

DIN EN 12977-2



ICS 27.160; 91.140.10; 91.140.65

Einsprüche bis 2016-09-22
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12977-2:2012-06

Entwurf

**Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile –
Kundenspezifisch gefertigte Anlagen –
Teil 2: Prüfverfahren für solar betriebene Warmwasserbereiter und solare
Kombianlagen;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 12977-2:2016**

Thermal solar systems and components –

Custom built systems –

Part 2: Test methods for solar water heaters and combisystems;

German and English version FprEN 12977-2:2016

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 et anglaise FprEN 12977-2:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-07-22 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 des 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 116 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 12977-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von ELOT (Griechenland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 041-01-56 AA „Solaranlagen (SpA CEN/TC 312 und ISO/TC 180“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der FprEN 12977-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12977-2:2012-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm wurde an das Mandat M/534 angepasst;
- b) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren für solar betriebene Warmwasserbereiter und solare Kombianlagen

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

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

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Klassifizierung der Anlagen	13
6 Prüfverfahren	13
6.1 Einleitung	13
6.2 Allgemeines	13
6.2.1 Eignung für Trinkwasser	13
6.2.2 Kontamination des Wassers	13
6.2.3 Frostbeständigkeit	13
6.2.4 Hochtemperaturschutz	13
6.2.5 Rücklaufschutz	14
6.2.6 Druckbeständigkeit	14
6.2.7 Elektrische Sicherheit	14
6.3 Werkstoffe	14
6.4 Bauteile und Rohrleitungen	14
6.4.1 Kollektor und Kollektorgruppe	14
6.4.2 Montagerahmen	14
6.4.3 Kollektor- und andere Kreisläufe	14
6.4.4 Umwälzpumpe	15
6.4.5 Ausdehnungsgefäße	15
6.4.6 Wärmetauscher	15
6.4.7 Wasserspeicher	16
6.4.8 Rohrleitungen	16
6.4.9 Wärmedämmung	16
6.4.10 Regelungssystem	16
6.5 Sicherheits- und Anzeigeeinrichtungen	16
6.5.1 Sicherheitsventile	16
6.5.2 Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen	17
6.5.3 Abblaseleitungen	17
6.5.4 Speicherabsperrventil	17
6.5.5 Anzeigeeinrichtungen	17
6.6 Installation	17
6.6.1 Dachdichtigkeit	17
6.6.2 Blitzschlag	17
6.6.3 Schnee- und Windlasten	18
6.7 Erstmaliger Betrieb und Inbetriebnahme	18
6.8 Dokumentation	18
6.9 Leistung der Anlage (nur für kleine Anlagen)	18
6.10 Wasserverschwendung (nur für kleine Anlagen)	18

7	Optionale Leistungsprüfung kleiner kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen.....	18
7.1	Allgemeines	18
7.2	Prüfung des Sonnenkollektors.....	19
7.3	Prüfung der (des) Warmwasserspeicher(s).....	20
7.4	Prüfung des Regelungssystems	20
7.5	Bestimmung des Warmwasserkomforts.....	20
7.6	Modell zur Simulation der Anlage	20
7.7	Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens	21
7.7.1	Allgemeines	21
7.7.2	Berechnungsverfahren.....	21
7.7.3	Vorausbestimmung der Indikatoren für die Jahresleistung der Anlage.....	21
7.7.4	Berechnung des Nettobedarfs an Zusatzenergie und der relativen Zusatzeneegieinsparungen für Solaranlagen mit Zusatzheizgerät.....	22
7.7.5	Berechnung des solaren Deckungsgrades für Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und solare Vorwärmanlagen.....	25
7.7.6	Berechnung der Hilfsenergie (für alle Anlagentypen)	27
7.8	Darstellung der Leistungsindikatoren	28
8	Leistungsprüfbericht.....	29
	Anhang A (normativ) Referenzbedingungen für die Leistungsvorhersage	30
A.1	Allgemeines	30
A.2	Rohrdurchmesser und Dicke der Wärmedämmung	32
A.3	Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort.....	33
A.4	Raumheizlast.....	34
A.4.1	Allgemeines	34
A.4.2	Stockholm.....	34
A.4.3	Davos.....	35
A.4.4	Würzburg.....	36
A.4.5	Athen	38
	Anhang B (normativ) Zusätzliche Informationen zur Berechnung	40
B.1	Festlegung einer konventionellen Referenzwassererwärmungsanlage	40
B.2	Berechnung der relativen Energieeinsparung unter anderen Bedingungen.....	40
	Anhang C (informativ) Kurzzeitprüfung der Anlage	42
C.1	Allgemeines	42
C.2	Instrumentierung, Datenerfassung und -verarbeitung.....	43
C.2.1	Allgemeines	43
C.2.2	Genauigkeit und Kalibrierung der Messfühler.....	44
C.2.3	Datenerfassung und -verarbeitung.....	44
C.3	Prüfung der Kurzzeit-Anlagenleistung.....	44
C.3.1	Kurzbeschreibung.....	44
C.3.2	Messung der Energieausbeute der Anlage	46
C.3.3	Kriterien für den Abschluss der Prüfungen.....	47
C.3.4	Simulation der Nutzenergieausbeute der Anlage unter Verwendung von Bauteildaten	47
C.3.5	Vergleich der gemessenen mit den simulierten Daten	48
C.3.6	Prüfbericht.....	48
C.4	Kurzzeitprüfung für die Vorhersage des Langzeitverhaltens der Anlage bezüglich der Leistung.....	48
C.4.1	Allgemeines	48
C.4.2	Kurzbeschreibung.....	49
C.4.3	Messungen	50
C.4.4	Kriterien für den Abschluss der Prüfungen.....	51
C.4.5	Bestimmung der Parameter der Kollektorgruppe.....	52
C.4.6	Kriterien für die Annahme der Prüfergebnisse	52
C.4.7	Prüfbericht.....	54

C.4.8	Vorhersage der jährlichen Ausbeute der Anlage.....	54
Anhang D (informativ)	Langzeitüberwachung	56
D.1	Allgemeines	56
D.2	Auswertungsdiagramm	57
D.3	Überwachungseinrichtung.....	57
D.4	Datenanalyse.....	58
Anhang E (informativ)	Bestimmung der Wasserverschwendung	59
Literaturhinweise.....		60

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 12977-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom EL0T gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12977-2:2012 ersetzen.

Dieses Dokument wurde erstellt unter dem Mandat M/534 „Normungsanfrage an die europäischen Normungsorganisationen“ nach Artikel 10(1) der Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Unterstützung der Umsetzung der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern und der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieeffizienzkennzeichnung von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und Verbundanlagen aus Warmwasserbereitern und Solareinrichtungen, die von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelsassoziation an das CEN gestellt wurde.

EN 12977 besteht gegenwärtig aus folgenden Teilen:

- *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen;*
- *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren für solar betriebene Warmwasserbereiter und Kombinationssysteme;*
- *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen;*
- *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 4: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung (Kombispeicher);*
- *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 5: Prüfverfahren für die Regeleinrichtungen.*

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) bis zur Übernahme verifizierbarer europäischer Kriterien bleiben die bestehenden nationalen Vorschriften zur Verwendung und/oder zu den Eigenschaften dieses Produkts in Kraft.

b) Vorgefertigte und kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen

FprEN 12976-1:2016, FprEN 12976-2:2016, FprEN 12977-1:2016, FprEN 12977-2:2016, FprEN 12977-3:2016, FprEN 12977-4:2016, FprEN 12977-5:2016 unterscheiden zwei Kategorien von solaren Heizungsanlagen:

- 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:

- 3) 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 FprEN 12976-1:2016 und FprEN 12976-2:2016 festgelegt.

