

DIN EN 12976-2

ICS 27.160

Ersatz für
DIN EN 12976-2:2001-03**Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile –
Vorgefertigte Anlagen –
Teil 2: Prüfverfahren;
Deutsche Fassung EN 12976-2:2006**

Thermal solar systems and components –
Factory made systems –
Part 2: Test methods;
German version EN 12976-2:2006

Installations solaires thermiques et leurs composants –
Installations préfabriquées en usine –
Partie 2: Méthodes d'essai;
Version allemande EN 12976-2:2006

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ (Sekretariat: ELOT, Griechenland) unter Beteiligung des Arbeitsausschusses NA 041-01-56 AA „Solaranlagen“ des Normenausschusses Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN12976-2:2001-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm aufgrund technischer Erneuerungen des Prüfverfahrens überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12976-2: 2001-03

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Dezember 2005 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Prüfung	9
5.1 Frostbeständigkeit.....	9
5.1.1 Allgemeines.....	9
5.1.2 Anlagen mit flüssigen Frostschutzmitteln	9
5.1.3 Anlagen mit interner Kollektorentleerung.....	9
5.1.4 Anlagen mit externer Kollektorentleerung.....	10
5.1.5 Kombinierte Frostschutz- und Steuerungsfunktionen	10
5.1.6 Andere Anlagen	10
5.2 Übertemperaturschutz	10
5.2.1 Zweck.....	10
5.2.2 Geräte.....	11
5.2.3 Durchführung der Prüfung	11
5.2.4 Angabe der Ergebnisse.....	12
5.3 Druckbeständigkeit.....	12
5.3.1 Zweck.....	12
5.3.2 Geräte.....	12
5.3.3 Sicherheitsmaßnahme	12
5.3.4 Durchführung der Prüfung	12
5.3.5 Angabe der Ergebnisse.....	13
5.4 Wasserkontamination	14
5.5 Blitzschutz	14
5.6 Sicherheitsausrüstung.....	14
5.6.1 Sicherheitsventile	14
5.6.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen	14
5.6.3 Ausblaseleitungen	14
5.7 Beschilderung	14
5.8 Charakterisierung der Wärmeleistung.....	14
5.8.1 Einleitung.....	14
5.8.2 Prüfdurchführung	15
5.8.3 Vorausbestimmung der Indikatoren für die Jahresleistung der Anlage.....	16
5.9 Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung	20
5.9.1 Allgemeines	20
5.9.2 Randbedingungen für die Zusatzheizung	20
5.9.3 Randbedingungen für die tägliche Last	20
5.9.4 Ermittlung des Maximallast-Haltevermögens durch Prüfung der Anlage	21
5.9.5 Ermittlung des Maximallast-Haltevermögens durch numerische Simulation	21
5.10 Rücklaufschutz	21
5.11 Elektrische Sicherheit	21
Anhang A (normativ) Vordruck für die Angabe der Wärmeleistung.....	22
Anhang B (normativ) Referenzbedingungen für die Leistungsvoraussage	24
B.1 Allgemeines.....	24
B.2 Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung.....	26
B.3 Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort.....	27

