

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Spezifikationen für PV-Anwendungen mit Sonnen-Nachführeinrichtungen	8
5 Bericht	11
6 Begriffe und Klassifikation für Nachführeinrichtungen	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Tragkonstruktionsarten	12
6.2.1 Nachführeinrichtungen für Standard-Photovoltaik-(PV-)Module	12
6.2.2 Nachführeinrichtungen für Konzentrator-Photovoltaik-(CPV-)Module	13
6.3 Rotationsachsen	13
6.3.1 Allgemeines	13
6.3.2 Einachsige Nachführungen	13
6.3.3 Zweiachsige Nachführungen	15
6.4 Antrieb und Steuerung	17
6.4.1 Architektur	17
6.4.2 Antriebssystem	17
6.4.3 Antriebsarten	18
6.4.4 Drehmoment des Antriebssystems	18
6.5 Arten der Steuerung für Nachführeinrichtungen	19
6.5.1 Passive Steuerung	19
6.5.2 Aktive Steuerung	19
6.5.3 Rückausrichtung	19
6.6 Konstruktionsmerkmale	20
6.6.1 Vertikale Träger	20
6.6.2 Fundamentarten	20
6.6.3 Positionierungen der Nachführeinrichtung	21
6.6.4 Dauer bis zur Schutzpositionseinnahme	21
6.7 Energieverbrauch	21
6.7.1 Täglicher Energieverbrauch	21
6.7.2 Energieverbrauch für die Schutzposition	22
6.8 Äußere Bestandteile und Verbindungselemente	22
6.8.1 Unterbau	22
6.8.2 Verbindungselement zum Unterbau	22
6.8.3 Traglast	22
6.8.4 Verbindungselement der Traglast	22
6.8.5 Mechanisches Verbindungselement der Traglast	22
6.8.6 Elektrisches Verbindungselement der Traglast	22
6.8.7 Erdungsverbindung	23

	Seite
6.8.8	Montageaufwand 23
6.8.9	Schnittstelle für die Steuerung 23
6.9	Interne Abweichungen 23
6.9.1	Hauptachsenabweichung 23
6.9.2	Nebenachsenabweichung 24
6.9.3	Mechanisches Spiel 24
6.9.4	Steifigkeit 24
6.10	Bestandteile des Nachführsystems 24
6.10.1	Mechanischer Aufbau 24
6.10.2	Steuerschaltung der Nachführeinrichtung 25
6.10.3	Sensoren 25
6.11	Begriffe zur Zuverlässigkeit 25
6.11.1	Allgemeines 25
6.11.2	Mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) (en: mean time between failures) 25
6.11.3	Mittlere Betriebsdauer zwischen kritischen Ausfällen (MTBCF) (en: mean time between critical failures) 26
6.11.4	Mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung (MTTR) (en: mean time to repair) 26
6.12	Umweltbedingungen 26
6.12.1	Betriebstemperaturbereich 26
6.12.2	Temperaturbereich, bis zu dem die Funktionsfähigkeit gewährleistet ist 26
6.12.3	Windgeschwindigkeit 26
6.12.4	Höchstzulässige Windstärke während des Betriebes 27
6.12.5	Höchstzulässige Windstärke in der Schutzposition 27
6.12.6	Schneelast 27
7	Kennwerte der Genauigkeit der Nachführeinrichtung 27
7.1	Übersicht 27
7.2	Ausrichtungsfehler (unmittelbar) 28
7.3	Messung 28
7.3.1	Übersicht 28
7.3.2	Beispiel eines experimentellen Verfahrens zur Messung des Ausrichtungsfehlers 28
7.3.3	Kalibrierung des Messinstruments für Ausrichtungsfehler 29
7.4	Berechnung der Genauigkeit der Nachführeinrichtung 30
7.4.1	Übersicht 30
7.4.2	Zusammenstellen der Daten 30
7.4.3	Aufteilung der Daten nach Windstärke 31
7.4.4	Datenfilterung 31
7.4.5	Datenmenge 32
7.4.6	Genauigkeitsberechnung 32
8	Prüfverfahren für die Nachführeinrichtung 33
8.1	Sichtprüfung 33
8.1.1	Zweck 33

