

Projekt: ENERYIELD

Durchführungszeitraum: 01.04.2019 – 31.12.2019

In dem vom Land NRW geförderten Forschungsprojekt Eneyield (Programm progres.NRW – Innovation) hat Enerthing den Einfluss unterschiedlicher technischer Maßnahmen auf die Qualität und Ausbeute seiner Photovoltaiktechnologie erforscht.

Organische Solarzellen, wie sie von Enerthing speziell für Schwachlichtanwendungen hergestellt werden, bestehen aus mehreren, übereinander gestapelten Schichten von jeweils nur wenigen zehn bis einigen hundert Nanometern Dicke. Diese dünnen Filme werden durch eine Beschichtung von Kunststoffbahnen mit entsprechenden Tinten im Rolle-zu-Rolle-Verfahren hergestellt. Defekte im erzeugten Schichtstapel können jedoch die Umwandlungseffizienz signifikant verschlechtern und somit die Ausbeute im Herstellungsprozess erheblich reduzieren. Diese Defekte können unterschiedlichste Ursachen haben. Aufgrund der geringen Schichtdicken der Trockenfilme (in Summe $<1 \mu\text{m}$) führen beispielsweise Partikel von nur wenigen Mikrometern Durchmesser zu nicht mehr durchgängigen, d.h. geschlossenen, Filmen. Zusätzlich kann es beim Abscheiden nachfolgender Schichten an diesen Punkten zu einer reduzierten Benetzung (Filmbildung) kommen und der Film reißt auf. Die Partikel können z.B. in Form von Staub aus der Umgebungsluft stammen, was insbesondere in einer industriellen Umgebung im Gegensatz zu einem Labor gegeben ist. Zusätzlich müssen die zu beschichtenden Tinten frei von Partikeln sein. Eine weitere Ursache für „Verletzungen“ der dünnen Schichten stellt der Bahntransport auf Produktionsanlagen dar. Durch die Krafteinwirkung von Partikeln insbesondere an Umlenkrollen kann die Beschichtung beschädigt werden. Dadurch entstehen mikroskopisch kleine Löcher und der Schichtstapel wird in seiner Funktion beeinträchtigt.

Ziel des Forschungsprojektes Eneyield war es daher, die Ursachen und das Ausmaß der unterschiedlichen Defekte zu identifizieren und durch gezielte technische Gegenmaßnahmen die Ausbeute im Herstellungsprozess in einem industriellen Umfeld zu steigern. In einem ersten Schritt wurde der Einfluss HEPA-gefilterter Prozessluft zur Trocknung der Nassfilme untersucht. Diese Maßnahme erwies sich als äußerst wirkungsvoll und es konnten durch die Reduzierung von Staubpartikeln während der Trocknung dünne Filme mit deutlich verminderter Defektanzahl erhalten werden. Jedoch wurden immer noch durch die Bedienung der Anlage Partikel eingetragen. Daher wurde in einem zweiten Schritt der Effekt einer räumlichen Abtrennung der Arbeitsbereiche an der Maschine vom restlichen Umfeld durch die Verwendung von Reinraumzellen evaluiert. Dadurch konnten die Defekte nochmals deutlich reduziert werden. Zusätzlich wurde eine Möglichkeit der Kontaktreinigung getestet, um bereits an der Folie haftende Partikel zu entfernen. Um einer möglichen Partikelbelastung der Beschichtungstinten zuvorzukommen wurden verschiedene Filtermaterialien evaluiert und spezielle Prozesse zur Filtration entwickelt, die sich prinzipiell auch eine großvolumige Anwendung eignen.

