

DIN EN 12977-2

ICS 27.160; 91.140.65; 91.140.10

Ersatz für
DIN SPEC 1209 (DIN CEN/TS 12977-2):2010-06

**Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile –
Kundenspezifisch gefertigte Anlagen –
Teil 2: Prüfverfahren für solar betriebene Warmwasserbereiter und
Kombinationssysteme;
Deutsche Fassung EN 12977-2:2012**

Thermal solar systems and components –
Custom built systems –
Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems;
German version EN 12977-2:2012

Installations solaires thermiques et leurs composants –
Installations assemblées à façon –
Partie 2: Méthodes d'essai pour chauffe-eau solaires et installations solaires combinées;
Version allemande EN 12977-2:2012

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12977-2:2012) wurde im Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ (Sekretariat: ELOT, Griechenland) erarbeitet.

Der Arbeitsausschuss NA 041-01-56 AA „Solaranlagen“ im Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war an der Erstellung dieser Europäischen Norm beteiligt.

Änderungen

Gegenüber DIN SPEC 1209 (CEN/TS 12977-2):2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) Vornormcharakter aufgehoben.

Frühere Ausgaben

DINV ENV 12977-2: 2001-10

DIN SPEC 1209 (DIN CEN/TS 12977-2): 2010-06

Deutsche Fassung

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch
gefertigte Anlagen - Teil 2: Prüfverfahren für solar betriebene
Warmwasserbereiter und Kombinationssysteme

Thermal solar systems and components - Custom built
systems - Part 2: Test methods for solar water heaters and
combisystems

Installations solaires thermiques et leurs composants -
Installations assemblées à façon - Partie 2: Méthodes
d'essai pour chauffe-eau solaires et installations solaires
combinées

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Februar 2012 angenommen.

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

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

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



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Klassifizierung der Anlagen	12
6 Prüfverfahren	12
6.1 Einleitung.....	12
6.2 Allgemeines	12
6.3 Werkstoffe	13
6.4 Bauteile und Rohrleitungen	13
6.5 Sicherheits- und Anzeigeeinrichtungen	15
6.6 Installation	16
6.7 Erstmöglicher Betrieb und Inbetriebnahme	16
6.8 Dokumentation.....	16
6.9 Leistung der Anlage (nur für kleine Anlagen).....	16
6.10 Wasserverschwendung (nur für kleine Anlagen)	16
7 Optionale Leistungsprüfung kleiner kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Prüfung des Sonnenkollektors.....	17
7.3 Prüfung der (des) Warmwasserspeicher(s)	18
7.4 Prüfung des Regelungssystems	18
7.5 Bestimmung des Warmwasserkomforts	18
7.6 Modell zur Simulation der Anlage	18
7.7 Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens	18
7.8 Darstellung der Leistungsindikatoren	24
8 Leistungsprüfbericht	26
Anhang A (normativ) Referenzbedingungen für die Leistungsvorhersage	27
A.1 Allgemeines	27
A.2 Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung.....	29
A.3 Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort	29
A.4 Raumheizlast.....	30
Anhang B (normativ) Zusätzliche Informationen zur Berechnung der relativen Zusatzenergieeinsparung	36
B.1 Festlegung einer konventionellen Referenzwassererwärmungsanlage	36
B.2 Berechnung der relativen Energieeinsparung unter anderen Bedingungen	36
Anhang C (informativ) Kurzzeitprüfung der Anlage	38
C.1 Allgemeines	38
C.2 Instrumentierung, Datenerfassung und -verarbeitung	38
C.3 Prüfung der Kurzzeit-Anlagenleistung	40
C.4 Kurzzeitprüfung für die Vorhersage des Langzeitverhaltens der Anlage bezüglich der Leistung	43
Anhang D (informativ) Langzeitüberwachung.....	50
D.1 Allgemeines	50

D.2	Auswertungsdiagramm.....	51
D.3	Überwachungseinrichtung	51
D.4	Datenanalyse	52
Anhang E (informativ) Bestimmung der Wasserverschwendung.....		53
Literaturhinweise		54

Bilder

Bild 1	— Energiebilanz für Einspeicher- und Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät.....	20
Bild 2	— Vergleich des Brutto-Energiebedarfs einer solaren Heizungsanlage Q_{aux} mit dem Brutto-Energiebedarf einer konventionellen Heizungsanlage Q_{conv}	21
Bild 3	— Energiebilanz für Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät	23
Bild 4	— Energiebilanz für solare Vorwärmanlagen	24
Bild C.1	— Prinzip der Prüfung der Kurzzeit-Anlagenleistung – Prüfung und Vergleich der Nutzenergieausbeute	40
Bild C.2	— Prinzip der Kurzzeitprüfung und der nachfolgenden Langzeitvorhersage der Anlagenleistung.....	44
Bild C.3	— Beispiel für die vorausgesagte Lastniveau- und Strahlungssummenabhängigkeit der Leistung einer Solaranlage zur häuslichen Warmwasserbereitung (siehe [8])	49