- 4) 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 FprEN 12977-1:2016, und Prüfverfahren in FprEN 12977-2:2016, FprEN 12977-3:2016, FprEN 12977-4:2016 und FprEN 12977-5:2016 festgelegt. Kundenspezifisch gefertigte solare Heizungsanlagen werden in zwei Kategorien eingeteilt:

- 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) Kleine 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 (FprEN 12976-1:2016 und FprEN 12976-2:2016)	Kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen (FprEN 12977-1:2016, FprEN 12977-2:2016, FprEN 12977-3:2016, FprEN 12977-4:2016 und FprEN 12977-5:2016)
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	Einzelnen 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 FprEN 12976-2:2016, Anhang B und in FprEN 12977-2:2016, 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 FprEN 12977-1:2016 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 Kollektorgruppenparameter 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 kundenspezifisch 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 FprEN 12977-1:2016 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 — Kreispumpen — 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+A1:2010, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kollektoren — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN ISO 9806:2013, *Solarenergie — Thermische Sonnenkollektoren — Prüfverfahren*

FprEN 12976-1:2016, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

FprEN 12976-2:2016, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Vorgefertigte Anlagen — Teil 2: Prüfverfahren*

FprEN 12977-1:2016, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an solare Wassererwärmer und Kombianlagen*

FprEN 12977-3:2016, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen*

FprEN 12977-4:2016, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 4: Leistungsprüfung von solaren Kombispeichern*

FprEN 12977-5:2016, *Thermische 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, *Solarenergie — 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+A1:2010, FprEN 12976-1:2016, FprEN 12977-1:2016, FprEN 12977-3:2016, FprEN 12977-5:2016, ISO 9459-5:2007 und EN ISO 9488:1999.

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 2 — Symbole, Bedeutungen und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
a_1	Wärmeverlustkoeffizient bei $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$	W/(m ² × K)
A_c	Bezugskollektorfläche	m ²
C_c	Wärmekapazität der Kollektorgruppe	J/K
Tag	Tag des Jahres	-
D_s	Verschiebungsfaktor für die Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort	-
f_{sav}	Relative Zusatzenergieeinsparung	%
f_{sol}	Solarer Deckungsgrad	%
G_d	Diffuse 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
$Q_{d,hw}$	Wärmebedarf für die häusliche Warmwasserbereitung	MJ
$Q_{d,sh}$	Wärmebedarf für die Raumheizung	MJ
Q_L	Am Ausgang der solaren Heizungsanlage abgegebene Energie	MJ
Q_l	Wärmeverluste des Speichers der thermischen Solaranlage	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 Sonnenenergie 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

Symbol	Bedeutung	Einheit
Q_{par}	Hilfsenergie (elektrisch) der Pumpe(n) des Kollektorkreislaufs und der Regelungseinheit	MJ
Q_{sav}	Durch die solare Heizungsanlage bedingte Energieeinsparung	MJ
Q_{sol}	Vom Kollektorkreislauf an den Speicher abgegebene Energie	MJ
T^*	verringertes Temperaturunterschied; $T^* = (\vartheta_m - \vartheta_a)/G_h$	$\text{m}^2 \times \text{K}/\text{W}$
$(UA)_{\text{hx}}$	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	W/(m ² 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 bei Entnahme aus dem Speicher	l/h
$V_{S,\text{conv}}$	Speichervolumen der konventionellen Heizungsanlage	l
v	Geschwindigkeit der Umgebungsluft	m/s
$\Delta\vartheta$	Durch den Wärmeaustauscher verursachter durchschnittlicher Temperaturunterschied	K
$\Delta\vartheta_{\text{amplit}}$	Mittlere Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur im Wasserleitungsnetz am Referenzort	K
$\Delta\eta$	Durch den Wärmeaustauscher verursachter Abfall des Anlagenwirkungsgrades	%
ϑ_a	Kollektorumgebungslufttemperatur	°C
$\vartheta_{\text{average}}$	Mittlere jährliche Kaltwassertemperatur am Referenzort	°C
$\vartheta_{\text{ci/co}}$	Eintritts-/Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids am Kollektor oder der Kollektorgruppe	°C
ϑ_{cw}	Temperatur im Wasserleitungsnetz (Kaltwassertemperatur)	°C
ϑ_d	Gewünschte Warmwassertemperatur	°C
ϑ_m	Mittlere Kollektorfluidtemperatur; $\vartheta_m = (\vartheta_{\text{ci}} + \vartheta_{\text{co}})/2$	°C
ϑ_{rce}	Fluidtemperatur am Austritt der Umlaufleitung	°C
ϑ_{rci}	Fluidtemperatur am Eingang der Umlaufleitung	°C
ϑ_S	Fluidtemperatur am Speicheraustritt	°C
$\vartheta_{S,\text{amb}}$	Umgebungstemperatur des Speichers	°C
$\vartheta_{\text{start/stop}}$	Temperatur, bei der der Reglerbetrieb einsetzt/abbricht	°C

Symbol	Bedeutung	Einheit
ϑ_{store}	Temperatur des Warmwasserspeichers	°C
η_0	Verlustfreier Kollektorwirkungsgrad (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 FprEN 12977-1:2016, Abschnitt 5.

6 Prüfverfahren

6.1 Einleitung

Die nachfolgenden Prüfverfahren beziehen sich auf die in FprEN 12977-1:2016 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 FprEN 12976-2:2016, 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 1,5 fachen der vom Hersteller angegebenen Höchstwerte der einzelnen Arbeitsdrücke standhalten, sollten Speicher und Wärmeaustauscher den in FprEN 12976-2:2016, 5.3, festgelegten Verfahren unterzogen werden.

In FprEN 12976-2:2016, 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 ISO 9806:2013 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 FprEN 12977-5:2016, Tabelle 10, aufgeführten Anforderungen eingehalten werden.

6.4.4 Umwälzpumpe

Siehe EN 809, EN 1151-1 und FprEN 12977-5:2016.

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

Bei kleinen kundenspezifisch gefertigten Anlagen: Durch Berechnung und durch eine Sichtprüfung des Hydraulikplanes und der Betriebsanweisung ist zu überprüfen, ob die in FprEN 12977-1:2016, 6.4.5.3, angegebenen Anforderungen erfüllt sind.

6.4.6 Wärmetauscher

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:

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

Bei kleinen Anlagen ergibt sich $(UA)_{hx}$ aus der Leistungsprüfung des Speichers nach FprEN 12977-3:2016 oder FprEN 12977-4:2016 ($(UA)_{hx}$ 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 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:

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

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

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 FprEN 12977-3:2016 und im Falle einer solaren Kombianlage nach FprEN 12977-4:2016 geprüft werden;
- die aus Leistungsprüfungen nach FprEN 12977-3:2016 bzw. FprEN 12977-4:2016 ermittelte Wärmeverlustrate dieser Heißwasserspeicher sollte mit den in FprEN 12977-1:2016, 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 FprEN 12977-5:2016.

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 FprEN 12977-1:2016, 6.5.1, angegebenen Anforderungen erfüllen.

Es ist zu überprüfen, ob die Größe der Sicherheitsventile nach den Anforderungen in FprEN 12977-1:2016, 6.5.1, korrekt ist.

