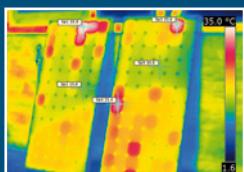


Wolfgang Schröder

Inspektion, Prüfung und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen

Analyse, Bewertung, Instandsetzung

2., überarbeitete Auflage



Fraunhofer IRB | Verlag

Inspektion, Prüfung und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen
Analyse, Bewertung, Instandsetzung

Wolfgang Schröder

Wolfgang Schröder

Inspektion, Prüfung und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen

Analyse, Bewertung, Instandsetzung

2., überarbeitete Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0663-2
ISBN (E-Book): 978-3-7388-0664-9

Herstellung / Satz: Angelika Schmid
Umschlaggestaltung: Martin Kjær
Druck: BELTZ Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza

Alle Rechte vorbehalten.
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürfen.
Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2022
Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-25 00
Telefax +49 711 970-25 08
irb@irb.fraunhofer.de
www.baufachinformation.de

Inhalt

Vorwort	9	
1	Regelmäßige Anlagenprüfungen	11
1.1	Allgemeine Bedeutung von Prüfungen	11
1.2	Statistiken zur Schadenserhebung	14
1.3	Wartungsintervalle – Prüffristen	21
1.4	E-Check	25
2	Normen und Vorschriften	29
2.1	Norm als Maß aller Dinge?	29
2.2	Vorschriften und Richtlinien	31
2.3	Rechtliche Aspekte	36
3	Begriffsdefinition Wartung – Instandhaltung	39
3.1	Normative Definition	39
3.2	Wartung	40
3.3	Inspektion	40
3.4	Instandsetzung/Reparatur	41
3.5	Verbesserung	41
3.6	Instandhaltung	42
4	Rechtliche Rahmenbedingungen	43
4.1	Keine Leistung ohne Vertrag	43
4.2	Zeitliche Einordnungen	46
4.3	Rechte und Pflichten	47
4.3.1	Haupt- und Nebenpflichten	47
4.3.2	Mitwirkungspflicht des Auftraggebers	48
4.4	VOB/B für Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten	49
4.5	Vertragsinhalte	49
4.5.1	Allgemeine Geschäftsbedingungen	49
4.5.2	Preisanpassungen	49
4.5.3	Laufzeitklauseln	50
4.5.4	Leistungsumfang der vertraglichen Verpflichtungen	50

4.5.5	Festlegung bezüglich Leistungshäufigkeit	51
4.5.6	Vertragsinhalte	51
4.5.7	Störungsdienst	54
4.5.8	Leistungsausschlüsse	54
4.5.9	Reparatur	55
4.5.10	Zusätzliche Leistungen	55
4.6	Abnahme	55
4.6.1	Formen der Abnahme	56
4.6.2	Rechtsfolgen der Abnahme	56
4.7	Vergütung	57
4.7.1	Grundvergütung	57
4.7.2	Preisanpassungen	58
4.8	Vertragslaufzeit	59
4.9	Haftung/Gewährleistung/Garantie	60
4.9.1	Garantie und Gewährleistung	60
4.9.2	Produkthaftung	63
4.9.3	Eigenschaft des Unternehmers/Verbrauchers	63
4.10	Schlussbemerkung	64
5	Inspektion und Prüfung in der Praxis	65
5.1	Unfallverhütung	65
5.1.1	Gefahr des elektrischen Schlages	65
5.1.2	Gefahr des Absturzes	66
6	Anlagenbesichtigung – Inspektion	71
6.1	Grundlegendes	71
6.1.1	Besichtigung	71
6.1.2	Bauteilgruppen der Photovoltaikanlage	71
6.1.3	Fehlererkennung	73
6.2	Planung/Verschattung	73
6.3	Trag- und Befestigungssysteme	76
6.3.1	Modulbefestigungen	77
6.3.2	Statik	78
6.3.3	Schrägdach	83
6.3.4	Flachdach	91
6.3.5	Konstruktive Anforderungen	94
6.4	Verkabelung Gleichstromseite (DC)	97
6.4.1	Kurzschlussichere Leitungsverlegung	99
6.4.2	Generatoranschlusskästen/Überspannungsschutzkästen	111
6.4.3	Steckverbindungen	113
6.5	Photovoltaikmodule	115

