

BINE-Fachbuch

Photovoltaik

7., vollständig überarbeitete Auflage

Der Autor:

Ralf Haselhuhn

Herausgeber

 **FIZ Karlsruhe**

Leibniz-Institut für
Informationsinfrastruktur

Fraunhofer IRB Verlag

 **BINE**
Informationsdienst

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Vorwort | 9 |
| 1 Solaraktive Flächen für die Architektur | 11 |
| 1.1 Gebäude mit Solarmodulen gestalten | 11 |
| 1.2 Demokratisierung der Energiewirtschaft | 13 |
| 2 Neue Technik für Gebäude | 16 |
| 2.1 Elektrizität aus Sonnenlicht | 16 |
| 2.2 Die Solarzelle | 17 |
| 2.3 Verschiedene Solarzellentypen | 19 |
| 2.3.1 Monokristalline Zellen | 20 |
| 2.3.2 Polykristalline Zellen | 21 |
| 2.3.3 Dünnschichtzellen | 22 |
| 2.4 Von der Solarzelle zum Modul | 28 |
| 2.5 Speichersysteme ergänzen die Photovoltaikanlage | 32 |
| 3 Am Anfang steht die Planung | 37 |
| 3.1 Wie viel Energie liefert die Sonne? | 37 |
| 3.2 Vorbereitung und Gebäudebegutachtung | 41 |
| 3.3 Sind Standort und Gebäude geeignet? | 42 |
| 3.4 Verschattungseffekte vermeiden | 43 |
| 3.5 Anlage und Komponenten richtig dimensionieren | 46 |
| 3.5.1 Leistung, Flächenbedarf und Wirkungsgrad | 46 |
| 3.5.2 Wetterfähigkeit der Solarmodule | 47 |
| 3.5.3 Schatten: Problem und Lösung | 48 |
| 3.5.4 Besonderheiten von Dünnschichtmodulen | 50 |
| 3.5.5 Verschaltung der Module zum Solargenerator | 52 |
| 3.6 Der Wechselrichter als Anlagenzentrale | 53 |
| 3.6.1 Aufbau | 54 |
| 3.6.2 Wechselrichter-Konzepte | 56 |
| 3.6.3 Optimale Performance – Europäischer Wirkungsgrad | 57 |
| 3.6.4 Was bei der Installation zu beachten ist | 58 |
| 3.6.5 Solargenerator und Wechselrichter aufeinander abstimmen | 58 |
| 3.7 Ertragsabschätzung und Simulation | 60 |
| 3.8 Planung von PV-Systemen zum Eigenverbrauch | 62 |
| 3.9 Checkliste zur erfolgreichen Planung | 68 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4 | Mit Photovoltaik bauen | 70 |
| 4.1 | Was ist bei der Statik zu beachten? | 70 |
| 4.2 | Montage auf dem Dach | 71 |
| 4.3 | In-Dach-Anlagen | 78 |
| 4.4 | Aufgeständerte Systeme für das Flachdach | 81 |
| 4.5 | Montage an der Fassade | 84 |
| 4.5.1 | Fassaden für die Photovoltaik-Integration | 85 |
| 4.5.2 | Module mit linienförmigen Halterungen | 89 |
| 4.5.3 | Module mit punktförmigen Halterungen | 91 |
| 4.5.4 | Module als Sonnenschutz | 91 |
| 4.6 | Weitere Montagelösungen | 92 |
| 4.6.1 | Wintergärten, Erschließungszonen und bauliche Anlagen | 92 |
| 4.6.2 | Freiflächen-Anlagen | 94 |
| 5 | Baurecht, Normen & Co. | 95 |
| 5.1 | Baugesetzgebung und Baugenehmigung | 95 |
| 5.2 | Bauordnung, Bauregeln, Bauprodukte und DIBt-Hinweispapier für Solaranlagen | 98 |
| 5.2.1 | DIBt-Hinweispapier für Solaranlagen | 99 |
| 5.2.2 | Statik-Normen | 101 |
| 5.3 | Brandschutz | 103 |
| 5.3.1 | Brandschutzanforderungen der Bauordnung | 103 |
| 5.3.2 | Anforderungen für die Brandbekämpfung | 104 |
| 5.3.3 | Weitere Anforderungen für den Brandschutz | 106 |
| 5.4 | Photovoltaik als elektrische Anlage | 108 |
| 5.5 | Unfallschutz und allgemeine Sicherheit | 108 |
| 5.6 | Gewährleistung | 109 |
| 6 | Elektrische Installation und Inbetriebnahme | 110 |
| 6.1 | Wer darf welche Arbeit durchführen? | 110 |
| 6.2 | Der Generatoranschlusskasten | 111 |
| 6.3 | Die richtigen Kabel und Leitungen | 111 |
| 6.4 | Schutz vor Fehlerströmen | 113 |
| 6.5 | Schutz vor Blitzeinwirkungen | 114 |
| 6.6 | Geltende Regelungen für den Netzanschluss | 116 |
| 6.7 | Abnahme und Inbetriebnahme | 121 |
| 7 | Qualität und Solarerträge | 122 |
| 7.1 | Modul-Prüfung und Garantien | 122 |
| 7.2 | Qualität und Zuverlässigkeit von Wechselrichtern | 126 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 7.3 | Was letztlich zählt: Energieerträge | 127 |
| 7.4 | Ertragssicherung durch Betriebsdatenerfassung und Anlagenüberwachung | 128 |
| 7.5 | Wartung und Instandhaltung | 129 |
| 8 | Ökologie und Nachhaltigkeit | 135 |
| 8.1 | Energieversorgung – heute und morgen | 135 |
| 8.2 | Energiebilanz von PV-Anlagen | 136 |
| 9 | Kosten und Erlöse | 140 |
| 9.1 | Anschub durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz | 140 |
| 9.2 | Investitionskosten dominieren die Wirtschaftlichkeit | 145 |
| 9.3 | Ergänzende öffentliche Fördermittel | 147 |
| 9.4 | Steuerliche Nebenwirkungen | 148 |
| 9.5 | Risiken versichern | 150 |
| 10 | Trends und neue Technologien | 152 |
| 10.1 | Neue Zelltechnologien | 152 |
| 10.2 | Trends bei Solarmodulen | 154 |
| 10.3 | Neue Wechselrichter- und Anlagenkonzepte | 156 |
| 10.4 | Auf dem Weg zum virtuellen Kraftwerk und zur solaren Mobilität | 156 |
| 10.5 | Weitere Trends | 159 |
| 11 | Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis | 160 |
| 11.1 | Zitierte Literatur | 160 |
| 11.2 | Abbildungsverzeichnis | 164 |
| 12 | Forschungsvorhaben der Bundesregierung | 166 |
| 12.1 | Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben | 166 |
| 12.2 | Forschungsberichte | 168 |
| 13 | Weiterführende Literatur | 169 |
| 13.1 | Literatur | 169 |
| 13.2 | Software | 170 |
| 13.3 | Literaturtipp | 170 |
| 13.4 | BINE Informationsdienst | 171 |
| 13.5 | Forschungsportale des BMWi | 171 |
| 14 | Zum Autor | 172 |