

# 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<sub>Y</sub></i> (en: <i>gross thermal yield</i> ) . . . . .	94
B.1.4	Bruttostromertrag <i>GE<sub>Y</sub></i> (en: <i>gross electric yield</i> ) . . . . .	94
B.1.5	Bruttosolarertrag <i>GS<sub>Y</sub></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 $\theta$ . . . . .	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

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