6.5.1	Visuelle Veränderungen an Modulen	115
6.5.2	Beschädigungen aufgrund äußerer Einwirkungen	130
6.6	Wechselrichter	135
6.7	Verkabelung Wechselstromseite (AC)	138
6.8	Schutzeinrichtungen	144
6.8.1	Wechselrichter	145
6.8.2	Überstromschutzeinrichtungen	146
6.8.3	Fehlerstromschutzschalter	146
6.8.4	Hauptschalter	147
6.8.5	Jederzeit zugängliche Freischaltstelle/NA-Schutz	147
6.9	Blitz- und Überspannungsschutz	147
6.9.1	Grundlagen	147
6.9.2	Prüfung vor Ort	150
6.10	Feuergefährdete Betriebsstätten	152
6.11	Baulicher Brandschutz	154
6.12	Anlagenkennzeichnung	159
6.13	Notausschalter/Feuerwehrschalter	163
6.14	PV-Anlagen auf Flachdächern	163
6.14.1	Eignung der Dächer für Photovoltaikanlagen	164
6.14.2	Besonderheiten beim Flachdach	164
6.14.3	Dachflächen mit Bitumenbahneindeckungen	171
6.14.4	Befestigungen der Photovoltaikanlage	172
6.15	Fassadenanlagen	174
6.16	Freifeldanlagen	175
6.16.1	Überwachungs- und Prüfungskonzept	176
6.16.2	Konzeptionelle Empfehlung von Messperioden	178
6.17	Speichersysteme	180
6.17.1	Allgemeine Hinweise	180
6.17.2	Sichtprüfung	184
6.17.3	Messungen	185
6.17.4	Batterieräume	185
7	Erprobung	187
8	Messungen	189
8.1	Messungen nach VDE	189
8.1.1	Durchgängigkeit der Leiter	190
8.1.2	Isolationswiderstand	190
8.1.3	Auslösestrom/Auslösezeit des Fehlerstromschutzschalters	192
8.1.4	Schleifenimpedanz und Kurzschlussstrom	192
8.1.5	Messung des Spannungsfalls	193
8.1.6	Erdungsmessung	193

8.1.7	Messung Gleichstromseite	193
8.2	Sondermessungen	195
8.2.1	Thermografie	195
8.2.2	Kennlinienmessung	205
8.2.3	Leistungsmessung	209
8.2.4	Elektrolumineszenzaufnahme	209
9	Dokumentation	215
9.1	Normative Anforderung	215
9.2	Inhalt	216
9.3	Dokumentation der Inspektion, Prüfung und Instandsetzung	219
9.3.1	Prüfbericht	219
9.3.2	Messprotokolle	220
9.3.3	Inspektion- und Prüfbericht	220
10	Monitoring	221
11	Instandsetzung	225
11.1	Reparatur	225
11.2	Bestandsschutz	225
11.2.1	Definition	225
11.2.2	Anpassen/Änderungen elektrischer Anlagen	227
11.3	Modultausch – Risiko bei der EEG-Vergütung	227
11.4	Hochwasser	230
11.5	Versicherungsschaden	232
12	Anlagenoptimierung – Verbesserungen – Modulreinigung	233
13	Schneeräumung	239
	Anhänge	241
	Anhang 1: Beispiel Überwachungs-, Inspektions- und Prüfungsvertrag	241
	Anhang 2: Checkliste Fehlersuche	247
	Anhang 3: Muster Prüfprotokoll	248
	Gesetze / Normverweise / Richtlinien / Literaturverzeichnis	257
	Gesetze / Verordnungen	257
	VDE Normen	258
	VDE Anwendungsregeln	261
	Weitere Normen	261
	VdS-Richtlinien	263
	Weitere Regelwerke und Richtlinien	263
	Literaturquellen	264