

E DIN EN ISO 9806:2024-11 (D/E)

Solarenergie - Thermische Sonnenkollektoren - Prüfverfahren (ISO/DIS 9806:2024);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 9806:2024

Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods (ISO/DIS 9806:2024); German
and English version prEN ISO 9806:2024

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort	9
Vorwort	10
Einleitung	12
1 Anwendungsbereich	18
2 Normative Verweisungen	18
3 Begriffe	18
4 Symbole	19
5 Allgemeines	21
5.1 Übersicht über die Prüfungen — Abfolge der Prüfungen	21
5.2 Auslegungsbetriebsbereich	22
5.3 Prüfung von Kollektoren mit spezifischen Eigenschaften	23
5.3.1 Allgemeines	23
5.3.2 Kollektoren, die externe Energiequellen für den Normalbetrieb verwenden	23
5.3.3 Kollektoren mit aktivem Selbstschutz	24
5.3.4 Kollektoren, die Wärme und Strom erzeugen	24
5.3.5 Nachgeführte Kollektoren	24
5.3.6 Luft- und Flüssigkeitskollektoren	25
6 Innendruckprüfungen an Wärmeträgerfluidkanälen (nur Flüssigkeitskollektoren)	25
6.1 Ziel	25
6.2 Wärmeträgerfluidkanäle aus nicht polymerischen Werkstoffen	25
6.2.1 Prüfeinrichtung und Durchführung	25
6.2.2 Prüfbedingungen	26
6.3 Wärmeträgerfluidkanäle aus polymerischen Werkstoffen	26
6.3.1 Prüfeinrichtung und Durchführung	26
6.3.2 Prüfbedingungen	26
6.4 Ergebnisse und Bericht	26
7 Prüfung der Luftleckrate (nur für Luftkollektoren)	26
7.1 Ziel	26
7.2 Prüfeinrichtung und Durchführung	27
7.3 Prüfbedingungen	27
7.4 Ergebnisse und Bericht	27
8 Norm-Stagnationstemperatur	27
8.1 Ziel	27
8.2 Prüfung unter Stagnationsbedingungen	28
8.3 Messung und Extrapolation der Norm-Stagnationstemperatur	28
8.4 Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur anhand von Wirkungsgradparametern	29
8.5 Ergebnisse und Bericht	29
9 Bewitterungs- und Halbbewitterungsprüfung	29
9.1 Ziel	29
9.2 Anfängliche Freilandbewitterung	30
9.3 Verfahren 1 (Freilandbewitterung)	30
9.4 Verfahren 2 (Wärmeübertragungskreislauf)	30
9.5 Verfahren 3 (Bewitterungsprüfung in Innenräumen)	30
9.6 Bewitterungsprüfung für Kollektoren mit aktivem Selbstschutz gegen Überhitzung	31
9.7 Prüfbedingungen	31
9.8 Ergebnisse und Bericht	31
10 Prüfung mit schnellem äußerem Temperaturwechsel	32

