

DIN EN 12977-5



ICS 27.160

Ersatz für
DIN EN 12977-5:2012-06

**Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile –
Kundenspezifisch gefertigte Anlagen –
Teil 5: Prüfverfahren für die Regeleinrichtungen;
Deutsche Fassung EN 12977-5:2018**

Thermal solar systems and components –
Custom built systems –
Part 5: Performance test methods for control equipment;
German version EN 12977-5:2018

Installations solaires thermiques et leurs composants –
Installations assemblées à façon –
Partie 5: Méthodes d'essai de performances pour systèmes de régulation;
Version allemande EN 12977-5:2018

Gesamtumfang 52 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12977-5:2018) 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 sowie deren Sicherheit (NHRS) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12977-5:2012-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm wurde an den Normungsauftrag M/534 angepasst;
- b) Erweiterung von 7.2.2 um die Angaben zur Genauigkeit des (der) Referenztemperaturfühler(s);
- c) Anpassung von 7.2.5.2 zur Messung der Temperatur;
- d) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN SPEC 1211 (DIN CEN/TS 12977-5): 2010-07

DIN EN 12977-5: 2012-06

Deutsche Fassung

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile —
Kundenspezifisch gefertigte Anlagen —
Teil 5: Prüfverfahren für die Regeleinrichtungen

Thermal solar systems and components —
Custom built systems —
Part 5: Performance test methods for control
equipment

Installations solaires thermiques et leurs composants —
Installations assemblées à façon —
Partie 5: Méthodes d'essai de performances pour systèmes
de régulation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. Oktober 2017 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, 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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Klassifizierung der Regler (und Regeleinrichtungen)	10
5.1 Regler	10
5.2 Messfühler	10
5.3 Stellglied.....	11
6 Anforderungen.....	12
6.1 Allgemeine Anforderungen.....	12
6.1.1 Grundlegende Prinzipien	12
6.1.2 Elektrische Sicherheit.....	12
6.1.3 Schutz vor Frostschäden	12
6.1.4 Schutz gegen Verbrühen	13
6.1.5 Hochtemperaturschutz für Werkstoffe und Bauteile	13
6.1.6 Blitzschlag.....	13
6.2 Regler, Systemuhren, Zeitgeber und Zähler	13
6.2.1 Allgemeines.....	13
6.2.2 Anforderungen an die Fehlergrenze von Reglern	13
6.2.3 Anforderungen an die Fehlergrenze von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern.....	13
6.3 Messfühler	14
6.3.1 Temperaturfühler	14
6.3.2 Sensoren für die Bestrahlungsstärke	15
6.3.3 Sonstige Messfühler.....	16
6.4 Anzeigen.....	16
6.5 Stellglieder	17
6.5.1 Umwälzpumpen.....	17
6.5.2 Magnet- und Motorventile.....	17
6.5.3 Relais	18
6.6 Erstmaliger Betrieb und Inbetriebnahme.....	18
6.7 Dokumentation	18
7 Prüfung von Messfühlern	19
7.1 Allgemeines.....	19
7.2 Prüfung von Temperaturfühlern	19
7.2.1 Allgemeines.....	19
7.2.2 Prüfeinrichtung	19
7.2.3 Installation von Messfühlern.....	20
7.2.4 Prüfung von Temperaturfühlern auf ihre Hochtemperaturbeständigkeit	20
7.2.5 Prüfung der Fehlergrenze von Temperaturfühlern.....	21
7.3 Prüfung von Sensoren für die solare Bestrahlungsstärke	23
7.3.1 Allgemeines.....	23
7.3.2 Prüfeinrichtung	24