Tabellen

Tabelle 1	— Einteilung vorgefertigter und kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen	6
Tabelle 2	— Symbole, Bedeutungen und Einheiten (1 von 2)	10
Tabelle 3	— Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizgerät	25
Tabelle 4	— Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und von solaren Vorwärmanlagen	25
Tabelle A.1	— Referenzbedingungen für die Angabe der Leistung (1 von 2).....	27
Tabelle A.2	— Rohraußendurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung	29
Tabelle A.3	— Daten für die Berechnung der Kaltwassertemperatur an den Referenzorten	30
Tabelle A.4	— Datensammlung zur Raumheizlast in Stockholm	31
Tabelle A.5	— Datensammlung zur Raumheizlast in Davos	32
Tabelle A.6	— Datensammlung zur Raumheizlast in Würzburg (1 von 2).....	33
Tabelle A.7	— Datensammlung zur Raumheizlast in Athen — <i>zu aktualisierendes Beispiel</i>	35
Tabelle C.1	— Zu messende Variablen und maximale Abtastintervalle	42
Tabelle C.2	— Während der Anlageprüfung zu messende Variablen und entsprechende maximale Abtastintervalle.....	45
Tabelle C.3	— Schwankungsbereich der während einer Prüfung im Freien zu erfassenden Betriebsvariablen	46
Tabelle C.4	— Zulässige Standardabweichung für sekundäre Kollektorparameter.....	48

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12977-2:2012) 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 Oktober 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2012 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 12977-2:2010.

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

Einleitung

a) 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, sollte Folgendes beachtet werden:

- 1) Dieses Dokument enthält keine Angaben dazu, ob das Produkt in allen Mitgliedstaaten der EU oder der EFTA ohne Einschränkung verwendet werden kann
- 2) bestehende nationale Vorschriften hinsichtlich der Verwendung und/oder der Produktkennwerte behalten bis zur Annahme verifizierbarer europäischer Kriterien ihre Gültigkeit.

b) Vorgefertigte und kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen

Die Dokumente 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:

- 1) vorgefertigte thermische Solaranlagen; und
- 2) kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen.

Die Klassifizierung einer Anlage als „vorgefertigt“ oder „kundenspezifisch gefertigt“ wird vom Endlieferer unter Berücksichtigung der folgenden Definitionen vorgenommen:

- 1) Vorgefertigte thermische Solaranlagen sind Massenprodukte, die als komplette und einbaufertige Bausätze mit fester Bauweise unter ein und demselben Handelsnamen 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 durch Änderung eines bzw. mehrerer ihrer Bauteile verändert wurde, wird die veränderte Anlage als neue Anlage betrachtet. Anforderungen und Prüfverfahren für vorgefertigte thermische Solaranlagen sind in EN 12976-1 und EN 12976-2 festgelegt.

- 2) Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen werden entweder in Einzelfertigung hergestellt oder nach Auswahl aus einem Sortiment von Bauteilen zusammengebaut. Eine Anlage dieser Kategorie wird als Bauteilsatz betrachtet. Die Bauteile werden getrennt geprüft, und die Prüfergebnisse werden in einer Beurteilung für die gesamte Anlage zusammengefasst. Anforderungen an kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen sind in EN 12977-1 und Prüfverfahren in EN 12977-2, EN 12977-3, EN 12977-4 und EN 12977-5 festgelegt. Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen werden in zwei Kategorien unterteilt:
 - i) Große kundenspezifisch gefertigte Anlagen werden speziell für eine bestimmte Situation entworfen. Sie werden in der Regel von Ingenieuren für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, entsprechenden Herstellern oder anderen Sachverständigen entworfen.
 - ii) Keine kundenspezifisch gefertigte Anlagen werden von einer Firma angeboten und in einer sogenannten 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 und EN 12976-2)	Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen (EN 12977-1, EN 12977-2, EN 12977-3, EN 12977-4 und EN 12977-5)
Integrierte Kollektor-Speicheranlagen für die häusliche Warmwasserbereitung	Anlagen mit erzwungener Umwälzung für die Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung/-kühlung, 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	Einzeln entworfene und zusammengestellte Anlagen für die Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung/-kühlung (meist große Anlagen)

ANMERKUNG 1 Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung können in Abhängigkeit von dem vom Endlieferer gewählten Vermarktungsansatz entweder als vorgefertigte oder als kundenspezifisch gefertigte Anlagen klassifiziert werden.