Zur Bewertung der getroffenen Maßnahmen wurde die Effizienzverteilung der Photovoltaik-Module vor bzw. nach Umsetzung entsprechender Maßnahmen betrachtet. In Abbildung 1 ist die abschließende Effizienzverteilung nach Umsetzung aller Maßnahmen gezeigt. Deutlich zu erkennen ist eine Verschiebung der Effizienzverteilung zu höheren Effizienzen nach Umsetzung der Maßnahmen. Zusätzlich konnte die Halbwertsbreite der Verteilung verringert werden, d.h. die Schwankung um den

Mittelwert wurde reduziert. Unter der Annahme eines Schwellwertes zur Ermittlung der Ausbeute von 90% (rote Linie in Abbildung 1) der maximal erreichbaren Effizienz (grüne Linie), kann der Ertrag durch die in Eneyield entwickelten Defektreduktionsmaßnahmen demnach von ca. 30% auf ca. 80% gesteigert werden.

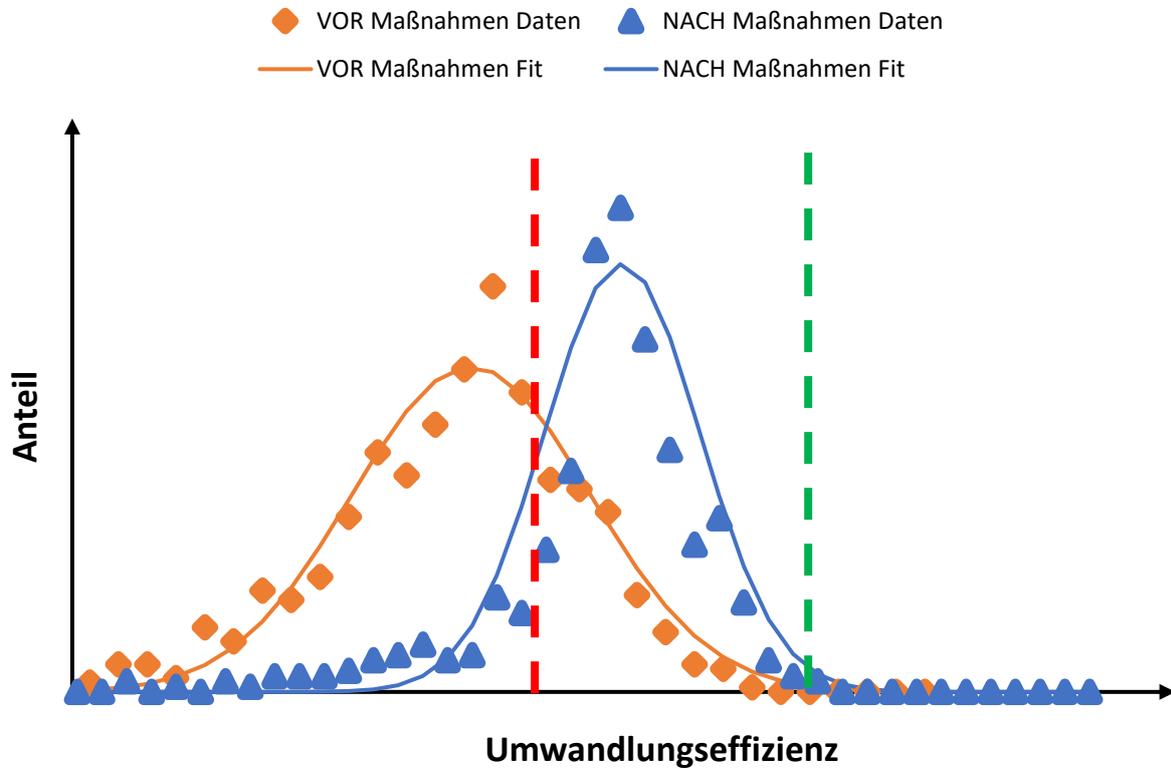


Abbildung 1 Effizienzverteilung vor (orange) und nach (blau) Umsetzung aller Defektreduktionsmaßnahmen. Gezeigt ist zusätzlich die für das eingesetzte Materialsystem maximal erreichbare Umwandlungseffizienz (grün) und der als 90% dieser Effizienz festgelegte Schwellwert (rot) zur Berechnung der Ausbeute.