Bei großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen sind zusätzlich die elektrischen Schaltbilder und die Hydraulikpläne bzw. andere Teile der Dokumentation nach FprEN 12977-1:2016, 6.8.3, zu überprüfen, um das Verhalten der Anlage nach Ansprechen eines oder mehrerer Sicherheitsventile nach den in FprEN 12977-1:2016, 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 FprEN 12977-1:2016, 6.5.2, 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 FprEN 12977-1:2016, 6.5.3, angegebenen Anforderungen erfüllen.

6.5.4 Speicherabsperrrventil

Ausschließlich bei großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen ist durch Überprüfung der Dokumentation der Anlage nach FprEN 12977-1:2016, 6.5.4 die Existenz eines Absperrventils 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 FprEN 12977-1:2016, 6.5.5.3) ausgestattet ist, sollte dies in der Dokumentation der Anlage vermerkt sein.

6.6 Installation

6.6.1 Dachdichtigkeit

Anhand der Konstruktionszeichnungen und der Dokumentation der Anlage ist zu überprüfen, ob die Dichtheit des Dachs durch den Einbau des Kollektors beeinträchtigt werden kann.

6.6.2 Blitzschlag

Zu kleinen kundenspezifisch gefertigten Anlagen siehe FprEN 12976-2:2016, Anhänge E und F.

Bei großen kundenspezifisch gefertigten Anlagen ist durch Prüfung der Dokumentation nach FprEN 12977-1:2016, 6.8.4, festzustellen, ob die in FprEN 12977-1:2016, 6.6.2, angegebenen Anforderungen erfüllt sind.

6.6.3 Schnee- und Windlasten

Siehe EN 1991-1-3 und EN 1991-1-4, falls anwendbar. Ferner ist zu überprüfen, ob die Dokumentation für den Installateur FprEN 12977-1:2016, 6.6.3 entspricht.

6.7 Erstmaliger Betrieb und Inbetriebnahme

Dieser Unterabschnitt gilt nur für große Anlagen.

Vor dem erstmaligen Betrieb ist Folgendes zu überprüfen:

- ob die Auslegung der Anlage und die Bauteile der Beschreibung in der Dokumentation entsprechen;
- die aufgezeichneten Einstellungen der entsprechenden Armaturen. Für jede Armatur müssen die entsprechenden Einstellungen aufgezeichnet sein;
- ob die an der Anlage aufsichtführende Person – falls vorhanden – ausreichend instruiert wurde.

Das Verfahren nach FprEN 12977-1:2016, 6.7 für die Kurzzeitprüfung (anzuwenden nur bei Bedarf oder falls gefordert) ist in Anhang C angegeben.

Das Verfahren nach FprEN 12977-1:2016, 6.7 für die Langzeitüberwachung (anzuwenden nur bei Bedarf oder falls gefordert) ist in Anhang D angegeben.

6.8 Dokumentation

Es ist zu überprüfen, ob alle Dokumente die in FprEN 12977-1:2016, 6.8, angegebenen Anforderungen erfüllen.

6.9 Leistung der Anlage (nur für kleine Anlagen)

Die Verfahren für die optionale Leistungsprüfung kleiner kundenspezifisch gefertigter Anlagen sind in Abschnitt 7 beschrieben. Die Prüfergebnisse sind in einem Prüfbericht nach Abschnitt 8 anzugeben.

6.10 Wasserverschwendung (nur für kleine Anlagen)

Siehe Anhang E.

7 Optionale Leistungsprüfung kleiner kundenspezifisch gefertigter thermischer Solaranlagen

7.1 Allgemeines

Das Prüfverfahren beruht auf Bauteilprüfungen des Sonnenkollektors, der (des) Speicher(s), des Reglers und bei Bedarf anderer Bauteile. Diese Bauteilprüfungen sind in 7.2, 7.3 und 7.4 beschrieben. Anschließend wird die gesamte Anlage unter Verwendung eines validierten Simulationsprogramms nach der Beschreibung in 7.6 simuliert. Auf diese Weise wird, wie in 7.7 beschrieben, eine Vorhersage des Langzeitverhaltens der gesamten Anlage unter Referenzbedingungen erstellt.

Falls die Durchführung dieser Leistungsprüfung gefordert ist, sind die in 7.5 und 7.6 enthaltenen Spezifikationen einzuhalten.

Im Allgemeinen braucht die Anlage für die Prüfung nicht vollständig aufgebaut zu werden.

Bei Anlagen, die ausschließlich für die Warmwasserbereitung vorgesehen sind (Klasse A) sowie bei Anlagen, die ausschließlich zur Raumheizung dienen (Klasse B), und bei Anlagen für die kombinierte häusliche

Warmwasserbereitung und Raumheizung (Klasse C) sollten die vollständigen Prüfungen durchgeführt werden, einschließlich der Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens unter Referenzbedingungen.

Bei sonstigen Anlagen (Klasse D) sollten die Bauteile geprüft und die Ergebnisse im Prüfbericht angegeben werden. Die Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens ist eine weitere Option. Falls die Vorausbestimmung durchgeführt wird, sollten die Ergebnisse einschließlich der für die Simulation gewählten Randbedingungen im Prüfbericht angegeben werden. Die Ergebnisse der Vorausbestimmung der Leistung sollten bei Anlagen der Klasse D mit folgender Bemerkung versehen sein:

- Ein Vergleich der bei der Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens erhaltenen Ergebnisse untereinander ist nur bei Verwendung validierter Simulationsmodelle und gleicher Randbedingungen möglich.

ANMERKUNG 1 Das oben für Anlagen der Klasse D beschriebene Verfahren ermöglicht in Bezug auf die Festlegung der Referenzbedingungen nationale Lösungen. Dies stellt eine Vorbedingung für die Normung dieses Verfahrens in Europa dar. Nachdem auf nationaler Ebene ausreichende Erfahrungen gesammelt wurden, können auch Referenzbedingungen für alle Länder Europas ausgearbeitet werden.

Vor dem Beginn der Leistungsprüfung müssen alle in 6.2 bis 6.8 festgelegten Prüfungen abgeschlossen sein. Falls die Anlage eine oder mehrere dieser Prüfungen nicht besteht, muss vor Beginn der Leistungsprüfung die Fehlfunktion oder der Fehler durch den Hersteller abgestellt werden. Falls dies nicht möglich ist, muss:

- die Fehlfunktion im Leistungsprüfbericht angegeben werden;
- die Leistung der Anlage nach dem in diesem Unterabschnitt beschriebenen Verfahren bestimmt werden. Die durch die Fehlfunktion oder den Fehler hervorgerufene Leistungsminderung der Anlage muss jedoch abgeschätzt werden, und die Ergebnisse der Leistungsprüfung sind entsprechend zu korrigieren.

ANMERKUNG 2 Falls die Anlage eine der nachfolgenden in Abschnitt 6 beschriebenen Prüfungen nicht besteht, ist eine bedeutende Leistungsminderung zu erwarten:

- Kollektorgruppe: symmetrische Durchströmung (siehe 6.4.1);
- Temperaturfühler: thermischer Kontakt der Fühler mit dem Teil, an dem die Temperatur gemessen wird (siehe FprEN 12977-5:2016, 6.3.1);
- Rücklaufschutz (siehe 6.2.5);
- Wärmedämmung (siehe 6.4.9).

