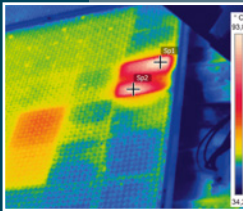


Wolfgang Schröder

Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen

Betreiberverantwortung, Betriebssicherheit,
Direktvermarktung



Fraunhofer IRB  Verlag

Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen
Betriebverantwortung · Betriebssicherheit · Direktvermarktung
Wolfgang Schröder

Wolfgang Schröder

Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen

Betreiberverantwortung · Betriebssicherheit · Direktvermarktung

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): 978-3-8167-9921-4
ISBN (E-Book): 978-3-8167-9922-1

Redaktion: Viola Pusceddu
Layout: Gabriele Wicker
Satz und Herstellung: Angelika Schmid
Umschlaggestaltung: Martin Kjer
Druck: Druckerei & Verlag Steinmeier GmbH & Co. KG, Deiningen

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

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 dürften. 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, 2018
Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500
Telefax +49 711 970-2508
irb@irb.fraunhofer.de
www.baufachinformation.de

Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 11 |
| 1 Verantwortung des Betriebsführers | 15 |
| 2 Inspektion und Prüfung | 21 |
| 2.1 Anlagenprüfung | 21 |
| 3 Fehler / Mängel an Photovoltaikanlagen | 31 |
| 3.1 Grundlagen | 31 |
| 3.2 Planung / Verschattung | 32 |
| 3.3 Unterbau / Tragsystem | 34 |
| 3.3.1 Tragsystem | 35 |
| 3.3.2 Modulaufständerungen | 37 |
| 3.3.3 Konstruktive Anforderungen | 38 |
| 3.4 Verkabelung der Gleichstromseite (DC) | 41 |
| 3.5 Generatoranschlusskästen | 53 |
| 3.6 Steckverbindungen | 55 |
| 3.7 Module | 56 |
| 3.8 Wechselrichter | 60 |
| 3.9 Verkabelung Wechselstromseite (AC) und Schutzeinrichtungen | 63 |
| 3.10 Anlagenkennzeichnung | 65 |
| 3.11 Anlagenplanung – Betriebssicherheit | 66 |
| 3.11.1 Vorbeugender Brandschutz | 66 |
| 3.11.2 Sichere Wartung und Prüfung | 68 |
| 4 Dachanlagen | 71 |
| 4.1 Eignung der Dächer für Photovoltaikanlagen | 71 |
| 4.2 Spezialfall Flachdach | 72 |
| 4.2.1 Allgemeines | 72 |
| 4.2.2 Statik und Befestigungen der Photovoltaikanlage | 77 |
| 5 Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlich genutzten Gebäuden | 81 |
| 5.1 Gefahren und Risiken | 81 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.2 | Elektrische Installation in landwirtschaftlichen Betriebsstätten | 82 |
| 5.3 | Elektrische Betriebsmittel und deren Installationsorte | 87 |
| 5.4 | Geeignete Wechselrichterstandorte | 92 |
| 5.5 | Geräteschutz | 93 |
| 5.6 | PEN-Leiter | 94 |
| 5.7 | Schutzeinrichtungen | 95 |
| 5.8 | Potenzialausgleich | 96 |
| 5.9 | Blitz- und Überspannungsschutz | 96 |
| 6 | Photovoltaikanlagen auf Sonderbauwerken | 99 |
| 6.1 | Begriff des Sonderbauwerks | 99 |
| 6.2 | Industriegebäude | 100 |
| 6.2.1 | Pflichten des Betreibers | 100 |
| 6.2.2 | Brandwände | 102 |
| 6.2.3 | Flucht- und Rettungswege | 103 |
| 6.2.4 | Feuergefährdete Betriebsbereiche | 105 |
| 6.2.5 | Dachaufbauten | 106 |
| 6.2.6 | Der Zustand der Dachhaut | 107 |
| 6.3 | Schulgebäude und sonstige öffentliche Gebäude | 108 |
| 6.3.1 | Blitzschutz | 108 |
| 6.3.2 | Baulicher Brandschutz | 110 |
| 6.4 | Haftung | 111 |
| 7 | Schutzeinrichtungen und Schadensverbeugung | 113 |
| 7.1 | Blitz- und Überspannungsschutz | 113 |
| 7.2 | Diebstahlschutz | 120 |
| 8 | Brände und Brandschutz an Photovoltaikanlagen | 123 |
| 8.1 | Brandursachen | 123 |
| 8.2 | Brandschutz | 126 |
| 8.3 | Einsatz von Feuerwehren | 126 |
| 8.4 | Hochwasser | 132 |
| 9 | Anlagenerträge sicher überwachen | 135 |
| 9.1 | Allgemeines | 135 |
| 9.2 | Anlagenüberwachung – Monitoring – Fehlererkennung | 135 |
| 10 | Sondermessungen und Prüfungen | 139 |
| 10.1 | Thermografie | 139 |
| 10.1.1 | Grundlagen | 139 |
| 10.1.2 | Kamera und Aufnahmeposition | 141 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 10.1.3 | Bildinformation | 141 |
| 10.1.4 | Fehlerbeispiele | 142 |
| 10.1.5 | Einsatz mit Flugdrohnen (Quadrocopter / Octocopter) | 143 |