ANMERKUNG 2 Sowohl vorgefertigte als auch kundenspezifisch gefertigte Anlagen werden unter derselben Reihe von Referenzbedingungen leistungsgeprüft, die in EN 12976-2:2006, Anhang B und in EN 12977-2:2012, Anhang A festgelegt ist. In der Praxis können die Installationsbedingungen von diesen Referenzbedingungen abweichen.

c) Prüfverfahren für die Analyse großer kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen

Die Qualitätssicherung ist für große kundenspezifisch gefertigte Anlagen von herausragender Bedeutung. Die Gesamtinvestitionskosten für solche Anlagen sind höher als für kleine Anlagen, obwohl die spezifischen Investitionskosten (d. h. je m² Kollektorfläche) niedriger sind. In mehreren europäischen Ländern ist das Potential großer kundenspezifisch gefertigter Anlagen unter dem Gesichtspunkt der Einsparung an konventioneller Energie wesentlich größer als das kleiner Anlagen. Darüber hinaus ist die Gesamtkapitalrentabilität in vielen Fällen bei großen Anlagen günstiger als bei kleinen. Aus diesem Grund sind sowohl die Käufer großer kundenspezifisch gefertigter Anlagen als auch die Regierungen an effizienten, zuverlässigen und langlebigen Anlagen interessiert, deren Wärmeleistung genau vorausberechnet, überprüft und überwacht werden kann.

Die in diesem Dokument angegebenen Prüfverfahren stellen eine Möglichkeit dar, die Übereinstimmung großer kundenspezifisch gefertigter Anlagen mit den Anforderungen in EN 12977-1 festzustellen.

ANMERKUNG 3 Innerhalb des Rahmenwerks des EU-Programms „ALTENER“ wurden mit dem Projekt „Guaranteed Solar Results“ (GSR) in Bezug auf die Qualitätssicherung ähnliche Ziele angesprochen (siehe [7], [8]). Es wurden ähnliche Verfahren und Überwachungseinrichtungen verwendet, wie sie in den Anhängen C und D beschrieben sind. Sobald weitere Erfahrungen vorliegen, könnte es erforderlich sein, die Anhänge C und D in einer späteren Überarbeitung dieses Dokuments zu aktualisieren.

Da große kundenspezifisch gefertigte Anlagen per Definition einzigartige Gesamtanlagen darstellen, können für deren Kontrolle und Überwachung nur allgemeine Verfahren angegeben werden. Eine zusätzliche Schwierigkeit bei der Ausarbeitung von Verfahren stellt die Tatsache dar, dass sie an die Maße der jeweils betrachteten großen kundenspezifisch gefertigten Anlage angepasst werden müssen, deren Kollektorfläche von typischerweise 30 m² bis 30 000 m² variieren kann. Aus diesem Grund werden mehrere mögliche Analyseniveaus einbezogen (Anhänge C und D).

Das Ziel der beiden in Anhang C angegebenen Kurzzeit-Anlageprüfungen ist (sind) die Charakterisierung der Anlagenleistung und/oder die Abschätzung der Fähigkeit der Anlage, die vom Entwickler angegebene Energie zu liefern. Grundsätzlich wird in der vorliegenden Europäischen Norm auf zwei Möglichkeiten der Kurzzeit-Anlageprüfung Bezug genommen:

- 1) Eine vereinfachte Prüfung der Kurzzeit-Anlagenleistung wird durchgeführt, indem die gemessene Wärmeausbeute der thermischen Solaranlage mit dem Wert verglichen wird, der durch Simulation vorherbestimmt wurde, wobei die während der Kurzzeitprüfung tatsächlich gemessenen Wetter- und Betriebsbedingungen angewendet werden;

- 2) Eine Kurzzeitprüfung zur Vorhersage des langfristigen Leistungsverhaltens der Anlage. Die Leistung der wichtigsten Bauteile der thermischen Solaranlage wird während einer bestimmten Zeit gemessen, während der die Anlage unter normalen Betriebsbedingungen arbeitet. Detailliertere Messungen umfassen
 - i) die Energieausbeute der Kollektorgruppe(n) und
 - ii) die Energiebilanz der (des) Speicher(s).

Der Vergleich der beobachteten und simulierten energetischen Größen ermöglicht die indirekte Validierung der Auslegungsparameter von Kollektor und Speicher. Die innerhalb der Kollektorgruppe gemessenen Daten werden auch zur direkten Bestimmung der Kollektorguppenparameter verwendet. Sofern die Parameter der Bauteile verifiziert wurden, sind die Vorhersage des Langzeitverhaltens der Anlagenausbeute sowie das Aufspüren möglicher Quellen für Fehlfunktionen der Anlage möglich.