7.2 Prüfung des Sonnenkollektors

Für die Prüfung des Sonnenkollektors nach EN ISO 9806 sollten für die dynamische Simulation seines thermischen Verhaltens alle nachfolgend aufgeführten Daten ermittelt werden:

- Norm-Parameter des Kollektorwirkungsgrades;
- Wärmekapazität des Kollektors;
- Einfallswinkel-Korrekturfaktor für direkte und diffuse Einstrahlung (falls maßgeblich, biaxial);
- Abhängigkeit der Wärmeverlustkoeffizienten des Kollektors von der Windgeschwindigkeit (z. B. für unverglaste Kollektoren);

- Einfluss der Durchflussmenge, falls maßgeblich;
- Einfluss des Kollektorneigungswinkels, falls maßgeblich.

7.3 Prüfung der (des) Warmwasserspeicher(s)

Der (die) Speicher sollte(n) nach FprEN 12977-3:2016 bzw. FprEN 12977-4:2016 geprüft werden. Dabei sollten alle Daten für die in FprEN 12977-3:2016 bzw. FprEN 12977-4:2016 beschriebene dynamische Simulation des thermischen Verhaltens der (des) Speicher(s) ermittelt werden.

7.4 Prüfung des Regelungssystems

Das Regelungssystem sollte nach den in FprEN 12977-5:2016 beschriebenen Verfahren geprüft werden. Dabei sollten alle Daten für die in FprEN 12977-5:2016 beschriebene dynamische Simulation des Verhaltens des Regelungssystems ermittelt werden.

7.5 Bestimmung des Warmwasserkomforts

Je nach Anwendbarkeit siehe entweder FprEN 12977-3:2016, Anhang E und FprEN 12977-4:2016, Anhang E.

7.6 Modell zur Simulation der Anlage

Die Nachbildung der Anlage sollte unter Verwendung eines Programms zur detaillierten dynamischen Simulation durchgeführt werden, mit dem es möglich ist, die verschiedenen Anlage- und Speicherkonfigurationen einschließlich des für sie geltenden Regelungskonzepts darzustellen. Das Simulationsprogramm sollte auf der Grundlage aller bei den Bauteilprüfungen ermittelten Parameter arbeiten.

ANMERKUNG Die für die meisten Anlagentypen erforderliche Detailgenauigkeit entspricht etwa der in TRNSYS oder gleichwertigen Programmen verwendeten.

Für die Simulation der Anlage müssen die gleichen Modelle der Kollektor- und Speicherbauteile verwendet werden wie für die Prüfung der Kollektoreigenschaften nach EN ISO 9806:2013 und die Prüfung der Speichereigenschaften nach FprEN 12977-3:2016 oder FprEN 12977-4:2016, je nachdem, welche von beiden zutrifft.

Das nach FprEN 12977-5:2016 ermittelte Verhalten der Regeleinrichtung muss in das Simulationsprogramm einbezogen werden.

Für andere Bauteile, z. B. die Verrohrung oder externe Wärmeaustauscher, muss die Detailgenauigkeit im Simulationsmodell den Daten entsprechen, die zum Nachweis der Einhaltung der jeweiligen Anforderungen verwendet wurden.

Das Modell muss folgende Merkmale aufweisen:

- Es muss ein thermostatischer Mischer, der die Speicheraustrittstemperatur, ϑ_s , während der Entnahme auf die gewünschte Warmwassertemperatur ϑ_d reduziert, vorhanden sein. Bei solaren Vorwärmanlagen und Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät muss dieser thermostatische Mischer direkt am Ausgang des solaren Teils der Anlage angeordnet werden;
- Falls der Hersteller keinen anderen Temperaturwert festgelegt hat, ist der Betrieb im Kollektorkreislauf zu unterbrechen, sobald die Temperatur im Speicher 95 °C überschreitet.

Das Modell zur Simulation der Anlage muss zuvor validiert worden sein.

7.7 Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens

7.7.1 Allgemeines

Die empfohlene Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens wird nur für Anlagen der Klassen A, B und C nach FprEN 12977-1:2016, 5.1, beschrieben. Für Anlagen der Klasse D gelten jedoch dieselben Grundsätze.

7.7.2 Berechnungsverfahren

Es ist das nach 7.6 ausgewählte Simulationsmodell zu verwenden. Für die Simulation werden die Bauteilparameter verwendet, die in den Bauteilprüfungen nach 7.2 bis 7.4 ermittelt wurden. Für die anderen Bauteile der Anlage, z. B. die Rohrleitung oder externe Wärmeaustauscher, sollten die Daten verwendet werden, die zum Nachweis der Einhaltung der jeweiligen Anforderungen verwendet wurden.

Zur Berechnung oder Angabe der Leistung einer Anlage durch Computersimulation sind die in Anhang A festgelegten Referenzbedingungen zu verwenden.

Um der Raumheizlast Rechnung zu tragen, sind für die vier in Anhang A angegebenen Referenzorte Datensammlungen zu verwenden, die die Vorlauftemperatur, die Rücklauftemperatur und den Massenstrom in stundenbezogenen Werten über das gesamte Jahr für ein typisches Einfamilienhaus angeben.

Für zusätzliche Fälle oder Orte ist den Beteiligten die Entscheidung, auf welche Weise der Raumheizlast Rechnung zu tragen ist, freigestellt.

ANMERKUNG Für die vier Referenzorte wird der Raumheizlast durch Verwendung von Lastdatensammlungen Rechnung getragen. Das bedeutet, dass die Wechselwirkungen zwischen Gebäude und solaren Heizungsanlagen in diesem Falle außer Acht gelassen werden. Um der Raumheizlast Rechnung zu tragen, können für zusätzliche Fälle und Orte jedoch auch dynamische Gebäudesimulationsmodelle verwendet werden, die interaktiv mit der solaren Kombianlage gekoppelt sind.

Die Leistung von solaren Heizungsanlagen hängt von der jeweiligen Installation und den tatsächlichen Randbedingungen ab. Im Hinblick auf die Wärmeverluste des Speichers können neben einer mangelhaften Wärmedämmung auch schlecht konstruierte Anschlüsse die Wärmeverlustrate des Speichers aufgrund innerhalb des Rohrs auftretender natürlicher Konvektion erhöhen. Um dies zu vermeiden, sollten die Anschlüsse der Rohre so ausgelegt sein, dass im Inneren der Rohre keine natürliche Konvektion auftreten kann. Dies lässt sich erreichen, indem das Rohr unmittelbar nach dem Austritt aus dem Speicher direkt nach unten geführt oder indem ein Siphon verwendet wird.