7.3.3	Installation von Messfühlern.....	24
7.3.4	Prüfung des Widerstandes von Sensoren gegen extreme Betriebsbedingungen.....	24
7.3.5	Prüfung der Fehlergrenze von Sensoren für die solare Bestrahlungsstärke.....	27
7.4	Prüfung weiterer Messfühler und zugehöriger Bauteile.....	28
8	Prüfung von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern.....	29
8.1	Allgemeines.....	29
8.2	Prüfeinrichtung.....	29
8.3	Installation von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern.....	29
8.4	Prüfverfahren.....	29
8.5	Datenverarbeitung und Auswertung.....	30
8.5.1	Allgemeines.....	30
8.5.2	Systemuhren und Zeitgeber.....	30
8.5.3	Zähler.....	31
9	Funktionsprüfung von einfachen Differenzthermostaten.....	31
9.1	Allgemeines.....	31
9.2	Prüfeinrichtung.....	31
9.2.1	Allgemeines.....	31
9.2.2	Schalteneinrichtung mit variablen Widerständen.....	31
9.2.3	Ansatz bei der Verwendung einer Temperiereinrichtung bzw. von Kalibrierthermostaten oder Kalibrierbädern.....	32
9.2.4	Verwendung eines Eingabe-/Ausgabe-Emulators.....	32
9.3	Installation von Differenzthermostaten und/oder Messfühlern.....	33
9.3.1	Allgemeines.....	33
9.3.2	Differenzthermostate.....	33
9.3.3	Messfühler.....	33
9.4	Prüfverfahren.....	33
9.4.1	Allgemeines.....	33
9.4.2	Prüfverfahren mit einer Schalteinrichtung mit variablen Widerständen.....	33
9.4.3	Prüfverfahren bei Verwendung von Temperiereinrichtungen, Kalibrierthermostaten oder Kalibrierbädern.....	34
10	Funktionsprüfung von Multifunktionsreglern.....	35
10.1	Allgemeines.....	35
10.2	Kurzbeschreibung der Prüfung von Multifunktionsreglern.....	36
10.3	Geistiges Eigentum des Herstellers.....	36
10.4	Prüfeinrichtung für die Prüfung von Multifunktionsreglern.....	36
10.4.1	Allgemeines.....	36
10.4.2	Anforderungen an die Nachbildung von Temperaturfühlern.....	37
10.4.3	Anforderungen an die Aufzeichnung des Regleransprechverhaltens.....	37
10.4.4	Prüfeinrichtung mit Eingabe-/Ausgabe-Emulator.....	37
10.5	Vorbereitende Schritte für den Einsatz einer Prüfeinrichtung mit Eingabe-/AusgabeEmulator.....	38
10.5.1	Allgemeines.....	38
10.5.2	Anpassung des Eingabe-/Ausgabe-Emulators und der Prüf-/Messgeräte.....	39
10.5.3	Verdrahtung von Regler, Eingabe-/Ausgabe-Emulator und Prüfstandrechner.....	39
10.5.4	Einstellung der Reglerparameter.....	40
10.5.5	Kalibrierung des Eingabe-/Ausgabe-Emulators.....	40
10.6	Prüfverfahren.....	41
10.6.1	Allgemeines.....	41
10.6.2	Prüfabläufe.....	41
10.7	Datenerfassung und -verarbeitung.....	43
10.7.1	Allgemeines.....	43
10.7.2	Datenerfassung.....	43
10.7.3	Datenverarbeitung.....	44
11	Prüfung von Stellgliedern und zusätzlichen Regeleinrichtungen.....	44

11.1	Allgemeines.....	44
11.2	Bestimmung des Stromverbrauchs von Stellgliedern und weiteren Bauteilen.....	44
11.3	Messung der elektrischen Leistung von Pumpen mit veränderlichem Stromverbrauch	45
12	Dokumentation	45
12.1	Allgemeines.....	45
12.2	Allgemeine Angaben.....	45
12.3	Kennzeichnung	45
12.4	Informationen für den Installateur zu Zusammenbau und Installation	46
12.5	Informationen für den Betreiber zu Betrieb und Wartung.....	46
13	Prüfbericht	46
Anhang A (informativ) Prüfung der Abhängigkeit der Regeleinrichtung von der Versorgungsspannung.....		48
A.1	Allgemeines.....	48
A.2	Prüfeinrichtung	48
A.3	Prüfverfahren.....	49
A.4	Datenverarbeitung	49
Literaturhinweise.....		50

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12977-5:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von ELOT gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 12977-5:2012.