In Anhang D ist ein Verfahren der Langzeitüberwachung als Teil der Überwachung einer großen kunden-spezifisch gefertigten thermischen Solaranlage beschrieben. Die Ziele dieser Überwachung können sein:

- 3) die Früherkennung möglicher Ausfälle der Anlagenbauteile, um aus der Anfangsinvestition den maximalen Nutzen zu ziehen sowie um den Verbrauch nichtsolarer Energie und die daraus resultierenden Umweltauswirkungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren,
- 4) die Messung der Leistung der Anlage (solare Ausbeute oder andere Systemindikatoren), falls dies, z. B. in Form garantierter Ergebnisse, vertraglich gefordert ist.

Die in Anhang D beschriebene Langzeitüberwachung ist auf die spezifischen Aspekte der Solarenergie beschränkt, besonders auf die Bestimmung des solaren Beitrags zur gesamten Wärmelast. Die zur Langzeitüberwachung der Anlage verwendeten Geräte sollten einen integralen Bestandteil der Anlage bilden, der von Anfang an in den Entwurfsprozess einbezogen wird. Falls dies entsprechend vorgesehen wurde, dürfen diese Geräte beim erstmaligen Betrieb auch für Justierzwecke verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für kleine und große kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen mit flüssigem Wärmeträgermedium, die für den Einsatz in Wohnbauten und ähnliche Anwendungsfälle vorgesehen sind, und gibt Prüfverfahren für die Verifizierung der Erfüllung der in EN 12977-1 festgelegten Anforderungen an.

Dieses Dokument enthält auch ein Verfahren für die Charakterisierung der Wärmeleistung und die Vorhersage der zu erwartenden Anlagenleistung kleiner kundenspezifisch gefertigter Anlagen durch Bauteilprüfung und Anlagensimulation.

Darüber hinaus enthält dieses Dokument Verfahren für die Charakterisierung der Wärmeleistung und die Vorhersage der zu erwartenden Anlagenleistung großer kundenspezifisch gefertigter Anlagen.

Dieses Dokument gilt für die folgenden Typen kleiner kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen:

- ausschließlich für die häusliche Warmwasserbereitung verwendete Anlagen;
- ausschließlich für die Raumheizung verwendete Anlagen;
- für häusliche Warmwasserbereitung und Raumheizung verwendete Anlagen;
- sonstige Anlagen (z. B. einschließlich Kühlung).

Dieses Dokument gilt für große kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen, hauptsächlich für solare Vorwärmanlagen mit einem oder mehreren Speichern, Wärmeaustauschern, Rohrleitungen und automatischen Reglern und einer oder mehreren Kollektorgruppen mit erzwungener Umwälzung des Fluids im Kollektorkreislauf.

Dieses Dokument gilt nicht für

- Anlagen, die ein anderes Speichermedium als Wasser verwenden (z. B. Material für Phasenumwandlung),
- Thermosiphon-Anlagen,
- integrierte Kollektor-Speicher(ICS)-Anlagen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 307, *Wärmeaustauscher — Anleitung für die Anfertigung von Einbau- und Betriebsanleitungen und Wartungsanweisungen zum Erhalt der Leistung von Wärmeaustauschern jeglicher Bauart*

EN 806-1, *Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen — Teil 1: Allgemeines*

EN 809, *Pumpen und Pumpenaggregate für Flüssigkeiten — Allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen*

EN 1151-1, *Pumpen — Kreiselpumpen — Umwälzpumpen mit elektrischer Leistungsaufnahme bis 200 W für Heizungsanlagen und Brauchwassererwärmungsanlagen für den Hausgebrauch — Teil 1: Nicht-automatische Umwälzpumpen, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 12975-1:2006, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kollektoren — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 12975-2:2006, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kollektoren — Teil 2: Prüfverfahren*

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

EN 12976-2:2006, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren*

EN 12977-1:2012, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an solare Wassererwärmer und Kombianlagen*

EN 12977-3:2012, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen*

EN 12977-4:2012, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 4: Leistungsprüfung von solaren Kombispeichern*

EN 12977-5:2012, *Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 5: Leistungsprüfung von Regelungssystemen*

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

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

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

ISO/TR 10217, *Solar energy — Water heating systems — Guide to material selection with regard to internal corrosion*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12975-1:2006, EN 12976-1:2006, EN 12977-1:2011, EN 12977-3:2011, EN 12977-4:2011, EN 12977-5:2011, ISO 9459-5:2007 und EN ISO 9488:1999.

