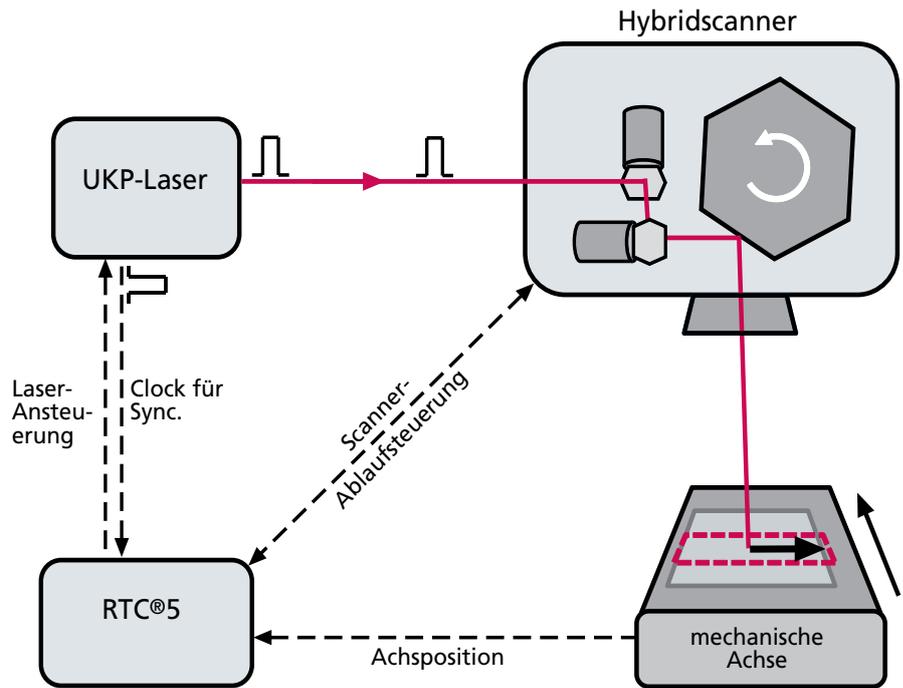


## Projektpartner:



SCANLAB AG  
InnoLas Systems GmbH  
Institut für Solarenergieforschung, Hameln

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages  
unter dem Förderkennzeichen 0325205B



## Entwicklung eines hochdynamischen Laser-Scan-Systems zur Bearbeitung von Silizium-Wafern

### Zum Projekt

Im Rahmen des Forschungsprojekts Ultralás wurde von den Projektpartnern Innolas Systems und SCANLAB eine Demonstratoranlage für die präzise und hochproduktive flächige UKP-Bearbeitung zur Herstellung kristalliner Si-Solarzellen entwickelt, die dann durch das Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) in der Prozessentwicklung erprobt wurde. Herzstück der Demonstratoranlage ist der von Scanlab entwickelte hybride Polygon-Galvo-Scanner, der sich dank des speziellen Ansteuerkonzepts nahtlos in das Gesamtsystem integriert und dem Anwender eine einfache Schnittstelle bereitstellt.

### Das Prinzip - Rasterbearbeitung mit hohem Durchsatz

Das Polygon-Scanner-System von SCANLAB ist optimiert auf höchste Scan-Geschwindigkeiten und Präzision für die flächige, zeilenweise Bearbeitung von Werkstücken mit hochrepetierenden Ultrakurzpulslasern (UKP-Laser). Das hybride Scan-System verfügt zum einen über einen Polygonradspiegel für den schnellen Zeilenscan und zum anderen über zwei Galvanometer-Scan-Achsen. Letztere dienen der Kompensation von Ungenauigkeiten des Polygonrads sowie der Bildfeldkorrektur und Vergrößerung des Arbeitsbereichs, so dass die Scan-Linie in einem Streifenfenster positioniert werden kann.

Die hohe Präzision und Qualität des Bearbeitungsrasters ist damit auch bei hohem Durchsatz gewährleistet.

Die Ansteuersoftware der RTC@5 Ansteuerkarte ermöglicht die einfache Realisierung der typischen Anwendung: das System wird hierzu mit einer externen mechanischen Vorschubachse kombiniert, um im „Processing on the fly“-Betrieb ein großflächiges Werkstück kontinuierlich zu bearbeiten. Dabei kann die Bearbeitung vollflächig oder mit einem frei definierten Bitmap-Muster erfolgen.

Dank der integrierten Synchronisationsfunktionalität folgt die Scanner-Steuerung dem externen Takt der Laserquelle, wodurch das System für den Einsatz in Verbindung mit modernen UKP-Lasern prädestiniert ist.

## Optik

Das nutzbare Scan-Feld ist streifenförmig und in der Scan-Richtung des Polygonrads ausgerichtet.

