

5 Planung und Auslegung von netzgekoppelten Anlagen

| | | |
|------------|--|--------|
| 5.1 | Anlagengröße und Modulauswahl | 5 - 5 |
| 5.2 | Anlagenkonzepte | 5 - 6 |
| 5.2.1 | Zentrales Wechselrichterkonzept | 5 - 8 |
| | Kleinspannungskonzept | 5 - 8 |
| | Parallelschaltungskonzept | 5 - 8 |
| | Konzept mit höheren Spannungen | 5 - 9 |
| | Master-Slave-Konzept | 5 - 9 |
| 5.2.2 | Strangwechselrichter- und Teilgeneratorkonzept | 5 - 10 |
| | Teamkonzept | 5 - 11 |
| 5.2.3 | Multi-MPP-Reglerkonzept | 5 - 12 |
| 5.2.4 | Modulwechselrichterkonzept | 5 - 12 |
| 5.2.5 | Konzept mit modulorientierten Gleichstromwandlern | 5 - 14 |
| 5.2.6 | Konzept mit Solarstromeigenverbrauch | 5 - 15 |
| 5.3 | Installationsort des Wechselrichters | 5 - 21 |
| 5.4 | Wechselrichterdimensionierung | 5 - 22 |
| 5.4.1 | Leistungsdimensionierung | 5 - 22 |
| 5.4.2 | Spannungsdimensionierung | 5 - 24 |
| | Maximale Modulanzahl in einem Strang | 5 - 25 |
| | Minimale Modulanzahl in einem Strang | 5 - 25 |
| 5.4.3 | Bestimmung der Anzahl der Stränge | 5 - 27 |
| 5.4.4 | Arbeitsbereich des Wechselrichters | 5 - 27 |
| 5.4.5 | Auslegungsoptimierung für Wechselrichter | 5 - 29 |
| 5.4.6 | Anpassung des Wechselrichters an das Netz | 5 - 32 |
| | Dynamische Netzstützung | 5 - 35 |
| 5.4.7 | Prüfen des Isolationswiderstandes des PV-Generators | 5 - 36 |
| 5.4.8 | Dimensionierung mittels Computerprogrammen | 5 - 37 |
| 5.5 | Auslegung der Leitungen und der Schutzelemente gegen Überlast | 5 - 38 |
| | Spannungsfestigkeit | 5 - 39 |
| | Strombelastbarkeit | 5 - 39 |
| | Einsatz und Auslegung von Strangsicherungen bzw. Sicherungsautomaten | 5 - 41 |
| | Minimierung der Leitungsverluste | 5 - 43 |
| 5.5.1 | Dimensionierung der Modul- bzw. Strangleitung | 5 - 44 |
| 5.5.2 | Dimensionierung der Gleichstromhauptleitung | 5 - 46 |
| 5.5.3 | Dimensionierung der Wechselstromanschlussleitung | 5 - 47 |
| 5.6 | Auswahl und Dimensionierung des Generatoranschlusskastens und des DC-Hauptschalters | 5 - 48 |
| 5.7 | Blitzschutz, Erdung und Überspannungsschutz | 5 - 50 |
| 5.7.1 | Direkter Blitzschlag und Blitzeinschlagsrisiko | 5 - 52 |
| 5.7.2 | Äußerer Blitzschutz | 5 - 54 |
| 5.7.3 | Indirekte Blitzeinwirkungen und innerer Blitzschutz | 5 - 54 |
| 5.7.4 | Blitz- und Überspannungsschutz bei Gebäuden ohne Blitzschutzanlage | 5 - 57 |
| 5.7.5 | Blitz- und Überspannungsschutz bei Gebäuden mit Blitzschutzanlage | 5 - 58 |
| 5.7.6 | Erdung und Potenzialausgleich | 5 - 64 |
| 5.7.7 | Erdung und Blitzschutz bei Freiflächenanlagen | 5 - 65 |