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 2 — Symbole, Bedeutungen und Einheiten (1 von 2)

Symbol	Bedeutung	Einheit
a_1	Wärmeverlustkoeffizient bei $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$	W/(m ² · K)
A_c	Kollektorreferenzfläche	m ²
C_c	Wärmekapazität der Kollektorgruppe	J/K
Day	Tag des Jahres	
D_s	Verschiebungsfaktor für die Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort	
f_{sav}	Relative Zusatzenergieeinsparung	%
f_{sol}	Solarer Deckungsgrad	%
G_d	Diffuse solare Bestrahlungsstärke auf geneigter Ebene	W/m ²
G_g	Globale Bestrahlungsstärke (auf horizontaler Ebene)	W/m ²
G_h	Hemisphärische Bestrahlungsstärke auf geneigter Ebene	W/m ²
H_c	Hemisphärische Bestrahlungsstärke auf der Kollektorebene	MJ/m ²
$K_{\alpha\tau}$	Einfallswinkel-Korrekturfaktor	
Q_{aux}	Brutto-Energiebedarf der solaren Heizungsanlage	MJ
$Q_{aux,net}$	Netto-Zusatzenergiebedarf der solaren Heizungsanlage, der vom Zusatzheizgerät an den Speicher oder direkt an das Wärmeverteilungssystem abgegeben wird	MJ
Q_{conv}	Brutto-Energiebedarf der konventionellen Heizungsanlage	MJ
$Q_{conv,net}$	Netto-Energiebedarf der konventionellen Heizungsanlage	MJ
Q_d	Wärmebedarf	MJ
Q_L	Am Ausgang der solaren Heizungsanlage abgegebene Energie	MJ
Q_l	Wärmeverluste des Speichers der solaren Heizungsanlage	MJ
$Q_{l,a}$	Wärmeverluste des Speichers, der durch Zusatzenergie erwärmt wird (bei Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät)	MJ
$Q_{l,s}$	Wärmeverluste des Speichers, der durch Solarenergie erwärmt wird (bei Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät)	MJ
$Q_{l,conv}$	Wärmeverluste des Speichers der konventionellen Heizungsanlage	MJ
Q_{ohp}	Aus dem Speicher als aktiver Überhitzungsschutz abgeführte Wärme, falls vorhanden	MJ
Q_{par}	Hilfsenergie (elektrisch) der Pumpe(n) des Kollektorkreislaufs und der Regelungseinheit	MJ

Tabelle 2 (2 von 2)

Symbol	Bedeutung	Einheit
Q_{sav}	Durch die solare Heizungsanlage bedingte Energieeinsparung	MJ
Q_{sol}	Vom Kollektorkreislauf an den Speicher abgegebene Energie	MJ
T^*	Verringerter Temperaturunterschied; $T^* = (g_m - g_a)/G_h$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
$(UA)_{\text{hx}}$	Wärmeübergangsrate eines Wärmeaustauschers	W/K
$(UA)_S$	Wärmeverlustrate des Speichers der solaren Heizungsanlage	W/K
$(UA)_{S,\text{conv}}$	Wärmeverlustrate des Speichers der konventionellen Heizungsanlage	W/K
U_L	Gesamt-Wärmeverlustkoeffizient eines Kollektors oder einer Kollektorgruppe	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
$\dot{V}_c$	Volumendurchfluss im Kollektorkreislauf	l/h
V_d	Gefordertes (tägliches) Lastvolumen	l/d
$\dot{V}_{rc}$	Volumendurchfluss in der Umlaufleitung	l/h
$\dot{V}_s$	Volumendurchfluss aus dem Speicher	l/h
$V_{S,\text{conv}}$	Speichervolumen der konventionellen Heizungsanlage	l
v	Geschwindigkeit der Umgebungsluft	m/s
Δg	Durch den Wärmeaustauscher verursachter durchschnittlicher Temperaturunterschied	K
Δg_{amplit}	Mittlere Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur im Wasserleitungsnetz am Referenzort	K
$\Delta \eta$	Durch den Wärmeaustauscher verursachter Abfall des Anlagenwirkungsgrades	%
g_a	Kollektorumgebungslufttemperatur	°C
g_{average}	Mittlere jährliche Kaltwassertemperatur am Referenzort	°C
$g_{\text{ci/co}}$	Eintritts-/Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids am Kollektor oder der Kollektorgruppe	°C
g_{cw}	Temperatur im Wasserleitungsnetz (Kaltwassertemperatur)	°C
g_d	Gewünschte Warmwassertemperatur	°C
g_m	Mittlere Kollektorfluidtemperatur; $g_m = (g_{\text{ci}} + g_{\text{co}})/2$	°C
g_{rce}	Fluidtemperatur am Ausgang der Umlaufleitung	°C
g_{rci}	Fluidtemperatur am Eingang der Umlaufleitung	°C
g_S	Fluidtemperatur am Speicheraustritt	°C
$g_{S,\text{amb}}$	Speichenumgebungslufttemperatur	°C
$g_{\text{start/stop}}$	Temperatur, bei der der Reglerbetrieb einsetzt/abbricht	°C
g_{tank}	Temperatur des Speicherbehälters	°C
η_0	Konversionsfaktor (Wirkungsgrad bei $T^* = 0$)	
η_{aux}	Gesamtwirkungsgrad der Energieerzeugung durch das Zusatzheizgerät der solaren Heizungsanlage	
η_{conv}	Gesamtwirkungsgrad der Energieerzeugung durch das Heizgerät der konventionellen Heizungsanlage	
θ_{req}	Erforderliche Temperatur für den Hochtemperaturwiderstand des Fühlers	°C
θ_{sens}	Fühlertemperatur	°C