Dieses Dokument wurde erarbeitet unter dem Normungsauftrag M/534 „Normungsauftrag an die europäischen Normungsorganisationen gemäß Artikel 10 Absatz 1 der Verordnung (EU) Nr. 1025/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Unterstützung der Anwendung der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 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 sowie 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“, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

EN 12977 besteht aktuell 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 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen;*
- *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.*

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

Einleitung

Zweck dieses Dokuments besteht darin festzulegen, auf welche Weise zu überprüfen ist, dass das Verhalten eines Reglers in Verbindung mit den dazugehörigen Einrichtungen (z. B. Messfühler, Pumpen und sonstige Stellglieder) dem beabsichtigten Verhalten entspricht. Darüber hinaus wird die Funktionsprüfung von Differenzthermostaten und sogenannten „Multifunktionsreglern“ beschrieben, um Ein- und Ausschalt-Temperaturdifferenzen sowie Regelalgorithmen, wenn sie abhängig von Temperaturdifferenzen, Temperaturniveaus oder Betriebsbedingungen der Anlage sind, zu bestimmen. Für alle Funktionen und Betriebsvorgänge sollte geprüft und dokumentiert werden, ob der Regler und das Reglerzubehör der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Anleitung entsprechen.

Zusätzlich sollte die Fähigkeit aller Messfühler, extremen Betriebsbedingungen zu widerstehen, und die durch extreme Betriebsbedingungen verursachten Veränderungen in Bezug auf die Fehlergrenzen der Fühler geprüft werden. Der Energieverbrauch des Reglers und der dazugehörigen Regeleinrichtung, z. B. der Stellglieder, sollte dokumentiert werden. Wenn die Energieversorgung nicht aus dem Stromnetz erfolgt, sondern z. B. durch photovoltaische Pumpen, sollte dies dokumentiert werden.

Vorhersagen zur Leistungsfähigkeit der zu der Regeleinrichtung gehörenden Anlage sind zu berücksichtigen. Für die Bestimmung der Parameter entsprechend dem CTSS-Verfahren nach den Festlegungen von EN 12977-2:2018 ist eine genaue Untersuchung aller relevanten Algorithmen, Merkmale und Parameter, die die Anlage regeln, erforderlich.

In EN 12977-5:2018 sind die am häufigsten eingesetzten Regeleinrichtungen für thermische Solaranlagen beschrieben. Für Regeleinrichtungen, die bei thermischen Solaranlagen oder Zusatzheizgeräten, sofern diese Bestandteile der Anlage sind, eher selten zum Einsatz kommen, sollten die dazugehörigen Normen angewendet werden.

Im Hinblick auf mögliche gesundheits- oder lebensgefährdende Auswirkungen der von EN 12977-5:2018 abgedeckten Produkte (z. B. Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität) sollte beachtet werden, dass:

- dieses Dokument keine Angaben dazu enthält, ob das Produkt ohne Einschränkung in allen Mitgliedsstaaten der EU oder der EFTA verwendet werden darf;
- bis zur Übernahme verifizierbarer europäischer Kriterien die bestehenden nationalen Vorschriften zur Verwendung und/oder zu den Eigenschaften dieses Produkts in Kraft bleiben.

Die Normen EN 12976-1:2017 und EN 12976-2:2017 sowie EN 12977-1:2018, EN 12977-2:2018, EN 12977-3:2018 und EN 12977-4:2018 unterscheiden zwei Kategorien von thermischen Solaranlagen:

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

Wie in EN 12977-1:2018 festgelegt, ist die Klassifizierung von Anlagen als vorgefertigt oder kundenspezifisch gefertigt dem Endlieferanten freigestellt.

Die kundenspezifisch gefertigten thermischen Solaranlagen werden wiederum in zwei Kategorien eingeteilt:

- a) große kundenspezifisch gefertigte Anlagen, die einzeln für eine spezifische Situation entworfen werden.
- b) kleine kundenspezifisch gefertigte Anlagen, die von einer Firma angeboten werden und die in einer sogenannten Sortimentsliste beschrieben sind, in der sämtliche Bauteile und alle möglichen Anlagevarianten angegeben sind, die von der Firma gehandelt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Prüfverfahren für die Beschreibung der Leistung von Regeleinrichtungen fest. Darüber hinaus enthält dieses Dokument Anforderungen an die Genauigkeit, die Dauerhaftigkeit und die Zuverlässigkeit von Regeleinrichtungen.