10.1	Ziel	32
10.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	32
10.3	Prüfbedingungen	32
10.4	Ergebnisse und Bericht	32
11	Prüfung mit schnellem internem Temperaturwechsel (nur bei Flüssigkeitskollektoren)	32
11.1	Ziel	32
11.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	32
11.3	Prüfbedingungen	33
11.4	Ergebnisse und Bericht	33
12	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser	33
12.1	Ziel	33
12.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	33
12.3	Prüfbedingungen	34
12.4	Ergebnisse und Bericht	35
13	Frostbeständigkeitsprüfung	36
13.1	Ziel	36
13.2	Frostbeständige Kollektoren	36
13.2.1	Allgemeines	36
13.2.2	Prüfbedingungen	36
13.2.3	Ergebnisse und Bericht	36
13.3	Sonnenkollektoren mit Wärmeübertragungsrohren	36
13.3.1	Allgemeines	36
13.3.2	Prüfbedingungen	37
13.3.3	Ergebnisse und Bericht	37
14	Mechanische Belastungsprüfung mit Über- oder Unterdruck	37
14.1	Ziel	37
14.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	37
14.2.1	Befestigung	37
14.2.2	Verfahren für die Anwendung der Lasten	38
14.2.3	Bestimmte Spezifikationen für nachgeführte Kollektoren oder andere spezifische Kollektortypen	38
14.3	Prüfbedingungen	39
14.4	Ergebnisse und Bericht	39
15	Schlagfestigkeitsprüfung	39
15.1	Ziel	39
15.2	Prüfverfahren	39
15.3	Auftreffbereich	39
15.4	Verfahren 1: Schlagfestigkeitsprüfung mit Eiskugeln	40
15.4.1	Prüfeinrichtung	40
15.4.2	Eiskugeln	40
15.4.3	Spezielle Aspekte des Prüfverfahrens bei Verwendung von Eiskugeln	40
15.5	Verfahren 2: Schlagfestigkeitsprüfung mit Stahlkugeln	41
15.6	Ergebnisse und Bericht	41
16	Aktive Selbstschutzmechanismen	41
16.1	Ziel	41
16.2	Prüfeinrichtung und Durchführung	41
16.3	Prüfbedingungen	41
16.3.1	Prüfung des Schutzes bei Spannungsunterbrechung	41
16.3.2	Prüfung des Schutzes bei Kommunikationsunterbrechung	42
16.3.3	Prüfung des Überhitzungsschutzes	42
16.3.4	Prüfung des Schutzes vor ungünstigen Klimabedingungen	42
16.4	Ergebnisse und Bericht	42
17	Endkontrolle	42
17.1	Ziel	42
17.2	Prüfverfahren	42
17.3	Ergebnisse und Bericht	43
18	Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	44
18.1	Allgemeines	44
19	Montage und Standort des Kollektors	44
19.1	Allgemeines	44
19.2	Abschattung der direkten Sonnenstrahlung	45

19.3	Diffuse und reflektierte Sonnenstrahlung	45
19.4	Thermische Bestrahlungsstärke	45
20	Messgeräteausrüstung	46
20.1	Messung der Sonnenstrahlung	46
20.1.1	Pyranometer	46
20.2	Messung der Wärmestrahlung	46
20.3	Temperaturmessungen	46
20.3.1	Temperaturen des Wärmeträgerfluids (Flüssigkeitskollektoren)	46
20.3.2	Mittlere volumenstromgewichtete Temperatur $\vartheta_{m,th}$ (Luftkollektoren)	47
20.3.3	Messung der Umgebungslufttemperatur	48
20.4	Messung des Durchflusses	48
20.4.1	Berechnung des Massenstroms (Flüssigkeit)	48
20.4.2	Messung des Durchflusses des Wärmeträgers (bei Luftkollektoren)	48
20.5	Messung der Luftgeschwindigkeit über dem Kollektor	48
20.5.1	Allgemeines	48
20.5.2	Geforderte Genauigkeit	49
20.5.3	Anbringung der Messfühler für die Messung der Luftgeschwindigkeit über dem Kollektor	49
20.6	Abgelaufene Zeit	49
20.7	Luftfeuchteverhältnis (Luftkollektoren)	49
20.8	Kollektormaße	49
21	Prüfstand	50
21.1	Flüssigkeitskollektoren	50
21.1.1	Allgemeines	50
21.1.2	Wärmeträgerfluid	50
21.1.3	Rohrleitungen und Rohrverbinder	50
21.2	Luftkollektoren	51
21.2.1	Allgemeines	51
21.2.2	Geschlossener Prüfkreislauf	51
21.2.3	Zur Umgebung offener Prüfkreislauf	51
21.2.4	Wärmeträgerfluid	52
21.2.5	Pumpe und Durchflussregler	52
21.2.6	Luftkanäle	52
21.2.7	Lüfter und Durchflussregler	52
21.2.8	Einrichtung zur Vorbehandlung der Luft	52
21.2.9	Luftfeuchteverhältnis	53
22	Verfahren für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	53
22.1	Allgemeines	53
22.2	Vorbehandlung des Kollektors	53
22.3	Prüfbedingungen	54
22.3.1	Allgemeines	54
22.3.2	Durchflussmengen	54
22.3.3	Luftgeschwindigkeit parallel zur Kollektorebene	54
22.4	Prüfverfahren	55
22.4.1	Allgemeines	55
22.4.2	Verfahren im stationären Zustand	55
22.4.3	Quasi-dynamische Prüfung	55
22.5	Messungen	56
22.5.1	Allgemeines	56
22.5.2	Anforderungen an die Datenerfassung	57
22.6	Prüfdauer	57
22.6.1	Prüfung im stationären Zustand	57
22.6.2	Quasi-dynamische Prüfung	57
22.7	Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit unter Verwendung eines Sonnenstrahlungssimulators	60
22.7.1	Allgemeines	60
22.7.2	Sonnenstrahlungssimulator für die Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	60
22.7.3	Zusätzliche Messungen bei Prüfungen in Sonnenstrahlungssimulatoren	62

