

DIN EN ISO 9806



ICS 27.160

Ersatz für
DIN EN ISO 9806:2014-06

**Solarenergie –
Thermische Sonnenkollektoren –
Prüfverfahren (ISO 9806:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 9806:2017**

Solar energy –
Solar thermal collectors –
Test methods (ISO 9806:2017);
German version EN ISO 9806:2017

Énergie solaire –
Capteurs thermiques solaires –
Méthodes d'essai (ISO 9806:2017);
Version allemande EN ISO 9806:2017

Gesamtumfang 107 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9806:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 312 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 180 „Solar energy“ erarbeitet, dessen Sekretariat von ELOT (Griechenland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium 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).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 9488 siehe DIN EN ISO 9488

In der Referenzfassung ist es zu Fehlern gekommen, die in der Deutschen Fassung mit nationalen Fußnoten richtig gestellt werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 9806:2014-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) redaktionelle Überarbeitung und Reduzierung des Textumfangs;
 - Prüfverfahren für folgende 5 Kollektorkategorien angepasst;
 - Sonnenkollektoren mit externer Stromversorgung für Standardbetrieb;
 - Sonnenkollektoren mit aktiven oder passiven Selbstschutzmechanismen;
 - Sonnenkollektoren zur Produktion thermischer und elektrischer Leistung;
 - Wind und/oder infrarotsensitive Sonnenkollektoren (WISC);
 - Fassadenkollektoren.
- b) einheitliche Beschreibung der thermischen Leistungsfähigkeit unabhängig vom Kollektortyp und Prüfverfahren;
- c) einheitliche Präsentation der Ergebnisse der thermischen Leistungsfähigkeit unabhängig vom Kollektortyp und Prüfverfahren;
- d) einheitliche Beschreibung des Einfallswinkelkorrekturfaktors;
- e) Wegfall der Klimaklasse C;
- f) Hinzunahme der Klimaklasse A+;
- g) bessere Beschreibung der mechanischen Belastungsprüfung.

Frühere Ausgaben

DIN 4757-3: 1980-11

DIN 4757-4: 1982-07

DIN V 4757-3: 1995-11

DIN V 4757-4: 1995-11

DIN EN 12975-2: 2002-12, 2006-06

DIN EN ISO 9806: 2014-03, 2014-06

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9488, *Sonnenenergie — Vokabular*

— Leerseite —

Deutsche Fassung
Solarenergie —
Thermische Sonnenkollektoren —
Prüfverfahren
(ISO 9806:2017)

Solar energy —
Solar thermal collectors —
Test methods
(ISO 9806:2017)

Énergie solaire —
Capteurs thermiques solaires —
Méthodes d'essai
(ISO 9806:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. August 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	8
Vorwort	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	11
4 Symbole	12
5 Allgemeines	15
5.1 Übersicht über die Prüfungen — Abfolge der Prüfungen	15
5.2 Prüfung von Kollektoren mit spezifischen Eigenschaften.....	16
5.2.1 Allgemeines	16
5.2.2 Kollektoren, die externe Energiequellen verwenden, und Kollektoren mit aktiven oder passiven Maßnahmen für den Normalbetrieb und den Selbstschutz	16
5.2.3 Kollektoren, die Wärme und Strom erzeugen	17
5.2.4 Wind- und/oder Infrarot-empfindliche Kollektoren (WISC)	17
5.2.5 Fassadenkollektoren.....	17
5.2.6 Luft- und Flüssigkeitskollektoren	17
6 Innendruckprüfungen an Wärmeträgerfluidkanälen.....	18
6.1 Zweck	18
6.2 Wärmeträgerfluidkanäle aus nicht polymerischen Werkstoffen.....	18
6.2.1 Prüfeinrichtung und Durchführung.....	18
6.2.2 Prüfbedingungen	18
6.3 Wärmeträgerfluidkanäle aus polymerischen Werkstoffen.....	18
6.3.1 Prüfeinrichtung und Durchführung.....	18
6.3.2 Prüfbedingungen	19
6.4 Ergebnisse und Bericht	19
7 Prüfung der Luftleckrate (nur für Luftkollektoren).....	19
7.1 Zweck	19
7.2 Prüfeinrichtung und Durchführung.....	19
7.3 Prüfbedingungen	19
7.4 Ergebnisse und Bericht	20
8 Bruch- oder Druckprüfung (nur bei Luftkollektoren).....	20
8.1 Zweck	20
8.2 Prüfeinrichtung und Durchführung.....	20
8.2.1 Allgemeines	20
8.2.2 Kollektoren mit geschlossenem Kreislauf.....	20
8.2.3 Zur Umgebung offene Kollektoren.....	21
8.3 Ergebnisse und Bericht	21
9 Norm-Stagnationstemperatur	21
9.1 Zweck	21
9.2 Prüfung unter Stagnationsbedingungen.....	21
9.3 Messung und Extrapolation der Norm-Stagnationstemperatur.....	22
9.4 Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur anhand von Wirkungsgradparametern	22

9.5	Ergebnisse und Bericht	23
10	Freilandbewitterungs- und Halbbewitterungsprüfung	23
10.1	Zweck	23
10.2	Anfängliche Freilandbewitterung	23
10.3	Verfahren 1	23
10.4	Verfahren 2	24
10.5	Verfahren 3	24
10.6	Prüfbedingungen	24
10.7	Ergebnisse und Bericht	25
11	Schneller äußerer Temperaturwechsel	25
11.1	Zweck	25
11.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	25
11.3	Prüfbedingungen	26
11.4	Ergebnisse und Bericht	26
12	Prüfung mit schnellem internem Temperaturwechsel (nur bei Flüssigkeitskollektoren)	26
12.1	Zweck	26
12.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	26
12.3	Prüfbedingungen	26
12.4	Ergebnisse und Bericht	27
13	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser	27
13.1	Zweck	27
13.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	27
13.3	Prüfbedingungen	27
13.4	Ergebnisse und Bericht	29
14	Frostbeständigkeitsprüfung	29
14.1	Zweck	29
14.2	Frostbeständige Kollektoren	29
14.2.1	Allgemeines	29
14.2.2	Prüfbedingungen	29
14.3	Wärmeübertragungsrohr-Kollektoren	30
14.3.1	Allgemeines	30
14.3.2	Prüfbedingungen	30
14.3.3	Ergebnisse und Bericht	30
15	Mechanische Belastungsprüfung mit Über- oder Unterdruck	31
15.1	Zweck	31
15.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	31
15.2.1	Montage	31
15.2.2	Verfahren für die Anwendung der Lasten	32
15.2.3	Bestimmte Spezifikationen für nachgeführte Kollektoren oder andere spezifische Kollektortypen	32
15.3	Prüfbedingungen	32
15.4	Ergebnisse und Bericht	32
16	Schlagfestigkeitsprüfung	32
16.1	Zweck	32
16.2	Prüfverfahren	33
16.3	Auftreffbereich	33
16.4	Verfahren 1: Schlagfestigkeitsprüfung mit Eiskugeln	33
16.4.1	Prüfeinrichtung	33
16.4.2	Eiskugeln	34
16.4.3	Spezielle Aspekte des Prüfverfahrens bei Verwendung von Eiskugeln	34
16.5	Verfahren 2: Schlagfestigkeitsprüfung mit Stahlkugeln	34
16.6	Ergebnisse und Bericht	34

17	Endkontrolle.....	35
17.1	Zweck.....	35
17.2	Prüfverfahren	35
17.3	Ergebnisse und Bericht	36
18	Prüfbericht.....	36
19	Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	36
19.1	Allgemeines	36
19.2	Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit unter Verwendung eines Sonnenstrahlungssimulators	36
19.2.1	Allgemeines	36
19.2.2	Sonnenstrahlungssimulator für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	36
19.2.3	Sonnenstrahlungssimulator für die Messung von Einfallswinkel-Korrekturfaktoren.....	38
20	Montage und Standort des Kollektors	38
20.1	Allgemeines	38
20.2	Kollektorausrichtung bei Aufstellung im Freien	38
20.3	Abschattung der direkten Sonnenstrahlung	38
20.4	Diffuse und reflektierte Sonnenstrahlung	39
20.5	Thermische Bestrahlungsstärke.....	39
20.6	Luftgeschwindigkeit in der Umgebung.....	39
21	Messgeräteausrüstung.....	39
21.1	Messung der Sonnenstrahlung	39
21.1.1	Pyranometer.....	39
21.2	Wärmestrahlungsmessung	40
21.2.1	Allgemeines	40
21.2.2	Messung der thermischen Bestrahlungsstärke im Freien.....	40
21.2.3	Messung der thermischen Bestrahlungsstärke in Innenräumen	40
21.3	Temperaturmessungen	40
21.3.1	Allgemeines	40
21.3.2	Temperaturen des Wärmeträgerfluids (Flüssigkeitskollektoren).....	41
21.3.3	Mittlere volumenstromgewichtete Temperatur $\vartheta_{m,th}$ (Luftkollektoren)	41
21.3.4	Messung der Umgebungslufttemperatur.....	42
21.4	Messung des Durchflusses.....	42
21.4.1	Berechnung des Massenstroms (Flüssigkeit)	42
21.4.2	Messung des Durchflusses des Wärmeträgers (bei Luftkollektoren).....	42
21.5	Messung der Luftgeschwindigkeit über dem Kollektor	43
21.5.1	Allgemeines	43
21.5.2	Geforderte Genauigkeit.....	43
21.6	Abgelaufene Zeit	44
21.7	Messung der Luftfeuchte (Luftkollektoren)	44
21.8	Kollektormaße	44
22	Prüfstand	44
22.1	Flüssigkeitskollektoren	44
22.1.1	Allgemeines	44
22.1.2	Wärmeträgerfluid	45
22.1.3	Rohrleitungen und Rohrverbinder	45
22.1.4	Pumpe und Durchflussregler	46
22.2	Luftkollektoren	46
22.2.1	Allgemeines	46
22.2.2	Geschlossener Prüfkreislauf	46
22.2.3	Zur Umgebung offener Prüfkreislauf	47
22.2.4	Wärmeträgerfluid	47
22.2.5	Prüfluftkanäle.....	47
22.2.6	Lüfter und Durchflussregler	48