| | | |
|-------------|--|---------------|
| 5.8 | Brandschutz | 5 - 66 |
| 5.8.1 | Brandschutzanforderungen der Bauordnung | 5 - 66 |
| 5.8.2 | Anforderungen für die Brandbekämpfung | 5 - 67 |
| 5.8.3 | Weitere Anforderungen für den Brandschutz | 5 - 69 |
| 5.9 | AC-Schutztechnik und Netzanschluss | 5 - 71 |
| 5.9.1 | Auswahl und Dimensionierung der AC-seitigen Schutztechnik | 5 - 71 |
| 5.9.2 | Dimensionierung der Netzanschlussleitung | 5 - 73 |
| 5.9.3 | Festlegung und Auslegung des Netzanschlusspunktes | 5 - 74 |
| 5.9.4 | Auswahl von Netz- und Anlagenschutzeinrichtungen (NA-Schutz) und Kuppelschalter | 5 - 78 |
| 5.9.5 | Zählerplätze für PV-Anlagen | 5 - 80 |
| 5.9.6 | Durchleitung | 5 - 81 |
| 5.10 | Angebotserstellung und Kalkulation | 5 - 82 |
| 5.10.1 | Kostenermittlung | 5 - 82 |
| 5.10.2 | Zeitaufwand und Bauzeiten | 5 - 84 |
| 5.10.3 | Angebotserstellung und Leistungsverzeichnis | 5 - 86 |
| 5.11 | Ertragsprognose | 5 - 86 |
| 5.12 | Vorschriften und Richtlinien | 5 - 89 |
| 5.12.1 | Baurechtliche Belange | 5 - 89 |
| | Baugenehmigungspflicht und das Baugenehmigungsverfahren | 5 - 90 |
| | Bauplanungsrecht | 5 - 91 |
| | Bauordnungsrecht | 5 - 92 |
| | Denkmalschutzrecht | 5 - 92 |
| | Bauprodukte und Bauarten | 5 - 93 |
| | Technische Regeln für Bauarten mit Glas | 5 - 97 |
| | Brandschutz | 5 - 100 |
| | Wärmeschutz, Schallschutz | 5 - 102 |
| | Zusammenfassung | 5 - 102 |
| 5.12.2 | Elektrotechnische Normen | 5 - 103 |
| | VDE-Bestimmungen und DIN-Normen | 5 - 103 |
| | Internationale Normen | 5 - 103 |
| 5.12.3 | Technische Richtlinien und Bedingungen zum Netzanschluss | 5 - 104 |
| 5.12.4 | Sonstige Richtlinien und Regeln | 5 - 105 |
| | Qualitätskriterien | 5 - 105 |
| | Berufsgenossenschaftliches Vorschriften- und Regelwerk | 5 - 106 |
| | Standardleistungsbuch für das Bauwesen (STLB-Bau) | 5 - 106 |
| | Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS) | 5 - 106 |
| | Übersicht | 5 - 106 |

5 Planung und Auslegung von netzgekoppelten Anlagen



Als Hilfe zur Dimensionierung von netzgekoppelten PV-Anlagen sind Checklisten und ein Organigramm zum Planungsablauf auf der DVD unter >Planen >Vor-Ort-Analyse >Standortaufnahme und >Planen >Dimensionierung >Ablaufschema abgelegt. Die Checklisten zur Gebäudeaufnahme enthalten Vorgaben für die Anlage: Ausrichtung, Neigung, verfügbare Fläche, Montageart, Verschattung, Kabellängen, Wechselrichterstandort usw.

5.1 Anlagengröße und Modulauswahl

Die Leistung und damit die Größe der PV-Anlage werden bei Direkteinspeisung nach dem EEG von der geeigneten (Dach-)Fläche und dem Investitionsumfang bestimmt. Falls eine Selbstnutzung des PV-Stromes gewünscht ist, geht der Stromverbrauch in die Bestimmung der Anlagengröße ein. Dabei sollten insbesondere die Stromverbraucher am Tag mit ihrer Leistungsaufnahme erfasst und berücksichtigt werden. Bei einem größeren Eigennutzungsanteil des Solarstromes ergibt sich bei dieser EEG-Variante meist eine höhere Wirtschaftlichkeit als bei einer Direkteinspeisung (s. auch Kap. 10.5). Mehr zu Generatorauslegung bei Eigenverbrauch finden Sie in Kapitel 5.6.2.

Bei der Ortsbesichtigung wird in Absprache mit dem Kunden die geeignete Fläche für die PV-Anlage bestimmt.

Es erfolgt die Auswahl der Module nach:

- A) Zellmaterial: mono-, polykristallin, amorph, mikromorph, CdTe oder CIS und
 B) Modulart: Standardmodul mit/ohne Rahmen, Glas-Glasmodul, PV-Dachziegel, Sondermodul usw. (siehe auch Kap. 3 und Kap. 8).¹⁾

Mit diesen Vorgaben wird ein bestimmter Modultyp ausgewählt. Die technischen Daten des Moduls bestimmen die weitere Dimensionierung der Anlage. Man ermittelt die überschlägige Anzahl der Module, die auf der Fläche untergebracht werden können. Aus der Anzahl ergibt sich die ungefähre Gesamtleistung der PV-Anlage.

Faustformel: 1 kW_p = ca. 8 m² PV-Fläche

Zur genaueren Abschätzung des Flächenbedarfs abhängig vom Zellmaterial kann folgende Tabelle benutzt werden:






| Solarzellenmaterial | Modulwirkungsgrad | Benötigte Fläche für 1 Kilowattpeak |
|---|-------------------|---|
| Silizium-Hochleistungszellen (rückseitenkontaktiert, HIT) | 17–20 % | 5–6 m ²  |
| Monokristallines Silizium | 11–17 % | 6–9 m ²  |
| Polykristallines Silizium | 10–16 % | 6–10 m ²  |
| Dünnschicht: Kupfer-Indium-Diselenid (CIS) | 7–14 % | 7–12,5 m ²  |
| Cadmiumtellurid (CdTe) | 7–13 % | 9–17 m ²  |
| Mikromorphes Silizium | 7–12 % | 8,5–15 m ²  |
| Amorphes Silizium | 4–7 % | 15–26 m ²  |

Tabelle 5-1:
Flächenbedarf von PV-Anlagen

¹⁾ PV-Module bis 2,0 m² Deckglasfläche sind im Dachbereich mit einer Neigung < 75° und bei gebäudeunabhängigen Solaranlagen im öffentlich unzugänglichen Bereich gemäß Bauregelliste B Teil 2 mit CE-Zeichen ohne erweiterte bauliche Anforderungen einsetzbar (s. Kap. 5.12.1 ff).