Anhang C (informativ) Verfahren zur extremen Klimaprüfung zur Feststellung der Frostbeständigkeit von Solaranlagen zur häuslichen Warmwasserbereitung mit außen eingebautem Speicher	29
C.1 Prüfverfahren im Raum zur Feststellung der Frostbeständigkeit von Solaranlagen zur häuslichen Warmwasserbereitung mit außen eingebautem Speicher	29
C.1.1 Zielstellung und Anwendbarkeit	29
C.1.2 Gerät und Einbau der Anlage	29
C.1.3 Prüfablauf	32
C.1.4 Prüfbedingungen	35
C.1.5 Ergebnisse	38
C.2 Prüfverfahren im Raum zur Feststellung der Zuverlässigkeit von Solaranlagen zur häuslichen Warmwasserbereitung hinsichtlich Übertemperaturschutz	39
C.2.1 Ziel und Anwendbarkeit	39
C.2.2 Gerät und Einbau der Anlage	39
C.2.3 Prüfverfahren	41
C.2.4 Prüfbedingungen	41
C.2.5 Ergebnisse	43
Anhang D (informativ) Alterungsprüfung der Thermostatventile	45
D.1 Allgemeines	45
D.2 Prüfanordnung	45
D.3 Durchführung der Prüfung	46
D.4 Ergebnisse	46
Anhang E (informativ) Prüfung des Blitzschutzes für thermische Solaranlagen	47
E.1 Anwendungsbereich	47
E.2 Zweck	47
E.3 Anforderungen	47
E.4 Gerät	48
E.5 Durchführung der Prüfung	48
E.5.1 Prüfbedingungen	48
E.5.2 Installation der thermischen Solaranlage	48
E.5.3 Trennstrecke S_t	48
E.5.4 Größe des Verbindungskabels oder -bandes	48
E.5.5 Überbrückung zwischen Speicher und Auflagern	49
E.5.6 Überbrückung zwischen Kollektoren und Auflagern	49
E.5.7 Überbrückung zwischen Kollektoren und Speicher	49
E.5.8 Verbindungsklemme zur Blitzschutzanlage	49
E.5.9 Metallbleche, die Teile der thermischen Solaranlage bedecken	49
E.5.10 Aufheizung durch Blitzströme	49
E.5.11 Mechanische Dauerhaftigkeit bei Belastung durch Blitzschlag	49
E.6 Bericht	49
E.7 Schlussfolgerungen	49
Anhang F (informativ) Blitzschutz-Prüfbericht	50
Literaturhinweise	54
Bilder	
Bild 1 — Energiebilanz für eine Einspeicher-Solaranlage mit Zusatzheizung (Beispiel)	17
Bild 2 — Energiebilanz für Solaranlagen ohne Zusatzheizung	18
Bild 3 — Energiebilanz für solare Vorwärmanlagen	19
Bild A.1 — Vordruck für die Angabe der Wärmeleistung	22
Bild C.1 — Auf einem geneigten Dach eingebaute Solaranlage zur häuslichen Warmwasserbereitung	30
Bild C.2 — Auf einem Auflager auf einem Flachdach eingebaute Solaranlage zur häuslichen Warmwasserbereitung	30
Bild C.3 — Auf einem geneigten Dach eingebaute Solaranlage zur häuslichen Warmwasserbereitung mit thermischem Kontakt zur Innenraumtemperatur	30

Bild C.4 — Auf einer geneigten Erweiterung eines Flachdaches eingebaute Solaranlage zur häuslichen Warmwasserbereitung mit thermischem Kontakt zur Innenraumtemperatur.....	30
Bild C.5 — Schema der Prüfeinrichtung.....	31
Bild C.6 — Schema des Prüfaufbaus.....	40
Bild D.1.....	45
Bild D.1 — Anordnung für die Prüfung des Thermostatventils	45

Tabellen

Tabelle 1 — Einteilung vorgefertigter und kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen	7
Tabelle 2 — Auswahl des Verfahrens für die Leistungsprüfung	15
Tabelle 3 — α -Werte für verschiedene Lastvolumina	15
Tabelle A.1 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung	22
Tabelle A.2 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen	23
Tabelle B.1 — Referenzbedingungen für die Angabe der Leistung	25
Tabelle B.2 — Rohraußendurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung	27
Tabelle B.3 — Rohraußendurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Thermosiphon-Anlagen..	28
Tabelle B.4 — Daten für die Berechnung der Kaltwassertemperatur an den Referenzorten	28
Tabelle F.1 — Größe des Verbindungskabels	50
Tabelle F.2 — Größen von Abdeckblechen.....	50

Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 12976-2:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom ELOT gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2006 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 12976-2:2000.

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

Einleitung

Trinkwasserqualität

Hinsichtlich möglicher nachteiliger Auswirkungen auf die Qualität des für den menschlichen Gebrauch vorgesehenen Trinkwassers, die durch das in dieser Norm 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 und EN 12976-2 sowie die Vornormen ENV 12977-1 bis ENV 12977-3 unterscheiden zwei Kategorien von thermischen Solaranlagen: **Vorgefertigte** und **kundenspezifisch gefertigte** Solaranlagen. Die Klassifizierung einer Anlage als vorgefertigt oder kundenspezifisch gefertigt wird vom Endlieferanten unter Berücksichtigung der folgenden Definitionen 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 Anlagen 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 ENV 12977-1 und Prüfverfahren in ENV 12977-2 und ENV 12977-3 festgelegt.

Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen werden in zwei Kategorien unterteilt:

- **Große kundenspezifisch gefertigte Anlagen** werden einzeln 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 Anlagebauweisen angegeben sind, die von der Firma gehandelt werden. Jede mögliche Kombination einer Anlagebauweise 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,-2)	Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen (ENV 12977-1, -2, -3)
Integrierte Kollektor-Speicheranlagen für die häusliche Warmwasserbereitung	Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung für die häusliche Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung, zusammengestellt unter Verwendung der in einer Dokumentation 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 häusliche Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung (meist große Anlagen)

ANMERKUNG 1 Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung können entweder als vorgefertigte oder kundenspezifisch gefertigte Anlagen klassifiziert werden.

ANMERKUNG 2 Sowohl vorgefertigte als auch kundenspezifisch gefertigte Anlagen werden unter derselben Gruppe von Referenzbedingungen nach Anhang B dieser Norm bzw. nach ENV 12977-2:2001, Anhang A leistungsgeprüft. In der Praxis können die Installationsbedingungen von diesen Referenzbedingungen abweichen.

ANMERKUNG 3 Eine vorgefertigte Anlage zur häuslichen Warmwasserbereitung könnte auch über eine Möglichkeit zur Raumheizung verfügen. Diese Möglichkeit sollte jedoch bei der Prüfung einer vorgefertigten Anlage nicht verwendet oder berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

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

2 Normative Verweisungen

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

prEN 12975-2, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kollektoren — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 12976-1:2006, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

ENV 12977-2:2001, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 60335-1, *Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:2001, modifiziert)*

EN 60335-2-21, *Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Sicherheit — Teil 2-21: Besondere Anforderungen für Wassererwärmer (Warmwasserspeicher und Warmwasserboiler) (IEC 60335-2-21:2002, modifiziert)*

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

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/DIS 9459-5, *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 zusammen mit den Begriffen nach EN 12976-1:2006.

4 Symbole und Abkürzungen

$Q_{\text{aux,net}}$	Netto-Zusatzenergiebedarf einer solaren Heizungsanlage, der von der Zusatzwärmequelle an den Speicher oder direkt an das Wärmeverteilungssystem abgegeben wird (siehe 5.8.3.2);
Q_d	Wärmebedarf;
Q_L	die am Ausgang der solaren Heizungsanlage gelieferte Energie;
Q_{par}	Hilfsenergie (elektrisch) für Pumpe(n) im Kollektorkreislauf und die Regelungsbaugruppe;
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 zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion der Frostschutzmaßnahmen angegeben. Da eine Vielzahl von Schutzmaßnahmen möglich ist, muss der verantwortliche Prüfer zunächst feststellen, welches Verfahren angewendet wird.

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

5.1.2 Anlagen mit flüssigen Frostschutzmitteln

Die Anlagebauteile, die einer niedrigen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind, werden mit einem Frostschutzmittel gefüllt, üblicherweise einer Glykol-Wasser-Mischung, die einen ausreichend niedrigen Gefrierpunkt aufweist.

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 ist die zulässige Mindesttemperatur der Anlage gleich dem Gefrierpunkt des Frostschutzmittels. Falls die Konzentration einiger Frostschutzmittel, wie Glykol, 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 zu überprüfen (z. B. mit einem transportablen Refraktometer). Der Gefrierpunkt sollte, je nach den klimatischen Bedingungen am Standort, den Herstellerempfehlungen entsprechen (voraussichtliche Mindest-Lufttemperatur, Abkühlung des Kollektors durch Abstrahlung).

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

5.1.3 Anlagen mit interner Kollektorentleerung

Aus den Bauteilen der Anlage, die der niedrigen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind, wird die Solarflüssigkeit in ein Speichergefäß abgelassen, um es wieder zu verwenden.

Das Rohrnetz des Kollektorkreislaufes sollte den Herstellerempfehlungen in der Einbauanweisung entsprechen, und wenn keine Anweisung vorliegt, in Übereinstimmung mit den Referenzbedingungen in Anhang B stehen.

Das Füllen kann am Druckmessgerät oder an der Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe beobachtet werden. Die Pumpe ist einzuschalten, und das Druckmessgerät bzw. die Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe ist zu beobachten. Falls die Anlage nicht über ein Druckmessgerät oder eine Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe verfügt, sind, in Übereinstimmung mit der Einbauanweisung, zur Überprüfung des Füllvorganges andere, vom Hersteller vorgesehene, Mittel einzusetzen.