	Seite
8.1.2 Verfahren	33
8.1.3 Anforderungen	33
8.2 Funktionale Validierungsprüfungen.....	33
8.2.1 Zweck.....	33
8.2.2 Verifizierung der Grenzen des Nachführbereichs.....	34
8.2.3 Betrieb mit Anschlagschalter	34
8.2.4 Automatische Nachverfolgung der Sonne nach Stromausfall und Verschattung des Rückmeldungssensors.....	34
8.2.5 Manueller Betrieb	34
8.2.6 Notausschaltung	35
8.2.7 Wartungsmodus	35
8.2.8 Betriebstemperaturbereich.....	35
8.2.9 Schutzposition bei Wind.....	35
8.3 Leistungsprüfungen.....	35
8.3.1 Zweck.....	35
8.3.2 Täglicher Energieverbrauch und der Spitzenwert des Stromverbrauchs	35
8.3.3 Dauer bis zur Einnahme der Schutzposition und der damit verbundene Energie- und Stromverbrauch.....	36
8.4 Mechanische Prüfungen	36
8.4.1 Zweck.....	36
8.4.2 Prüfung der Wiederholpräzision der Steuerungs- und Antriebsausrichtung.....	37
8.4.3 Prüfung der Abweichung unter statischer Belastung.....	38
8.4.4 Prüfung der Drehsteifigkeit, der mechanischen Drift, des Antriebsmoments und des mechanischen Spiels	40
8.4.5 Prüfung des Drehmoments unter extremer Windbeanspruchung	44
8.5 Umweltprüfung	46
8.5.1 Zweck.....	46
8.5.2 Durchführung	46
8.5.3 Anforderungen	48
8.6 Beschleunigte mechanische Zyklen.....	49
8.6.1 Zweck.....	49
8.6.2 Durchführung	49
8.6.3 Anforderungen	51
9 Prüfung der Bauartegnung für elektronische Anlagenteile von Nachführeinrichtungen	52
9.1 Allgemeiner Zweck.....	52
9.2 Prüffolge für elektronische Baugruppen.....	52
9.2.1 Allgemeines.....	52
9.2.2 Sichtprüfung von elektronischen Baugruppen	53
9.2.3 Funktionsprüfung	54
9.2.4 Schutz gegen Staub, Wasser und Fremdkörper (IP-Code).....	55
9.2.5 Schutz gegen mechanische Krafteinwirkung (IK-Code)	56
9.2.6 Beanspruchungsprüfung von Anschlüssen.....	56

	Seite
9.2.7 Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen	57
9.2.8 Transport-Schwingungsprüfung	58
9.2.9 Schockprüfung.....	58
9.2.10 UV-Prüfung.....	59
9.2.11 Temperaturwechselprüfung.....	59
9.2.12 Luftfeuchte-Frost-Prüfung	60
9.2.13 Feuchte Wärme	61
10 Zusätzliche freigestellte Genauigkeitsberechnungen.....	62
10.1 Typischer Bereich der Nachführgenauigkeit	62
10.2 Histogramm der Nachführfehler	62
10.3 Prozentual verfügbare Bestrahlungsstärke als Funktion des Ausrichtungsfehlers	63
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	64

Bilder

Bild 1 – Festlegung für den Elevationswinkel	16
Bild 2 – Darstellung der Hauptachsenabweichung für VPDAT	24
Bild 3 – Allgemeine Darstellung des Ausrichtungsfehlers	28
Bild 4 – Beispiel eines experimentellen Verfahrens zur Messung des Ausrichtungsfehlers	29
Bild 5 – Beispiel für Messpunkte der konstruktionsbedingten Abweichung	39
Bild 6 – Lastanordnungen bei Traglast in horizontaler Position	39
Bild 7 – Lastanordnung bei Traglast in vertikaler Position.....	40
Bild 8 – Drehmomentlast an einer Elevationsachse	41
Bild 9 – Winkelverschiebung abhängig vom auf die Rotationsachse einwirkenden Drehmoment.....	42
Bild 10 – Beispiele für die spezifische Länge für (a) Elevationsdrehmoment und (b) Azimutdrehmoment.....	43
Bild 11 – Zwei Konfigurationen bei extremer Windbeanspruchung.....	45
Bild 12 – Darstellung eines spezifischen Bewegungsprofils einer Nachführeinrichtung	50
Bild 13 – Darstellung eines beschleunigten spezifischen Bewegungsprofils zu Prüfzwecken.....	50
Bild 14 – Prüffolge für elektronische Baugruppen	53
Bild 15 – Thermische Zyklusprüfung einer elektronischen Baugruppe	60
Bild 16 – Luftfeuchte-Frost-Prüfung einer elektronischen Baugruppe.....	61
Bild 17 – Verteilung der Häufigkeit der Ausrichtungsfehler im gesamten Prüfzeitraum.....	62
Bild 18 – Verfügbare Strahlung als Funktion des Ausrichtungsfehlers	63
Bild 19 – Verfügbare Strahlung als Funktion des Ausrichtungsfehlers und unterteilt nach Windgeschwindigkeit.....	63

Tabellen

Tabelle 1 – Spezifikationsvorlage für Nachführeinrichtungen	9
Tabelle 2 – Alternative Vorlage zur Ausweisung der Nachführgeschwindigkeit	32