7.7.3 Vorausbestimmung der Indikatoren für die Jahresleistung der Anlage

Einheitliche grundlegende Referenzbedingungen für die Leistungsberechnung sind in Anhang A des vorliegenden Dokuments oder in Anhang B von FprEN 12976-2:2016 festgelegt. Für diese Bedingungen sollten die folgenden Leistungsindikatoren aus den Ergebnissen der Leistungsprüfung abgeleitet werden:

Für Solaranlagen mit Zusatzheizgerät:

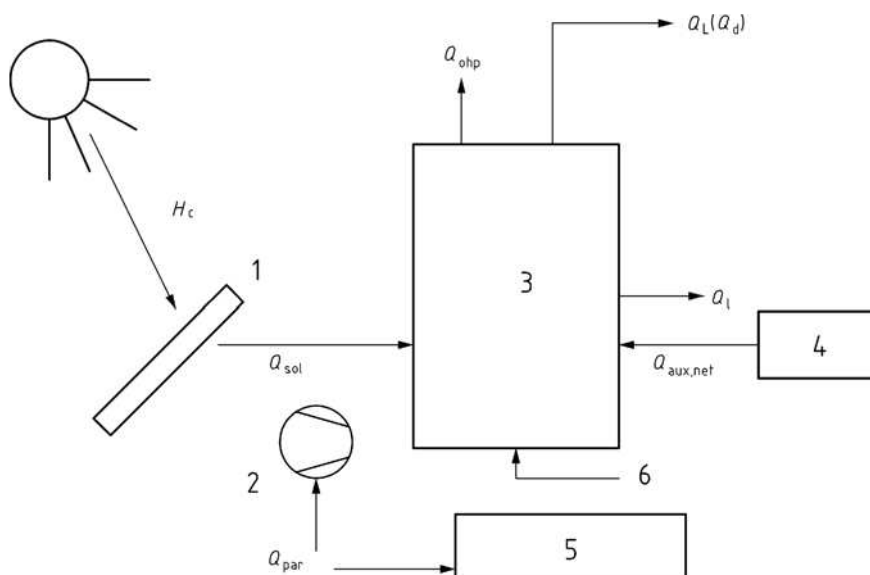
- der Nettobedarf an Zusatzenergie, $Q_{\text{aux,net}}$;
- die relativen Zusatzenergieeinsparungen, f_{sav} ;
- die Hilfsenergie, Q_{par} .

Für Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und solare Vorwärmanlagen:

- die von der solaren Heizungsanlage gelieferte Wärme, Q_L ;
- der solare Deckungsgrad, f_{sol} ;
- die Hilfsenergie, Q_{par} , falls vorhanden.

7.7.4 Berechnung des Nettobedarfs an Zusatzenergie und der relativen Zusatzenergieeinsparungen für Solaranlagen mit Zusatzheizgerät

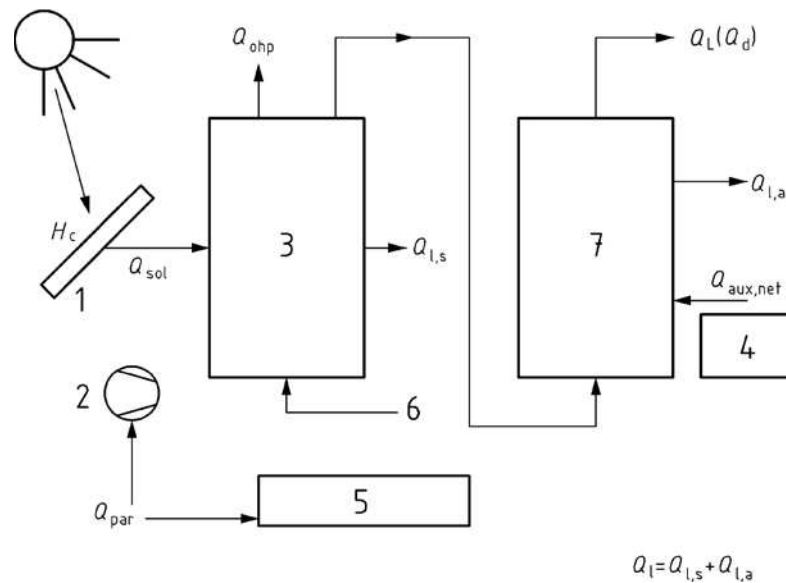
Der jährliche Nettobedarf an Zusatzenergie $Q_{aux,net}$ ist durch Computersimulation (Vorausbestimmung des Langzeitverhaltens), wie in 7.7.2 (für kundenspezifisch gefertigte Anlagen) oder in FprEN 12976-2:2016, 5.9.3.2 (für vorgefertigte Anlagen) festgelegt, direkt zu berechnen. Zusätzliche Angaben zu den Größen, die in die Energiebilanz von Einspeicher- und Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät eingehen, sind in Bild 1 enthalten.



Legende

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

a) Energiebilanz für Einspeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät



Legende

- | | | |
|-----------------|--------------------|------------------|
| 1 Kollektor | 4 Zusatzheizgerät | 7 Zusatzspeicher |
| 2 Pumpe | 5 Regelungseinheit | |
| 3 Solarspeicher | 6 Kaltwasser | |

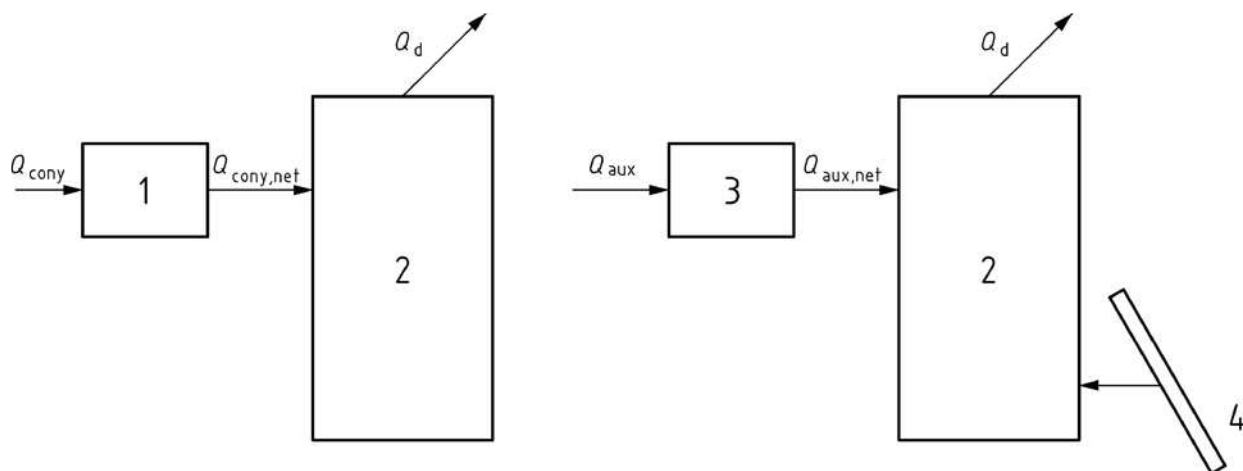
b) Energiebilanz für Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät

Bild 1 — Energiebilanz für Einspeicher- und Zweispeicher-Solaranlagen mit Zusatzheizgerät

Die relativen Zusatzeneigeeinsparungen f_{sav} sind der Definition in EN ISO 9488 entsprechend Gleichung (3) wie folgt zu berechnen:

$$f_{sav} = (Q_{conv} - Q_{aux}) / Q_{conv} \quad (3)$$

Die relativen Zusatzenergieeinsparungen werden jeweils für ein Jahr berechnet. In Bild 2 ist dieser Anlagenvergleich dargestellt.



a) Konventionelle Heizungsanlage
(Referenzanlage)

b) Solare Heizungsanlage

Legende

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1 Heizgerät, η_{conv} | 3 Zusatzheizgerät, η_{aux} |
| 2 Speicher | 4 Kollektor |

Bild 2 — Vergleich des Brutto-Energiebedarfs einer solaren Heizungsanlage Q_{aux} mit dem Brutto-Energiebedarf einer konventionellen Heizungsanlage Q_{conv}

ANMERKUNG 1 Für beide Anlagen wird vorausgesetzt, dass sie die gleiche Art von konventioneller Energie verwenden und dass sie dem Verbraucher die gleiche Wärmemenge zur Verfügung stellen und den gleichen thermischen Komfort bieten.