22.2.7	Einrichtung zur Vorbehandlung der Luft	48
22.2.8	Luftfeuchteverhältnis	48
23	Verfahren für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	48
23.1	Allgemeines	48
23.2	Vorbehandlung des Kollektors.....	49
23.3	Prüfbedingungen	49
23.3.1	Allgemeines	49
23.3.2	Durchflussmengen	49
23.3.3	Verfahren im stationären Zustand.....	50
23.3.4	Quasi-dynamische Prüfung.....	50
23.4	Prüfverfahren	50
23.4.1	Allgemeines	50
23.4.2	Prüfung von Flüssigkeitskollektoren unter stationären Bedingungen.....	51
23.4.3	Prüfung von Luftkollektoren unter stationären Bedingungen	51
23.4.4	Prüfung von WISC-Kollektoren unter stationären Bedingungen	51
23.4.5	Quasi-dynamische Prüfung.....	51
23.5	Messungen	51
23.5.1	Allgemeines	51
23.5.2	Zusätzliche Messungen bei Prüfungen in Sonnenstrahlungssimulatoren	52
23.5.3	Anforderung an die Datenerfassung	53
23.6	Prüfdauer	53
23.6.1	Prüfung im stationären Zustand.....	53
23.6.2	Quasi-dynamische Prüfung.....	54
24	Berechnung der Kollektorparameter	57
24.1	Flüssigkeitskollektoren	57
24.1.1	Allgemeines	57
24.1.2	Prüfverfahren für Flüssigkeitskollektoren im stationären Zustand.....	58
24.1.3	Quasi-dynamische Prüfverfahren für Flüssigkeitskollektoren.....	58
24.1.4	Datenanalyse.....	59
24.2	Luftkollektoren	59
24.2.1	Allgemeines	59
24.2.2	Prüfverfahren im stationären Zustand für Luftkollektoren mit geschlossenem Kreislauf.....	59
24.2.3	Prüfverfahren im stationären Zustand für zur Umgebung offenen Luftkollektoren	59
24.2.4	Prüfverfahren im stationären Zustand für zur Umgebung offenen WISC-Luftkollektoren	60
24.3	Standardberichtsbedingungen (en: Standard Reporting Conditions, SRC)	60
24.4	Standardunsicherheit.....	61
24.5	Umwandlung der Bezugsfläche	61
25	Bestimmung der effektiven Wärmekapazität und der Zeitkonstante.....	61
25.1	Allgemeines	61
25.2	Messung der effektiven Wärmekapazität mit Bestrahlungsstärke	61
25.3	Messung der effektiven Wärmekapazität mithilfe des quasi-dynamischen Verfahrens.....	62
25.4	Berechnungsmethode zur Bestimmung der effektiven Wärmekapazität.....	62
25.5	Bestimmung der Zeitkonstante des Kollektors.....	62
26	Bestimmung des Einfallswinkel-Korrekturfaktors (en: Incident Angle Modifier, IAM)	63
26.1	Allgemeines	63
26.2	Modellierung.....	64
26.2.1	Stationäre Bedingungen	66
26.2.2	Quasi-dynamisch	66
26.3	Prüfverfahren	66
26.3.1	Flüssigkeitskollektoren unter stationären Bedingungen	66
26.3.2	Luftkollektoren	67
26.4	Berechnung des Einfallswinkel-Korrekturfaktors für den Kollektor.....	67
26.5	Bericht	67

27	Bestimmung des Druckabfalls	68
27.1	Allgemeines	68
27.2	Flüssigkeitskollektoren	68
27.2.1	Prüfeinrichtung und Durchführung	68
27.2.2	Durch Armaturen verursachter Druckabfall	68
27.2.3	Prüfbedingungen	68
27.3	Luftkollektoren	69
27.3.1	Prüfeinrichtung und Durchführung	69
27.4	Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	70
Anhang A (normativ) Prüfberichte		71
A.1	Allgemeines	71
A.2	Beschreibung des Kollektors	71
A.2.1	Allgemeines	71
A.2.2	Allgemeine Informationen zur Prüflingsidentifikation	71
A.2.3	Schutzmechanismen	71
A.2.4	Betriebsbereich	72
A.2.5	Maße und allgemeine Informationen	72
A.2.6	Rahmen, Abdeckung, Gehäuse	73
A.2.7	Absorber	73
A.2.8	Hydrauliksystem	73
A.2.9	Luftkollektoren	74
A.2.10	Abdeckung/Transparente Abdeckung	74
A.2.11	Dämmung(en)	74
A.2.12	Wärmeübertragungsrohre	74
A.2.13	Reflektor(en)	75
A.2.14	Zusätzliche Informationen	75
A.3	Prüfabfolge und Zusammenfassung der Hauptprüfergebnisse	75
A.4	Innendruckprüfungen an Wärmeträgerfluidkanälen	76
A.4.1	Prüfbedingungen	76
A.4.2	Prüfergebnisse	76
A.5	Luftleckratenprüfung bei Luftkollektoren mit geschlossenem Kreislauf	76
A.5.1	Prüfbedingungen	76
A.5.2	Prüfergebnisse	76
A.6	Bruch- oder Druckprüfung	77
A.6.1	Prüfbedingungen	77
A.6.2	Prüfergebnisse	77
A.7	Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur	78
A.7.1	Prüfbedingungen	78
A.7.2	Prüfergebnisse	78
A.8	Freilandbewitterungsprüfung	78
A.8.1	Anfängliche Freilandbewitterung	78
A.8.2	Prüfbedingungen für Verfahren 1	79
A.8.3	Prüfbedingungen für Verfahren 2	79
A.8.4	Prüfbedingungen für Verfahren 3	79
A.8.5	Prüfergebnisse	80
A.9	Prüfung mit schnellem äußeren Temperaturwechsel	80
A.9.1	Prüfbedingungen	80
A.9.2	Prüfergebnisse	80
A.10	Prüfung mit schnellem innerem Temperaturwechsel	80
A.10.1	Prüfbedingungen	80
A.10.2	Prüfergebnisse	81
A.11	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser	81
A.11.1	Prüfbedingungen	81
A.11.2	Prüfergebnisse	81
A.12	Frostbeständigkeitsprüfung	81

A.12.1	Prüfbedingungen	81
A.12.2	Prüfergebnisse	81
A.13	Mechanische Belastungsprüfung.....	82
A.13.1	Überdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen.....	82
A.13.2	Unterdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen	82
A.14	Schlagfestigkeitsprüfung.....	82
A.14.1	Prüfbedingungen	82
A.14.2	Prüfergebnisse	83
A.15	Endkontrolle	83
A.16	Ergebnisse der Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	84
A.16.1	Allgemeines	84
A.16.2	Kollektoren, die externe Energiequellen verwenden (siehe 5.2.2.2)	84
A.16.3	Wärmeleistungsmessungen	84
A.16.4	Berichte über die thermische Leistungsfähigkeit	85
A.16.5	Berichterstattung der thermischen Leistungsfähigkeit von zur Umgebung offenen Luftkollektoren	87
A.16.6	Einfallswinkel-Korrekturfaktor.....	88
A.16.7	Effektive Wärmekapazität	90
A.16.8	Zeitkonstante	90
A.16.9	Druckabfallmessungen.....	90
Anhang B (normativ)	Modelle im stationären und quasi-dynamischen Zustand.....	92
Anhang C (normativ)	Dichte und Wärmekapazität von Wasser	94
Anhang D (informativ)	Bewertung der Standardunsicherheit in Sonnenkollektorprüfungen.....	95
D.1	Allgemeines	95
D.2	Messunsicherheiten bei der Wirkungsgradprüfung von Sonnenkollektoren	95
D.3	Kurvenanpassung und Unsicherheiten der Ergebnisse der Wirkungsgradprüfung.....	97
Anhang E (informativ)	Messung der geschwindigkeitsgewichteten mittleren Temperatur.....	99
Anhang F (informativ)	Aspekte der Werkstoffeffizienz.....	101
Anhang G (informativ)	Flächenumwandlung von Parametern der thermischen Leistungsfähigkeit.....	102
Literaturhinweise.....		103

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9806:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 180 „Solar energy“ in Zusammenarbeit mit dem 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 Mai 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 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 ISO 9806:2013

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9806:2017 wurde von CEN als EN ISO 9806:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dessen Technischem Komitee CEN/TC 312, *Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 180, *Solar energy*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 9806:2013), die technisch überarbeitet wurde.

Einleitung

Dieses Dokument definiert die Prüfverfahren für die Bewertung der thermischen Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Dauerhaftigkeit und Sicherheit von thermischen Sonnenkollektoren unter gut definierten und wiederholbaren Bedingungen. Es enthält Leistungsprüfverfahren für die Durchführung von Prüfungen im Außenbereich unter natürlicher Sonneneinstrahlung mit natürlichem sowie simuliertem Wind und für die Durchführung von Prüfungen im Innenbereich unter simulierter Sonneneinstrahlung und simuliertem Wind. Prüfungen im Freien dürfen entweder im stationären Zustand oder als Ganztagesmessungen unter wechselnden Wetterbedingungen durchgeführt werden.

Kollektoren, die nach diesem Dokument geprüft werden, stellen ein breites Spektrum an Anwendungen dar, z. B. abgedeckte Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren für die Wasser- und Raumheizung in Wohngebäuden, Kollektoren für die Erwärmung von Schwimmbädern oder für andere Niedertemperatursysteme oder nachgeführte konzentrierende Kollektoren für die Wärmeenergieerzeugung sowie Prozesswärmeanwendungen. Dieses Dokument gilt für Kollektoren, die Flüssigkeiten sowie Luft als Wärmeträgerfluid verwenden. Auf die gleiche Weise werden Kollektoren in Betracht gezogen, die externe Energiequellen für den Normalbetrieb und/oder Sicherheitszwecke (Überhitzungsschutz, Umweltbelastungen usw.) verwenden, sowie Hybridgeräte, die Wärmeenergie und Strom erzeugen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren für die Bewertung der Dauerhaftigkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit und thermischen Leistungsfähigkeit von Flüssigkeitskollektoren fest. Die Prüfverfahren gelten für Prüfungen im Labor und in situ.

Dieses Dokument gilt für alle Arten von Flüssigkeitskollektoren, Luftkollektoren, Hybridkollektoren, die sowohl Wärme als auch Strom erzeugen, sowie Sonnenkollektoren, die externe Energiequellen für den Normalbetrieb und/oder Sicherheitszwecke verwenden. Sie deckt keine elektrischen Sicherheitsaspekte oder sonstige besondere Eigenschaften ab, die sich direkt auf die Stromerzeugung beziehen.