Die interne Kollektorentleerung kann anhand des abnehmenden Wertes am Druckmessgerät oder an der Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe beobachtet werden. Die Pumpe ist auszuschalten, und das Druckmessgerät bzw. die Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe ist zu beobachten. Falls die Anlage nicht über ein Druckmessgerät oder eine Anzeigeeinrichtung für die Wasserhöhe verfügt, sind, in Übereinstimmung mit der Einbauanweisung, zur Überprüfung des Füllvorganges andere, vom Hersteller vorgesehene, Mittel einzusetzen. Es kann erforderlich sein, die Prüfung bei einer hohen Speichertemperatur (90 °C) zu wiederholen, damit die Kollektorentleerung unter allen Bedingungen sichergestellt ist (siehe 5.2).

5.1.4 Anlagen mit externer Kollektorentleerung

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

Das richtige Öffnen und Schließen des Vakuum-Sicherheitsventils ist zu überprüfen.

Falls ein von der Regeleinrichtung unabhängiges Magnet-Ablassventil vorhanden ist, ist die Öffnungstemperatur zu simulieren.

Falls ein nicht elektrisch betriebenes Frostschutzventil vorhanden ist, kann mit einem Kältespray eine Überprüfung durchgeführt werden. Dabei ist das temperaturempfindliche Bauelement einzusprühen. Die beim Öffnen des Ventils gemessene Temperatur ist mit dem vom Hersteller angegebenen Nennwert zu vergleichen. Es ist wichtig, dass der Fühler des Frostschutzventils richtig angeordnet ist.

Das Rohrnetz des Kollektorkreislaufes sollte den Herstellerempfehlungen in der Einbauanweisung entsprechen, und wenn keine Anweisung vorliegt, in Übereinstimmung mit den Referenzbedingungen in Anhang B stehen.

Das Ablassventil ist von Hand zu öffnen; die Abflussmenge ist mit einem Gefäß und einer Stoppuhr zu messen.

Falls in der Anlage ein elektrisch betriebenes Frostschutzventil verwendet wird, ist die Entleerung während einer Unterbrechung der Stromzufuhr zu überprüfen.

5.1.5 Kombinierte Frostschutz- und Steuerungsfunktionen

Bei Anlagen, in denen die Frostschutz- und die Regelfunktionen kombiniert sind, ist die Regeleinrichtung wie folgt zu überprüfen:

Die simulierte Temperatur des Frostschutzfühlers ist auf einen Wert einzustellen, bei dem der Frostschutz deaktiviert ist. Die simulierte Temperatur ist langsam zu verringern. Die Temperatur $T_{FP(Frostschutz)}$ des zugehörigen Stellgliedes ist zu messen. Diese Temperatur ist mit dem vom Hersteller angegebenen Nennwert zu vergleichen.

5.1.6 Andere Anlagen

Bei allen anderen Anlagen muss das Pumpensteuerungssystem, das Ablassventil oder jede andere Frostschutzeinrichtung bzw. jedes andere Frostschutzsystem nach den Angaben des Herstellers und anhand der vom Hersteller festgelegten zulässigen Mindesttemperatur überprüft werden. Bei integrierten Kollektor-Speicheranlagen oder anderen Solaranlagen für die häusliche Warmwasserbereitung 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 ist.

5.2.2 Geräte

Folgende Geräte werden benötigt:

- a) Pyranometer, das mindestens die in prEN 12975-2 festgelegten Eigenschaften aufweist, zur Messung der gesamten kurzwelligen Solarstrahlung bzw. der kurzwelligen Strahlung einer Solarlampe, falls die Prüfung in einer Simulationskammer für Solarstrahlung durchgeführt werden soll.
- b) Geräte zur Messung der Temperatur, der Durchflussmenge und des Volumens des der Anlage entnommenen Wassers.
- c) Prüfstand zum Einbau der solaren Wassererwärmungsanlage, innen oder im Freien; die Sonnenkollektoren sind mit dem vom Hersteller festgelegten Neigungswinkel aufzustellen.
- d) Wasserversorgung mit Temperaturregelung im Bereich 5 °C bis 25 °C sowie mit Druckregelung im Bereich 200 kPa bis 600 kPa oder mit dem vom Hersteller festgelegten maximalen Betriebsdruck, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

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

5.2.3 Durchführung der Prüfung

Zunächst muss überprüft werden, ob die Anlage, so wie sie auf dem Prüfstand installiert wurde und so wie es in der Einbauanleitung beschrieben ist, vor Überhitzung sicher ist, z. B. ob Sicherheitsventile und andere Übertemperaturschutzeinrichtungen 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 5.6).

