

Wolfgang Schröder

# Privater Betrieb von Photovoltaikanlagen

Anlagentechnik, Risikominimierung,  
Wirtschaftlichkeit



Fraunhofer IRB  Verlag

Privater Betrieb von Photovoltaikanlagen  
Anlagentechnik · Risikominimierung · Wirtschaftlichkeit  
Wolfgang Schröder



---

Wolfgang Schröder

# Privater Betrieb von Photovoltaikanlagen

Anlagentechnik · Risikominimierung · Wirtschaftlichkeit

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): 978-3-8167-9855-2

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9885-9

Redaktion: Birgit Azh

Layout: Gabriele Wicker

Herstellung: Angelika Schmid

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: punkt, STRICH., Karlsruhe

Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG, Stuttgart

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, 2017  
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	9
1 Die verkaufte Photovoltaikanlage – ein persönliches Resümee	11
2 Erste Risikobetrachtung – Gewährleistung und Garantie	17
2.1 Der feine Unterschied mit großer Wirkung	17
2.2 Gewährleistung	17
2.3 Garantie	22
2.4 Produkthaftung	25
2.5 Eigenschaft des Unternehmers / Verbrauchers	25
2.6 Gewährleistungs- und Garantiekette	27
2.7 Folgen bei Mängelansprüchen	29
2.8 Erstes Resümee	33
3 Zweite Risikobetrachtung – der verantwortliche Anlagenbetreiber	35
4 Dritte Risikobetrachtung – Anlagenerträge – Ertragsprognosen – was eine Photovoltaikanlage leisten muss	39
4.1 Kennziffern, Ertragsverteilung, Grundlagen	39
4.1.1 Anlagenennleistung	39
4.1.2 Globalstrahlung	42
4.1.3 Spezifischer Ertrag	43
4.1.4 Performance Ratio	44
4.1.5 Energiefluss und Verluste einer PV-Anlage	45
4.2 Ertragsprognosen	49
4.3 Ertragsvergleiche und Anlagenüberwachung	51
4.3.1 Vergleichsanlagen	51
4.3.2 Anlagenüberwachung – Monitoring – Fehlererkennung	51
5 Voraussetzungen eines technisch und wirtschaftlich sicheren Anlagenbetriebs	57
5.1 Fachtechnische Abnahme – Ausnahme Nr. 1	57
5.2 Regelmäßige Anlagenprüfung – Ausnahme Nr. 2	59

5.2.1	Allgemeine Bedeutung von Prüfungen	59
5.2.2	Statistiken zur Schadenserhebung	62
5.2.3	Prüfpflicht – Prüffristen	66
5.3	Regeln der Technik	74
<b>6</b>	<b>Wartung und Inspektionen von Photovoltaikanlagen</b>	<b>77</b>
6.1	Begriffsdefinition Wartung – Instandhaltung	77
6.1.1	Definition	77
6.1.2	Wartung	77
6.1.3	Inspektion	78
6.1.4	Instandsetzung / Reparatur	78
6.1.5	Verbesserung	78
6.1.6	Instandhaltung	79
6.2	Rechtliche Rahmenbedingungen von »Wartungsarbeiten«	79
6.2.1	Keine Leistung ohne Vertrag	79
6.2.2	Rechte und Pflichten	82
6.2.3	Vertragsinhalte bei »Wartungsverträgen«	84
6.2.4	Leistungsausschlüsse	88
6.2.5	Reparatur	89
6.2.6	Zusätzliche Leistungen	89
6.2.7	Abnahme	89
6.2.8	Vergütung	90
<b>7</b>	<b>Inspektion und Prüfung</b>	<b>91</b>
7.1	Unfallverhütung	91
7.2	Anlagenprüfung	94
7.2.1	Besichtigung	94
7.2.2	Erprobung	95
7.2.3	Messungen nach VDE	96
<b>8</b>	<b>Fehler / Mängel an Photovoltaikanlagen</b>	<b>97</b>
8.1	Planung / Verschattung	98
8.2	Unterbau / Tragsystem	99
8.2.1	Tragsystem	100
8.2.2	Statik	101
8.2.3	Schrägdach	106
8.2.4	Flachdach	111
8.2.5	Klemmbefestigung Module	113
8.3	Verkabelung Gleichstromseite (DC)	114
8.3.1	Kurzschluss sichere Leitungsverlegung	115
8.3.2	Generatoranschlusskästen / Überspannungsschutzkästen	125

8.3.3	Steckverbindungen	126
8.4	Module	128
8.5	Wechselrichter	138
8.6	Verkabelung Wechselstromseite (AC)	140
8.7	Schutzeinrichtungen	143
8.8	Anlagenkennzeichnung	145
8.9	Wartung und Prüfung durch Anlagenerrichter	147
8.10	Qualität von Prüfungen	151
<b>9</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>157</b>
9.1	Ausnahme Nr. 3	157
9.2	Normative Anforderung	158
9.3	Inhalt der Dokumentation	159
<b>10</b>	<b>Versicherungen</b>	<b>165</b>
10.1	Montageversicherung	166
10.2	Photovoltaikversicherung bzw. Allgcfahrenversicherung	168
10.3	Betreiberhaftpflichtversicherung	169
10.4	Ertragsausfallversicherung	170
10.5	Besonderheiten bei der Wohngebäudeversicherung	170
10.6	Klauseln	171
10.7	Risikoangaben / vorvertragliche Obliegenheiten	171
10.8	Schadensfall / Schadensabwicklung	174
10.9	Regress	181
10.10	Versicherungsausschluss	183
10.11	Vertragswechsel – Kündigung – Anpassung	183
<b>11</b>	<b>Anlagenoptimierung – Verbesserungen</b>	<b>185</b>
<b>12</b>	<b>Modulreinigung – Schneeräumung</b>	<b>189</b>
12.1	Verschmutzungen	189
12.2	Schneeräumung	193
<b>13</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>195</b>
<b>Anhänge</b>		<b>197</b>
Anhang 1: Inspektion und Prüfung – Gesetzliche Grundlagen und Normen		197
Anhang 2: Beispiel Überwachungs-, Inspektions- und Prüfungsvertrag		201
Anhang 3: Checkliste Fehlersuche		207
Anhang 4: Checkliste Versicherungsfall		208



<b>Normverweise / Richtlinien / Gesetze / Literaturverzeichnis</b> _____	209
Technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informa- tionstechnik e. V. – VDE Normen (Auszug relevanter Normen) _____	209
VDE Anwendungsregeln _____	211
Weitere Normen _____	211
VdS-Richtlinien _____	212
Gesetze / Verordnungen _____	213
Literaturquellen _____	214
Der Autor _____	216
<b>Stichwortverzeichnis</b> _____	217