DIN EN 12975-2:2006-06 (D)

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren - Teil 2: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 12975-2:2006

Inhalt

Seite

Vorwort ... 7

Einleitung ... 8

1 Anwendungsbereich ... 9

2 Normative Verweisungen ... 9

3 Begriffe ... 9

4 Symbole und Einheiten ... 9

5 Zuverlässigkeitsprüfung von Flüssigkeitskollektoren ... 12
5.1 Allgemeines ... 12
5.2 Innendruckprüfungen für Absorber ... 13
5.2.1 Anorganische Absorber ... 13
5.2.2 Absorber aus organischen Werkstoffen (Kunststoffe oder Elastomere) ... 13
5.3 Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit ... 16
5.3.1 Zweck ... 16
5.3.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 16
5.3.3 Prüfbedingungen ... 16
5.3.4 Ergebnisse ... 17
5.4 Expositionsprüfung ... 17
5.4.1 Zweck ... 17
5.4.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 17
5.4.3 Prüfbedingungen ... 17
5.4.4 Ergebnisse ... 18
5.5 Schneller äußerer Temperaturwechsel ... 18
5.5.1 Zweck ... 18
5.5.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 18
5.5.3 Prüfbedingungen ... 19
5.5.4 Ergebnisse ... 19
5.6 Schneller innerer Temperaturwechsel ... 19
5.6.1 Zweck ... 19
5.6.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 19
5.6.3 Prüfbedingungen ... 20
5.6.4 Ergebnisse ... 20
5.7 Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser ... 20
5.7.1 Zweck ... 20
5.7.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 20
5.7.3 Prüfbedingungen ... 21
5.7.4 Ergebnisse ... 22
5.8 Prüfung der Frostbeständigkeit ... 22
5.8.1 Zweck ... 22
5.8.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 22
5.8.3 Prüfbedingungen ... 23
5.8.4 Ergebnisse ... 23
5.9 Mechanische Belastungsprüfung ... 23
5.9.1 Druckprüfung für die Kollektorabdeckung ... 23
5.9.2 Unterdruckprüfung des Kollektors ... 24
5.10 Prüfung der Schlagfestigkeit (wahlweise) ... 25
5.10.1 Zweck ... 25
5.10.2 Prüfeinrichtung und Durchführung ... 25
5.10.3 Prüfbedingungen ... 27

5.10.4 Ergebnisse ... **27**
5.11 Endkontrolle ... **27**
5.12 Prüfbericht ... **27**

6 Prüfung der Wärmeleistung von Flüssigkeitskollektoren ... **27**
6.1 Abgedeckte Sonnenkollektoren unter stationären Bedingungen (einschließlich Druckabfall) ... **28**
6.1.1 Einbau und Standort des Kollektors ... **28**
6.1.2 Messgeräte ... **29**
6.1.3 Prüfaufbau ... **35**
6.1.4 Prüfung der Leistung im Freien unter stationären Bedingungen ... **38**
6.1.5 Prüfung des Wirkungsgrades im stationären Zustand unter Verwendung eines Sonnenstrahlungssimulators ... **42**
6.1.6 Bestimmung der effektiven Wärmekapazität und der Zeitkonstante eines Kollektors ... **45**
6.1.7 Einfallswinkel-Korrekturfaktor des Kollektors ... **47**
6.1.8 Bestimmung des Druckabfalls über einem Kollektor ... **50**
6.2 Unabgedeckte Sonnenkollektoren unter stationären Bedingungen (einschließlich Druckabfall) ... **50**
6.2.1 Montage und Standort des Kollektors ... **50**
6.2.2 Messgeräte ... **52**
6.2.3 Prüfaufbau ... **54**
6.2.4 Prüfung des Wirkungsgrades im stationären Betrieb im Freien ... **54**
6.2.5 Prüfung des Wirkungsgrades im stationären Zustand mittels Sonnenstrahlungssimulator ... **58**
6.2.6 Bestimmung der effektiven Wärmekapazität und der Zeitkonstante eines Kollektors ... **59**
6.2.7 Einfallswinkel-Korrekturfaktor (wahlweise) ... **60**
6.2.8 Bestimmung des Druckabfalls über einem Kollektor ... **62**
6.3 Abgedeckte und unabgedeckte Sonnenkollektoren unter quasi-dynamischen Bedingungen ... **62**
6.3.1 Montage und Standort des Kollektors ... **62**
6.3.2 Messgeräteausrüstung ... **63**
6.3.3 Prüfaufbau ... **64**
6.3.4 Prüfung des Wirkungsgrades im Freien ... **64**
6.3.5 Bestimmung der effektiven Wärmekapazität ... **72**
6.3.6 Einfallswinkel-Korrekturfaktor auf den Kollektor ... **72**

Anhang A (normativ) **Prinzipskizzen für Dauerhaftigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfungen** ... **74**