Darüber hinaus ist bei Verwendung nicht metallischer Werkstoffe in einem beliebigen Kreislauf die höchste Temperatur im Kreislauf während der Prüfung des Übertemperaturschutzes zu messen und bei der Prüfung der Druckbeständigkeit zu verwenden.

Die Prüfung ist wie folgt durchzuführen:

- a) Die solare Wassererwärmungsanlage ist nach der Einbauanleitung zusammenzubauen; dabei sind die Sonnenkollektoren so aufzustellen, dass sie bei der Prüfung im Freien in Richtung des solaren Mittages zeigen und bei Prüfung im Sonnensimulator unter senkrechtem Strahlungseinfall stehen.
- b) Die Anlage ist aus der Wasserversorgung zu füllen; bei Druckbehältern ist der Wasserversorgungsdruck aufrechtzuerhalten.
- c) Die Anlage ist nach den Herstelleranweisungen einzuschalten.
- d) (i) Für die Prüfung im Freien muss die Anlage an mindestens vier aufeinander folgenden Tagen ohne Warmwasserentnahme in Betrieb sein sowie bis die Sonnenkollektoren an zwei aufeinander folgenden Tagen einer Solarstrahlung in der Kollektorebene von mindestens 20 MJ/m² je Tag ausgesetzt waren und die Umgebungstemperatur zum solaren Mittag 20 °C überschritten hat.
- (ii) Für die Prüfung im Sonnensimulator muss die Anlage ohne Warmwasserentnahme bei einer Umgebungstemperatur von $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer Bestrahlungsstärke der Solarlampe von 1 000 W/m² in der Kollektorebene für einen Zeitraum von 5 h oder bis zur Entleerung der Sonnenkollektoren in Betrieb sein. Die Gleichmäßigkeit der Strahlung und deren Messung müssen ISO 9459-1:1993, 6.3.1.2 entsprechen.
- e) (i) Für die Prüfung im Sonnensimulator ist die Stromversorgung der Anlage zu unterbrechen. Anschließend muss die Anlage in Betrieb bleiben, bis die Solarstrahlung in der Kollektorebene 20 MJ/m² je Tag überschritten hat oder bis zur Entleerung der Sonnenkollektoren
- (ii) Für die Prüfung im Raum ist die Stromversorgung zu unterbrechen. Anschließend ist die Anlage einer Bestrahlungsstärke der Solarlampe von 1 000 W/m² in der Kollektorebene für weitere 4 h oder bis zur Entleerung der Sonnenkollektoren auszusetzen.

- f) Unmittelbar danach ist mit der Entnahme einer Warmwassermenge, die die Gesamtwassermenge der Anlage überschreitet, zu beginnen. Die Entnahme muss mit einer Geschwindigkeit von $(2 \times 10^{-4} \pm 3 \times 10^{-5}) \text{ m}^3/\text{s}$ ($(10 \pm 1) \text{ l/min}$) erfolgen.

5.2.4 Angabe der Ergebnisse

Folgende Ergebnisse sind anzugeben:

- a) Bauart und Modell der Anlage, einschließlich eingebauter Verbrüh- oder Übertemperaturschutzeinrichtungen.
- b) Neigung der Sonnenkollektoren.
- c) Aufzeichnung des der Anlage entnommenen Warmwassers in Abhängigkeit von der Zeit sowie das Gesamtvolumen des entnommenen Wassers. Sofern Dampfbildung beobachtet wurde, ist dies festzuhalten.
- d) Einzelheiten zum Zustand der Anlage und der einzelnen Bauteile nach der Prüfung oder Versagen während der Prüfung, insbesondere alle Fehler, wie Anschwellen der Rohre und Bauteile oder Flüssigkeitsverlust, die die Gebrauchstauglichkeit der Anlage beeinträchtigen könnten.

5.3 Druckbeständigkeit

5.3.1 Zweck

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

5.3.2 Geräte

Folgende Geräte werden benötigt:

- a) geeignete Plattform und Auflager zum Einbau der Anlage;
- b) Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung mit Druckregelung;
- c) Druckmessgerät, mit dem der Prüfdruck auf 5 % bestimmt werden kann;
- d) Ablassventil;
- e) Absperrventil.

