

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Spezifikationen für PV-Anwendungen mit Sonnen-Nachführeinrichtungen	9
5 Bericht	12
6 Begriffe und Klassifikation für Nachführeinrichtungen	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Tragkonstruktionsarten	13
6.2.1 Nachführeinrichtungen für Standard-Photovoltaik-(PV-)Module	13
6.2.2 Nachführeinrichtungen für Konzentrator-Photovoltaik-(CPV-)Module	14
6.3 Rotationsachsen	14
6.3.1 Allgemeines	14
6.3.2 Einachsige Nachführungen	14
6.3.3 Zweiachsige Nachführungen	16
6.4 Antrieb und Steuerung	18
6.4.1 Architektur	18
6.4.2 Antriebssystem	18
6.4.3 Antriebsarten	19
6.4.4 Drehmoment des Antriebssystems	19
6.5 Arten der Steuerung für Nachführeinrichtungen	20
6.5.1 Passive Steuerung	20
6.5.2 Aktive Steuerung	20
6.5.3 Rückausrichtung	20
6.6 Konstruktionsmerkmale	21
6.6.1 Vertikale Träger	21
6.6.2 Fundamentarten	21
6.6.3 Positionierungen der Nachführeinrichtung	22
6.6.4 Dauer bis zur Einnahme der Schutzposition	22
6.7 Energieverbrauch	22
6.7.1 Täglicher Energieverbrauch	22
6.7.2 Energieverbrauch für die Schutzposition	23
6.8 Äußere Bestandteile und Verbindungselemente	23
6.8.1 Unterbau	23
6.8.2 Verbindungselement zum Unterbau	23
6.8.3 Traglast	23
6.8.4 Verbindungselement der Traglast	23

	Seite
6.8.5	Mechanisches Verbindungselement der Traglast..... 23
6.8.6	Elektrisches Verbindungselement der Traglast..... 23
6.8.7	Erdungsverbindung 24
6.8.8	Montageaufwand 24
6.8.9	Schnittstelle für die Steuerung 24
6.9	Interne Abweichungen..... 24
6.9.1	Hauptachsenabweichung 24
6.9.2	Nebenachsenabweichung 25
6.9.3	Mechanisches Spiel 25
6.9.4	Steifigkeit 25
6.10	Bestandteile des Nachführsystems 25
6.10.1	Mechanischer Aufbau..... 25
6.10.2	Steuerschaltung der Nachführeinrichtung..... 26
6.10.3	Sensoren 26
6.11	Begriffe zur Zuverlässigkeit 26
6.11.1	Allgemeines 26
6.11.2	Mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) (en: mean time between failures) 26
6.11.3	Mittlere Betriebsdauer zwischen kritischen Ausfällen (MTBCF) (en: mean time between critical failures)..... 27
6.11.4	Mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung (MTTR) (en: mean time to repair)..... 27
6.12	Umweltbedingungen..... 27
6.12.1	Betriebstemperaturbereich 27
6.12.2	Temperaturbereich, bis zu dem die Funktionsfähigkeit sichergestellt ist..... 27
6.12.3	Windgeschwindigkeit..... 27
6.12.4	Höchstzulässige Windstärke während des Betriebes 28
6.12.5	Höchstzulässige Windstärke in der Schutzposition..... 28
6.12.6	Schneelast..... 28
7	Kennwerte der Genauigkeit der Nachführeinrichtung 28
7.1	Übersicht 28
7.2	Ausrichtungsfehler (unmittelbar) 29
7.3	Messung 29
7.3.1	Übersicht 29
7.3.2	Beispiel eines experimentellen Verfahrens zur Messung des Ausrichtungsfehlers..... 29
7.3.3	Kalibrierung des Messinstruments für Ausrichtungsfehler..... 30
7.4	Berechnung der Genauigkeit der Nachführeinrichtung 32
7.4.1	Übersicht 32
7.4.2	Zusammenstellen der Daten 32
7.4.3	Einteilung der Daten nach Windstärke 33
7.4.4	Datenfilterung 34