Die in diesem Dokument beschriebenen Prüfungen sind auf die vom Endlieferanten mit der oder für die Anlage gelieferten elektrisch betriebenen Bauteile begrenzt. Für die Anwendung dieses Dokuments sind Regler, Reglerzubehör und Regeleinrichtungen für thermische Solaranlagen und Zusatzheizgeräten, sofern diese Bestandteil der Anlage sind, auf folgende beschränkt:

a) Regler:

- 1) Systemuhren, Zeitgeber und Zähler;
- 2) Differenzthermostate;
- 3) Multifunktionsregler.

b) Messfühler:

- 1) Temperaturfühler;
- 2) Sensoren für die Bestrahlungsstärke (für kurzwellige Strahlung);
- 3) Drucksensoren;
- 4) Niveausensoren;
- 5) Durchflussmesser;
- 6) Wärmemengenzähler.

c) Stellglieder:

- 1) Pumpen;
- 2) Magnet- und Motorventile;
- 3) Relais.

d) Kombinationen der vorstehend aufgeführten Regler, Messfühler und Stellglieder.

Ein weiteres Ziel der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren besteht darin, die Regelalgorithmen zu verifizieren und in Verbindung mit den Fehlergrenzen der Messfühler die Regelparameter zu bestimmen. Zusätzlich zur Verifizierung der Funktionsweise eines Reglers sowie des dazugehörigen Reglerzubehörs und der Stellglieder können die ermittelten Parameter für numerische Anlagensimulationen verwendet werden.

Elektrische Anoden sind üblicherweise nicht Bestandteil der Regeleinrichtungen und werden von diesen auch nicht geregelt oder gesteuert. Da es sich bei elektrischen Anoden jedoch um elektrische Einrichtungen handelt, werden sie in diesem Dokument mit einbezogen.

Dieses Dokument gilt für Regeleinrichtungen von thermischen Solaranlagen, die zur Trinkwassererwärmung und/oder Raumheizung dienen. Für den Fall, dass die Solaranlage an eine konventionelle Heizungsanlage angeschlossen oder Bestandteil einer solchen ist, wird die Gültigkeit dieses Dokuments auf die gesamte

Anlage ausgedehnt. In Verbindung mit den Normen EN 12976-1:2017, EN 12976-2:2017 sowie mit EN 12977-1:2018, EN 12977-2:2018, EN 12977-3:2018 und EN 12977-4:2018 gilt dieses Dokument für

- e) vorgefertigte thermische Solaranlagen,
- f) kleine kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen,
- g) große kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen,
- h) Zusatzheizeinrichtungen, die in Verbindung mit e), f) und g) eingesetzt werden.

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

EN 12977-1:2018, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile — Kundenspezifisch gefertigte Anlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen*

EN 16297 (alle Teile), *Pumpen — Kreiselpumpen — Umwälzpumpen in Nassläuferbauart*

EN 60255 (alle Teile), *Messrelais und Schutzeinrichtungen (IEC 60255, alle Teile)*

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

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

EN 60730 (alle Teile), *Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte (IEC 60730, alle Teile)*

EN 62305-3, *Blitzschutz — Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen*

EN ISO 4413, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile*

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

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

ISO 9060, *Solar energy — Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

ISO 15218, *Pneumatic fluid power — 3/2 solenoid valves — Mounting interface surfaces*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12976-1:2017, EN 12977-1:2018, EN ISO 9488:1999 und die folgenden Begriffe.

3.1

Stellglied

Bauteil oder Gerät, das so ausgelegt ist, dass es die aufgrund der von der Regeleinrichtung gegebenen Signale für den Betrieb einer thermischen Solaranlage oder Zusatzheizungsanlage erforderlichen Bedienungsvorgänge ausführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Klassifizierung siehe Tabelle 3.

3.2

Sortiment der Regeleinrichtung

vollständige Liste der Bauteile (Regler, Messfühler, Stellglieder), die von einer Firma zur Regelung von thermischen Solaranlagen, einschließlich der Regeleinrichtung des Zusatzheizgeräts bzw. der Zusatzheizgeräte, falls diese(s) Bestandteil(e) der thermischen Solaranlage ist (sind), angeboten werden

3.3

Regler

Gerät zur Regelung einer thermischen Solaranlage, manchmal in Verbindung/Kombination mit einem (oder mehreren) Zusatzheizgerät(en)

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Klassifizierung siehe Tabelle 1.