5 Klassifizierung der Anlagen

Siehe EN 12977-1:2012, Abschnitt 5.

6 Prüfverfahren

6.1 Einleitung

Die nachfolgenden Prüfverfahren beziehen sich auf die in EN 12977-1 angegebenen Anforderungen.

6.2 Allgemeines

6.2.1 Eignung für Trinkwasser

Siehe EN 806-1.

6.2.2 Kontamination des Wassers

Der Entwurf aller Kreisläufe muss daraufhin überprüft werden, ob eine Kontamination des Wassers durch den Rücklauf aus allen Kreisläufen hin zum Trinkwasserzulauf vermieden wird.

6.2.3 Frostbeständigkeit

Siehe EN 12976-2:2006, 5.1.

6.2.4 Hochtemperaturschutz

6.2.4.1 Schutz gegen Verbrühen

Falls die Temperatur des Warmwassers in der Anlage 60 °C überschreiten kann, ist anhand der Konstruktionszeichnung oder der Dokumentation der Anlage zu überprüfen, ob die Anlage mit einem automatischen Kaltwassermischer oder einer anderen Einrichtung zur Begrenzung der maximalen Austrittstemperatur auf 60 °C ausgestattet ist.

6.2.4.2 Hochtemperaturschutz für Werkstoffe

Durch Überprüfung des Hydraulikplans und/oder durch Berechnung ist unter Berücksichtigung der für die Werkstoffe aller Anlagenteile ungünstigsten Bedingungen und, falls maßgeblich, auch der Druckbedingungen und/oder der mechanischen Beanspruchung sicherzustellen, dass die auftretenden Temperaturen die für die betreffenden Werkstoffe zulässigen Höchsttemperaturen nicht überschreiten.

ANMERKUNG Sowohl bei kurzzeitig auftretenden Spitzentemperaturen als auch unter länger andauernder Stagnation können ungünstige Bedingungen für den betreffenden Werkstoff auftreten.

6.2.5 Rücklaufschutz

Der in der Dokumentation (siehe 6.8) enthaltene Hydraulikplan ist zu überprüfen, um sicherzustellen, dass in keinem hydraulischen Kreislauf der Anlage eine unbeabsichtigte Umkehr der Strömungsrichtung auftreten kann.

6.2.6 Druckbeständigkeit

Falls nicht dokumentiert ist, dass der (die) Speicher und der (die) Wärmeaustauscher mindestens dem 1,5fachen der vom Hersteller angegebenen Höchstwerte der einzelnen Arbeitsdrücke standhalten, sollten Speicher und Wärmeaustauscher den in EN 12976-2:2006, 5.3, festgelegten Verfahren unterzogen werden.

ANMERKUNG In EN 12976-2:2006, 5.3, ist ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Druckbeständigkeit für eine vollständige thermische Solaranlage festgelegt. Für die Anwendung dieses Unterabschnitts sollte dieses Verfahren sinngemäß auf den (die) Speicher und den (die) Wärmeaustauscher angewendet werden.

Es ist zu überprüfen, ob in der Anlagendokumentation für den Installateur ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Druckbeständigkeit des Kollektorkreislaufs der Anlage beschrieben ist.

6.2.7 Elektrische Sicherheit

Siehe EN 60335-1.

6.3 Werkstoffe

Es ist zu überprüfen, ob die Dokumentation für den Installateur Informationen zur Dauerhaftigkeit aller der Witterung ausgesetzten Werkstoffe im Hinblick auf UV-Strahlung und andere Wetterbedingungen enthält.

Es ist zu überprüfen, ob die im Kollektorkreislauf verwendeten Werkstoffe im Hinblick auf innere Korrosion ISO/TR 10217 entsprechen.