Dieses Dokument ist nicht auf Geräte anwendbar, bei denen ein Wärmespeicher ein integraler Bestandteil ist, so dass sich der Sammelprozess nicht vom Prozess der Wärmespeicherung trennen lässt, wie dies erforderlich ist, um Messungen der thermischen Leistungsfähigkeit durchzuführen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

ISO 9488, *Solar energy — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 9488 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Längsebene

Ebene, die senkrecht durch die Kollektorebene und die Konzentratorachse (oder im Falle flacher zweiachsiger Geometrien die größte Symmetrieachse) definiert ist

3.2

Betriebshöchsttemperatur

Höchsttemperatur, die im Normalbetrieb des Kollektors oder der Anlage erlaubt ist und die vom Hersteller angegeben wird

3.3

Ausgasen

Prozess, bei dem ein Werkstoff unter der Einwirkung von erhöhten Temperaturen und/oder verringertem Druck Gase freisetzt

3.4

Reflektor

Oberfläche, die dazu dient, Strahlungsenergie zu reflektieren

3.5

Querebene

Ebene, die senkrecht durch die Kollektorebene und die senkrecht zur Konzentratorachse verlaufende Gerade (oder im Falle flacher zweiachsiger Geometrien die kürzeste Symmetrieachse) definiert ist

3.6

Auslösetemperatur

Temperaturwert, bei dem die Sicherheitssteuereinrichtungen für den ausfallsicheren Betriebszustand aktiviert werden

4 Symbole

A_G	Brutto-Kollektorfläche nach ISO 9488	m^2
a_1	Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K)$
a_2	Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K^2)$
a_3	Von der Windgeschwindigkeit abhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	$J/(m^3 \cdot K)$
a_4	Von der Himmelstemperatur abhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	–
a_5	Effektive Wärmekapazität	$J/(m^2 \cdot K)$
a_6	Von der Windgeschwindigkeit abhängiger Konversionsfaktor	s/m
a_7	Von der Windgeschwindigkeit abhängiger IR-Strahlungsaustausch	$W/(m^2 \cdot K^4)$
a_8	Strahlungsverluste	$W/(m^2 \cdot K^4)$
b_u	Kollektorwirkungsgradfaktor (windabhängig)	s/m
C	Effektive Wärmekapazität des Kollektors	J/K
C_R	Geometrischer Konzentrationsfaktor	–
c_f	Spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgerfluids	$J/(kgK)$
$c_{f,i}$	Spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgerfluids am Kollektoreintritt	$J/(kgK)$
$c_{f,e}$	Spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgerfluids am Kollektorausritt	$J/(kgK)$
$c_{f,a}$	Spezifische Wärmekapazität der Umgebungsluft	$J/(kgK)$
E_L	Langwellige Bestrahlungsstärke ($\lambda > 3 \mu m$)	W/m^2
G_{hem}	Hemisphärische solare Bestrahlungsstärke	W/m^2
G_S	Hemisphärische solare Bestrahlungsstärke für die Berechnung der Norm- Stagnationstemperatur	W/m^2
G_m	Durchschnittliche gemessene hemisphärische solare Bestrahlungsstärke	W/m^2
G''	Netto-Bestrahlungsstärke	W/m^2
G_b	Direkte Bestrahlungsstärke (direkte Einstrahlung)	W/m^2
G_d	Diffuse Bestrahlungsstärke	W/m^2
H	Strahlungsenergie in der Kollektorebene bei der Freilandbewitterung	MJ/m^2
$K_{hem}(\theta_L, \theta_T)$	Einfallswinkel-Korrekturfaktor für hemisphärische Sonnenstrahlung	–
$K_b(\theta_L, \theta_T)$	Einfallswinkel-Korrekturfaktor für direkte Bestrahlungsstärke	–
K_{θ_L}	Einfallswinkel-Korrekturfaktor entlang der Längsebene	–
K_{θ_T}	Einfallswinkel-Korrekturfaktor entlang der Querebene	–

K_d	Einfallswinkel-Korrekturfaktor für diffuse Sonnenstrahlung	–
$\dot{m}$	Massenstrom des Wärmeträgerfluids	kg/s
$\dot{m}_{\min}$	Mindestmassenstrom in der Leistungsprüfung	kg/h
$\dot{m}_{\max}$	Maximaler Massenstrom in der Leistungsprüfung	kg/h
$\dot{m}_e$	in Strömungsrichtung nachgeschalteter Luftmassenstrom	kg/s
$\dot{m}_i$	in Strömungsrichtung vorgeschalteter Luftmassenstrom	kg/s
$\dot{m}_l$	Leckage-Luftmassenstrom	kg/s
$p_{f,e}$	Statischer Druck des Wärmeträgerfluids (Luft) am Austritt des Sonnenkollektors	Pa
$p_{f,i}$	Statischer Druck des Wärmeträgerfluids (Luft) am Eintritt des Sonnenkollektors	Pa
p_{abs}	Absolutdruck der Umgebungsluft	Pa
$\dot{Q}$	Nutzleistung des Kollektors	W
$\dot{Q}_{\text{Spitze}}$	Spitzenleistung. Vom Kollektor bei senkrechtem Einfall abgegebene Leistung, $G_b = 850 \text{ W/m}^2$, $G_d = 150 \text{ W/m}^2$ und $\vartheta_m - \vartheta_a = 0 \text{ K}$	W
R_D	Gaskonstante für Wasserdampf	461,4 J/(kgK)
R_L	Gaskonstante für Luft	287,1 J/(kgK)
T	Absolute Temperatur	K
t	Zeit	s
u	Geschwindigkeit der Umgebungsluft	m/s
u'	Reduzierte Geschwindigkeit der Umgebungsluft $u' = u - 3 \text{ m/s}$	m/s
U	Gemessener Gesamtwärmedurchgangskoeffizient des Kollektors mit Bezug auf $(\vartheta_m - \vartheta_a)/G_{\text{hem}}$	W/(m ² K)
V_f	Wärmeträgerfluidinhalt des Kollektors	m ³
$\dot{V}$	Volumenstrom	m ³ /s
$\dot{V}_e$	Volumenstrom am Austritt des Sonnenkollektors	m ³ /s
$\dot{V}_i$	Volumenstrom am Eintritt des Sonnenkollektors	m ³ /s
$\dot{V}_l$	Leckage-Luftvolumenstrom	m ³ /s
$X_{W,a}$	Wassergehalt der Umgebungsluft	kg H ₂ O/kg Trockenluft
$X_{W,e}$	Wassergehalt der Luft am Austritt des Sonnenkollektors	kg H ₂ O/kg Trockenluft
$X_{W,i}$	Wassergehalt der Luft am Eintritt des Sonnenkollektors	kg H ₂ O/kg Trockenluft
Δp	Druckdifferenz zwischen Wärmeträgereintritt und -austritt	Pa
Δt	Zeitintervall	s
ΔT	Temperaturunterschied zwischen Wärmeträgerfluidaustritt und -eintritt ($\vartheta_e - \vartheta_{\text{in}}$)	K
γ	Solarazimutwinkel	°
η_b	Kollektorwirkungsgrad, basierend auf der direkten solaren Bestrahlungsstärke G_b	–
η_{hem}	Kollektorwirkungsgrad, basierend auf der hemisphärischen solaren Bestrahlungsstärke G_{hem}	–

$\eta_{0,b}$	Spitzenwirkungsgrad des Kollektors (η_b bei $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$ K), basierend auf der direkten solaren Bestrahlungsstärke G_b	–
$\eta_{0,hem}$	Spitzenwirkungsgrad des Kollektors ($\eta_{0,hem}$ bei $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$ K), basierend auf der hemisphärischen solaren Bestrahlungsstärke G_{hem}	–
$\eta_{hem,\dot{m}_i}$	Kollektorwirkungsgrad in Bezug auf den Massenstrom $\dot{m}_i$	–
θ	Einfallswinkel	°
θ_L	Einfallswinkel in Längsrichtung: Winkel zwischen der Senkrechten zur Kollektorebene und dem in der Längsebene auftreffenden Sonnenstrahl	°
θ_T	Transversaler Einfallswinkel: Winkel zwischen der Senkrechten zur Kollektorebene und dem in der Querebene auftreffenden Sonnenstrahl	°
ϑ_a	Umgebungslufttemperatur	°C
ϑ_{am}	Gemessene Umgebungslufttemperatur	°C
ϑ_{as}	Umgebungslufttemperatur für die Norm-Stagnationstemperatur	°C
ϑ_e	Temperatur am Kollektoraustritt	°C
ϑ_i	Temperatur am Kollektoreintritt	°C
ϑ_m	Mittlere Temperatur des Wärmeträgerfluids	°C
$\vartheta_{max,op}$	Betriebshöchsttemperatur	°C
ϑ_{stg}	Norm-Stagnationstemperatur	°C
ϑ_{Himmel}	Temperatur der Atmosphäre oder des Himmels	°C
$\vartheta_{Auslösung}$	Temperatur für die Auslösung der Sicherheitseinrichtung	°C
$\vartheta_{m,th}$	Volumenstromgewichtetes Temperaturmittel	°C
$\vartheta_{mp,e}$	Flüssigkeitstemperatur am in Strömungsrichtung nachgeschalteten Luftmassenmesser	°C
$\vartheta_{mp,i}$	Flüssigkeitstemperatur am in Strömungsrichtung vorgeschalteten Luftmassenmesser	°C
ϑ_{sm}	Mittlere gemessene Absorbiertemperatur	°C
λ	Wellenlänge	µm
ρ	Dichte des Wärmeträgerfluids	kg/m ³
ρ_l	Luftdichte	kg/m ³
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante	W/(m ² K ⁴)
τ_c	Kollektorzeitkonstante	s
τ	Transmissionsgrad	
$(\tau\alpha)$	Effektives Transmissionsgrad-Absorptionsgrad-Produkt	–

5 Allgemeines

5.1 Übersicht über die Prüfungen — Abfolge der Prüfungen

Eine vollständige Abfolge der Prüfungen für Sonnenkollektoren, einschließlich einer Dauerhaftigkeitsprüfung und Messung der thermischen Leistungsfähigkeit, wird in Tabelle 1 vorgeschlagen. Diese Prüfungsabfolge darf je nach Bedarf geändert werden oder es dürfen nur einzelne Prüfungen durchgeführt werden. Für einige Prüfungen sind jedoch bestimmte Vorbehandlungen oder eine Halbbewitterungsprüfung (siehe Abschnitt 10) erforderlich. Für sämtliche Prüfungsabfolgen und Einzelprüfungen wird die Endkontrolle (siehe Abschnitt 17) als eine abschließende, zusammenfassende Prüfung für die ordnungsgemäße Identifikation und Beschreibung des Prüflings sowie zur Erkennung von Problemen oder Mängeln empfohlen.

