

## Verschattung von PV- und PVT-Modulen

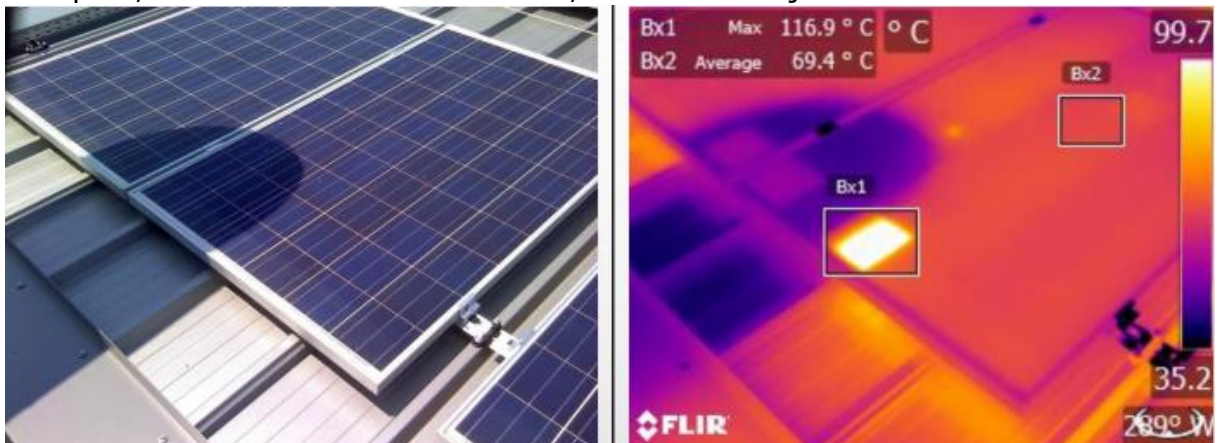
Verschattungen auf PV-Modulen wirken sich unterschiedlich aus. Grundsätzlich kann man sagen, je näher sich das schattenbildende Objekt am Modul befindet, desto kritischer. Die meisten PV-Modulhersteller schliessen Verschattungssituationen von der Garantie aus. Ein Beispiel (gekürzt):

*«Ein Anspruch auf Garantieleistungen besteht nur dann, wenn die Leistungsfähigkeit der Module nach Einschätzung der 3S Solar Plus AG nicht durch Massnahmen oder Ereignisse herabgesetzt worden ist, die ausserhalb des Einwirkungsbereiches der 3S Solar Plus AG liegen, wie zum Beispiel: ... - dauerhafte Verschattung eines Teilbereiches oder des gesamten Modules, ...»*

*(Quelle: Garantiebedingungen für MegaSlate II Standardmodule der 3S Solar Plus AG; 18.3.2020)*

Es gibt 2 wesentliche, aber unterschiedliche Effekte:

- 1) **Leistungsverlust:** Der Leistungsverlust durch Verschattung wirkt sich immer auf den ganzen String resp. beide Strings auf dem gleichen Tracker aus. Bei halb verschatteten Modulen (durch grosse Objekte gebildet) kann die Diode den Leistungsverlust auf Teilbereiche des Moduls reduzieren (2 bis 4 Zonen). Das am meisten verschattete Modul gibt die Leistung des ganzen Strings vor.
- 2) **Hotspots:** Der am meisten unterschätzte Effekt sind die sogenannten Hotspots, welche durch meist kleinere, aber nahe Objekte verursacht werden.



*Quelle: Rosmarie Neukomm, Erfa-Tagung Swissolar 19.10.2019*

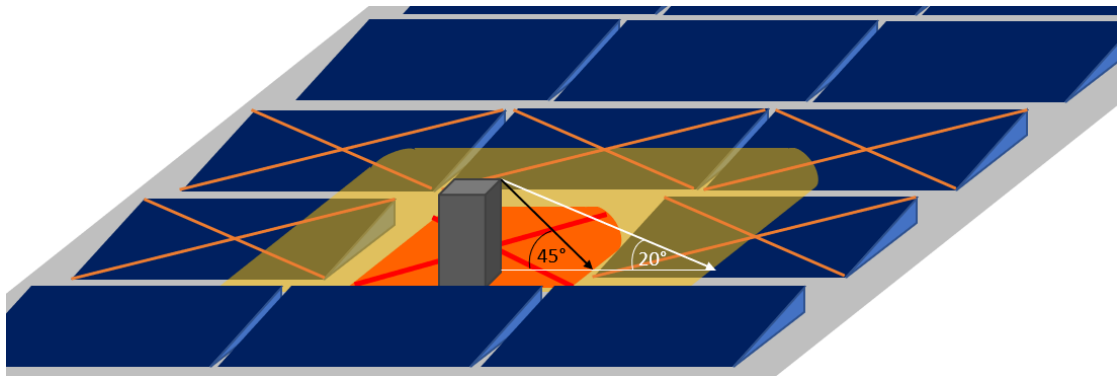
«Von einem so genannten Hot-Spot spricht man, wenn innerhalb von Solarmodulen einzelne Solarzellen aufgrund von Teilverschattungen keinen Strom mehr liefern aber aufgrund des Stroms der anderen, in Reihe geschalteten Zellen, stark erhitzen. Dieser Effekt kann innerhalb einer Solarzelle auftreten oder ein komplettes Solarmodul tangieren. Ein Hot-Spot kann im schlimmsten Fall zur Zerstörung des Moduls führen, hat aber auf jeden Fall eine Ertragsminderung zur Folge.»

*(Quelle: [www.solaranlage.eu](http://www.solaranlage.eu))*

Bypass-Dioden mindern diesen Effekt, indem sie ab einer genügend grossen Spannungsdifferenz den ganzen Teilbereich überbrücken. Sie können die Hotspot-Bildung aber nicht gänzlich verhindern. Auch sind die Bypass-Dioden nicht auf Dauerbetrieb bei voller Leistung ausgelegt und können selbst Schaden nehmen oder Durchbrennen.

### Deshalb ist folgendes zu beachten:

- Verschattung durch Wolken: unproblematisch; Leistungsverlust ganzes Feld / ganzer String entsprechend Strahlungsverlust.
- Verschattung durch weit entfernten Horizont: unproblematisch; Leistungsverlust ganzes Feld / ganzer String. Wirkungsrichtung der Bypass-Dioden beachten.
- Verschattung durch Bäume und Nachbargebäude mit grösserem Abstand: weniger problematisch, Schatten wandert «schnell» und betrifft einen grösseren Feld-Bereich; Minderung des Teil-Leistungsverlustes durch Bypass-Dioden, Feld- und Stringplanung beachten.
- Kritisch:** Verschattung durch nahe liegende Objekte mit mehr als 20° Verschattungswinkel aus Richtung West, Süd und Ost:  
Je steiler der Winkel, je konzentrierter und «schärfer» der Schatten, je länger der Schatten «stehen» bleibt und je höher die String-Spannung im nicht verschatteten Bereich, desto kritischer. Feldplanung optimieren!



### Kritische Objekte:

- Kamine
- Entlüftungsrohre
- Lüftungsaufbauten
- Sekuranten
- Geländer
- Schneefang
- Antennen
- Wetterstationen
- Pflanzen und Blätter
- Dachvorsprünge
- usw.