Bei der Berechnung der Leistung einer konventionellen Heizungsanlage sind die in Anhang A festgelegten Referenzbedingungen anzuwenden.

Für solare Heizungsanlagen ist der Brutto-Zusatzenergiebedarf nach Gleichung (4) zu berechnen:

$$Q_{aux} = Q_{aux,net} / \eta_{aux} \quad (4)$$

Dabei ist

$$\eta_{aux} = 0,75$$

Die relativen Zusatzenergieeinsparungen sind lediglich dazu bestimmt, solare Heizungsanlagen mit anderen solaren Heizungsanlagen zu vergleichen, und sollten nicht dazu verwendet werden, konventionelle Heizungsanlagen mit thermischen Solaranlagen zu vergleichen.

ANMERKUNG 2 Wahlweise können die relativen Zusatzenergieeinsparungen für nationale Bedingungen unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade unterschiedlicher konventioneller Heizungsanlagen sowie aus Messungen an einer installierten Anlage abgeleitet werden. Die entsprechenden Verfahren sind in B.2 beschrieben.

Falls eine Solaranlage mit Zusatzheizgerät den Wärmebedarf nicht in einem solchen Maße decken kann, dass die dem Verbraucher gelieferte Energie weniger als 90 % des Jahreswärmebedarfs ausmacht, sollte dies im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG 3 Die an den Verbraucher gelieferte Energie kann z. B. dann geringer als der Wärmebedarf sein, wenn die Leistung des Zusatzheizgeräts nicht ausreicht oder wenn bei Warmwasserentnahme im Speicher eine starke Durchmischung stattfindet.

7.7.5 Berechnung des solaren Deckungsgrades für Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und solare Vorwärmanlagen

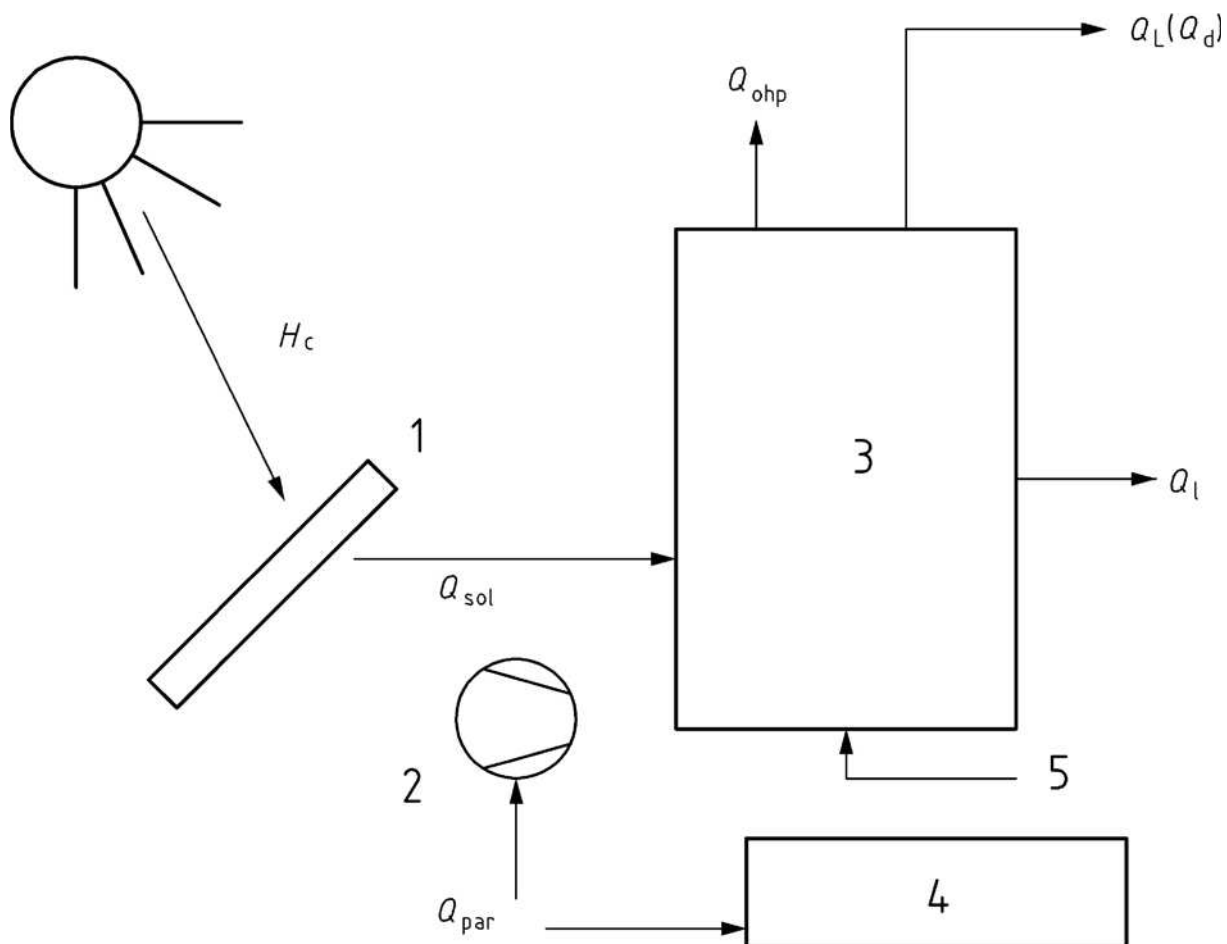
Die Energiebilanz der Anlage ist für jeweils ein Jahr zu berechnen. Dies schließt die folgenden Energiemengen (siehe Bild 3 und Bild 4) ein, die unter Verwendung der in Anhang A oder FprEN 12976-2:2016:2016, Anhang B angegebenen Referenzdaten und Referenzbedingungen berechnet wurden:

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

Die Hilfsenergie, Q_{par} , ist nach 7.7.6 zu berechnen.

ANMERKUNG 1 Die Referenzorte zur Berechnung der Last Q_L sind die Anschlüsse des Speichers oder die lastseitigen Wärmeaustauscheranschlüsse, sofern vorhanden. Die Referenztemperatur zur Berechnung der Lasten ist die Kaltwassertemperatur. Wärmeverluste in der Umlaufleitung, falls vorhanden, sind nicht Bestandteil der Lasten, da die Prüfung bei geschlossener Umlaufleitung durchgeführt wird.