Tabelle 1 — Liste der Prüfungen

Abschnitt	Prüfung
Abschnitt 7	Prüfung der Luftleckrate ^f
Abschnitt 8	Bruch- oder Druckprüfung ^f
Abschnitt 9	Norm-Stagnationstemperatur
Abschnitt 10	Freilandbewitterungsprüfung ^b
Abschnitt 11	Prüfung mit schnellem äußerem Temperaturwechsel ^b
Abschnitt 12	Prüfung mit schnellem innerem Temperaturwechsel ^{b,e}
Abschnitt 13	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser ^f
Abschnitt 14	Frostbeständigkeitsprüfung ^{cf}
Abschnitt 6	Innendruckprüfung an Wärmeträgerfluidkanälen ^{a,d,e}
Abschnitt 15	Mechanische Belastungsprüfung ^f
Abschnitt 16	Schlagfestigkeitsprüfung ^g
Abschnitt 17	Endkontrolle
Abschnitt 19 bis 26	Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit ^h
Abschnitt 27	Druckabfallmessung
^a Für polymerische Absorber ist die Norm-Stagnationstemperatur erforderlich. ^b Die beiden Prüfungen mit schnellem äußerem und innerem Temperaturwechsel dürfen mit der Freilandbewitterungsprüfung kombiniert werden. ^c Für angeblich frostbeständige Kollektoren und Kollektoren, die Wärmeübertragungsrohre enthalten. ^d Ist nur bei Flüssigkeitskollektoren anwendbar. Letzte Prüfung einer Prüfungsabfolge, aber vor der Endkontrolle. ^e Bei Wärmeträgerfluidkanälen, die polymerische Werkstoffe enthalten, ist vor der Prüfung eine Halbbewitterung erforderlich (einschließlich Dichtung). ^f Vor der Prüfung ist eine Halbbewitterung erforderlich. Falls das Wärmeträgermedium in direktem Kontakt mit polymerischen Werkstoffen ist, muss diese Prüfung bei Norm-Stagnationstemperatur durchgeführt werden. ^{N1)} ^g Bei Polymerabdeckungen ist vor der Prüfung eine Halbbewitterung erforderlich. ^h Vor der Leistungsprüfung von Wärmeübertragungsrohrkollektoren ist eine Freilandbewitterung erforderlich.	

N1) Nationale Fußnote (siehe nationales Vorwort): Gemeint ist: Vor der Prüfung ist eine Halbbewitterung erforderlich.

5.2 Prüfung von Kollektoren mit spezifischen Eigenschaften

5.2.1 Allgemeines

Die in diesem Dokument beschriebenen allgemeinen Prüfverfahren decken den Großteil der aktuellen Standardprodukte ab. Einige Kollektorkonstruktionen mit zusätzlichen spezifischen Eigenschaften müssen wie in diesem Abschnitt angegeben geprüft werden. Kollektoren können über ein oder mehrere Eigenschaften verfügen. Eigenschaften, die nicht in diesem Prüfbericht genannt werden, dürfen für den geprüften Kollektor nicht als anwendbar angesehen werden.

5.2.2 Kollektoren, die externe Energiequellen verwenden, und Kollektoren mit aktiven oder passiven Maßnahmen für den Normalbetrieb und den Selbstschutz

5.2.2.1 Allgemeines

Diese Kollektoren müssen geprüft werden, um unter normalen Betriebsbedingungen eine angemessene Leistungsfähigkeit und/oder die Fähigkeit zu demonstrieren, sich vor schwerwiegenden Ausfällen aufgrund von Bedingungen, die während des standardmäßigen Betriebs vorkommen können, zu schützen. Sämtliche Prüfungen müssen mithilfe der vom Hersteller für den Kollektor vorgesehenen Originalgeräte (Nachführungsgeräte, Pumpen, Sensoren usw.) und mithilfe von externen Energiequellen wie vom Hersteller angegeben durchgeführt werden. Der Hersteller muss die Eigenschaften der Einrichtungen zum Schutz der Anlage eindeutig festlegen und er muss angeben, ob für den Betrieb dieser Einrichtung(en) eine externe Energiequelle erforderlich ist.

ANMERKUNG Externe Ausrüstungen wie Solarpumpen oder -lüfter, die den Fluidfluss für den Normalbetrieb des Wärmeträgerfluidkreislaufs liefern, werden nicht als Teil des Kollektors angesehen.

5.2.2.2 Kollektoren, die externe Energiequellen für den Normalbetrieb verwenden

Der Gesamtenergieverbrauch für den Normalbetriebmodus des Kollektors muss auf angemessene Art und Weise im Prüfbericht bewertet und angegeben werden.

5.2.2.3 Kollektoren mit aktiven oder passiven Maßnahmen zum Selbstschutz

Die Schutzsysteme können aktiv sein, wie z. B. im Falle von Stellgliedern, Motoren und anderen Betriebsmitteln, oder auch passiv, wie im Falle von auf Wärme reagierenden Werkstoffen oder anderen konstruktiv vorgesehenen Einrichtungen. Normalerweise werden solche Selbstschutzsysteme durch einen bestimmten Schwellenwert aktiviert (Temperatur, Druck, mechanische Last usw.). Der Hersteller muss die Kontroll Sollwerte und Parameter an die Labore übermitteln. Sämtliche Dauerhaftigkeitsprüfungen müssen wie in diesem Dokument beschrieben durchgeführt werden, jedoch unter Bedingungen, die diesen Schwellenwerten ohne die Aktivierung der Selbstschutzmaßnahmen am nächsten kommen. Falls nötig wird der Kollektor mithilfe der angemessenen Flüssigkeiten und Durchflussmengen betrieben. Diese Prüfbedingungen haben Vorrang vor den Prüfbedingungen in den folgenden Kapiteln.

In einer Ergänzungsprüfung muss die Funktionsfähigkeit jeder Selbstschutzmaßnahme mindestens zweimal überprüft werden, indem die Schwellenwerte wie in diesem Dokument definiert an die Prüfbedingungen weitergeleitet werden.

Für alle Geräte mit externen Energiequellen für den Selbstschutz wird angenommen, dass die Energie im erforderlichen Umfang für den Normalbetrieb und für 5 min nach der Überschreitung des Schwellenwerts für den Selbstschutz verfügbar ist. Es muss überprüft werden, ob die Systeme den Kollektor rechtzeitig schützen können und ob er danach weiterhin geschützt ist, auch im Falle eines nachfolgenden kompletten Stromausfalls über mindestens 1 h.

Wenn diese Verfahren nicht anwendbar sind, muss eine alternative Prüfabfolge definiert werden, um einen geeigneten Betrieb sämtlicher aktiver und passiver Mechanismen während normaler Betriebsbedingungen und im Falle von zu aktivierenden Selbstschutzmaßnahmen zu verifizieren.

5.2.2.4 Bericht

Bestimmte Aspekte von Kollektoren, die externe Energiequellen und aktive oder passive Maßnahmen für den Normalbetrieb und den Selbstschutz verwenden, müssen im entsprechenden Unterabschnitt in Anhang A beschrieben und angegeben werden. Spezifikationen für die Durchflussmenge, die Flüssigkeitstemperatur und die Dauer des Durchflusses müssen dargelegt werden, wenn in der Prüfung ein Flüssigkeitsdurchfluss angewandt wurde.

5.2.3 Kollektoren, die Wärme und Strom erzeugen

5.2.3.1 Allgemeines

Diese Kollektoren müssen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und thermischen Leistungsfähigkeit wie jeder andere Sonnenkollektor geprüft werden. Sämtliche Prüfungen der thermischen Leistungsfähigkeit müssen unter den Maximalbedingungen für die Stromerzeugung durchgeführt werden. Bei sämtlichen Dauerhaftigkeitsprüfungen darf der Stromgenerator nicht an eine andere Last angeschlossen sein (offener Kreislauf), um die Kühlung des Kollektors zu verhindern und die ungünstigsten Betriebsbedingungen zu simulieren.

5.2.3.2 Bericht

Der Stromgenerator muss detailliert im Prüfbericht beschrieben werden. Die elektrische Betriebsart muss für alle Prüfungen berichtet werden.

5.2.4 Wind- und/oder Infrarot-empfindliche Kollektoren (WISC)

5.2.4.1 Allgemeines

Verschiedene Arten an Kollektoren werden gegenüber Wind und/oder Wärmestrahlung als empfindlich angesehen. Bei diesen Kollektoren befindet sich der Absorber oder das Wärmeträgerfluid normalerweise in engem Kontakt mit der Umgebung. Typische Beispiele umfassen polymerische Kollektoren ohne Abdeckung, einige PVT-Kollektoren oder einige Luftkollektoren.

5.2.5 Fassadenkollektoren

5.2.5.1 Allgemeines

Kollektoren, die nach der Herstellerspezifikation bei Neigungen von mehr als 75° betriebsfähig sind, müssen als Fassadenkollektoren angesehen werden.

5.2.6 Luft- und Flüssigkeitskollektoren

5.2.6.1 Allgemeines

Kollektoren, die für einen Betrieb als Flüssigkeits- und Lufterwärmer vorgesehen sind, dürfen entweder geprüft werden, wenn beide Funktionen aktiv sind, wobei die Funktionsbedingungen des Kollektors für beide Funktionen klar definiert sein müssen, oder als Flüssigkeitskollektor oder als Luftkollektor. Diese Kollektoren müssen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und thermischen Leistungsfähigkeit wie jeder andere Solarwärmekollektor geprüft werden. Bei Prüfungen der thermischen Leistungsfähigkeit muss die Funktion, die nicht geprüft wird, unter den unten angegebenen Bedingungen betrieben werden.

5.2.6.2 Bedingungen für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit für Flüssigkeitskollektoren

Wenn der Kollektor als Flüssigkeitskollektor geprüft wird, muss der Teil, der als Lufterwärmer fungiert, mit der vom Hersteller angegebenen Betriebsdurchflussmenge und einer Einlasstemperatur, die ungefähr der Umgebungstemperatur entspricht, betrieben werden.

5.2.6.3 Bedingungen für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit für Luftkollektoren

Wenn der Kollektor als Luftkollektor geprüft wird, muss der Teil, der als Flüssigkeitskollektor fungiert, mit der vom Hersteller angegebenen Betriebsdurchflussmenge und einer Einlasstemperatur, die ungefähr der Umgebungstemperatur entspricht, betrieben werden.

6 Innendruckprüfungen an Wärmeträgerfluidkanälen

6.1 Zweck

Diese Prüfung dient zur Beurteilung eines Kollektors, dem Höchstdruck im Wärmeträgerfluidkanal nach der Spezifikation des Herstellers standzuhalten.

6.2 Wärmeträgerfluidkanäle aus nicht polymerischen Werkstoffen

6.2.1 Prüfeinrichtung und Durchführung

Die Prüfeinrichtung besteht aus einem hydraulischen oder pneumatischen Druckgeber, einem Sicherheitsventil, einem Belüftungsventil und einem Druckmessgerät mit einer Standardunsicherheit von besser als 5 %. Das Belüftungsventil muss verwendet werden, um die Wärmeträgerfluidkanäle vor der Druckbeaufschlagung zu entlüften. Die Wärmeträgerfluidkanäle müssen mit auf Raumtemperatur gehaltener Flüssigkeit gefüllt und dem Prüfdruck ausgesetzt werden. Nach der Erhöhung des Drucks in den Wärmeträgerfluidkanälen des Kollektors auf den Prüfdruck müssen die Wärmeträgerfluidkanäle durch ein Absperrventil von der Druckquelle isoliert werden. Die Wärmeträgerfluidkanäle müssen während der Dauer der Prüfung von der Druckquelle getrennt bleiben und der Druck in den Wärmeträgerfluidkanälen muss beobachtet werden.