5.3.3 Sicherheitsmaßnahme

Es wird empfohlen, Prüfungen an Anlagen mit integriertem Ausdehnungsraum oder Behälter, der eingeschlossene Luft enthält, in einem explosionsgeschützten Raum durchzuführen.

5.3.4 Durchführung der Prüfung

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

Die Prüfdauer bei einem metallischen Werkstoff beträgt 15 min. Falls in einem beliebigen Kreislauf ein nicht metallischer Werkstoff verwendet wird, muss dieser Kreislauf mindestens für 1 h bei einer Temperatur druckgeprüft werden, die die bei der Prüfung der Übertemperaturschutzeinrichtung gemessene höchste Temperatur um + 10 °C überschreitet.

- a) Die Solaranlage zur Warmwasserbereitung ist nach den Anweisungen des Herstellers auf der Prüfplattform zu montieren.
- b) Sofern zutreffend, sind die Überdruckventile zu sperren, damit sie sich nicht während der Prüfung öffnen.
- c) Das Druckmessgerät und das Ablassventil sind an das Warmwasser-Auslaufrohr der Anlage anzuschließen.
- d) Das Absperrventil und die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung – unter Verwendung von Wasser als Prüfflüssigkeit – sind an das Kaltwasser-Einlaufrohr der Anlage anzuschließen.
- e) Mit der Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung ist der Trinkwasserteil der Anlage zu füllen. Anschließend ist die Anlage über das Ablassventil, das sich am Warmwasser-Auslaufrohr befindet, weitestgehend zu entlüften.
- f) Es ist eine hydraulische Belastung aufzubringen, die dem 1,5-fachen des vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebsdrucks entspricht.
- g) Die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung ist durch Schließen des Absperrventils zu isolieren. Anschließend ist die Anzeige des Druckmessgerätes am Anfang und am Ende der nächsten 15 min abzulesen.
- h) Der Druck in der Anlage ist über das Ablassventil abzulassen. Anschließend sind sichtbare dauerhafte Verformungen sowie undichte Stellen in den Bauteilen oder Verbindungen der Anlage, an denen Wasser austritt, sofern vorhanden, festzuhalten.
- i) Ablassventil, Druckmessgerät, Absperrventil und die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung sind von der Anlage zu trennen.

Für Anlagen, die keinen Wärmetauscher und keinen unter Druck stehenden Wärmeübertragungskreislauf aufweisen, sind folgende Schritte nicht durchzuführen.

- j) Ablassventil und Druckmessgerät sind an die Ablassöffnung des Wärmeübertragungskreislaufs der Anlage anzuschließen. Anschließend sind das Absperrventil und die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung unter Verwendung des vom Hersteller angegebenen Wärmeträgemediums an die Einfüllöffnung des Wärmeübertragungskreislaufs anzuschließen.
- k) Der Wärmeübertragungskreislauf der Anlage ist über die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung aufzufüllen. Anschließend ist der Kreislauf über das Ablassventil, das sich an der Ablassöffnung an der oberen Seite der Sonnenkollektoren befindet, weitestgehend zu entlüften.
- l) Es ist eine hydraulische Belastung aufzubringen, die dem 1,5-fachen der vom Hersteller angegebenen einzelnen maximalen Betriebsdrücke entspricht.
- m) Die Einrichtung zur Aufbringung der hydraulischen Belastung ist durch Schließen des Absperrventils zu isolieren. Anschließend ist die Anzeige des Druckmessgerätes am Anfang und am Ende der nächsten 15 min abzulesen.
- n) Der Druck in der Anlage ist über das Ablassventil abzulassen. Anschließend sind sichtbare dauerhafte Verformungen sowie undichte Stellen in den Bauteilen und Verbindungen der Anlage, an denen das Wärmeträgermedium austritt, sofern vorhanden, festzuhalten.

5.3.5 Angabe der Ergebnisse

Die maximalen aufgebrachten Prüfdrücke, die Ergebnisse der Druckmessung am Anfang und am Ende des 15-min-Prüfintervalls sowie sichtbare dauerhafte Verformungen und Undichtigkeiten in den Bauteilen und Verbindungen der Anlage, sofern vorhanden, sind im Prüfbericht anzugeben. Falls der aufgebrachte Prüfdruck das 1,5-fache des vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebsdrucks unterschreitet, ist dies anzugeben.

5.4 Wasserkontamination

Siehe EN 1717.

5.5 Blitzschutz

Die Anhänge E und F enthalten Informationen zur Unterstützung der Hersteller bei der Erfüllung der Anforderungen nach IEC 61024-1.