| 10.2 | Kennlinienmessung | 145 |
| 10.3 | Leistungsmessung | 149 |
| 10.4 | Elektrolumineszenzaufnahme | 149 |
| 10.5 | Geologische Kontrollmessungen auf Deponien | 152 |
| 10.6 | Prüfung bei besonderen Ereignissen | 152 |
| 11 | Einspeisevergütung und Direktvermarktung | 153 |
| 11.1 | Historie | 153 |
| 11.2 | Vergütungsanspruch | 154 |
| 11.3 | Freiwillige und zwingende Direktvermarktung | 154 |
| 11.4 | Wie funktioniert Direktvermarktung? | 155 |
| 11.5 | Technische Anforderungen bei der Direktvermarktung | 160 |
| 11.6 | Weitere formale Regelungen aus dem EEG | 161 |
| 11.7 | Vertragliche Regelungen | 162 |
| 11.8 | Zusammenfassung | 164 |
| 12 | Einspeisemanagement | 165 |
| 12.1 | Technische Regeleinrichtung | 165 |
| 12.2 | Ermittlung der Entschädigungszahlung | 168 |
| 12.2.1 | Pauschales Verfahren für Photovoltaikanlagen mit registrierender Leistungsmessung | 169 |
| 12.2.2 | Pauschales Verfahren für Photovoltaikanlagen ohne registrierende Leistungsmessung | 170 |
| 12.2.3 | Spitzabrechnungsverfahren bei Photovoltaikanlagen | 171 |
| 12.2.4 | Neuanlagen mit der Inbetriebnahme ab 1. Januar 2012 | 172 |
| 13 | Eigenstromnutzung – Möglichkeiten der Kosteneinsparung | 175 |
| 13.1 | Allgemeine Betrachtungen | 175 |
| 13.2 | Optimierungsmöglichkeiten ohne Speicher | 176 |
| 13.2.1 | Privathaushalte | 176 |
| 13.2.2 | Gewerbebetriebe | 177 |
| 13.3 | Steigerung des Eigenverbrauchs | 180 |
| 13.4 | Speichersysteme | 180 |
| 13.4.1 | Allgemeines | 180 |
| 13.4.2 | Lebensdauer und Wirkungsgrad von Speichermedien | 183 |
| 13.4.3 | Betriebssysteme | 183 |
| 13.4.4 | Aufstellungsräume | 184 |
| 13.4.5 | Netzanschluss | 185 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 13.4.6 | Wirtschaftlichkeitsbetrachtung – Speicher jetzt oder später? _____ | 186 |
| 13.4.7 | Förderungen _____ | 187 |
| 13.5 | Resümee _____ | 187 |
| 14 | Rechtssicherer Anlagenbetrieb _____ | 189 |
| 14.1 | §9 EEG – Technische Vorgaben _____ | 189 |
| 14.2 | §52 EEG – Verringerung der Förderung bei Pflichtverstößen _____ | 191 |
| 14.3 | §93 Anlagenregister _____ | 192 |
| 14.4 | Direktvermarktung _____ | 195 |
| 14.5 | §71 EEG – Anlagenbetreiber _____ | 196 |
| 14.6 | Modultausch – Risiko bei der EEG-Vergütung _____ | 197 |
| 15 | Gebrauchte Photovoltaikanlagen _____ | 201 |
| 16 | Steuerliche Aspekte _____ | 203 |
| 16.1 | Unternehmerische Tätigkeit? _____ | 203 |
| 16.2 | Gewerbeanmeldung – ja oder nein? _____ | 204 |
| 16.3 | Umsatzsteuer – ja oder nein? _____ | 205 |
| 16.3.1 | Regelbesteuerung _____ | 205 |
| 16.3.2 | Kleinunternehmerregelung _____ | 205 |
| 16.4 | Besteuerung von Eigenverbrauch _____ | 206 |
| 16.5 | Erwerb eines Stromspeichers (Batterie) _____ | 207 |
| 16.6 | Einkommensteuer _____ | 208 |
| 16.6.1 | Betriebseinnahmen _____ | 209 |
| 16.6.2 | Betriebsausgaben _____ | 209 |
| 16.6.3 | Gewöhnliche und außergewöhnliche Ausgaben _____ | 209 |
| 16.6.4 | Abschreibung _____ | 209 |
| 16.6.5 | Selbstverbrauch _____ | 211 |
| 16.6.6 | Abgabe der Einkommenssteuererklärung _____ | 212 |
| 16.6.7 | Einkommenssteuervorauszahlung _____ | 212 |
| 16.7 | Gewerbsteuer _____ | 213 |
| 16.8 | Aufzeichnungspflichten und Steuererklärung _____ | 213 |
| 16.9 | Steuerabzug bei Bauleistungen – Bauabzugsteuer _____ | 214 |
| 16.10 | Steuroptimierungen _____ | 214 |
| 17 | Ausblick – die Zeit nach dem EEG _____ | 217 |
| 17.1 | Nur noch wenige Jahre _____ | 217 |
| 17.2 | Zukunft von Photovoltaik _____ | 219 |
| 17.3 | Zukünftige Nutzungen _____ | 221 |
| 18 | Schlusswort _____ | 227 |

| | |
|--|-----|
| Normverweise / Richtlinien / Gesetze / Literaturhinweise _____ | 229 |
| VDE Normen _____ | 229 |
| VDE Anwendungsregeln _____ | 232 |
| DIN-Normen _____ | 232 |
| VdS-Richtlinien _____ | 233 |
| Weitere Regelwerke und Richtlinien _____ | 234 |
| Gesetze/Verordnungen _____ | 235 |
| Literaturhinweise _____ | 237 |
| Der Autor _____ | 238 |
| Stichwortverzeichnis _____ | 239 |