6.2.2 Prüfbedingungen

Die Druckprüfung von Wärmeträgerfluidkanälen muss bei einer Umgebungstemperatur im Bereich von $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$ unter Lichtschutz durchgeführt werden. Der Prüfdruck muss innerhalb von $\pm 5\%$ des 1,5-Fachen des vom Hersteller vorgegebenen Höchstbetriebsdrucks des Kollektors stabil sein, bevor der Kollektor von der Druckquelle getrennt werden kann. Der Prüfdruck muss für eine Dauer von mindestens 15 min aufrechterhalten werden.

6.3 Wärmeträgerfluidkanäle aus polymerischen Werkstoffen

6.3.1 Prüfeinrichtung und Durchführung

Die Prüfungen der Wärmeträgerfluidkanäle müssen bei Norm-Stagnationstemperatur durchgeführt werden, weil die Druckfestigkeit eines polymerischen Wärmeträgerfluidkanals bei Erhöhung seiner Temperatur beeinflusst werden kann. Die Prüfeinrichtung besteht aus einem hydraulischen oder pneumatischen Druckgeber und einer Vorrichtung zum Aufheizen der Wärmeträgerfluidkanäle auf die geforderte Prüftemperatur. Die Wärmeträgerfluidkanäle müssen für eine Dauer von mindestens 30 min vor der Prüfung und während der gesamten Prüfdauer auf der Prüftemperatur gehalten werden. Der Prüfdruck muss innerhalb von $\pm 5\%$ stabil gehalten werden.

Eines der folgenden Verfahren muss angewendet werden.

- a) Eintauchen der Wärmeträgerfluidkanäle in ein temperaturgeregeltes Wasserbad und Verwendung von Druckluft oder gefärbtem Wasser als Prüfmedium.
- b) Verbindung mit einem temperatur- und druckgeregelten Flüssigkeitskreis.
- c) Erwärmen des Kollektors in einem Sonnenstrahlungssimulator oder unter natürlicher Sonnenstrahlung und Verwendung einer Flüssigkeit als Prüfmedium.

6.3.2 Prüfbedingungen

Die Prüftemperatur muss die vom Hersteller festgelegte Betriebshöchsttemperatur oder die Norm-Stagnationstemperatur sein, je nachdem, welches der höhere Wert ist. Für Systeme, die einem atmosphärischen Druck ausgesetzt sind und dafür vorgesehen sind, unter den nach 5.2.2.3 geprüften Stagnationsbedingungen auszulassen, muss die Prüftemperatur die vom Hersteller spezifizierte höchste Betriebstemperatur sein. Der Prüfdruck muss das 1,5-Fache des vom Hersteller festgelegten höchsten Kollektorbetriebsdrucks betragen. Der Prüfdruck muss für mindestens 1 h beibehalten werden.

6.4 Ergebnisse und Bericht

Wenn sichtbar, müssen die Wärmeträgerfluidkanäle auf Undichtigkeiten, Ausbauchung und Verwindung untersucht werden. Bei nicht polymerischen Wärmeträgerfluidkanälen wird eine Leckage bei einem Druckabfall $\Delta p > 5 \%$ des Prüfdrucks oder 17 kPa, je nachdem, welcher Wert größer ist, und/oder im Falle einer Beobachtung von leakenden Flüssigkeitstropfen vermutet. Bei polymerischen Wärmeträgerfluidkanälen wird eine Leckage vermutet, wenn Tropfen oder ein Luftverlust beobachtet wird. Die Ergebnisse dieser Untersuchung müssen nach A.4 angegeben werden.

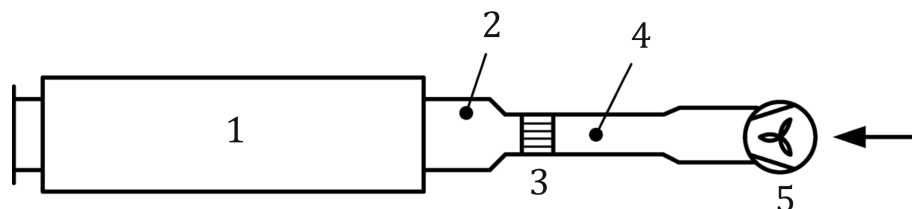
7 Prüfung der Luftleckrate (nur für Luftkollektoren)

7.1 Zweck

Diese Prüfung dient dazu, den Volumenstrom der aus Undichtigkeiten des Luftkollektors austretenden Luft, d. h. seinen Leckagevolumenstrom, zu quantifizieren. Bei einigen Kollektorausführungen ist die Prüfung der Luftleckrate nicht anwendbar, so z. B. bei Kollektoren mit offenem Kreislauf.

7.2 Prüfeinrichtung und Durchführung

Die Prüfung der Luftleckrate wird mit einem geeigneten Durchflussmessgerät durchgeführt, wie es z. B. in Bild 1 zu sehen ist. Leckagen, die aus anderen Quellen als dem Prüfgegenstand stammen, müssen quantifiziert und von dem für den Kollektor erhaltenen Ergebnis subtrahiert werden.



Legende

- 1 Solarlufterhitzer
- 2 Druckmessgerät
- 3 Durchflussmessgerät
- 4 Temperaturfühler
- 5 Lüfter

Bild 1 — Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für die Bestimmung der Luftleckrate von Solarluftkollektoren

7.3 Prüfbedingungen

Alle Rohrverbindung außer einer müssen abgedichtet werden. Die verbleibende Rohrverbindung muss mit einem Messgerät für den Volumenstrom sowie einem Lüfter mit variabler Drehzahl verbunden werden. Die Druckdifferenz zwischen der verbleibenden Rohrverbindung und der Umgebung muss mithilfe eines Druckdifferenzmessers gemessen werden.

Die Prüfung selbst besteht aus zwei Teilen, einer Überdruck- und einer Unterdruck-Luftleckratenprüfung. Die Prüfung muss unter Beaufschlagung mit Überdruck bzw. Unterdruck durchgeführt werden. Die Standardunsicherheit muss für die Messung des Luftvolumenstroms besser als $\pm 2\%$ und für die Druckdifferenzmessung besser als ± 10 Pa sein.

Im Falle von polymerischen Wärmeträgerfluidkanälen muss die Prüfung bei Betriebshöchsttemperatur, wie durch den Hersteller festgelegt, durchgeführt werden.

7.4 Ergebnisse und Bericht

Die Ergebnisse müssen wie in A.5 gefordert angegeben werden.

8 Bruch- oder Druckprüfung (nur bei Luftkollektoren)

8.1 Zweck

Diese Prüfung dient dazu, festzustellen, ob die betreffenden Luftkollektoren in der Lage sind, den Drücken standzuhalten, die sich für die Luftleitungssysteme, in die sie eingebaut werden, erwarten lassen.

8.2 Prüfeinrichtung und Durchführung

8.2.1 Allgemeines

Es muss eine ähnliche Einrichtung verwendet werden wie für die Dichtheitsprüfung von Luftkollektoren und die Messgenauigkeit muss dieselben Anforderungen erfüllen (siehe 7.2). Es ist sicherzustellen, dass der Ventilator mit variabler Drehzahl für den vorgesehenen Über- oder Unterdruck geeignet ist.

Die Prüfung muss bei Umgebungstemperatur durchgeführt werden. Falls das Wärmeträgermedium in direktem Kontakt mit polymerischen Werkstoffen ist, muss diese Prüfung bei Norm-Stagnationstemperatur durchgeführt werden. Der Kollektor muss nach einem der folgenden Verfahren erwärmt werden:

- a) Anschließen einer Heizvorrichtung an den Flüssigkeitskreislauf und Durchleiten von heißer Luft durch den Kollektor, bevor der Kollektoraustritt verschlossen wird.
- b) Erhitzen des gesamten Kollektors in einem Sonnenstrahlungssimulator.
- c) Erhitzen des gesamten Kollektors im Freien unter natürlicher Sonneneinstrahlung.

8.2.2 Kollektoren mit geschlossenem Kreislauf

Die Prüfung muss nach folgendem Ablauf durchgeführt werden:

- a) Der Druckmesser ist in den Anschluss für den Kollektoraustritt einzubauen, und der Eintrittsanschluss ist über den Durchflussmesser und den Druckregler an die Luftzufuhr anzuschließen.
- b) Es ist sicherzustellen, dass die Luftzufuhr geeignet ist, um den vorgesehenen Über- oder Unterdruck anzulegen.
- c) Der Druckregler ist auf Umgebungsdruck einzustellen und der Druckablesewert bei Nullstellung ist zu notieren.
- d) Falls die Prüfung bei einer anderen Temperatur als der Umgebungstemperatur durchgeführt wird, muss der Kollektor nach einem der in 8.2.1 angegebenen Verfahren erwärmt werden.
- e) Die Luftzufuhr ist einzuschalten, und das Regelventil ist zu öffnen, bis ein Manometerdruck vom 1,5-Fachen des vom Hersteller festgelegten Betriebshöchst drucks des Kollektors (Über- und/oder Unterdruck) erreicht ist, und dieser ist 10 min lang zu halten.
- f) Der Kollektor ist zu untersuchen, und sämtliche Anzeichen von strukturellem Schaden sind im Prüfbericht anzugeben.

8.2.3 Zur Umgebung offene Kollektoren

Die Prüfung muss nach folgendem Verfahren durchgeführt werden:

- a) Der Druckablesewert bei Nullstellung ist zu notieren, wobei keine Luft durch den Kollektor strömt.
- b) Die Luftzufuhr ist einzuschalten und zu steigern, bis ein Volumenstrom vom 1,5-Fachen des vom Hersteller festgelegten Höchstwertes erreicht ist, und dieser ist für eine Dauer von mindestens 15 s zu halten. Der Kollektor ist in der für die normale Nutzung vorgesehenen Konfiguration zu prüfen, wobei Luft von atmosphärischem Druck in den Kollektor eingeleitet wird.
- c) Der Luftstrom muss für eine Dauer von mindestens 10 min aufrechterhalten werden. Am Ende dieser Dauer von 10 min ist der Kollektor unter Beibehaltung des Luftvolumenstroms zu untersuchen, und sämtliche Anzeichen von Verwindung oder Zusammenbruch sind im Prüfbericht anzugeben.