3.4

Pumpe

jedes Gerät, das in der Lage ist, Flüssigkeiten umzuwälzen

3.5

Referenzgerät/-messung

Gerät oder Messung, auf das bzw. die die zu prüfende Regeleinrichtung oder die gemessenen Größen bezogen wird (werden) oder mit dem bzw. der diese verglichen werden

3.6

Messfühler

Gerät zur Messung physikalischer (oder chemischer) Größen/Eigenschaften

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei thermischen Solaranlagen üblicherweise vor allem Messfühler für Temperatur, Bestrahlungsstärke, Durchfluss/Umwälzung, Druck und Niveau (Füllstände).

Anmerkung 2 zum Begriff: Zur Klassifizierung siehe Tabelle 2.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

G	hemisphärische solare Bestrahlungsstärke in der Ebene des Strahlungssensors, in Watt je Quadratmeter;
t	Zeit, in Sekunden.
v_{air}	Umgebungsluftgeschwindigkeit, in Meter je Sekunde;
$\Delta\vartheta_{\text{hyst}}$	Hysterese, Differenz zwischen der EINSCHALT- und der AUSSCHALT-Temperaturdifferenz eines Stellgliedes, in Kelvin;
ϑ_{amb}	Umgebungslufttemperatur, in Grad Celsius;

- $\vartheta_{\max}$ maximale (zulässige) Temperatur eines Temperaturfühlers, in Grad Celsius;
- ϑ_{ref} Bezugstemperatur, in Grad Celsius;
- ϑ_{start} Einschalttemperatur, z. B. einer Pumpe in einem Kollektorkreislauf, in Grad Celsius;
- ϑ_{stop} Ausschalttemperatur, z. B. einer Pumpe in einem Kollektorkreislauf, in Grad Celsius;
- ϑ_{store} Temperatur im Speicher für erwärmtes Wasser, in Grad Celsius.

5 Klassifizierung der Regler (und Regeleinrichtungen)

5.1 Regler

Geräte zur Regelung einer thermischen Solaranlage, manchmal in Verbindung/Kombination mit Zusatzheizgeräten, werden nach Tabelle 1 klassifiziert.

Tabelle 1 — Klassifizierung von Reglern für thermische Solaranlagen

	Regler
C1	Systemuhr, Zeitgeber und Zähler Zur echtzeit- oder relativzeitabhängigen Regelung des Betriebs eines oder mehrerer Stellglieder. Zeitgeber und Zähler können mit verschiedenen Arten von Messfühlern kombiniert werden und durch Überlagerung der Befehle Einfluss auf deren Verhalten nehmen. Zähler können neben Zeitintervallen auch Ereignisse oder Größen zählen oder summieren.
C2	Differenzthermostate Zur Regelung eines oder mehrerer Stellglieder in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen zwei Temperaturfühlern. In den meisten Fällen besteht zwischen dem EIN- und AUS-Schalten eine Hysterese. Differenzregler werden manchmal mit anderen Signalen, wie z. B. den Signalen von Bestrahlungsstärkesensoren oder Druck- bzw. Niveausensoren, gekoppelt.
C3	Multifunktionsregler Regler zur Regelung eines oder mehrerer Stellglieder aufgrund von Messgrößen, die von verschiedenen Arten von Messfühlern, in Echt- oder Relativzeit und/oder nach bestimmten Regelkonzepten einschließlich der ihnen jeweils eigenen Regelalgorithmen geliefert werden. Im Sinne dieses Dokuments werden Multifunktionsregler zur Regelung und zum Betrieb von thermischen Solaranlagen verwendet, sie können auch eine Kombination aus Trinkwassererwärmung, Raumheizung, Wärmeverteilung oder jeder Art von Zusatzheizung regeln. Multifunktionsregler können mehr als einen Differenzalgorithmus in einem Gerät verwenden oder mindestens ein Schaltvorgang wird durch mehr als nur einen einfachen Differenzalgorithmus verursacht. Falls ein Gerät seine Ausgangsgröße(n) in Abhängigkeit von mehr als nur einer (Temperatur-) Differenz oder nicht nur im EIN-/AUS-Schaltmodus verändert, dann sollte ein nach einem solchen Differenzalgorithmus arbeitender Regler (Thermostat) als Multifunktionsregler behandelt werden. Wenn dies nicht der Fall ist, muss die Einheit als Differenzthermostat behandelt werden.

5.2 Messfühler

In Tabelle 2 sind typische Messfühler zusammengefasst, die für die in Tabelle 1 aufgeführten Regler verwendet werden.

