle ohne Wärmekapazität und mit konstanter Wärmeleistung modelliert werden.
Massendurchfluss durch den Zusatzwärmetauscher	Der Massendurchfluss durch den Zusatzwärmetauscher muss so gewählt werden, dass die Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt des Zusatzwärmetauschers unter stationären Bedingungen (10 ± 2) K beträgt, sofern vom Hersteller nicht anders festgelegt.	
für Anlagen mit elektrischem Zusatzheizgerät: Leistung des elektrischen Bauelements	Falls ein elektrisches Heizelement zum üblichen Lieferumfang der Anlage gehört oder vom Hersteller festgelegt wurde, muss dieses Element verwendet werden. Anderenfalls sind je Liter des über dem elektrischen Element liegenden Speichervolumens (25 ± 8) W vorgesehen.	
Temperatur des integrierten Zusatzheizgeräts	≥ 60 °C (Mindesttemperatur der Hysterese)	Oder eine höhere Temperatur, falls durch den Hersteller empfohlen, um nationale oder europäische Spezifikationen, wie z. B. CEN/TR 16355 zu erfüllen.
Status des Zusatzheizgeräts (für Solaranlagen mit Zusatzheizung)	dauerhaft in Betrieb	Falls im Herstellerhandbuch festgelegt, ist eine andere Betriebsart möglich; das sollte im Prüfbericht angegeben werden.

Referenzbedingung	Wert	Bemerkungen
KLIMA		
Referenzstandorte	Stockholm, Würzburg, Davos, Athen	Auf dem Formular des Berichtes darf auch die Leistung für einen anderen gewählten Standort angegeben werden.
Klimadaten	Für Stockholm: CEC-Prüf-Referenzjahr. Für Davos, Würzburg und Athen: Prüf-Referenzjahr.	
WÄRMELAST		
täglicher Belastungsverlauf	Bei allen Anlagen: 100 %, 6 h nach dem solaren Mittag. Für die Prüfung müssen die Belastungsverläufe den im Prüfverfahren festgelegten Werten entsprechen.	
Temperatur der Kaltwasserversorgung	siehe B.3	Für die Prüfung muss die Temperatur dem im Prüfverfahren festgelegten Wert entsprechen.
gewünschte (Mischventil-) Temperatur	45 °C	Falls die täglichen oder jährlichen Lasten als Energiebeträge berechnet werden, muss diese Energie unter Verwendung der Temperaturen der Kaltwasserversorgung und der gewünschten Temperatur berechnet werden. ANMERKUNG 1 In der Praxis können höhere Temperaturen erforderlich sein, z. B. zur Verhinderung von Legionellenwachstum.
tägliches Lastvolumen	Die Lastvolumina, in Liter je Tag, müssen aus der folgenden Reihe gewählt werden: 50 l/d, 80 l/d, 110 l/d, 140 l/d, 170 l/d, 200 l/d, 250 l/d, 300 l/d, 400 l/d, 600 l/d. Wenn größere Lasten erforderlich sind, darf die Reihe durch wiederholtes Multiplizieren mit $\sqrt{2}$ und Runden auf das nächste Vielfache von 10 erweitert werden. Der Hersteller muss für die Anlage eine Bemessungslast angeben. Es muss der nächste Wert der oben angegebenen Reihe sowie der nächst niedrigere bzw. der nächst höhere Wert verwendet werden. Alle niedrigeren und höheren Werte der Reihe, die zwischen dem 0,5-fachen und dem 1,5-fachen der Bemessungslast liegen, sollten verwendet werden. ANMERKUNG 2 Fest vorgegebene Lastvolumenwerte wurden gewählt, um einen Leistungsvergleich unterschiedlicher Anlagen zu erleichtern. Für die Prüfung müssen die Lastvolumina verwendet werden, die in den Prüfverfahren festgelegt wurden.	
zu entnehmender Volumendurchfluss	10 l/min	Falls der für die Bemessung zu entnehmende größte Volumendurchfluss der Anlage unter 10 l/min liegt, muss der größte Bemessungs-Volumendurchfluss der Anlage verwendet werden.

B.2 Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung

Falls die Rohrleitungen und die Wärmedämmung des Kollektorkreislaufs zum Lieferumfang der Anlage gehören oder der Rohrdurchmesser und die für den Kollektorkreislauf zu verwendende Dicke der Wärmedämmung in der Installationsanleitung für die Anlage eindeutig festgelegt sind, müssen die gelieferten Teile oder die festgelegten Werte verwendet werden.

Falls die Rohrleitungen und die Wärmedämmung nicht zum Lieferumfang der Anlage gehören oder eindeutig festgelegt sind, müssen für Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung die Rohrdurchmesser, Rohrdicken und Dicken der Wärmedämmung nach Tabelle B.2 verwendet werden.