8.3 Ergebnisse und Bericht

Der Prüfbericht muss wie in A.6 gefordert erstattet werden.

9 Norm-Stagnationstemperatur

9.1 Zweck

Dieser Abschnitt enthält zwei Verfahren (9.3 und 9.4) für die Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur eines Kollektors, d. h. der Temperatur eines Kollektors in Phasen starker Sonnenstrahlung und hoher Umgebungstemperaturen, in denen dem Kollektor keine Nutzwärme entnommen wird. Die Norm-Stagnationstemperatur ϑ_{stg} wird für eine Solarbestrahlungsstärke $G_S = 1\,000\text{ W/m}^2$ und eine Umgebungstemperatur $\vartheta_{\text{as}} = 30\text{ °C}$ bestimmt. Die Norm-Stagnationstemperatur wird in den folgenden Prüfungen verwendet:

- Innendruckprüfung von Kollektoren mit polymerischen Absorbern (siehe 6.3);
- Luftleckratenprüfungen von Luftkollektoren mit polymerischen Wärmeträgerfluidkanälen (siehe Abschnitt 7);
- Bruch- oder Druckprüfung der Luftkollektoren mit polymerischen Werkstoffen (siehe Abschnitt 8);
- Freilandbewitterungsprüfung (siehe Abschnitt 10).

9.2 Prüfung unter Stagnationsbedingungen

Der Begriff Prüfung unter Stagnationsbedingungen wird wie folgt definiert: Der Kollektor muss im Freien aufgestellt oder in einen Sonnenstrahlungssimulator eingebaut werden. Flüssigkeitskollektoren dürfen nicht mit der Wärmeträgerflüssigkeit oder einer anderen Flüssigkeit gefüllt sein. Alle Flüssigkeitsrohre bis auf eines müssen verschlossen sein, um Abkühlung infolge natürlicher Luftbewegung zu vermeiden. Wenn ein Temperaturfühler erforderlich ist, muss dieser fest am Absorberstandort angebracht werden, wo die höchste für das Wärmeträgerfluid relevante Temperatur erwartet wird. Der Temperaturfühler muss gegen Sonnenstrahlung abgeschirmt sein. Wenn der Kollektor mit einem Fühlerrohr ausgestattet ist, muss der Temperaturfühler dort mithilfe einer wärmeleitenden Paste installiert werden, um einen guten Wärmekontakt sicherzustellen. Andernfalls gilt Folgendes: Bei Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren mit Direktfluss wird definiert, dass diese Stelle in zwei Dritteln der Absorberhöhe und der halben Absorberbreite liegt. Für Vakuum-Röhrenkollektoren mit Wärmerohren liegt diese Stelle direkt auf einem Kondensator eines Wärmerohrs. Bei einigen Vakuum-Röhrenkollektoren kann es sinnvoll sein, die Norm-Stagnationstemperatur auf einem einzelnen Rohr mit angemessener Dämmung darauf zu messen, um die Wärmeverluste zu reduzieren und einen kompletten Kollektor zu simulieren. Wo diese Definitionen nicht gelten, muss eine alternative geeignete Stelle definiert werden.

Kollektoren ohne rückseitige Dämmung müssen auf einer dunklen nicht metallischen Fläche ($\alpha > 80 \%$) montiert werden, um Höchsttemperaturen zu erzeugen, die mit den ungünstigsten Bedingungen übereinstimmen.

Kollektoren mit Selbstschutz müssen nach 5.2.2.3 mit einer Temperatur zwischen $0,95 \vartheta_{\text{Auslösung}}$ und $\vartheta_{\text{Auslösung}}$ betrieben werden.

9.3 Messung und Extrapolation der Norm-Stagnationstemperatur

Der Kollektor muss unter Stagnationsbedingungen mit einem angebrachten Temperaturfühler geprüft werden. Die Position des Fühlers muss im Prüfbericht angegeben werden.

Der Kollektor wird mindestens 1,5 h stabilen Stagnationsbedingungen mit einer mittleren Geschwindigkeit der Umgebungsluft von weniger als 1 m/s ausgesetzt. Stabile Bedingungen sind gegeben, wenn die Bestrahlungsstärke G_m stets innerhalb von $1\,000 \text{ W/m}^2 \pm 100 \text{ W/m}^2$ liegt, wenn die gemessene Umgebungstemperatur ϑ_{am} stets innerhalb von $30 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ liegt.

Basierend auf der Schätzung, dass das Verhältnis $(\vartheta_{\text{sm}} - \vartheta_{\text{am}})/G_m$ unter stationären Stagnationsbedingungen für den Kollektor konstant bleibt, wird die Norm-Stagnationstemperatur für die ausgewählten Parameter (G_S und ϑ_{as}) gegeben durch Gleichung (1):

$$\vartheta_{\text{stg}} = \vartheta_{\text{as}} + \frac{G_S}{G_m} (\vartheta_{\text{sm}} - \vartheta_{\text{am}}) \quad (1)$$

Die Norm-Stagnationstemperatur des Kollektors ist definiert als der Mittelwert von ϑ_{stg} über den Messzeitraum von 1 h. Der Mittelwert ist das Mittel der einzelnen Temperaturpunkte, berechnet aus den Daten, die in Intervallen von höchstens 1 min gemessen wurden.

9.4 Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur anhand von Wirkungsgradparametern

Basierend auf der Definition, dass unter Stagnation keine Nutzwärmeentfernung möglich ist, wird die Stagnationstemperatur als Absorbertemperatur ϑ_{abs} definiert, wobei die gemessene thermische Leistungsfähigkeit null entspricht. Die Norm-Stagnationstemperatur ϑ_{stg} für die Bestrahlungsstärke $G_S = 1\,000 \text{ W/m}^2$ und die Umgebungstemperatur $\vartheta_{\text{as}} = 30 \text{ °C}$ wird dann mithilfe von Gleichung (2) berechnet:

$$\vartheta_{\text{stg}} = 1,2 \cdot \left(\vartheta_{\text{as}} + \frac{-a_1 + \sqrt{a_1^2 + 4\eta_{0,\text{hem}} a_2 G_S}}{2a_2} \right) \quad (2)$$

Der Faktor von 1,2 wird eingeführt, um die Windgeschwindigkeit von 2 m/s bis 4 m/s während der Leistungsmessungen auszugleichen, deren Wert höher ist als unter Stagnationsbedingungen. Für quasidynamische Messungen wird $(\eta_{0,\text{hem}} \cdot 1\,000 \text{ W/m}^2)$ durch $\{\eta_{0,b} [K_b(0,0) \cdot 850 \text{ W/m}^2 + K_d \cdot 150 \text{ W/m}^2]\}$ ersetzt.

Dieser Ansatz basiert auf der Extrapolation der Gleichung für den Kollektorstagnationsgrad auf die Stagnationsbedingung, d. h. wo die Wärmeabgabe null entspricht. Um sicherzustellen, dass die Gleichung für den Wirkungsgrad immer noch gültig ist, müssen einige der gemessenen Kollektorstagnationsgraden mit den Parametern ϑ_m , ϑ_{as} und G gemessen worden sein, was zu einer Leistung $\dot{Q} \leq \dot{Q}_{\text{Spitze}}/2$ mit der zusätzlichen Bedingung führt, dass $G > 800 \text{ W/m}^2$. Ist dies nicht der Fall, ist das Verfahren nicht anwendbar.

Die Stagnationstemperaturen für andere Klimabedingungen G'_s und ϑ'_{am} müssen mithilfe der Norm-Stagnationstemperatur wie in Gleichung (3) angegeben berechnet werden:

$$\vartheta_{stg}(G'_s, \vartheta'_{am}) = \vartheta'_{am} + \frac{G'_s}{1\,000}(\vartheta_{stg} - 30) \quad (3)$$

9.5 Ergebnisse und Bericht

Die Norm-Stagnationstemperatur wird in einer aufgerundeten 10 °C-Auflösung angegeben (siehe A.7).

10 Freilandbewitterungs- und Halbbewitterungsprüfung

10.1 Zweck

Die Freilandbewitterungsprüfung stellt eine einfache Zuverlässigkeitsprüfabfolge dar, die Betriebsbedingungen anzeigt (oder simuliert), die während des tatsächlichen Betriebs wahrscheinlich auftreten können, und sie ermöglicht es dem Kollektor, sich zu regulieren, sodass nachfolgende Eignungsprüfungen eher zu wiederholbaren Ergebnissen führen. Damit der Kollektor sich vor der Durchführung bestimmter Prüfungen regulieren kann, wird eine Abfolge für die Halbbewitterungsprüfung definiert. Die Freilandbewitterungsprüfung umfasst stets die Halbbewitterungsprüfung.

Eine der in Tabelle 2 definierten Klimaklassen muss für die Prüfung ausgewählt werden. Die Klimaklasse C ist für besondere Zwecke ausgelegt und darf nach Bedarf definiert werden. Es sind drei verschiedene Verfahren zur Durchführung der Prüfungen verfügbar. Die Ergebnisse der drei Verfahren werden als vergleichbar angesehen. Jede Freilandbewitterungs- und Halbbewitterungsprüfung wird mit einer anfänglichen Freilandbewitterung im Außenbereich unter Stagnationsbedingungen (siehe 10.2) begonnen, gefolgt von einem der drei Prüfverfahren.

10.2 Anfängliche Freilandbewitterung

Der Kollektor muss mindestens 30 Tage (oder 15 Tage für die Halbbewitterung) im Freien unter sämtlichen Klimabedingungen für die Prüfung unter Stagnationsbedingungen (siehe Abschnitt 9) montiert werden. Der Neigungswinkel muss im Bereich von 30° bis 60° liegen, wenn dies innerhalb der Spezifikation des Herstellers liegt. Wenn dies nicht der Fall ist, dann ist die Herstellerspezifikation zu verwenden, die diesem Bereich am nächsten liegt. Für Fassadenkollektoren müssen 50 % der anfänglichen Freilandbewitterung mit einer vertikalen Ausrichtung des Kollektors erfolgen. Die Kollektoren müssen mindestens einmal wöchentlich einer Sichtprüfung unterzogen werden, und sämtliche der in Abschnitt 17 festgelegten Anzeichen von Beschädigung müssen protokolliert und zusammen mit den Prüfergebnissen angegeben werden.

10.3 Verfahren 1

Die Umgebungslufttemperatur muss mit einer Standardunsicherheit von 1 K und die hemisphärische Bestrahlungsstärke in der Kollektorebene unter Verwendung eines Pyranometers der Klasse I oder besser nach ISO 9060 aufgezeichnet werden. Die Werte der Strahlungsenergie und der mittleren Umgebungstemperatur müssen mindestens alle 5 min aufgezeichnet werden.

