

4.5.8.6 Leistungsverluste durch Degradationen an Solarmodulen

Im Laufe der Zeit können an Solarmodulen auch andere Veränderungen auftreten, die zwar nicht sicherheitsrelevant sind, aber einen in Laufe der Zeit zunehmenden Leistungsverlust bewirken. Einige diesbezügliche Untersuchungen wurden im Rahmen des EU-Projektes "PV-Servitor" im Herbst 2009 durchgeführt. Die Bilder 4-108 bis 4-110 zeigen Veränderungen an dem in den Neunziger Jahren sehr oft verwendeten Modul M55 (noch von der Firma Arco Solar in den USA produziert). Das Werk wurde um 1990 dann von Siemens Solar übernommen. Das Modul M55 wurde von Siemens bis einige Jahre nach 2000 weiter produziert und in vielen frühen PV-Anlagen in Europa eingesetzt. Deshalb liegen von diesem Modul von einer relativ grossen Stückzahl Langzeiterfahrungen vor. Bild 4-108 zeigt ein derartiges Modul M55 im Neuzustand.

Nachdem das Modul zunächst als Modul mit einer Nennleistung von 53 W vertrieben wurde, wurde der Herstellungsprozess etwa im Jahr 1988 umgestellt und das Modul mit einer Nennleistung von 55 W verkauft. Diese Prozessumstellung hatte leider zur Folge, dass bei vielen dieser Module nach einigen Betriebsjahren eine Langzeitdegradation auftrat, die sich in Delaminationen vor allem in der Umgebung der Kontaktstreifen manifestierte (siehe Bild 4-109). In der Praxis erreichten diese Module aber kaum je die angegebene Nennleistung. Nach der Übernahme durch Siemens wurde etwa ab 1991 der Prozess verbessert. Die später produzierten Module erwiesen sich bezüglich Delaminationen als viel weniger empfindlich. Nach etwa 10 Betriebsjahren traten aber auch bei solchen Modulen oft noch kleinere Delaminationen auf.

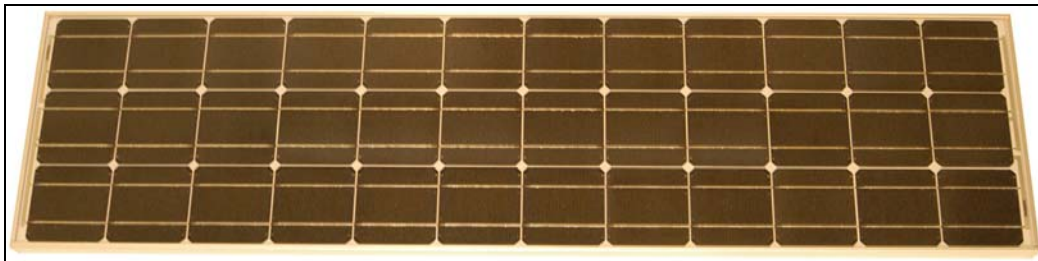


Bild 4-108:

Neues Modul Siemens M55 aus dem kleinen Bestand von Reservemodulen der BFH-TI (129,7 cm · 32,9 cm, produziert ca. 2000, vom Hersteller damals spezifizierte Nennleistung 55 W \pm 10%). Das Modul wurde noch nie längere Zeit dem Licht ausgesetzt.

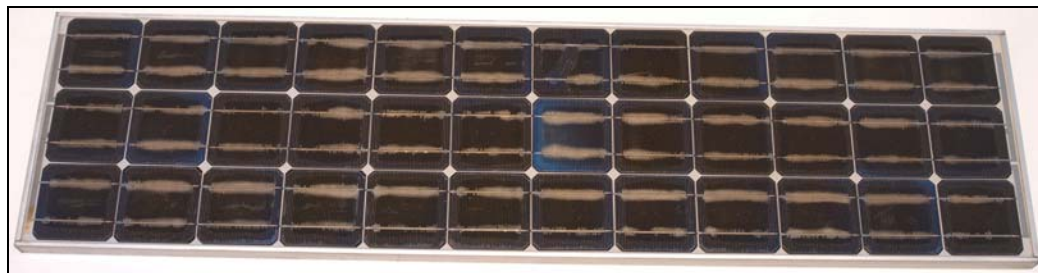


Bild 4-109:

Modul Arco Solar M55 (produziert 30. Woche 1988, vom Hersteller damals spezifizierte Nennleistung 55 W \pm 10%) mit starken Delaminationen im Bereich der Kontaktstreifen. Das Bild zeigt das gereinigte Modul vor der Kennlinienmessung gemäss Bild 4-111. Das Modul wurde während etwa 18 Jahren als Teil eines Solargenerators im MPP betrieben.

Bild 4-108 zeigt ein neues Modul, Bild 4-109 ein wegen Delaminationen in der Umgebung der Kontaktierungsstreifen degradiertes Modul und 4-110 solche Delaminationen im Detail.



Bild 4-110: Detail der in Bild 4-109 gezeigten Delaminationen an einem Modul Arco Solar M55.