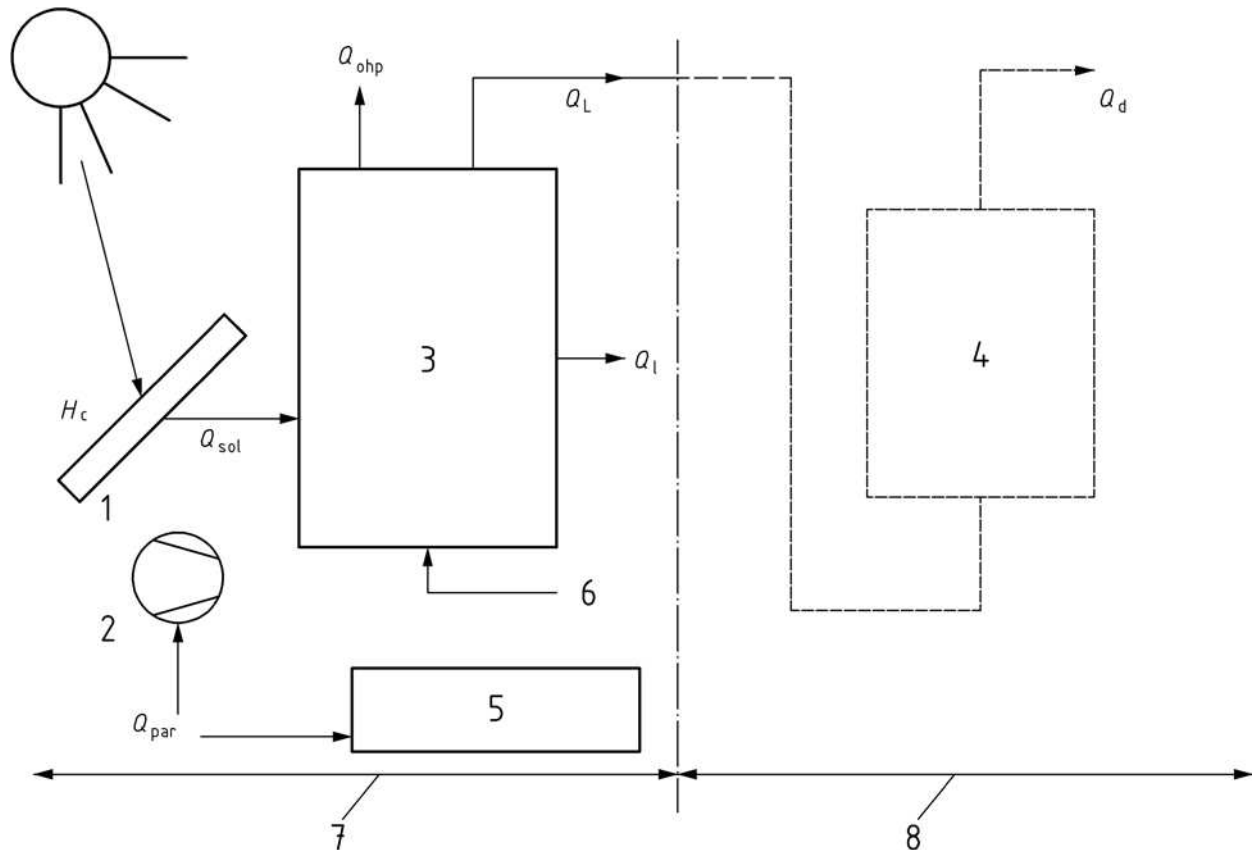
ANMERKUNG 2 Nach EN ISO 9488 ist eine solare Vorwärmanlage eine solare Heizungsanlage, die Wasser oder Luft vor seinem bzw. ihrem Eintritt in irgendeine Art von Wasser- oder Lufterwärmer vorwärmt. Dieser Wasser- oder Lufterwärmer ist nicht Teil der solaren Vorwärmanlage selbst. Folglich wird die für diese Anlagenart durch die solare Heizungsanlage gelieferte Energie Q_L für den Ausgang der solaren Heizungsanlage berechnet, und der Wärmeverlust des Speichers, Q_p , ist der Wärmeverlust des Solarspeichers selbst (siehe Bild 4).



Legende

- | | |
|-------------|--------------------|
| 1 Kollektor | 4 Regelungseinheit |
| 2 Pumpe | 5 Kaltwasser |
| 3 Speicher | |

Bild 3 — Energiebilanz für Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät



Legende

- | | |
|-------------------|--|
| 1 Kollektor | 5 Regelungseinheit |
| 2 Pumpe | 6 Kaltwasser |
| 3 Solarspeicher | 7 Solare Vorwärmanlage |
| 4 Zusatzheizgerät | 8 Nachgeschaltete Zusatzheizungsanlage |

Bild 4 — Energiebilanz für solare Vorwärmanlagen

Der solare Deckungsgrad, f_{sol} , ist (nach Gleichung (5)) unter Verwendung der Definition nach EN ISO 9488 wie folgt zu berechnen:

$$f_{sol} = Q_L / Q_d \quad (5)$$

7.7.6 Berechnung der Hilfsenergie (für alle Anlagentypen)

Die von der Regeleinrichtung jährlich benötigte Hilfsenergie, Q_{par} , ist unter Berücksichtigung der Volllaststunden aus der Simulation und der Nennleistung nach FprEN 12977-5:2016 zu berechnen.

7.8 Darstellung der Leistungsindikatoren

Die nach 7.7.2 bis 7.7.6 erhaltenen Ergebnisse sollten für das tägliche Lastvolumen (die täglichen Lastvolumina) und die Raumheizlast(en) nach den Festlegungen von Anhang A, in der in den Tabellen 3 und 4 gezeigten Weise, dargestellt werden.

Tabelle 3 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizgerät

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizgerät auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von l/d und eine Raumheizlast von MJ/a					
Standort (Breitengrad)	$Q_{d,hw}$ MJ	$Q_{d,sh}$ MJ	$Q_{aux,net}$ MJ	Q_{par} MJ	f_{sav} %
Stockholm (59,6° N)			-	-	-
Würzburg (49,5° N)			-	-	-
Davos (46,8° N)			-	-	-
Athen (38,0° N)			-	-	-
..... ^a	-	-	-	-	-

^a Für einen frei wählbaren Standort. Es muss eine detaillierte Spezifikation angegeben werden.

Tabelle 4 — Angabe der Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und von solaren Vorwärmanlagen

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizgerät und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von l/d und eine Raumheizlast von MJ/a oder alternativ für eine Last, mit der beidem Rechnung getragen wird				
Standort (Breitengrad)	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. Es muss eine detaillierte Spezifikation angegeben werden.

8 Leistungsprüfbericht

Dieser Abschnitt beschreibt die Angabe der Ergebnisse der nach Abschnitt 7 durchgeführten optionalen Prüfungen.

Dieser Prüfbericht gilt nur für kleine kundenspezifisch gefertigte Anlagen, da auch die Prüfverfahren für die Anlagenleistung nach Abschnitt 7 nur für kleine kundenspezifisch gefertigte Anlagen gelten (siehe 6.9).

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) eine genaue Beschreibung der Bauteile und der Konfiguration der Anlage;
- b) das verwendete Vorhersageverfahren. Das Simulationsprogramm muss angegeben und eine Eingabedatei angefügt werden;
- c) die vollständigen Referenzbedingungen nach Anhang A einschließlich der Angabe, für welchen Ort die Vorhersage der zu erwartenden Leistung erfolgte, und die verwendeten Referenz-Wetterdaten;
- d) für die in Anhang A festgelegten Referenzbedingungen die Jahresleistungsindikatoren nach 7.7.3.

Anhang A (normativ)

Referenzbedingungen für die Leistungsvorhersage

A.1 Allgemeines

Die in Tabelle A.1 angegebenen Bedingungen sind anzuwenden, wenn die Leistung einer Anlage entweder auf Grundlage einer Prüfung oder einer Computersimulation berechnet, angegeben oder verglichen wird.

ANMERKUNG Für die Prüfung und die Simulation vorgefertigter Anlagen nach FprEN 12976-2:2016 und kundenspezifisch gefertigter Anlagen nach dem vorliegenden Dokument sind die nachstehenden Referenzbedingungen im Wesentlichen identisch. Einige Gesichtspunkte jedoch, die sich auf Anlagen beziehen, die nur in einer der beiden vorgenannten Normen betrachtet werden (wie z. B. solare Kombianlagen in FprEN 12977-2:2016), sind nur in der betreffenden Norm enthalten.