Der Kollektor muss weiter ausgesetzt werden, bis die minimale Strahlungsenergie H , wie in Tabelle 2 gezeigt, erreicht wurde. Die anfängliche Freilandbewitterungszeit darf eingeschlossen werden, wenn die Umgebungstemperatur und die hemisphärische solare Bestrahlungsstärke entsprechend gemessen werden.

Der Kollektor muss außerdem mindestens 32 h (16 h für Halbbewitterung) einer Bestrahlungsstärke und Umgebungstemperatur von mehr als dem in Tabelle 2 angegebenen Wert ausgesetzt werden. Bedingungen, die nach Abschnitt 9 zur selben Kollektortemperatur führen, sind akzeptabel. Diese Stunden müssen aus Zeiträumen von mindestens 30 min zusammengesetzt werden. Die anfängliche Freilandbewitterung darf eingeschlossen werden, wenn die erwähnten Daten entsprechend gemessen werden.

Bewitterungsprüfungen in Innenräumen unter Verwendung eines Sonnenstrahlungssimulators dürfen durchgeführt werden, um die Dauer von 32 h oder 16 h und/oder die Bestrahlung nach Ablauf der 30 oder 15 Tage im Freien zu erreichen. Die Dauer der Prüfzyklen darf höchstens 8 h betragen. Falls ein Zyklus länger als 8 h dauert, werden nur 8 h gezählt. Zwischen den einzelnen Zyklen muss jeweils eine Pause von mindestens 4 h eingelegt werden, um den Kollektor auf einen Wert nahe der Umgebungstemperatur abzukühlen. Die Merkmale des zu verwendenden Sonnenstrahlungssimulators müssen 19.2.2 entsprechen. Für Nicht-WISC-Kollektoren muss nur das Einstrahlungsspektrum im Kurzwellenbereich berücksichtigt werden.

Die Kollektoren müssen mindestens einmal wöchentlich einer Sichtprüfung unterzogen werden, und sämtliche der in Abschnitt 17 festgelegten Anzeichen von Beschädigung müssen protokolliert und zusammen mit den Prüfergebnissen angegeben werden.

10.4 Verfahren 2

Nach der anfänglichen Freilandbewitterung wird der Kollektor mithilfe eines geeigneten Wärmeträgerfluids mit einem gepumpten Wärmeübertragungskreislauf verbunden, wobei der Kollektor Teil des Kreislaufs ist. Ein geeignetes Wärmeträgerfluid verbleibt bei Stagnationstemperatur und dem maximal zulässigen Betriebsdruck des Kollektors in flüssigem Zustand. Der Kollektor wird mit einer Fluidtemperatur $\vartheta_m = \vartheta'_{\text{stg}}(G'_S, \vartheta'_{\text{am}}) + 10 \text{ °C}$ mit dem höchstmöglichen Durchfluss betrieben, wobei $\vartheta'_{\text{stg}}(G'_S, \vartheta'_{\text{am}})$ als Stagnationstemperatur für die ausgewählte Klimaklasse nach Abschnitt 9 berechnet werden muss. Das System mit diesem Durchfluss und dieser Temperatur maximal 8 h laufen lassen und die Pumpe dann für mindestens 4 h ausschalten. Diese Zyklen wiederholen, bis die Werte für die ausgewählte Klimaklasse erreicht werden.

Den Kollektor jeden Tag einer Sichtprüfung unterziehen und Änderungen des Erscheinungsbildes notieren.

Dieses Verfahren ist nicht für Wärmeübertragungsrohrkollektoren anwendbar.

10.5 Verfahren 3

Nach der anfänglichen Freilandbewitterung wird der Kollektor für die Prüfung unter Stagnationsbedingungen (siehe 9.2) in einem temperaturgeregelten Sonnenstrahlungssimulator installiert. Die Leistung des Sonnenstrahlungssimulators wird so angepasst, dass die mittlere an sechs gleichmäßig verteilten Punkten auf dem Kollektor gemessene Strahlung größer ist als die Strahlung, die für die ausgewählte Klimaklasse in Tabelle 2 angegeben ist, mit weniger als 20 % Schwankung für die gesamte Apertur. Die Umgebungstemperatur muss höher sein als die für die ausgewählte Klimaklasse angegebene Temperatur. Das System unter diesen Bedingungen laufen lassen, wobei der Simulator maximal 8 h betrieben werden darf, und dann mindestens 4 h lang ausschalten. Diesen Betriebszyklus wiederholen, bis die Werte für die ausgewählte Klimaklasse erreicht werden.

Den Kollektor jeden Tag einer Sichtprüfung unterziehen und Änderungen des Erscheinungsbildes notieren.

10.6 Prüfbedingungen

Es müssen die in Tabelle 2 angegebenen Referenzbedingungen angewendet werden. Die angegebenen Werte sind Mindestwerte für die Prüfung. Die Klimaklasse wird vom Hersteller des Kollektors ausgewählt.

Tabelle 2 — Klimatische Referenzbedingungen für die Freilandbewitterung sowie für die Prüfung mit schnellem äußerem und innerem Temperaturwechsel

Klimatische Bedingung	Wert für die Klimaklasse				
	Klasse C Individuell		Klasse B Sonnig	Klasse A Sehr sonnig	Klasse A+ Extrem sonnig
Minimale hemisphärische solare Bestrahlungsstärke G_{hem} in der Kollektorebene im Verlauf von mindestens 32 h (bzw. im Falle der Halbbewitterung 16 h) bei Mindestumgebungstemperatur ϑ_a^a	G_x $\vartheta_{a,x}$		900 W/m ² 15 °C	1 000 W/m ² 20 °C	1 100 W/m ² 40 °C
Strahlungsenergie H in der Kollektorebene bei der Freilandbewitterung im Verlauf von mindestens 30 Tagen	H_x		540 MJ/m ²	600 MJ/m ²	700 MJ/m ²
Strahlungsenergie H in der Kollektorebene bei Halbbewitterung im Verlauf von mindestens 15 Tagen	$H_x/2$		270 MJ/m ²	300 MJ/m ²	350 MJ/m ²
^a Für Prüfungen mit schnellem äußerem und innerem Temperaturwechsel können die Werte als Mittelwerte für 1 h verstanden werden.					

10.7 Ergebnisse und Bericht

Die Ergebnisse, einschließlich der ausgewählten Klimaklasse, der gemessenen Bestrahlungsstärke und den Temperaturstufen, sowie sämtliche Beobachtungen müssen wie in A.8 gefordert angegeben werden.

11 Schneller äußerer Temperaturwechsel

11.1 Zweck

Kollektoren können an heißen Sonnentagen gelegentlichen plötzlichen Regenschauern ausgesetzt sein, wodurch eine starke äußere Temperaturänderung hervorgerufen wird. Diese Prüfung dient zur Beurteilung eines Kollektors, solchen schnellen Temperaturwechseln ohne Ausfall standzuhalten.

Kollektoren mit gehärtetem Glas werden als konform mit dieser Anforderung angesehen und es ist keine Prüfung erforderlich.

11.2 Prüfeinrichtung und Durchführung

Der Kollektor muss unter Stagnationsbedingungen betrieben oder wie in Verfahren 2 der Freilandbewitterungsprüfung mit einem Fluidkreislauf verbunden werden. Im Falle von Luftkollektoren müssen der Eintritt und der Austritt vor dem Eindringen von Wasser geschützt werden.

Um ein gleichmäßiges Besprühen der Vorderseite des Kollektors mit Wasser sicherzustellen, muss eine Gruppe von Düsen vorgesehen werden.

Der Kollektor muss zwei schnellen äußeren Temperaturwechseln ausgesetzt werden.

11.3 Prüfbedingungen

Der Kollektor muss den ausgewählten Klimabedingungen nach Tabelle 2 oder Bedingungen, die zur selben Kollektortemperatur nach Abschnitt 9 führen, mindestens 1 h ausgesetzt werden, bevor er mindestens 5 min mit Wasser besprüht wird.

Kollektoren mit Überhitzungsselbstschutzmechanismus müssen 1 h nahe der Selbstschutzauslösetemperatur betrieben werden, bevor sie mindestens 15 min mit Wasser besprüht werden.

Die Temperatur des versprühten Wassers muss stets zwischen 10 °C und 25 °C liegen, und eine Sprühdosis von mehr als 0,03 kg/s je Quadratmeter Brutto-Kollektorfläche bereitstellen.

11.4 Ergebnisse und Bericht

Die Ergebnisse müssen wie in A.9 gefordert angegeben werden.

12 Prüfung mit schnellem internem Temperaturwechsel (nur bei Flüssigkeitskollektoren)

12.1 Zweck

Kollektoren können an heißen Sonnentagen gelegentlich einem plötzlich einströmendem kalten Wärmeträgerfluid ausgesetzt sein, wodurch im Inneren eine Temperaturänderung hervorgerufen wird; dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Anlage nach einer Außerbetriebsetzung wieder in Betrieb genommen wird, während der Kollektor seine Stagnationstemperatur hat. Diese Prüfung dient der Beurteilung der Fähigkeit eines Kollektors, schnellen Temperaturwechseln dieser Art ohne Ausfall standzuhalten.

12.2 Prüfeinrichtung und Durchführung

Der Kollektor muss entweder im Freien aufgestellt oder in einem Sonnenstrahlungssimulator installiert werden. Flüssigkeitskollektoren dürfen nicht mit der Wärmeträgerflüssigkeit oder einer anderen Flüssigkeit gefüllt sein. Alle Wärmeträgerfluidkanäle müssen abgedichtet werden. Nur einer muss offen gelassen werden, damit sich die Luft im Absorber ungehindert ausdehnen kann. Eines der abgedichteten Wärmeträgerfluidrohre muss über ein Absperrventil mit einer Wärmeträgerfluidquelle verbunden werden.

Der Kollektor muss zwei schnellen inneren Temperaturwechseln ausgesetzt werden.

Dieses Verfahren ist nicht auf die werkmäßig abgedichteten Teile des Kollektors anwendbar.

12.3 Prüfbedingungen

Der Kollektor muss den ausgewählten Klimabedingungen nach Tabelle 2 oder Bedingungen, die zur selben Kollektortemperatur nach Abschnitt 9 führen, mindestens 1 h ausgesetzt werden, bevor er mindestens 5 min mit kaltem Wärmeträgerfluid gespült wird. Für alle Kollektoren muss sichergestellt werden, dass der Kollektor komplett mit Fluid befüllt ist.

Kollektoren mit Überhitzungsselbstschutzmechanismus müssen 1 h nahe der Selbstschutzauslösetemperatur betrieben werden, bevor sie mindestens 5 min mit kalter Flüssigkeit gespült werden.

