

2 Grundlagen

2.1	PV-Anlagensysteme und PV-Anwendungen	2 - 3
2.1.1	Überblick	2 - 3
2.1.2	Inselsysteme	2 - 4
2.1.3	Netzgekoppelte Systeme	2 - 7
2.2	Sonnenstrahlung	2 - 10
2.2.1	Die Sonne als Energiequelle	2 - 10
2.2.2	Verteilung der Sonneneinstrahlung	2 - 11
	Österreich, Schweiz	2 - 15
2.2.3	Direkte und diffuse Strahlung	2 - 16
2.2.4	Winkeldefinition	2 - 17
2.2.5	Sonnenstand und Sonnenspektrum	2 - 17
2.2.6	Einstrahlung auf geneigte Flächen	2 - 21
2.2.7	Bodenreflexion	2 - 25
2.2.8	Messverfahren für solare Strahlung	2 - 25
2.2.9	Nachführung	2 - 27
2.3	Photovoltaischer Effekt und Funktion von Solarzellen	2 - 28
2.3.1	Funktionsprinzip einer Solarzelle	2 - 28
2.3.2	Aufbau und Funktionsweise einer kristallinen Silizium-Solarzelle	2 - 30
2.4	Zellarten	2 - 31
2.4.1	Kristallines Silizium	2 - 31
2.4.2	Monokristalline (einkristalline) Siliziumzellen	2 - 33
2.4.3	Polykristalline Siliziumzellen	2 - 34
2.4.4	Polykristalline UMG-Siliziumzellen	2 - 35
2.4.5	Bandgezogene Siliziumzellen	2 - 36
	Polykristalline String-Ribbon-Siliziumzellen	2 - 36
2.4.6	Texturierung und Antireflexbeschichtung	2 - 37
2.4.7	Frontkontakte	2 - 38
2.4.8	Rückkontakte	2 - 39
2.4.9	Alternativen bei der Waferherstellung	2 - 39
2.4.10	Hochleistungszellen	2 - 40
	Floatzone-Verfahren	2 - 40
	Optimierte Zellstrukturen	2 - 41
	Rückseitenkontaktierungen	2 - 42
	Hybrid-Zellen – HIT-Solarzellen	2 - 46
	Exkurs: Transparente kristalline Solarzellen	2 - 47
	Exkurs: Kugelsolarzellen	2 - 48
2.4.11	Dünnschicht-Zelltechnologie	2 - 48
2.4.12	Amorphe Siliziumzellen	2 - 50
2.4.13	Mikromorphe Solarzellen	2 - 52
2.4.14	Kupfer-Indium-Diselenid-Zellen (CIS)	2 - 53
2.4.15	Cadmium-Tellurid-Zellen (CdTe)	2 - 56
2.4.16	Nanostrukturierte anorganische und organische Solarzellen	2 - 57
	Nanostrukturierte CIS-Zellen	2 - 57
	Farbstoffzellen	2 - 58
	Kunststoffsolarzellen	2 - 59
2.4.17	Konzentrator-Solarzellen und konzentrierende Systeme	2 - 61
2.4.18	Vergleich der Solarzellenarten und Trends	2 - 62
2.5	Elektrische Eigenschaften von Solarzellen	2 - 63
2.5.1	Ersatzschaltbilder der Solarzelle	2 - 63
	Exkurs: Weitere Solarzellen-Modelle	2 - 65
2.5.2	Zellkenngrößen und Solarzellenkennlinien	2 - 68
	STC-Bedingungen	2 - 68
2.5.3	Spektrale Empfindlichkeit	2 - 70
2.5.4	Wirkungsgrad von Solarzellen bzw. PV-Modulen	2 - 72

2 Grundlagen

2.1 PV-Anlagensysteme und PV-Anwendungen

2.1.1 Überblick

Photovoltaische Anlagensysteme können in Inselsysteme und netzgekoppelte Systeme eingeteilt werden. Bei Inselsystemen wird der solare Energieertrag mit dem Energiebedarf abgestimmt. Da der solare Energieertrag oft zeitlich nicht mit dem Energiebedarf der angeschlossenen Verbraucher übereinstimmt, werden in der Regel zusätzlich Speicher (Akkumulatoren) eingesetzt. Wenn die PV-Anlage von einer weiteren Stromquelle unterstützt wird, z. B. von einem Wind- oder Dieselgenerator, spricht man von einer Photovoltaik-Hybridanlage.