Tabelle 2 — Häufig gebrauchte Messfühler für thermische Solaranlagen

	Messfühler
S1	Temperaturfühler Erfassung der Temperaturen verschiedener Teile der Anlage. Ermittlung von Temperaturen in Verbindung mit der elektronischen Schaltung eines Reglers oder eines zugehörigen/zusätzlichen Messgerätes, z. B. in Grad Celsius.
S2	Sensor für die Bestrahlungsstärke Instrument zur Messung der hemisphärischen solaren Bestrahlungsstärke in der Ebene des Strahlungssensors in einem Spektralbereich von etwa 0,3 µm bis 3 µm. Die zur Regelung von (solaren) Heizungsanlagen verwendeten Sensoren für die Bestrahlungsstärke und zugehörige/zusätzliche Einrichtungen können speziell ausgeführt sein, um die jeweiligen Anforderungen an die Nutzung von Solarenergie erfüllen zu können. Für die Anwendung dieses Dokuments gehören dazu sowohl Sensoren für die Bestrahlungsstärke mit thermoelektrischem Messfühler als auch Sensoren für die Bestrahlungsstärke, die den photoelektrischen Effekt nutzen. Ergänzend dazu eingesetzte Photozellen oder sonstige Geräte zur Messung der solaren Bestrahlungsstärke werden wie Sensoren für die solare Bestrahlungsstärke behandelt.
S3	Durchflussmesser/Zirkulationsfühler Erfassung des Durchflusses/der Zirkulation eines Fluids, sowohl im Allgemeinen als auch zur Mengenmessung. In Verbindung mit der elektronischen Schaltung eines Reglers oder eines zugehörigen/zusätzlichen Messgerätes, Bestimmung von Volumen- und/oder Massenstrom.
S4	Drucksensor Erfassung von absoluten oder relativen Drücken. In Verbindung mit der elektronischen Schaltung eines Reglers oder eines zugehörigen/zusätzlichen Messgerätes, Bestimmung von Drücken oder Druckdifferenzen.
S5	Niveausensor Erfassung des Füllstandes eines Fluids in einem Behälter oder Speicher.
ANMERKUNG 1 Der Regler oder die zugehörigen/zusätzlichen Messgeräte müssen die Umrechnung von Messfühlersignalen in Messwerte ermöglichen, die sich als Regelkriterium für die Funktion und die Überwachung der Anlage verwenden lassen. ANMERKUNG 2 Die als Regelkriterium zu verwendenden Werte sollten von einem Regelgerät angezeigt werden oder mindestens nachträglich abrufbar sein. ANMERKUNG 3 Falls andere als die unter S1, S2, S3, S4 oder S5 aufgeführten physikalischen Größen oder Bedingungen gemessen werden, können die Verwendung der entsprechenden Messfühler und die Verarbeitung der von ihnen gelieferten Daten dennoch auf ähnliche Weise wie S1, S2, S3, S4 oder S5 erfolgen.	

5.3 Stellglied

Tabelle 3 enthält eine Auswahl der in thermischen Solaranlagen am häufigsten verwendeten Stellglieder.

Tabelle 3 — Am häufigsten verwendete Stellglieder für thermische Solaranlagen

	Stellglied
A1	Pumpe Einrichtung zur Umwälzung eines Wärmeübertragungsmediums und/oder von Wasser in einem System mit erzwungener Umwälzung, z. B. einem Kollektorkreislauf, einem Kreislauf für die Raumheizung bzw. -kühlung und/oder für die Trinkwassererwärmung.
A2	Magnet- und Motorventil Elektrisch betriebene Einheit, mit deren Hilfe der Durchfluss/die Zirkulation in Gang gesetzt und/oder unterbrochen wird und die zur Zusammenführung, Aufteilung und/oder Umleitung von Flüssigkeitsströmen dient.
A3	Relais/Schütz Einrichtung zum Anschluss und/oder zum Schalten elektrischer Lasten und/oder Stellglieder, z. B. bei der Verwendung eines von einem Regler gegebenen Kleinsignals (Spannung und/oder Strom) zum Ein- oder Ausschalten einer Hochspannungs-/Hochleistungspumpe.

