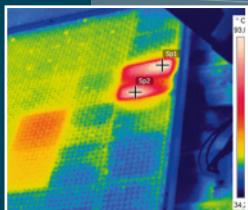


Wolfgang Schröder

# Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen

Betreiberverantwortung, Betriebssicherheit,  
Direktvermarktung



Fraunhofer IRB Verlag

Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen  
Betreiberverantwortung · 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](http://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 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, 2018  
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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
[www.baufachinformation.de](http://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 Modulaufstände	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	<b>Photovoltaikanlagen auf Sonderbauwerken</b>	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	<b>Schutzeinrichtungen und Schadensvorbeugung</b>	113
7.1	Blitz- und Überspannungsschutz	113
7.2	Diebstahlschutz	120
8	<b>Brände und Brandschutz an Photovoltaikanlagen</b>	123
8.1	Brandursachen	123
8.2	Brandschutz	126
8.3	Einsatz von Feuerwehren	126
8.4	Hochwasser	132
9	<b>Anlagenerträge sicher überwachen</b>	135
9.1	Allgemeines	135
9.2	Anlagenüberwachung – Monitoring – Fehlererkennung	135
10	<b>Sondermessungen und Prüfungen</b>	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	<b>Einspeisevergütung und Direktvermarktung</b>	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	<b>Einspeisemanagement</b>	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	<b>Eigenstromnutzung – Möglichkeiten der Kosteneinsparung</b>	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
<b>14</b>	<b>Rechtssicherer Anlagenbetrieb</b>	<b>189</b>
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
<b>15</b>	<b>Gebrauchte Photovoltaikanlagen</b>	<b>201</b>
<b>16</b>	<b>Steuerliche Aspekte</b>	<b>203</b>
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	Gewerbesteuer	213
16.8	Aufzeichnungspflichten und Steuererklärung	213
16.9	Steuerabzug bei Bauleistungen – Bauabzugsteuer	214
16.10	Steueroptimierungen	214
<b>17</b>	<b>Ausblick – die Zeit nach dem EEG</b>	<b>217</b>
17.1	Nur noch wenige Jahre	217
17.2	Zukunft von Photovoltaik	219
17.3	Zukünftige Nutzungen	221
<b>18</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>227</b>

---

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