5.6 Sicherheitsausrüstung

5.6.1 Sicherheitsventile

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

Aus den Angaben zu den Sicherheitsventilen ist zu ermitteln, ob die Werkstoffe die Anforderungen nach EN 12976-1:2005, 4.4.1 erfüllen.

Es ist zu überprüfen, ob die Größe des Sicherheitsventils nach den Anforderungen in EN 12976-1:2005, 4.4.1 richtig ist.

Es ist zu überprüfen, ob die Temperatur des Wärmeträgermediums beim Freisetzungsdruck des Sicherheitsventils die zulässige Temperatur des Wärmeträgermediums überschreitet.

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

5.6.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen

Die Anlagendokumentation ist zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen, falls vorhanden, nicht abgesperrt werden können.

Der innere Durchmesser der Ausdehnungsleitung, falls vorhanden, ist im Hinblick auf die Anforderungen nach EN 12976-1:2006, 4.4.2 zu überprüfen.

Die Anlagendokumentation ist zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die Ausdehnungs- und Sicherheitsleitung, falls vorhanden, so angeschlossen und geführt sind, dass eine Ansammlung von Schmutz, Kalkansatz oder ähnlichen Verunreinigungen vermieden werden.

5.6.3 Ausblaseleitungen

Der hydraulische Plan und die Anlagendokumentation sind zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die Ausblaseleitungen, falls vorhanden, die Anforderungen nach EN 12976-1:2006, 4.4.3 erfüllen.

5.7 Beschilderung

Das Kennzeichnungs- oder Typschild der thermischen Solaranlage ist zu überprüfen, um zu ermitteln, ob alle zur Beschilderung erforderlichen Punkte (nach EN 12976-1:2006, 4.7) vollständig angegeben sind.

5.8 Charakterisierung der Wärmeleistung

5.8.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die Verfahren für die Leistungsprüfung beschrieben. Die Charakterisierung der Wärmeleistung der Anlage ist nach 5.8.2 und die Angabe nach 5.8.3 vorzunehmen.

ANMERKUNG 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. Um diese Auswirkung zu verhindern, sollten die Leitungsanschlüsse derart bemessen sein, dass keine natürliche Konvektion im Innern der Leitung auftritt. Dieses kann z. B. erreicht werden, wenn die Leitung beim Verlassen des Speichers direkt nach unten führt oder ein Syphon verwendet wird.

5.8.2 Prüfdurchführung

Es ist eines der folgenden, in Tabelle 2 angegebenen, Prüfverfahren zu verwenden:

- a) Prüfverfahren nach ISO 9459-2.
Dieses Prüfverfahren kann bei „Solaranlagen ohne Zusatzheizung“ oder „solaren Vorwärmanlagen“ angewendet werden.
- b) Prüfverfahren nach ISO/DIS 9459-5.
Dieses Prüfverfahren kann bei allen Anlagentypen angewendet werden.

Tabelle 2 — Auswahl des Verfahrens für die Leistungsprüfung

Prüfverfahren	Anlagen mit Zusatzheizung	Solaranlagen ohne Zusatzheizung und solare Vorwärmanlagen
ISO 9459-2 (CSTG-Verfahren)	Nein	Ja
ISO/DIS 9459-5 (DST-Verfahren)	Ja	Ja

ANMERKUNG 1 Einige Anlagen lassen in den Einbauanweisungen 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 2 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/DIS 9459-5), und Umrechnungsfaktoren wurden erfolgreich festgelegt. Die Beziehung zwischen den Leistungsvorhersagen beider Prüfverfahren wird bestimmt durch:

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

Die a -Werte sind in Tabelle 3 dargestellt:

Tabelle 3 — a -Werte für verschiedene Lastvolumina

Anlagentyp	Bedingung	a	σ_a
Zwangsumwälzung	$V_{\text{Last}} \geq V_{\text{Speicher}}^a$	1,004	0,004
Thermosyphonanlage	Alle V_{Last}	1,056	0,004
Integrierte Kollektor-Speicheranlage	Alle V_{Last}	1,037	0,003
^a Im Fall von $V_{\text{Last}} < V_{\text{Speicher}}$ (Anlagen mit Zwangsumwälzung) sind die bestimmten a -Werte höher. Dieses weist auf eine starke Tendenz zur Überbewertung des DST-Verfahrens hin.			