Die Temperatur des kalten Wärmeträgerfluids muss weniger als 25 °C betragen. Der Massenstrom muss dem größten bei der Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit verwendeten Massenstrom entsprechen bzw. mindestens 0,02 kg/s je Quadratmeter Brutto-Kollektorfläche betragen (sofern der Hersteller nichts anderes festgelegt hat).

12.4 Ergebnisse und Bericht

Die Ergebnisse müssen wie in A.10 gefordert angegeben werden.

13 Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser

13.1 Zweck

Diese Prüfung soll die Fähigkeit eines Kollektors bewerten, frei fallendem Regen oder Schlagregen ohne Schäden und ohne das Eindringen von Wasser zu einem solchen Ausmaß standzuhalten, dass keine signifikante Reduzierung der thermischen Leistungsfähigkeit oder Lebensdauer erwartet werden muss.

13.2 Prüfeinrichtung und Durchführung

Der Kollektor muss auf einem offenen Rahmen und im flachsten vom Hersteller spezifizierten Installationswinkel installiert werden. Kollektoren, die ausschließlich für den Einbau in eine Dachkonstruktion vorgesehen sind, müssen auf einem simulierten Dach montiert werden, wobei ihre Unterseite geschützt sein muss. Die Anordnung des Kollektors und der Sprühdüsen wird in Bild 2 festgelegt.

Wenn diese Prüfungsanordnung nicht anwendbar ist oder unangemessen scheint, muss eine vergleichbare Konfiguration eingerichtet werden, in der alle freiliegenden Punkte der Kollektorkonstruktion, die potentiell anfällig für Schäden oder das Eindringen von Regen sind (zum Beispiel der Motor eines nachgeführten Parabolrinnenkollektors), mit zusätzlichen Sprühdüsen besprüht werden müssen.

Während des gesamten Prüfverfahrens muss der Kollektor vor Licht ($G < 200 \text{ W/m}^2$) abgeschirmt werden und muss warm gehalten werden, indem eine heiße Flüssigkeit mit 55°C ($\pm 5 \text{ K}$) durch den Absorber zirkuliert wird. Luftkollektoren müssen ohne erzwungenen Luftstrom auf Umgebungstemperatur gelassen werden. Alle Kollektoren müssen sich unter diesen Bedingungen für mindestens 1 h stabilisieren. Der Kollektor wird dann für 4 h besprüht. Nach dem Besprühen muss der Kollektor bis zur Endkontrolle abgeschirmt bleiben.

Das Eindringen von Wasser in den Kollektor muss innerhalb von 72 h nach dem Sprühen durch die Endkontrolle festgelegt werden (siehe Abschnitt 17). Dadurch werden die Stoßfestigkeits- und mechanische Belastungsprüfungen ermöglicht. Der Kollektor muss vor direktem Licht abgeschirmt werden, darf aber bis zur Endkontrolle nicht mehr warm gehalten werden. Der Kollektor muss so gelagert werden, dass die Ergebnisse nicht beeinflusst werden und ein unnötiger Transport muss vermieden werden.

13.3 Prüfbedingungen

Für die erforderlichen Sprühdüsen gelten die folgenden Festlegungen:

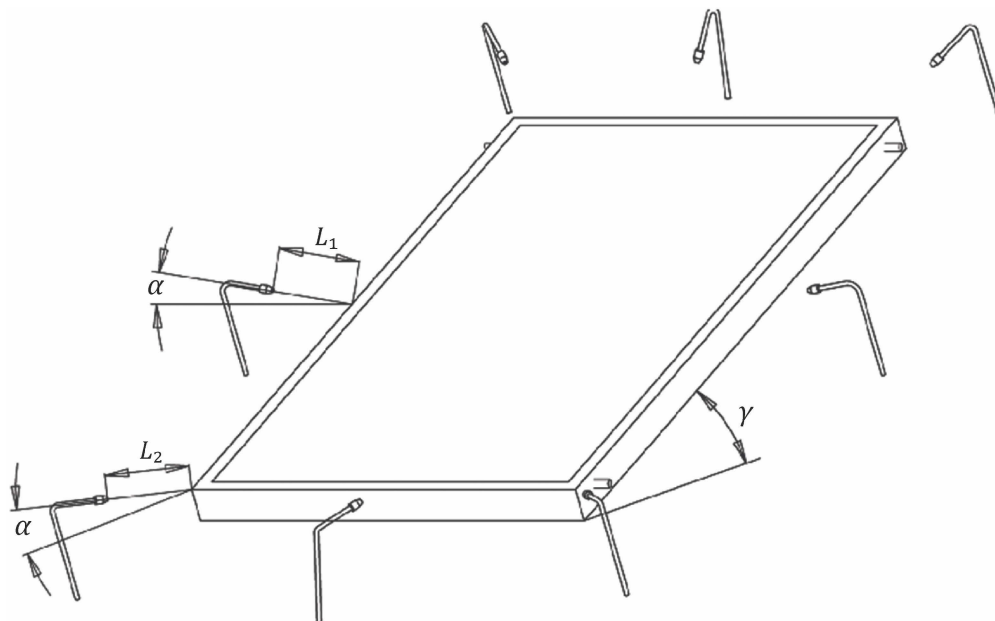
- vollkonisches Sprühen;
- Massenstrom von 2 kg/min ($\pm 0,5 \text{ kg/min}$) je Düse;
- Sprühwinkel von $60^\circ \pm 5^\circ$;
- Tropfengröße $> 150 \mu\text{m}$, nach den technischen Informationen des Sprühdüsenherstellers;
- der Wasserdruck muss in jeder Düse auf 300 kPa ($\pm 50 \text{ kPa}$) gehalten werden.

Wenn anwendbar muss die Anordnung der Sprühköpfe folgendermaßen aussehen:

- mindestens jede Ecke und jede Seite des Gehäuses muss direkt wie in Bild 2 gezeigt besprüht werden;
- mindestens jede in Bild 3 gezeigte Fläche (Flachkollektoren mit Mittelbalken) wird direkt besprüht;
- mindestens jede in Bild 4 gezeigte Fläche (Vakuum-Röhrenkollektoren) wird direkt besprüht;

- die Sprühdüsen sind unter einem Winkel von $30^\circ (\pm 5^\circ)$ zur Kollektorebene auf den Kollektor gerichtet;
- die Sprühköpfe befinden sich 250 mm (± 50 mm) vom Kollektor entfernt;
- der maximale Abstand zwischen zwei Sprühdüsen beträgt 150 cm. Es müssen zusätzliche Sprühköpfe installiert werden, wenn dies nicht möglich ist.

Mittelbalken und andere Strukturkomponenten, für die das Eindringen von Wasser eine Möglichkeit darstellt, müssen entsprechend besprüht werden. Zusätzliche Sprühköpfe müssen in einem Abstand von 400 mm bis 600 mm vom Kollektor platziert werden; der Winkel von 30° ist nicht erforderlich.



Legende

L_1 L_2 250 mm

α 30° -Winkel der Sprühdüse zur Kollektoroberfläche

γ kleinster vom Hersteller empfohlener Neigungswinkel zur Horizontalen; ist dieser Winkel nicht festgelegt, so ist ein Wert von 30° zu verwenden

Bild 2 — Anordnung von Kollektor und Sprühdüsen für die Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser

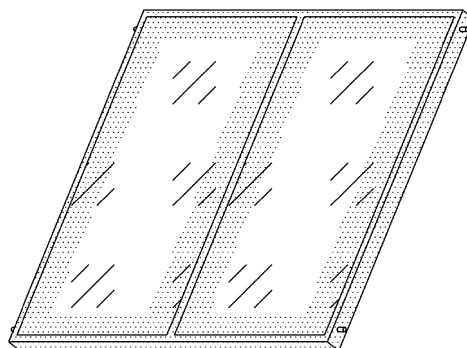


Bild 3 — Zu besprühende Flächen bei Flachkollektoren (einschließlich Mittelbalken)

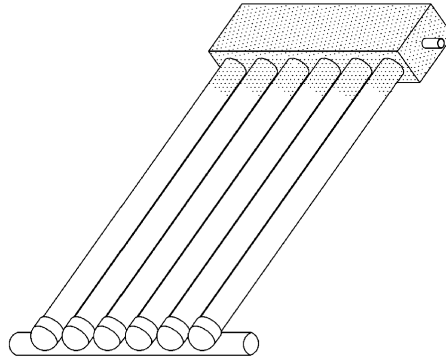


Bild 4 — Zu besprühende Flächen bei Vakuum-Röhrenkollektoren

13.4 Ergebnisse und Bericht

Die Ergebnisse müssen wie in A.11 gefordert angegeben werden.

14 Frostbeständigkeitsprüfung

14.1 Zweck

Diese Prüfung dient der Beurteilung der Fähigkeit eines Kollektors, Frost ohne Beschädigungen standzuhalten. Diese Prüfung ist nur auf Kollektoren anwendbar, die angeblich frostbeständig sind, sowie auf Kollektoren mit Wärmeübertragungsrohren. Für Selbstschuttkollektoren gilt 5.2.2.3. Kollektoren mit zusätzlichen Flüssigkeiten mit Frostrisiko, z. B. in Wärmeübertragungsrohren, müssen auf ihre Frostbeständigkeit geprüft werden.

Je nach Kollektor muss mindestens eins der folgenden Verfahren angewendet werden.

14.2 Frostbeständige Kollektoren

14.2.1 Allgemeines

Der Kollektor muss in einer Kältekammer installiert werden. Der Kollektor muss korrekt aufgestellt werden und vollständig verschlossen werden; der Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen muss der kleinste vom Hersteller empfohlene Winkel sein.

14.2.1.1 Kollektoren mit Ablassfrostschutz

Vor jedem Prüfzyklus muss der Kollektor für eine Dauer von 10 min mit Wasser gefüllt und dann 5 min mit dem vom Hersteller installierten Gerät geleert werden. Am niedrigsten Punkt der Kollektorrohre muss ein Temperaturfühler angebracht sein, damit die Temperatur des verbleibenden Wassers überwacht werden kann.

14.2.1.2 Frostbeständige Kollektoren

Der Kollektor muss bei Betriebsdruck mit Wasser gefüllt werden. Am Ende jedes Zyklus muss der Kollektor erneut bei Betriebsdruck mit Wasser gefüllt werden. Die Wassertemperatur muss während der gesamten Prüfung überwacht werden.

14.2.2 Prüfbedingungen

Die Prüftemperatur muss so eingestellt werden, dass der Temperaturfühler eine Temperatur von maximal -20 °C (oder wie vom Hersteller spezifiziert) mindestens 1 h je Zyklus anzeigt. Der Kollektor wird dann auf mindestens $+10\text{ °C}$ Fühlertemperatur abgetaut und mindestens 1 h je Zyklus warm gehalten. Dieser Prüfzyklus muss drei Mal wiederholt werden.