22.7.4	Sonnenstrahlungssimulator für die Messung von Einfallswinkel-Korrekturfaktoren . . .	62
23	Berechnung der Kollektorparameter	62
23.1	Flüssigkeitskollektoren	62
23.1.1	Allgemeines	62
23.1.2	Prüfverfahren für Flüssigkeitskollektoren im stationären Zustand	63
23.1.3	Quasi-dynamisches Prüfverfahren für Flüssigkeitskollektoren	63
23.1.4	Datenanalyse	63
23.2	Luftkollektoren	63
23.2.1	Allgemeines	63
23.2.2	Prüfverfahren im stationären Zustand für Luftkollektoren mit geschlossenem Kreislauf	64
23.2.3	Prüfverfahren im stationären Zustand für zur Umgebung offene Luftkollektoren	64
23.3	Standardberichtsbedingungen (en: Standard Reporting Conditions, SRC)	64
23.4	Standardunsicherheit	65
23.5	Umwandlung der Bezugsfläche	65
24	Bestimmung der effektiven Wärmekapazität und der Zeitkonstante	65
24.1	Allgemeines	65
24.2	Messung der effektiven Wärmekapazität mit Bestrahlungsstärke	65
24.3	Messung der effektiven Wärmekapazität mithilfe des quasi-dynamischen Verfahrens . .	66
24.4	Berechnungsmethode zur Bestimmung der effektiven Wärmekapazität	66
24.5	Bestimmung der Zeitkonstante des Kollektors	67
25	Bestimmung des Einfallswinkel-Korrekturfaktors (en: Incident Angle Modifier, IAM) . .	68
25.1	Allgemeines	68
25.2	Modellierung	68
25.2.1	Verfahren im stationären Zustand	70
25.2.2	Quasi-dynamisches Verfahren	70
25.3	Prüfverfahren	70
25.3.1	Flüssigkeitskollektoren unter stationären Bedingungen	70
25.4	Berechnung des Einfallswinkel-Korrekturfaktors für den Kollektor	71
25.5	Prüfbericht	71
26	Bestimmung des Druckabfalls	72
26.1	Allgemeines	72
26.2	Flüssigkeitskollektoren	72
26.2.1	Prüfeinrichtung und Durchführung	72
26.2.2	Durch Armaturen verursachter Druckabfall	72
26.2.3	Prüfbedingungen	72
26.3	Luftkollektoren	73
26.3.1	Prüfeinrichtung und Durchführung	73
26.4	Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	73
Anhang A (informativ) Prüfberichte		74
A.1	Allgemeines	74
A.2	Beschreibung des Kollektors	74
A.2.1	Allgemeines	74
A.2.2	Allgemeine Informationen zur Prüflingsidentifikation	74
A.2.3	Schutzmechanismen	74
A.2.4	Auslegungs-Betriebsbereich	75
A.2.5	Abmessungen	75
A.2.6	Rahmen, Abdeckung, Gehäuse	75
A.2.7	Absorber	75
A.2.8	Hydrauliksystem	76
A.2.9	Luftkollektoren	76
A.2.10	Abdeckung/Transparente Abdeckung	76
A.2.11	Dämmung(en)	77
A.2.12	Wärmeübertragungsrohre	77
A.2.13	Reflektor(en)	77
A.2.14	Zusätzliche Informationen	77
A.2.15	Verwendetes Material	77
A.3	Prüfabfolge und Zusammenfassung der Hauptprüfergebnisse	77