Anhang B (normativ) **Prüfprotokolle für Dauerhaftigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfungen** ... **82**
B.1 Protokoll der Prüfreihenfolge und Zusammenfassung der Hauptergebnisse ... **82**
B.2 Innendruckprüfung für anorganische Absorber ... **83**
B.2.1 Technische Daten des Kollektors ... **83**
B.2.2 Prüfbedingungen ... **83**
B.2.3 Prüfergebnisse ... **83**
B.3 Innendruckprüfung für Absorber aus organischen Werkstoffen ... **84**
B.3.1 Technische Daten des Kollektors ... **84**
B.3.2 Prüfbedingungen ... **84**
B.3.3 Prüfergebnisse ... **85**
B.4 Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit ... **86**
B.4.1 Verfahren zum Aufheizen der Kollektoren: ... **86**
B.4.2 Prüfbedingungen ... **86**
B.4.3 Prüfergebnisse ... **86**
B.5 Expositionsprüfung ... **87**
B.5.1 Prüfbedingungen ... **87**
B.5.2 Prüfergebnisse ... **87**
B.5.3 Klimatische Bedingungen für alle Prüftage ... **88**
B.5.4 Zeitabschnitte, in denen die Werte der Bestrahlungsstärke und der Umgebungslufttemperatur höher sind, als die Werte nach Tabelle 4 ... **89**
B.5.5 Ergebnisse der Überprüfung ... **90**
B.6 Schnelle äußere Temperaturwechselprüfung: ... **91**
B.6.1 Prüfbedingungen ... **91**
B.6.2 Prüfergebnisse ... **92**
B.7 Schnelle innere Temperaturwechselprüfung: ... **93**
B.7.1 Prüfbedingungen ... **93**

B.7.2 Prüfergebnisse 94
B.8 Prüfung auf eindringendes Regenwasser 95
B.8.1 Prüfbedingungen 95
B.8.2 Prüfergebnisse 95
B.9 Frostbeständigkeitsprüfung 96
B.9.1 Kollektortyp 96
B.9.2 Prüfbedingungen 96
B.9.3 Prüfergebnisse 96
B.10 Mechanische Belastungsprüfung 97
B.10.1 Überdruckprüfung der Kollektorabdeckung 97
B.10.2 Zugprüfung der Befestigung zwischen Abdeckung und Kollektorgehäuse 98
B.10.3 Zugprüfung der Kollektorbefestigungen 99
B.11 Prüfung der Schlagfestigkeit mit Stahlkugeln 100
B.11.1 Prüfbedingungen 100
B.11.2 Durchführung der Prüfung 100
B.11.3 Prüfergebnisse 100
B.12 Prüfung der Schlagfestigkeit mit Eiskugeln 101
B.12.1 Prüfbedingungen 101
B.12.2 Durchführung der Prüfung 101
B.12.3 Prüfergebnisse 101
B.13 Ergebnisse der Endüberprüfung 102

Anhang C (normativ) **Stagnationstemperatur von Flüssigkeitskollektoren 103**
C.1 Allgemeines 103
C.2 Bestimmung der Stagnationstemperatur 103

Anhang D (normativ) **Prüfbericht für Leistungsprüfungen von abgedeckten Sonnenkollektoren 104**
D.1 Allgemeines 104
D.2 Beschreibung des Sonnenkollektors 104
D.3 Prüfergebnisse 106

Anhang E (normativ) **Prüfbericht für Leistungsprüfungen von unabgedeckten Sonnenkollektoren 109**
E.1 Allgemeines 109
E.2 Beschreibung des Sonnenkollektors 109
E.3 Prüfergebnisse 111

Anhang F (normativ) **Darstellung der Koeffizienten c_1 bis c_6 des Kollektormodells nach 6.3 ..... 114**

Anhang G (normativ) **Messung der effektiven Wärmekapazität 116**
G.1 Prüfaufbau 116
G.2 Prüfung im Raum 116
G.2.1 Allgemeines 116
G.2.2 Messungen 116
G.2.3 Berechnung der effektiven Wärmekapazität 116
G.2.4 Bestimmung der effektiven Wärmekapazität aus experimentellen Daten 117
G.3 Prüfverfahren für Prüfungen im Freien oder mit Sonnenstrahlungssimulator 118

Anhang H (informativ) **Vergleich zwischen den beiden Kollektormodellen nach 6.1 und 6.3 ..... 119**

Anhang I (informativ) **Eigenschaften von Wasser (siehe DIN V 4757-4:1995-11) 120**
I.1 Dichte von Wasser (bei 1 bar), in kg/m^3 120
I.2 Spezifische Wärmekapazität von Wasser (bei 1 bar), in kJ/(kg K) 120

Anhang J (informativ) **Zusammenfassender Leistungsprüfbericht für das quasi-dynamische Prüfverfahren 121**