Die optische Auslegung erlaubt den Einsatz verschiedener F-Theta-Objektive. Im Projekt wurde ein Objektiv mit 250 mm Brennweite und einer Beschichtung für Pikosekunden-Laser im grünen Spektralbereich verwendet. Inzwischen sind auch Systeme für die Wellenlängen 355 nm und 1064 nm aufgebaut worden.

## Kombination mit externer Vorschubachse

In Kombination mit einer quer zur Scan-Richtung des Polygonrads bewegten externen Vorschubachse kann eine längere Fläche über die gesamte Breite des Scan-Felds bearbeitet werden.

Die Streifenbreite des Scan-Felds in Vorschubrichtung steht hierbei als Korrekturbereich für die Geschwindigkeits-Kompensation zur Verfügung. Diese Kompensation erfolgt automatisch durch die Ablaufsteuerung der Rasterbeschriftung.

## Ansteuerung

Das System wird über eine RTC®5-Ansteuerkarte mit einer speziellen Software angesteuert. Für den Benutzer steht eine spezielle DLL-Bibliothek bereit, die die Schnittstelle zu den Funktionen dieses Scan-Systems bildet.

## Bitmap-Verarbeitung

Der Scanner dient grundsätzlich zur vollflächigen Bearbeitung in einem gleichmäßigen Raster. Um individuelle Belichtungsmuster zu produzieren, steht eine Funktion zur Verfügung, mit der ein frei definierbares Bitmap ausgegeben werden kann, um den Bearbeitungslaser pixelgenau anzusteuern.

## Polygon-Korrekturen

Die Besonderheit dieses Scan-Systems ist die integrierte, automatische Korrektur der typischen Abweichungen, die in einem Polygon-Scan-System auftreten. Hierunter fallen z.B. die durch die Verzeichnung des Objektivs verursachte ungleichmäßige Scan-Geschwindigkeit im Bearbeitungsfeld und die Imperfektionen der Polygonrad-Symmetrie. Die Korrektur erfolgt über die zwei Galvanometer-Scan-Achsen im System und wird durch die RTC®5-Ansteuerkarte automatisch vorgenommen.

## Werkstück-Lagekorrektur

Eine geringe Fehlpositionierung, wie eine Verschiebung und/oder Verdrehung des Werkstücks, kann über die Korrekturachsen des Scanners automatisch ausgeglichen werden. Im Analgenkonzept des Ultralás-Demonstrators ist hierzu eine Bildverarbeitungsstation zur Erkennung der Wafer-Position vorgesehen.

## Synchronisationsfunktion

Die Ultrakurzpulslaser, die typisch mit diesem Scan-System kombiniert werden, sind in der Regel mit einer internen Taktquelle versehen, die die Zeitpunkte möglicher Laserpulsemission vorgibt. Die Firmware des Systems verfügt über einen besonderen Synchronisations- und Korrekturmechanismus, der auch unter diesen Randbedingungen ein exaktes, gleichmäßiges Bearbeitungsraster gewährleistet. Hierdurch kann eine Bearbeitungsgenauigkeit erzielt werden, die wesentlich unterhalb des Pixelabstands liegt. Dies ist besonders wichtig, wenn die Anwendungen eine räumliche Separation der Einzelpulse oder identische Mehrfachbearbeitung erfordern.

## Kenndaten des Demonstrators

<b>Apertur</b>	8 mm
<b>Wellenlänge</b>	514 / 532 nm <sup>(1)</sup>
<b>mittlere Laserleistung</b>	30 Watt
<b>Rastermaß <sup>(2)</sup></b>	
in Zeilen	typ. 50 µm (einstellbar)
in Spalten	typ. 50 µm (einstellbar)
<b>Repetitionsrate</b>	800 kHz – 3,7 MHz
<b>typische Zeilenfrequenz <sup>(3)</sup></b>	ca. 800 Hz
<b>Bearbeitungsbreite <sup>(2)(4)</sup></b>	158 mm
<b>Zeilen-Geschwindigkeit <sup>(2)</sup></b>	40 – 180 m/s
<b>Duty-Cycle (bei voller Breite)</b>	ca. 68%
<b>Korrekturbereich <sup>(2)</sup></b>	10 mm (quer zur Scan-Richtung)
<b>Genauigkeit <sup>(2)</sup> (Raster absolut)</b>	ca. ±15 µm <sup>(5)</sup>
<b>Gewicht</b>	ca. 19,5 kg

<sup>(1)</sup> 355 und 1064 nm ebenfalls verfügbar

<sup>(2)</sup> mit f = 250 mm

<sup>(3)</sup> bei einem Rastermaß von 50 µm und einer Repetitionsrate von 3,7 MHz

<sup>(4)</sup> mit 8 mm Apertur

<sup>(5)</sup> bei optimierter Korrektur