6.4 Bauteile und Rohrleitungen

6.4.1 Kollektor und Kollektorgruppe

Der Kollektor sollte nach EN 12975-2 geprüft werden.

Der Entwurf der Kollektorgruppe sollte im Hinblick auf die Strömungsverteilung überprüft werden.

6.4.2 Montagerahmen

Die Berechnung zum Nachweis der Widerstandsfähigkeit des Rahmens gegen Schnee- und Windlasten ist, sofern zutreffend, nach EN 1991-1-3 bzw. EN 1991-1-4 zu überprüfen.

6.4.3 Kollektor- und andere Kreisläufe

Im Hinblick auf den Kollektorkreislauf ist zu überprüfen, ob die in EN 12977-5:2012, Tabelle 10, aufgeführten Anforderungen eingehalten werden.

6.4.4 Umwälzpumpe

Siehe EN 809, EN 1151-1 und EN 12977-5.

6.4.5 Ausdehnungsgefäße

6.4.5.1 Allgemeines

Bei Anlagen ohne separates Ausdehnungsgefäß (z. B. solchen mit interner Kollektorentleerung) ist rechnerisch und durch Prüfung des Hydraulikplans festzustellen, ob die integrierte Entleerungseinrichtung in der Lage ist, ihren Zweck als Ausdehnungsgefäß zu erfüllen.

6.4.5.2 Offene Ausdehnungsgefäße

Das Volumen und die Ausführung des offenen Ausdehnungsgefäßes sind durch Berechnung und Kontrolle des Hydraulikplans zu überprüfen.

Zusätzlich ist im Hydraulikplan die Verbindung des Ausdehnungsgefäßes mit der Atmosphäre, der Ablassleitung und den Ausdehnungsleitungen zu überprüfen.

6.4.5.3 Geschlossene Ausdehnungsgefäße

Durch Berechnung und durch eine Sichtprüfung des Hydraulikplanes und der Betriebsanweisung ist zu überprüfen, ob die in EN 12977-1:2012, 6.4.5.3, angegebenen Anforderungen erfüllt sind. Dies gilt nur für kleine kundenspezifisch gefertigte Anlagen.

6.4.6 Wärmeaustauscher

Zusätzlich zu den Prüfungen nach EN 307 ist die Ausführung der (des) Wärmeaustauscher(s) im Hinblick auf Kesselsteinbildung oder vorhandene Reinigungsmöglichkeiten zu überprüfen.

Darüber hinaus sollte der Abfall des Wirkungsgrades der Anlage, $\Delta\eta$, der von einem Wärmeaustauscher im Kollektorkreislauf einer kleinen kundenspezifisch gefertigten Anlage verursacht wird, nach Gleichung (1) geschätzt werden:

$$\Delta\eta = \frac{\eta_0 A_c a_1}{(UA)_{hx}} 100 \% \quad (1)$$

Bei kleinen Anlagen ergibt sich $(UA)_{hx}$ aus der Leistungsprüfung des Speichers nach EN 12977-3 oder EN 12977-4 ($UA)_{hx}$ wird für Speichertemperaturen von 20 °C, einen durchschnittlichen Temperaturunterschied von 10 K und eine Durchflussrate ähnlich der, die bei der Bestimmung der Kollektorparameter angesetzt wurde, gewählt). Für große kundenspezifisch gefertigte Anlagen wird $(UA)_{hx}$ aus dem vom Hersteller zur Verfügung gestellten Datenblatt zur Wärmeaustauscherleistung entnommen.

ANMERKUNG 1 Im letzteren Fall sind keine zusätzlichen Messungen erforderlich, da die Leistungsdaten externer Wärmeaustauscher (die meistens in großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen verwendet werden) im Allgemeinen recht zuverlässig sind.

Für Wärmeaustauscher in anderen Kreisläufen (z. B. bei lastseitigem Wärmeaustauscher) sollte der durch die Anwesenheit des Wärmeaustauschers verursachte durchschnittliche Temperaturunterschied auf der Eingangsseite, $\Delta\vartheta$, durch Berechnung geschätzt werden. Der Abfall des Wirkungsgrades lässt sich dann nach Gleichung (2) schätzen:

$$\Delta\eta = (a_1 \Delta\vartheta / G_{ref}) 100 \% \quad (2)$$

Dabei wird die Referenz-Bestrahlungsstärke G_{ref} gleich 1 000 W/m² gesetzt.

ANMERKUNG 2 Genauere Berechnungsverfahren sind in [1] angegeben. In besonderen Fällen sollte die Temperaturschichtung im Speicher berücksichtigt werden, um für den Abfall des Wirkungsgrades einen genauen Wert zu erhalten.