Falls die Rohrleitungen und die Wärmedämmung nicht zum Lieferumfang der Anlage gehören oder eindeutig festgelegt sind, müssen für Thermosiphon-Anlagen die Rohrdurchmesser, Rohrdicken und Dicken der Wärmedämmung nach Tabelle B.3 verwendet werden.

Sofern in der Installationsanleitung nicht anders festgelegt, muss als Werkstoff für die Rohre des Kollektorkreislaufs Kupfer verwendet werden.

Tabelle B.2 — Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung

Volumendurchfluss im Kollektorkreislauf l/h	Rohraußendurchmesser mm	Rohrdicke mm	Dicke einer Lage Wärmedämmung ^a mm
< 90	10 ± 1	1	20 ± 2
≥ 90 und ≤ 140	12 ± 1	1	20 ± 2
≥ 140 und ≤ 235	15 ± 1	1	20 ± 2
≥ 235 und ≤ 405	18 ± 1	1	20 ± 2
≥ 405 und ≤ 565	22 ± 1	1	20 ± 2
≥ 565 und ≤ 880	28 ± 1	1,5	30 ± 2
≥ 880 und ≤ 1 445	35 ± 1	1,5	30 ± 2
≥ 1 445 und ≤ 1 500	42 ± 1	1,5	39 ± 2
> 1 500	so, dass die Durchflussgeschwindigkeit etwa 0,5 m/s beträgt	1,5	gleich dem Rohrinnendurchmesser
^a Ausgehend von einem Wärmeleitvermögen von 0,04 W/(m ² · K) ± 0,01 bei einer Temperatur von 10 °C.			

Tabelle B.3 — Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Thermosiphon-Anlagen

Aperturfläche der Kollektorgruppe m ²	Rohraußendurchmesser mm	Rohrdicke mm	Dicke einer Lage Wärmedämmung ^a mm
≥ 1 und < 2	15 ± 1	1	20 ± 2
≥ 2 und < 6	18 ± 1	1,5	30 ± 2
≥ 6 und < 10	22 ± 1	1,5	39 ± 2
^a Ausgehend von einem Wärmeleitvermögen von 0,04 W/(m ² · K) ± 0,01 bei einer Temperatur von 10 °C.			

B.3 Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort

Die Kaltwassertemperatur muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\theta_{cw} = \vartheta_{average} + \Delta\vartheta_{amplit} \cos(([\text{Tag}] - D_s) 2\pi / 365)$$

Dabei ist

- θ_{cw} die bei der Angabe der Leistung einzusetzende Kaltwassertemperatur;
- $\vartheta_{average}$ die mittlere jährliche Kaltwassertemperatur am Referenzort;
- $\Delta\vartheta_{amplit}$ die mittlere Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen am Referenzort;
- [Tag] die Nummer des Tages innerhalb des Jahres;
- D_s der Verschiebungsfaktor.

Die in Tabelle B.4 angegebenen Werte der mittleren jährlichen Kaltwassertemperatur, der mittleren Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen der Kaltwassertemperatur und des Verschiebungsfaktors müssen für die Referenzorte verwendet werden.

Tabelle B.4 — Daten für die Berechnung der Kaltwassertemperatur an den Referenzorten

Referenzort	$\vartheta_{average}$ °C	$\Delta\vartheta_{amplit}$ °C	D_s d
Stockholm	8,5	6,4	45,75
Würzburg	10,0	3,0	45,75
Davos	5,4	0,8	45,75
Athen	17,8	7,4	45,75

B.4 Zusätzlicher Satz von Referenzbedingungen für die Berechnungen der Jahresleistung

Die Referenzwerte in Tabelle B.5 müssen für die Berechnung der Jahresleistung verwendet werden, bei Prüfergebnissen in Übereinstimmung mit dem Verfahren nach ISO 9459-5.

Tabelle B.5 — Referenzbedingungen für die auf die Abweichungen von Tabelle B.1 beschränkte Angabe der Leistung

Referenzbedingung	Wert	Bemerkungen
ANLAGE		
Umgebungstemperatur des Speichers	20° C	Bei Anlagen mit außen liegendem Speicher muss die Umgebungstemperatur aus den Klimadaten verwendet werden.
Temperatur des integrierten Zusatzheizgeräts	≥ 60 °C (Mindesttemperatur der Hysterese)	
Zusatzheizgerät	Leistung wie durch den Lieferanten festgelegt	
KLIMA		
Bestrahlungsfläche, Azimut	0°	Richtung Süden
Bestrahlungsfläche, Neigung	45°	zur Horizontalen
Durchschnittsklima	Straßburg	nach Anmerkung 1 in Tabelle B.1
kälteres Klima	Helsinki	nach Anmerkung 1 in Tabelle B.1
wärmeres Klima	Athen	Prüf-Referenzjahr