Tabelle A.1 — Referenzbedingungen für die Angabe der Leistung

Referenzbedingung	Wert	Bemerkungen
ANLAGE		
Ausrichtung des Kollektors	Süden	-
Neigungswinkel des Kollektors	45°	Für die Prüfung (45 ± 5) °C, 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 gehört oder durch den Hersteller festgelegt wurde
Durchmesser der Rohre und Dicke der Wärmedämmung des Kollektorkreislaufs	Siehe A.2	Falls die Verrohrung nicht zum Lieferumfang gehört oder durch den Hersteller festgelegt wurde
Lage der Rohre des Kollektorkreislaufs	Bei Anlagen mit innenliegendem Speicher im Innern; bei Anlagen mit außenliegendem Speicher im Freien	Soweit auf dem Prüfstand möglich
Umgebungstemperatur des Speichers	15 °C	Bei Anlagen mit außenliegendem Speicher muss die Umgebungstemperatur aus den Klimadaten angesetzt werden.
Für Anlagen mit indirekter (hydraulischer) Wärmequelle: Leistungsbedarf des Zusatzwärmeaustauschers	(100 ± 30) W je Liter Speichervolumen über dem untersten Ende des Zusatzwärmeaustauschers	Falls das Zusatzheizgerät nicht zum Lieferumfang gehört und in der Dokumentation keine Einschränkungen angegeben sind. Das Zusatzheizgerät muss als ideale Wärmequelle ohne Wärmekapazität und mit konstanter Wärmeleistung nachgebildet werden.

Massendurchfluss durch den Zusatzwärmeaustauscher	Der Massendurchfluss durch den Zusatzwärmeaustauscher muss so gewählt werden, dass der Temperaturunterschied zwischen Einlass und Auslass des Zusatzwärmeaustauschers unter stationären Bedingungen (10 ± 2) K beträgt, falls vom Hersteller nicht anders angegeben.	
Für Anlagen mit elektrischer Zusatzheizung: Leistung des elektrischen Bauelements	Falls ein elektrisches Heizelement zum üblichen Lieferumfang gehört oder vom Hersteller festgelegt ist, muss dieses Element verwendet werden. Anderenfalls sind je Liter des über dem elektrischen Element liegenden Speichervolumens (25 ± 8) W/l vorzusehen.	
Für Anlagen mit Zusatzheizgerät: Zustand des Zusatzheizgeräts	Ständig aktiviert	Gilt für die Leistungsvorhersage.
Temperatur der integrierten Zusatzheizung	52,5 °C (Mindesttemperatur zur Berücksichtigung der Hysterese)	Oder eine höhere Temperatur, falls vom Hersteller empfohlen
KLIMA		
Referenzstandorte	Stockholm, Würzburg, Davos, Athen	Auf dem Formular des Berichtes darf auch die Leistung für einen anderen gewählten Standort angegeben werden.
Klimatische Daten	Für Stockholm: CEC-Prüferferenzjahr; Für Davos, Würzburg und Athen: Prüf-Referenzjahr.	
WÄRMELAST für die häusliche Warmwasserbereitung		
Täglicher Belastungsverlauf	Für alle Anlagen: ((<i>dem Europäischen Verbrauchsprofil anzupassen</i>)) — 100 %, 6 h nach dem solaren Mittag; die genauen Zapfzeiten (CET ¹⁾) in Dezimalschreibweise lauten für die Referenzorte wie folgt: Stockholm (17,80), Würzburg (18,34), Davos (18,35), und Athen (18,42) (siehe z. B. [17]). Für die Prüfung müssen die Belastungsverläufe den im Prüfverfahren festgelegten Werten entsprechen.	
Temperatur der Kaltwasserversorgung	Siehe A.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.
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. Falls höhere Lasten erforderlich sind, darf die Reihe durch wiederholtes Multiplizieren mit der Quadratwurzel von 2 und Runden auf das nächste Vielfache von 10 erweitert werden.	

1) CET = Mitteleuropäische Zeit (CET)

	Der Hersteller muss für die Anlage eine Bemessungslast angeben. Es muss der nächste Wert der oben angegebenen Reihe sowie der nächstniedrigere bzw. der nächsthöhere Wert verwendet werden. Alle niedrigeren und höheren Werte der Reihe, die zwischen dem 0,5fachen und dem 1,5fachen der Bemessungslast liegen, sollten verwendet werden. ANMERKUNG Fest vorgegebene Lastvolumenwerte wurden gewählt, um den Leistungsvergleich unterschiedlicher Anlagen zu erleichtern. Für die Prüfung müssen die Belastungsverläufe den im Prüfverfahren festgelegten Werten entsprechen.	
Zu entnehmender Volumendurchfluss	10 l/min	Falls der für die Bemessung zu entnehmende größte Volumendurchfluss der Anlage unter 10 l/min liegt, ist dieser größte Bemessungs-Volumendurchfluss der Anlage zu verwenden.
WÄRMELAST für die Raumheizung		
Stundenwerte	Für Stockholm, Davos, Würzburg und Athen: basierend auf der Strömungs- und der Rücklauftemperatur und dem Massenstrom des Raumheizkreislaufrs (siehe A.4)	

A.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 Installationsanweisung 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 in Tabelle A.2 angegebenen Rohrdurchmesser, Rohr- und Wärmedämmungsdicken und Wärmeleitfähigkeiten verwendet werden.

Falls in der Installationsanweisung nicht anders festgelegt, ist als Werkstoff für die Rohre des Kollektorkreislaufs Kupfer zu verwenden.

Tabelle A.2 — Rohraußendurchmesser und Dicke der Wärmedämmung für Solaranlagen mit erzwungener Umwälzung

Volumendurchfluss im Kollektorkreislauf l/h	Rohraußendurchmesser ^a mm	Rohrdicke mm	Dicke einer Lage Wärmedämmung ^b mm
< 90	10	1	20
90 bis 140	12	1	20
140 bis 235	15	1	20
235 bis 405	18	1	20
405 bis 565	22	1	20
565 bis 880	28	1	30
880 bis 1 445	35	1,5	30
1 445 bis 1 500	42	1,5	39
> 1 500	So, dass die Durchflussgeschwindigkeit etwa 0,5 m/s beträgt	1,5	Gleich dem Rohrinnendurchmesser
ANMERKUNG Basierend auf der Wärmeleitfähigkeit von (0,04 ± 0,01) W/(m × K) bei einer Temperatur von 10 °C.			
^a Grenzabweichung: 1 mm.			
^b Grenzabweichung: 2 mm.			

A.3 Berechnung der Kaltwassertemperatur am Referenzort

Die Kaltwassertemperatur ist nach Gleichung (A.1): zu berechnen:

$$\vartheta_{cw} = \vartheta_{average} + \Delta\vartheta_{amplit} \sin(2\pi(\text{Day} - D_s)/365) \quad (\text{A.1})$$

Für die Referenzorte sind die in Tabelle A.3 angegebenen Werte der mittleren jährlichen Kaltwassertemperatur ($\vartheta_{average}$), der mittleren Amplitude der jahreszeitlichen Schwankungen der Kaltwassertemperatur ($\Delta\vartheta_{amplit}$) und des Verschiebungsfaktors (D_s) zu verwenden.

Tabelle A.3 — 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	137
Würzburg	10,0	3,0	137
Davos	5,4	0,8	137
Athen	17,8	7,4	137