

Siegfried Schoedel

Photovoltaik

**Grundlagen und Komponenten für
Projektierung und Installation**

105 Abbildungen und 32 Tabellen

2., durchgesehene Auflage

Pflaum Verlag München



Inhalt

1	Einleitung	11
1.1	Energie	12
1.2	Solarenergie	13
1.3	Photovoltaik	14
1.4	Stand der Solargeneratortechnik	15
1.4.1	Solarzellen- und Modultechnik	15
1.4.2	Marktsituation	18
1.5	Entwicklungstendenzen	19
1.6	Anwendung	20
1.6.1	PV-Anwendung im Bereich der Meß- und Fernwirktechnik	22
1.6.2	PV-Anwendung in der Alarm- und Meldetechnik	23
1.6.3	PV-Anwendung im Bereich der Nachrichtentechnik	23
1.6.4	PV-Anwendung im Bereich der Verkehrstechnik	23
1.6.5	PV-Anwendung im Bereich der Hausstromversorgung	26
1.6.6	PV-Anwendung im Bereich mobiler Anlagen	27
1.6.7	PV-Anwendung im kommunalen Bereich	28
1.6.8	PV-Anwendung im Bereich der Wasserwirtschaft	29
1.6.9	PV-Anwendung in der Land- und Forstwirtschaft	30
1.6.10	PV-Anwendung im Solarkraftwerks-Bereich	30
1.6.11	PV-Anwendung hybrid aufgebauter Anlagen	32
1.6.12	Übersicht zur PV-Anwendung	34
2	Elektrotechnische Grundlagen	36
2.1	Elektrotechnisches Grundwissen	36
2.1.1	Grundbegriffe	36
2.1.2	Der elektrische Widerstand	38
2.2	Dioden	40
2.3	Die Solarzelle	41
2.3.1	Grundsätzliche Wirkungsweise	42
2.3.2	Aufbau	42
2.3.3	Solarzellen	44
2.3.4	Die Kennlinien von Solarzellen	46
2.4	Das Solarmodul	46
2.4.1	Der Aufbau des Solarmoduls	47
2.4.2	Die Kennlinien des Solarmoduls	49
3	Sonneneinstrahlung	51
3.1	Solareinstrahlung	54

4	Solarberechnung	61
4.1	Grundlagen der Solarberechnung	61
4.1.1	Anlagenort	61
4.1.2	Die Nutzungsdauer	62
4.1.3	Der Energiebedarf	62
4.1.4	Betriebsspannungen	65
4.1.5	Die Einstrahlung	67
4.1.6	Die Anwender-Gewohnheiten	67
4.2	Die Solarberechnung	68
4.2.1	Auswahl der Solarmodultypen	68
4.2.2	Der Ah-Ertrag von Solarmodulen	72
4.2.3	Die Nennleistung des Solargenerators	73
5	Die Komponenten der Solaranlage	76
5.1	Der Solargenerator	77
5.1.1	Solarmodule im Solargenerator	78
5.1.2	Tragstrukturen	78
5.1.3	Das Installationssystem	80
5.2	Akkumulatoren, Batterien	82
5.2.1	Der Aufbau der Batterien	83
5.2.2	Chemische Vorgänge in Akkumulatoren	90
5.2.3	Kenn- und Betriebswerte von Batterien	91
5.2.4	Betriebsverhalten	93
5.2.5	Solarbatterien	101
5.2.6	Batteriezubehör	105
5.2.7	Batterieauslegung	108
5.3	Solar-Laderegler	111
5.3.1	Solaranlagenbetrieb ohne Laderegler	115
5.3.2	Serien-Regler	116
5.3.3	Shunt-Regler	117
5.3.4	Schaltregler	119
5.3.5	MPP-Regler	120
5.3.6	Mikroprozessorgesteuerte Regler	121
5.3.7	Hinweise zur Regleranwendung	122
5.4	Energieumformer	122
5.4.1	Gleichspannungswandler	123
5.4.2	Wechselrichter	125
5.5	Schutzeinrichtungen	131
5.5.1	Die Shunt-Diode	131
5.5.2	Rückstromdiode	133
5.5.3	Batterie-Überladungsschutz	134
5.5.4	Tiefentladungsschutz	135
5.5.5	Blitzschutz	135

6	Solaranlagentechnik	139
6.1	Autark arbeitende Solaranlagen, autonome Solaranlagen, Insel-Anlagen	140
6.2	Mit dem Stromversorgungsnetz verbundene Anlagen	141
6.2.1	Netzgestützte PV-Anlagen	143
6.2.2	Netzgekoppelte PV-Anlagen	143
6.2.3	Hybrid aufgebaute Systeme	145
6.3	Verbrauchergeräte	147
6.3.1	Energiesparlampen	148
6.3.2	Solar-Kühlschränke	155
6.3.3	Der Betrieb von Wasch- und Spülmaschinen in Solargenerator-Anlagen	157
6.3.4	Pumpen	158
6.3.5	Kleingeräte	159
6.4	Anlagenplanung und Anlagenoptimierung	159
6.4.1	Anlagenplanung	159
6.4.2	Anlagenoptimierung	162
6.5	Anlagen-Dokumentation	162
6.6	Solaranlagenbetrieb und Anlagenwartung	164
6.6.1	Solaranlagenbetrieb	164
6.6.2	Die Wartung von Solaranlagen	164
6.7	Anlagenbeispiele	169
6.7.1	Solare Stromversorgung für eine privat genutzte Hütte in Insellage	170
6.7.2	Integrierte Solaranlage zur Versorgung eines Einfamilienhauses mit mittlerem Energiebedarf	174
6.7.3	Solarstromversorgung für Wohnmobile und Boote	178
7	Aufstellung und Installation von Solaranlagen	180
7.1	Die Montage der Solaranlage	180
7.2	Die Installation der Verbraucheranlage	186
7.2.1	Kabel und Leitungen	187
7.2.2	Schutzmaßnahmen	189
7.2.3	Schaltgeräte	189
7.2.4	Steckverbindungen	190
7.3	Normen und Vorschriften	191
7.3.1	Baurechtliche Richtlinien	191
7.3.2	Technische Normen und Vorschriften	192
7.3.3	Internationale Institutionen	193
8	Fördermaßnahmen	194
8.1	Das 1000-Dächer-Programm	195

9	Index	197
9.1	Literaturverzeichnis	197
9.1.1	Bücher, Broschüren	197
9.1.2	Zeitschriften, sonstige Periodika	200
9.2	Hersteller und Lieferanten	201
	Sachregister	207