6 Anforderungen

6.1 Allgemeine Anforderungen

6.1.1 Grundlegende Prinzipien

Alle Bestandteile der Regeleinrichtung müssen für die vorgesehene Anwendung und für alle Bedingungen, denen sie ausgesetzt sein können, geeignet sein. Alle im Freien montierten Teile der Regeleinrichtung müssen widerstandsfähig gegen UV-Strahlung und die Einwirkung von Ozon sein. Sowohl bei den im Hause als auch bei den im Freien montierten Teilen der Regeleinrichtung müssen ein schädigender Einfluss und mechanische Beschädigungen, verursacht z. B. durch Vögel oder Nagetiere sowie sonstige Betriebsbedingungen, verhindert werden (siehe EN 60730 (alle Teile)). Falls Wartungsarbeiten an der Regeleinrichtung erforderlich sind oder Teile ausgetauscht werden müssen, um die Funktion der Anlage aufrechtzuerhalten, muss dies in den Unterlagen für den Betreiber eindeutig angegeben sein. In Bezug auf die Fähigkeit, allen im Betrieb und in Abhängigkeit vom Aufstellungs- bzw. Anbringungsort auftretenden Betriebsbedingungen zu widerstehen, ist die Dauerhaftigkeit verbindlich gefordert. Alle Teile der Ausrüstung und besonders die im Freien montierten Teile müssen mindestens für die vorgesehene Lebensdauer oder die vom Hersteller oder dem Endlieferanten festgelegten Wartungsfristen gegen Korrosion und mechanische Beschädigung geschützt sein.

6.1.2 Elektrische Sicherheit

Die Regeleinrichtung muss die allgemeinen sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllen.

Siehe EN 60335-1, EN 60335-2-21, EN 60730 (alle Teile).

6.1.3 Schutz vor Frostschäden

Falls die Regeleinrichtung Algorithmen und/oder Einrichtungen für den Schutz vor Frostschäden umfasst, z. B. zur Verhinderung des Einfrierens des Wärmeübertragungsmediums im Kollektorkreislauf, müssen diese Algorithmen und/oder Einrichtungen zuverlässig sein.

6.1.4 Schutz gegen Verbrühen

Falls die Regeleinrichtung Algorithmen und/oder Einrichtungen für den Schutz gegen Verbrühen umfasst, müssen die Algorithmen und/oder Einrichtungen zuverlässig sein. Der Standardwert der Temperatur für das im häuslichen Bereich an den Verbraucher abgegebene Warmwasser darf höchstens 60 °C betragen.

Falls die Temperatur für das im häuslichen Bereich an den Verbraucher abgegebenen Warmwasser 60 °C übersteigt, muss eine externe automatische Einrichtung zur Beimischung von Kaltwasser oder sonstige Einrichtung installiert werden, mit deren Hilfe die Temperatur auf einen Höchstwert von 60 °C zu begrenzen ist.

6.1.5 Hochtemperaturschutz für Werkstoffe und Bauteile

Umfasst die Regeleinrichtung Algorithmen und/oder Einrichtungen zur Vermeidung der Überhitzung von Werkstoffen und/oder Bauteilen, z. B. solche, die in der Lage sind, die Pumpe(n) des Kollektorkreislaufs abzuschalten und möglicherweise das Wärmeübertragungsmedium aus dem Kollektorkreislauf abzulassen, so müssen diese Algorithmen und/oder Regeleinrichtungen zuverlässig sein.

Die Regeleinrichtung sollte die Umwälzpumpe(n) des Kollektorkreislaufs abschalten, sobald ein vom Hersteller oder dem Endlieferanten festgelegter oberer Grenzwert der Temperatur für einen Werkstoff und/oder ein Bauteil erreicht wird. Im Hinblick auf das erneute Einschalten der Umwälzpumpe(n) müssen die verwendeten Regelstrategien auf die Vermeidung von Schäden an der Anlage, den Bauteilen und den Werkstoffen ausgerichtet sein.

Falls die Regeleinrichtung Algorithmen und/oder Einrichtungen zur Begrenzung der Vorlauftemperatur, z. B. in einen Fußbodenheizkreis umfasst, müssen diese Algorithmen und/oder Regeleinrichtungen zuverlässig sein.

6.1.6 Blitzschlag

Die Regeleinrichtung muss die in EN 62305-3 angegebenen Anforderungen erfüllen. Der Hersteller oder der Endlieferant muss die besonderen Einrichtungen für den Blitzschutz innerhalb der Regeleinrichtung festlegen.