Wie Bild 4-111 zeigt, sind solche Delaminationen nicht nur ein ästhetisches Problem, wie vom Hersteller zunächst behauptet, sondern reduzieren die Modulleistung beträchtlich.

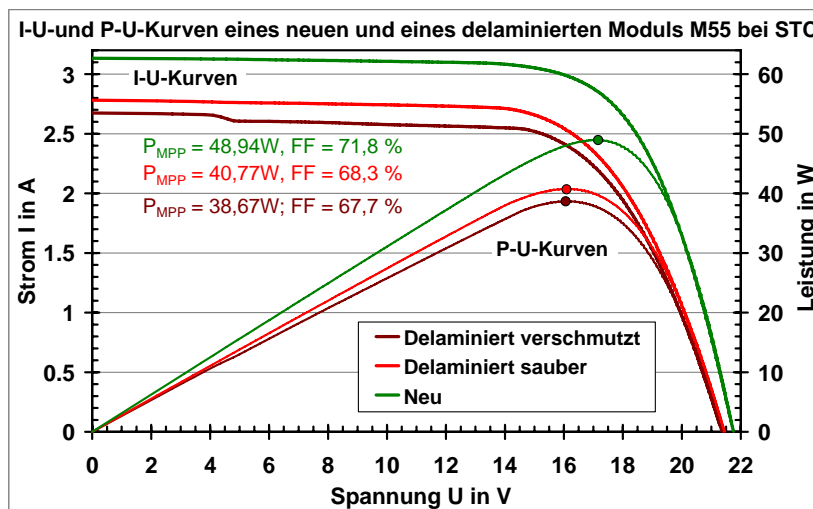


Bild 4-111: I-U und P-U-Kennlinien eines neuen und eines delaminierten Solarmoduls M55. Das neue Modul stammt aus einem kleinen Lagerbestand von Reservemodulen, das delaminierte Modul ist das in Bild 4-109 und 4-110 gezeigte Modul mit Delaminationen sowohl in verschmutztem Zustand (mehrere Jahre nicht gereinigt) als auch in gereinigtem Zustand. Dieses Modul wurde während etwa 18 Jahren als Teil eines Solargenerators im MPP betrieben.

An diesem Modultyp wurde auch eine andere Art von Langzeitdegradation beobachtet, die sich primär als eine im Laufe der Jahre von den Rändern allmählich gegen die Zellenmitte ausbreitende Trübung bemerkbar macht und ebenfalls eine (allerdings etwas geringere) Leistungsreduktion bewirkt.



Bild 4-112:

Trübungen der Solarzellen an einem gereinigten Modul M55, die sich vom Rand der Solarzellen gegen innen ausbreiten und ebenfalls eine Leistungsreduktion bewirken (siehe Bild 4-113).

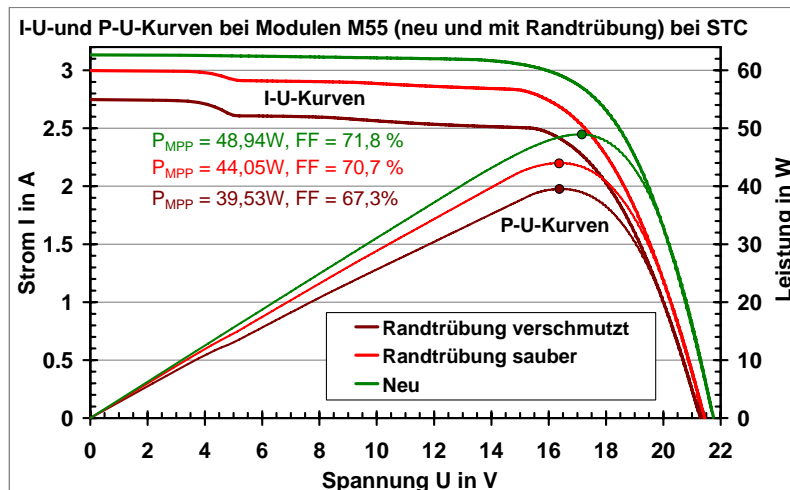


Bild 4-113:

I-U und P-U-Kennlinien eines neuen und eines Solarmoduls M55 mit Randtrübung. Das neue Modul stammt aus einem kleinen Lagerbestand von Reservemodulen, das Modul mit Randtrübung ist das in Bild 4-112 gezeigte Modul sowohl in verschmutztem Zustand (mehrere Jahre nicht gereinigt) als auch in gereinigtem Zustand. Auch dieses Modul wurde während etwa 18 Jahren als Teil eines Solargenerators im MPP betrieben. Nebenbei bemerkt: In verschmutztem Zustand betrug die Leistungsreduktion bei diesem Modul über 10%.

Aus heutiger Sicht ist erstaunlich, dass die Produkte des damaligen Marktführers zeitweise derartige Probleme aufwiesen. Bei Prozessumstellungen ist deshalb immer Vorsicht geboten und es sollten mögliche Auswirkungen auf die Langzeitstabilität berücksichtigt werden.