A.4	Innendruckprüfungen an Wärmeträgerfluidkanälen	78
A.4.1	Prüfbedingungen	78
A.4.2	Prüfergebnisse	78
A.5	Luftleckratenprüfung bei Luftkollektoren mit geschlossenem Kreislauf	78
A.5.1	Prüfbedingungen	78
A.5.2	Prüfergebnisse	79
A.6	Bestimmung der Norm-Stagnationstemperatur	79
A.6.1	Prüfbedingungen	79
A.6.2	Prüfergebnisse	80
A.7	Bewitterungsprüfung	80
A.7.1	Prüfbedingungen der anfänglichen Freilandbewitterung	80
A.7.2	Prüfbedingungen für Verfahren 1	80
A.7.3	Prüfbedingungen für Verfahren 2	80
A.7.4	Prüfbedingungen für Verfahren 3	81
A.7.5	Klimabedingungen während der Bewitterungsprüfung	81
A.7.6	Prüfergebnisse	81
A.8	Prüfung mit schnellem äußerem Temperaturwechsel	81
A.8.1	Prüfbedingungen	81
A.8.2	Prüfergebnisse	82
A.9	Prüfung mit schnellem innerem Temperaturwechsel	82
A.9.1	Prüfbedingungen	82
A.9.2	Prüfergebnisse	82
A.10	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser	82
A.10.1	Prüfbedingungen	82
A.10.2	Prüfergebnisse	82
A.11	Frostbeständigkeitsprüfung	83
A.11.1	Frostbeständige Kollektoren	83
A.11.2	Wärmeübertragungsrohre	83
A.12	Mechanische Belastungsprüfung	83
A.12.1	Überdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen	83
A.12.2	Unterdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen	83
A.13	Schlagfestigkeitsprüfung	84
A.13.1	Prüfbedingungen	84
A.13.2	Prüfergebnisse	84
A.14	Endkontrolle	84
A.15	Ergebnisse der Prüfung der thermischen Leistungsfähigkeit	85
A.15.1	Allgemeines	85
A.15.2	Kollektoren, die externe Energiequellen für den Normalbetrieb verwenden	86
A.15.3	Wärmeleistungsmessungen	86
A.15.4	Bericht über die Wärmeleistung	86
A.15.5	Berichterstattung der thermischen Leistungsfähigkeit von zur Umgebung offenen Luftkollektoren	88
A.15.6	Einfallswinkel-Korrekturfaktor	89
A.15.7	Effektive Wärmekapazität	90
A.15.8	Zeitkonstante	91
A.15.9	Druckabfallmessungen	91
Anhang B (normativ)	Leistungsbewertung des Kollektors	93
B.1	Berechnung des Bruttoertrags	93
B.1.1	Einleitung	93
B.1.2	Definitionen	93
B.1.3	Bruttowärmeertrag <i>GT_Y</i> (en: <i>gross thermal yield</i>)	94
B.1.4	Bruttostromertrag <i>GE_Y</i> (en: <i>gross electric yield</i>)	94
B.1.5	Bruttosolarertrag <i>GS_Y</i> (en: <i>gross solar yield</i>)	94
Anhang C (normativ)	Modelle im stationären und quasi-dynamischen Zustand	95
Anhang D (normativ)	Dichte und Wärmekapazität von Wasser	97
Anhang E (informativ)	Bewertung der Standardunsicherheit in Sonnenkollektorprüfungen	98
E.1	Allgemeines	98

E.2	Messunsicherheiten bei der Wirkungsgradprüfung von Sonnenkollektoren	98
E.3	Kurvenanpassung und Unsicherheiten der Ergebnisse der Wirkungsgradprüfung	100
Anhang F	(informativ) Messung der geschwindigkeitsgewichteten mittleren Temperatur	102
Anhang G	(normativ) Aspekte der Werkstoffeffizienz	103
Anhang H	(informativ) Flächenumwandlung von Parametern der thermischen Leistungsfähigkeit	104
Anhang I	(informativ) Validierung der Kollektorparameter	105
I.1	Einleitung	105
I.2	Kollektormontage, Messgeräteausrüstung und Prüfstand	105
I.3	Prüfbedingungen	105
I.3.1	Allgemeines	105
I.4	Prüfverfahren	105
I.4.1	Allgemeines	105
I.4.2	Validierung	106
Literaturhinweise	108