	Seite
7.4.5	Datenmenge..... 34
7.4.6	Genauigkeitsberechnung 34
8	Prüfverfahren für die Nachführeinrichtung 35
8.1	Sichtprüfung 35
8.1.1	Zweck 35
8.1.2	Verfahren 35
8.1.3	Anforderungen 36
8.2	Funktionale Validierungsprüfungen..... 36
8.2.1	Zweck 36
8.2.2	Verifizierung der Grenzen des Nachführbereichs 36
8.2.3	Betrieb mit Anschlagschalter 36
8.2.4	Automatische Nachverfolgung der Sonne nach Stromausfall und Verschattung des Rückmeldungssensors 36
8.2.5	Manueller Betrieb 37
8.2.6	Notausschaltung 37
8.2.7	Wartungsmodus 37
8.2.8	Betriebstemperaturbereich..... 37
8.2.9	Schutzposition bei Wind..... 37
8.3	Leistungsprüfungen..... 38
8.3.1	Zweck 38
8.3.2	Täglicher Energieverbrauch und Spitzenwert des Stromverbrauchs 38
8.3.3	Dauer bis zur Einnahme der Schutzposition und der damit verbundene Energie- und Stromverbrauch..... 38
8.4	Mechanische Prüfungen 39
8.4.1	Zweck 39
8.4.2	Prüfung der Wiederholpräzision der Steuerungs- und Antriebsausrichtung..... 39
8.4.3	Prüfung der Abweichung unter statischer Belastung 40
8.4.4	Prüfung der Drehsteifigkeit, der mechanischen Drift, des Antriebsmoments und des mechanischen Spiels 43
8.4.5	Prüfung des Drehmoments unter extremer Windbeanspruchung 47
8.5	Umweltprüfung 48
8.5.1	Zweck 48
8.5.2	Durchführung 48
8.5.3	Anforderungen 51
8.6	Beschleunigte mechanische Zyklen..... 51
8.6.1	Zweck 51
8.6.2	Durchführung 51
8.6.3	Anforderungen 54
9	Prüfung der Bauartegnung für elektronische Anlagenteile von Nachführeinrichtungen 54
9.1	Allgemeiner Zweck..... 54

	Seite
9.2 Prüffolge für elektronische Baugruppen	55
9.2.1 Allgemeines	55
9.2.2 Sichtprüfung von elektronischen Baugruppen	55
9.2.3 Funktionsprüfung	56
9.2.4 Schutz gegen Staub, Wasser und Fremdkörper (IP-Code)	57
9.2.5 Schutz gegen mechanische Krafteinwirkung (IK-Code).....	58
9.2.6 Beanspruchungsprüfung von Anschlüssen	58
9.2.7 Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen	59
9.2.8 Transport-Schwingungsprüfung	60
9.2.9 Schockprüfung.....	60
9.2.10 UV-Prüfung.....	61
9.2.11 Temperaturwechselprüfung.....	61
9.2.12 Luftfeuchte-Frost-Prüfung	62
9.2.13 Feuchte Wärme	64
10 Zusätzliche freigestellte Genauigkeitsberechnungen.....	64
10.1 Typischer Bereich der Nachführgenauigkeit	64
10.2 Histogramm der Nachführfehler	64
10.3 Prozentual verfügbare Bestrahlungsstärke als Funktion des Ausrichtungsfehlers	65
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	67
Bilder	
Bild 1 – Festlegung für den Elevationswinkel	17
Bild 2 – Darstellung der Hauptachsenabweichung für VPDAT	25
Bild 3 – Allgemeine Darstellung des Ausrichtungsfehlers	29
Bild 4 – Beispiel eines experimentellen Verfahrens zur Messung des Ausrichtungsfehlers	30
Bild 5 – Beispiel für Messpunkte der konstruktionsbedingten Abweichung	41
Bild 6 – Lastanordnungen bei Traglast in horizontaler Position	42
Bild 7 – Lastanordnung bei Traglast in vertikaler Position.....	42
Bild 8 – Drehmomentlast an einer Elevationsachse	44
Bild 9 – Winkelverschiebung abhängig vom auf die Rotationsachse einwirkenden Drehmoment.....	44
Bild 10 – Beispiele für die spezifische Länge für a) Elevationsdrehmoment und b) Azimutdrehmoment	46
Bild 11 – Zwei Konfigurationen bei extremer Windbeanspruchung.....	47
Bild 12 – Darstellung eines spezifischen Bewegungsprofils einer Nachführeinrichtung	52
Bild 13 – Darstellung eines beschleunigten spezifischen Bewegungsprofils zu Prüfzwecken.....	53
Bild 14 – Prüffolge für elektronische Baugruppen	55
Bild 15 – Thermische Zyklusprüfung einer elektronischen Baugruppe	62
Bild 16 – Luftfeuchte-Frost-Prüfung einer elektronischen Baugruppe.....	63
Bild 17 – Verteilung der Häufigkeit der Ausrichtungsfehler im gesamten Prüfzeitraum.....	65
Bild 18 – Verfügbare Strahlung als Funktion des Ausrichtungsfehlers	65

Bild 19 – Verfügbare Strahlung als Funktion des Ausrichtungsfehlers und Einteilung nach
Windgeschwindigkeit..... 66

Tabellen

Tabelle 1 – Spezifikationsvorlage für Nachführeinrichtungen (1 von 3)..... 10
Tabelle 2 – Alternative Vorlage zur Ausweisung der Nachführgeschwindigkeit 35