Bei netzgekoppelten Systemen wirkt bisher das öffentliche Stromnetz als Energiespeicher. Bei einem großen Anteil von fluktuierenden Stromeinspeisern wie Wind- und Solarstrom werden in Zukunft allerdings im Netz mehr Speicher benötigt (siehe auch Kap 3.8). Weltweit werden die meisten PV-Anlagen netzgekoppelt betrieben, dabei wird entweder der gesamte Solarstrom ins Netz gespeist oder ein Teil vorher verbraucht und nur der Überschuss ins Netz eingespeist. Für die Zukunft wird prognostiziert, dass die Photovoltaik im Jahr 2050 bis zu einem Drittel der Stromversorgung in Deutschland übernehmen könnte [Qua99].

Während derzeit über 90 % der PV-Anlagen der Welt netzgekoppelt errichtet werden, ist mittelfristig zu erwarten, dass immer mehr Inselsysteme besonders in den Entwicklungsländern eingesetzt werden. 30 % der Weltbevölkerung lebt noch ohne elektrischen Strom. In diesen Gebieten kann die Photovoltaik eine entscheidende Rolle bei der schrittweisen Elektrifizierung spielen. Mit kleinen Einzelversorgungen für Haushalte, den Solar Home Systems, können z. B. Licht, Radio, Fernseher, ein Kühlschrank oder eine Pumpe betrieben werden. Zunehmend werden gemeinsame Dorfstromversorgungen mit Wechselstromkreis und Leistungen im zweistelligen Kilowattbereich realisiert. Dabei kann die heimische PV-Industrie über den Export eine Schlüsselrolle übernehmen.

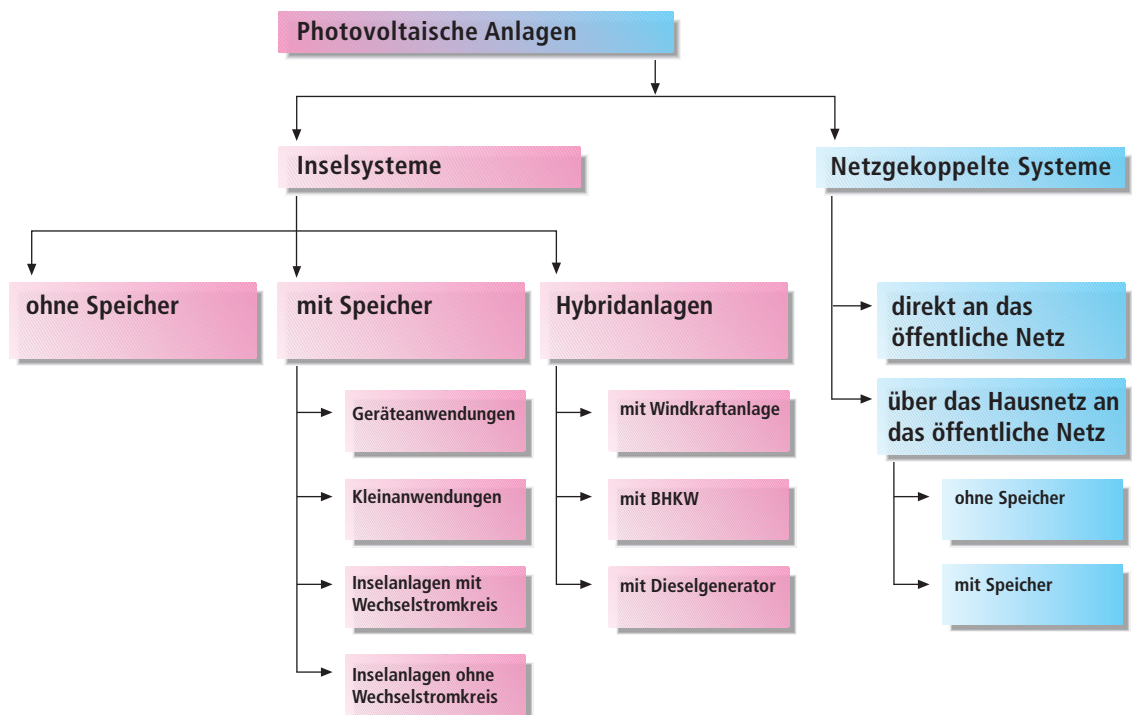


Bild 2-1