Bilder

Bild 1	— Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für die Bestimmung der Luftleckraten	27
Bild 2	— Anordnung von Kollektor und Sprühdüsen für die Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser	35
Bild 3	— Zu besprühende Flächen bei Flachkollektoren (einschließlich Mittelbalken)	35
Bild 4	— Zu besprühende Flächen bei Vakuum-Röhrenkollektoren	35
Bild 5	— Festlegung der Befestigungsmittel und -punkte	38
Bild 6	— Beispiel für einen geschlossenen Prüfkreislauf	50
Bild 7	— Beispiel für einen geschlossenen Prüfkreislauf	51
Bild 8	— Beispiel einer zur Umgebung offenen Prüfanordnung	52
Bild 9	— $\vartheta_m - \vartheta_a$ als Funktion von G_{hem}	58
Bild 10	— G_b als Funktion von θ	59
Bild 11	— G_d als Funktion von G_{hem}	59
Bild 12	— Windgeschwindigkeit als Funktion von G_{hem}	59
Bild 13	— E_L als Funktion von G_{hem}	60
Bild 14	— $\vartheta_m - \vartheta_a$ als Funktion von u	60
Bild 15	— Zeitkonstante	67
Bild 16	— Symmetrieebenen und -winkel, die für die Bestimmung der IAM von Bedeutung sind	69
Bild 17	— Messung des Druckabfalls von Luftkollektoren	73
Bild A.1	— Kurve des Leckagevolumenstroms eines Luftkollektors	79
Bild A.2	— Je Kollektoreinheit unter Standardberichtsbedingungen (SRC) abgegebene Leistung	88
Bild A.3	— Einfallswinkel-Korrekturfaktor	90
Bild A.4	— Druckabfall	92
Bild F.1	— Anordnung im Messfühler	102
Bild F.2	— Beispiel für einen Temperaturfühler	102
Bild I.1	— Temperatur und Bestrahlungsstärke während der Validierungsabfolge	106

Tabellen

Tabelle 1	— Liste der Prüfungen	22
Tabelle 2	— Norm-Stagnationsbedingungen	28
Tabelle 3	— Klimatische Referenzbedingungen für die Bewitterungsprüfung sowie für die Prüfung mit schnellem äußerem und innerem Temperaturwechsel	31
Tabelle 4	— Eiskugelmassen und Prüfgeschwindigkeiten	40
Tabelle 5	— Während der Prüfung zu messende Größen	56
Tabelle 6	— Zulässige Abweichung der gemessenen Parameter während einer Messperiode	57
Tabelle 7	— Standardberichtsbedingungen (SRC)	64

Tabelle 8 — Spitzenleistungsbedingungen	65
Tabelle 9 — Gewichtungsfaktoren	66
Tabelle 10 — Zulässige Abweichung der gemessenen Parameter	67
Tabelle A.1 — Ergebnisse, zusammengefasst	77
Tabelle A.2 — Werte für Druck- und Leckagevolumenstrom eines Luftkollektors	79
Tabelle A.3 — Klimatische Bedingungen für alle Prüftage	81
Tabelle A.4 — Datenprotokoll der erfüllten Anforderungen an die Bewitterungsprüfung	81
Tabelle A.5 — Endkontrollaufzeichnungen	84
Tabelle A.6 — Koeffizienten der thermischen Leistungsfähigkeit des Kollektors	87
Tabelle A.7 — Vom Kollektor abgegebene Leistung	87
Tabelle A.8 — Thermische Leistungsfähigkeit von zur Umgebung offenen Luftkollektoren	89
Tabelle A.9 — Thermische Leistungsfähigkeit von zur Umgebung offenen WISC-Luftkollektoren	89
Tabelle A.10 — Einfallswinkel-Korrekturfaktor	90
Tabelle A.11 — Tabelle des Kollektordruckabfalls	91
Tabelle G.1 — Werkstoffe	103