Anhang K (informativ) **Allgemeine Leitlinien zur Abschätzung der Unsicherheit bei der Prüfung des Wirkungsgrades bei Sonnenkollektoren 123**
K.1 Einleitung 123
K.2 Messunsicherheiten bei der Wirkungsgradprüfung von Sonnenkollektoren 123
K.3 Parameteridentifikation und Unsicherheiten der Ergebnisse der Wirkungsgradprüfung 125

Anhang L (informativ) **Bestimmung des Druckabfalls über einem Kollektor** **127**
L.1 Allgemeines **127**
L.2 Prüfaufbau **127**
L.3 Vorbereitung des Kollektors **127**
L.4 Durchführung der Prüfung **127**
L.5 Messungen **128**
L.6 Durch Rohrverbinder verursachter Druckabfall **128**
L.7 Prüfbedingungen **128**
L.8 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse **128**

Literaturhinweise **129**

Bilder

Bild 1 — Empfohlene Fühlerpositionen für die Messung der Eintritts- und Austrittstemperaturen des Wärmeträgers **32**
Bild 2 — Beispiel eines geschlossenen Prüfkreislaufs **35**
Bild 3 — Beispiel eines offenen Prüfkreislaufs **36**
Bild 4 — Kollektorzeitkonstante **46**
Bild 5 — Typische Einfallswinkel-Korrekturfaktoren K_θ **48**
Bild 6 — Typischer Einfallswinkel-Korrekturfaktor **60**
Bild 7 — $t_m - t_a$ als Funktion von θ^* **68**
Bild 8 — G_b als Funktion von θ_l **68**
Bild 9 — G_d als Funktion von G^* **69**
Bild 30 — Windgeschwindigkeit als Funktion von θ^* **69**
Bild A.1 — Prinzipskizze für die Innendruckprüfung anorganischer Absorber **74**
Bild A.2 — Prinzipskizze für die Innendruckprüfung organischer Absorber für unabgedeckte Kollektoren **74**
Bild A.3 — Prinzipskizze für die Innendruckprüfung organischer Absorber zur Verwendung mit Wärmeträgern auf Ölbasis (Heißöleinspeisung) **75**
Bild A.4 — Prinzipskizze für die Innendruckprüfung organischer Absorber zur Verwendung mit Wärmeträgern auf Ölbasis (Prüfung unter Sonneneinstrahlung) **75**
Bild A.5 — Prinzipskizze für die Innendruckprüfung organischer Absorber (Prüfung mit Pressluft unter Sonneneinstrahlung) **76**
Bild A.6 — Prinzipskizze für die Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit (im Freien oder im Simulator) **76**
Bild A.7 — Prinzipskizze für die Expositionsprüfung **77**
Bild A.8 — Prinzipskizze für die schnelle äußere Temperaturwechselprüfung **77**
Bild A.9 — Prinzipskizze für die schnelle innere Temperaturwechselprüfung **78**
Bild A.10 — Prinzipskizze für die Prüfung auf eindringendes Regenwasser **78**
Bild A.11 — Prinzipskizze für die Prüfung der Frostbeständigkeit **79**
Bild A.12 — Prinzipskizze für die mechanische Prüfung (Überdruck auf der Kollektorabdeckung) **79**
Bild A.13 — Prinzipskizze für die mechanische Prüfung (Unterdruck auf den Befestigungen zwischen Kollektorabdeckung und Kollektorgehäuse) **80**
Bild A.14 — Prinzipskizze für die mechanische Prüfung (Unterdruck auf den Montageelementen des Kollektors) **80**
Bild A.15 — Prinzipskizze für die Prüfung der Schlagfestigkeit mittels Stahlkugeln **80**
Bild A.16 — Prinzipskizze für die Prüfung der Schlagfestigkeit mittels Eiskugeln **81**
Bild D.1 — Leistung je Kollektormodul (für G = 1 000 W/m^2) **107**
Bild E.1 — Leistung je Kollektormodul **111**

Tabellen

Tabelle 1 — Liste der Prüfungen **12**
Tabelle 2 — Klimatische Referenzbedingungen zur Bestimmung der Prüftemperaturen für die Innendruckprüfung organischer Absorber **15**
Tabelle 3 — Klimatische Referenzbedingungen für die Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit **16**

Tabelle 4 — Klimatische Referenzbedingungen für die Freilandbewitterung sowie für die äußere und innere schnelle Temperaturwechselprüfung 18
Tabelle 5 — Zulässige Abweichung der gemessenen Parameter während einer Messperiode 40
Tabelle 6 — Werte für Wichtungsfaktoren 45
Tabelle 7 — Bereich der Prüfbedingungen für die Wärmeleistungsprüfung 55
Tabelle 8 — Zulässige Abweichung der gemessenen Parameter während einer Messperiode 56
Tabelle B.1 82
Tabelle B.2 88
Tabelle B.3 89
Tabelle J.1 — Einfallswinkel-Korrekturfaktor, $K_{\theta b}(\theta)$ 122