6.4.7 Wasserspeicher

Bei kleinen kundenspezifisch gefertigten Anlagen:

- sollte die Leistung der Speicher im Falle eines solaren Wassererwärmers nach EN 12977-3 und im Falle einer solaren Kombianlage nach EN 12977-4 geprüft werden;
- die aus Leistungsprüfungen nach EN 12977-3 bzw. EN 12977-4 ermittelte Wärmeverlustrate dieser Heißwasserspeicher sollte mit den in EN 12977-1:2012, 6.4.7, angegebenen Anforderungen verglichen werden.

6.4.8 Rohrleitungen

Die Konstruktionszeichnung und die Dokumentation der Anlage sind in Bezug auf Ausführung und Werkstoff der Rohre und Armaturen zu überprüfen.

Die Rohrleitungen im Kollektorkreislauf sind auf ihre Übereinstimmung mit ISO/TR 10217 hin zu überprüfen.

6.4.9 Wärmedämmung

Die Konstruktionszeichnungen und die Dokumentation der Anlage sind zu überprüfen.

6.4.10 Regelungssystem

Siehe EN 12977-5.

6.5 Sicherheits- und Anzeigeeinrichtungen

6.5.1 Sicherheitsventile

Die Konstruktionszeichnung und die Dokumentation der Anlage sind zu überprüfen, um nachzuweisen, dass jeder Kollektor oder jede Kollektorgruppensektion, der oder die abgeschaltet werden kann, mit mindestens einem geeigneten Sicherheitsventil ausgestattet ist.

Die Angaben zu den Sicherheitsventilen sind zu überprüfen, um festzustellen, ob die Werkstoffe die in EN 12977-1:2012, 6.5.1, angegebenen Anforderungen erfüllen.

Es ist zu überprüfen, ob die Größe der Sicherheitsventile nach den Anforderungen in EN 12977-1:2012, 6.5.1, korrekt ist.

Bei großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen sind zusätzlich die elektrischen Schaltbilder und die Hydraulikpläne bzw. andere Teile der Dokumentation nach EN 12977-1:2012, 6.8.3, zu überprüfen, um das Verhalten der Anlage nach Ansprechen eines oder mehrerer Sicherheitsventile nach den in EN 12977-1:2012, 6.5.1, angegebenen Anforderungen zu prüfen.

6.5.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen

Der Hydraulikplan und die Dokumentation der Anlage sind zu überprüfen, um nachzuweisen, dass Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen nicht abgestellt werden können.

Der Innendurchmesser der Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen ist in Bezug auf die in EN 12977-1:2012, 6.4.2, angegebenen Anforderungen zu überprüfen.

Der Hydraulikplan und die Dokumentation der Anlage sind zu überprüfen, um nachzuweisen, dass die Ausdehnungsleitung und die Sicherheitsleitung so verlegt und miteinander verbunden sind, dass jede Ansammlung von Schmutz, Kesselstein oder ähnlichen Verunreinigungen verhindert wird.

6.5.3 Abblaseleitungen

Der Hydraulikplan und die Dokumentation der Anlage sind zu überprüfen, um nachzuweisen, dass die Abblaseleitungen die in EN 12977-1:2012, 6.5.3, angegebenen Anforderungen erfüllen.

6.5.4 Speicherabsperrrventil

Ausschließlich bei großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen ist durch Überprüfung der Dokumentation der Anlage nach EN 12977-1:2012, 6.5.4, die Existenz eines Absperrrventils nachzuweisen.

6.5.5 Anzeigeeinrichtungen

6.5.5.1 Anzeigeeinrichtungen für den Durchfluss im Kollektorkreislauf

Der Hydraulikplan und die Dokumentation der Anlage sind in Bezug auf Lage und Installation der empfohlenen Anzeigeeinrichtungen für den Durchfluss im Kollektorkreislauf zu überprüfen.

6.5.5.2 Druckmessgerät

Der Hydraulikplan und die Dokumentation der Anlage sind in Bezug auf Lage und Einbau des Druckmessgeräts oder im Falle einiger Anlagen mit interner Kollektorentleerung ohne Druckmessgerät im Hinblick auf Lage und Einbau der Alternativeinrichtungen zur Kontrolle der internen Entleerung sowie des Fluidniveaus im Kollektorkreislauf zu überprüfen.

6.5.5.3 Wärmezähler

Falls eine große kundenspezifisch gefertigte Anlage mit einem oder mehreren Wärmezählern (siehe EN 12977-1:2012, 6.5.5.3) ausgestattet ist, sollte dies in der Dokumentation der Anlage vermerkt sein.