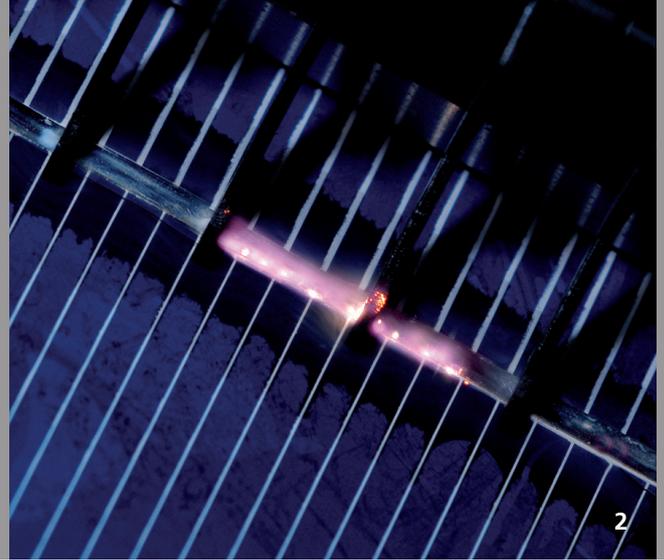




1



2

## GEREGELTES LASERSTRAHL- LÖTEN VON SOLARZELLEN

### Aufgabenstellung

Für zukünftige Zell- und Modulkonzepte in der Photovoltaik werden Sensorik und Regelungstechnik zur Qualitätssteigerung des Laserstrahl­lötprozesses benötigt. Die Prozessentwicklung verfolgt verschiedene Ansätze zum Laserstrahl­löten, wie örtlich festen Energieeintrag mittels Linien- und örtlich variablen Energieeintrag mit Scanneroptiken. Ausgewiesenes Ziel ist die Anforderungen dünner werdender Zellen als auch einen geringeren Energieeintrag bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktionsqualität und damit auch eine verbesserte Ökobilanz bei der Herstellung von Solarmodulen zu erreichen.

### Vorgehensweise

Mit Hilfe der pyrometrischen Signalakquise während der verschiedenen Lötprozesse mit variierenden Prozessparametern wurde ein charakteristischer Verlauf der Temperaturprofile selbst bei stark unterschiedlichen Bearbeitungsparametern, z. B. der Einstrahlzeit, identifiziert. Zur Charakterisierung der im Temperaturprofil erkennbaren Prozessphasen während des Lötvorgangs wurde das pyrometrische Signal mit Hochgeschwindigkeitsaufnahmen des oberen Zellverbinders abgeglichen. Der Vergleich der visuellen Analyse mit dem pyrometrischen Signalverlauf führte zur Bestimmung der einzelnen Prozessphasen und einem Charakteristikum, das für die Prozessregelung und -steuerung genutzt werden kann.

1 Pyrometer Controller (Quelle: Amtron GmbH).

2 Laserlötprozess.

### Ergebnis

Exemplarisch wurde für das scannerbasierte Löten eine Regelung mit einem in den Strahlengang integrierten Hochgeschwindigkeitspyrometer umgesetzt. Durch die neuartige Regelstrategie ist eine absolute Temperaturmessung nicht erforderlich und Abbildungsfehler des optischen Systems können kompensiert werden. Der an die Solarzelle zu lötende Zellverbinder wurde in mehrere Abschnitte unterteilt. Für jeden dieser Abschnitte kann während des Lötprozesses die Laserstrahlleistung abhängig vom gemessenen Temperaturprofil geregelt werden.

### Anwendungsfelder

Durch die Erschließung des qualitätsoptimierten Laserstrahl­lötens durch innovative Anwendungstechnik (u. a. Multisystempyrometrie, Multispotoptik) wird eine Kombination aus simultanem Energieeintrag, angepasster Laserstrahlgeometrie und Vervielfachung mittels Multispotoptik ermöglicht. Dies führt zu einer Erweiterung des Anwendungsspektrums des Laserstrahl­lötens über die Photovoltaik hinaus auch für andere Elektronikprodukte.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FE-Vorhaben »Innovative qualitätsoptimierte Laser-Verbindungstechnik für Photovoltaikmodule (LaVeTe)« wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter dem Kennzeichen 0325265 durchgeführt.

### Ansprechpartner

M.Sc. Wolfgang Fiedler  
Telefon +49 241 8906-390  
wolfgang.fiedler@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Peter Abels  
Telefon +49 241 8906-428  
peter.abels@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, www.ilt.fraunhofer.de  
DQS zertifiziert nach DIN EN ISO 9001, Reg.-Nr.: DE-69572-01