6.2 Regler, Systemuhren, Zeitgeber und Zähler

6.2.1 Allgemeines

Alle Arten von Reglern, Systemuhren, Zeitgebern und Zählern, auf die dieses Dokument Bezug nimmt, müssen mindestens über die vorgesehene Lebensdauer oder die vom Hersteller oder dem Endlieferanten festgelegten Wartungsfristen zuverlässig und gegen jegliche im Normalbetrieb mögliche Belastung widerstandsfähig sein. Bezüglich aller Funktionen und Betriebsweisen müssen Regler, Systemuhren, Zeitgeber und Zähler der Anleitung des Herstellers entsprechen.

6.2.2 Anforderungen an die Fehlergrenze von Reglern

In Verbindung mit allen anderen Regeleinrichtungen müssen sich Regler, Systemuhren, Zeitgeber und Zähler so verhalten, wie vom Hersteller festgelegt und vorgesehen. Die Fehlergrenze von Reglern, z. B. die Signalverarbeitung und Auslösung von Stellgliedern, muss den Betrieb aller Anlagenkonfigurationen ermöglichen. Der Regler ist nach den Spezifikationen des Herstellers gestaltet.

6.2.3 Anforderungen an die Fehlergrenze von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern

Die Anforderungen an die Fehlergrenze von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern, die für die Regelung von thermischen Solaranlagen zuständig sind, sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Fehlergrenze von Systemuhren, Zeitgebern und Zählern

Uhr/Zeitgeber/Zähler	Fehlergrenze
Echtzeituhr	$\pm 1,0$ min in 30 Tagen
Zeitgeber	$\pm 1,0$ min auf eine Betriebsdauer von 30 Tagen
Zähler	$\pm 1,0$ %

In dem Fall, dass thermische Solaranlagen in Regionen eingesetzt werden, die eine Umstellung zwischen Sommer- und Winterzeit erfordern, müssen die gegebenenfalls erforderlichen Einstellungen vom Endlieferanten festgelegt werden.

6.3 Messfühler

6.3.1 Temperaturfühler

6.3.1.1 Allgemeines

Alle Temperaturfühler müssen so positioniert und eingebaut werden, dass ein zuverlässiger thermischer Kontakt mit dem Teil sichergestellt ist, dessen Temperatur gemessen werden soll. Die Umgebungsbedingungen dürfen, sofern sie nicht von maßgeblicher Bedeutung sind, keinen Einfluss auf die Messung haben. Mit Ausnahme der Messfühler für die Umgebungslufttemperatur müssen alle Temperaturfühler gegen äußere Einflüsse geschützt/wärmegeklämt sein.

6.3.1.2 Anforderungen an die Fehlergrenze von Temperaturfühlern

Die Anforderungen an die Fehlergrenze von Temperaturfühlern, die für die Regelung von thermischen Solaranlagen zuständig sind, sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 — Anforderungen an die Fehlergrenze von Temperaturfühlern für thermische Solaranlagen

Temperaturbereich	Fehlergrenze
-20 °C bis 70 °C	$\pm 1,0\text{ K}$
$> 70\text{ °C}$ bis 100 °C	$\pm 1,5\text{ K}$
$> 100\text{ °C}$ bis 150 °C	$\pm 1,5\text{ %}$ des Temperaturwerts
Über 150 °C bis zur maximalen Betriebstemperatur (vom Endlieferanten festzulegen)	$\pm 2,0\text{ %}$ des Temperaturwerts

6.3.1.3 Hochtemperaturbeständigkeit

Die Anforderungen an die Fähigkeit der Temperaturfühler, extremen Betriebsbedingungen zu widerstehen, sind von ihrem Einbauort abhängig. Die Mindestanforderungen sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6 – Anforderungen an Temperaturfühler auf ihre Hochtemperaturbeständigkeit

Für alle Arten von Temperaturfühlern, die in einer thermischen Solaranlage oder einem Zusatzheizgerät eingebaut sind, falls das Zusatzheizgerät Bestandteil der thermischen Solaranlage ist	
Geforderte Mindesttemperatur	Vom Hersteller oder Endlieferanten deklarierte Höchsttemperatur plus 10 K
Beanspruchungsdauer	Mindestens 6 h