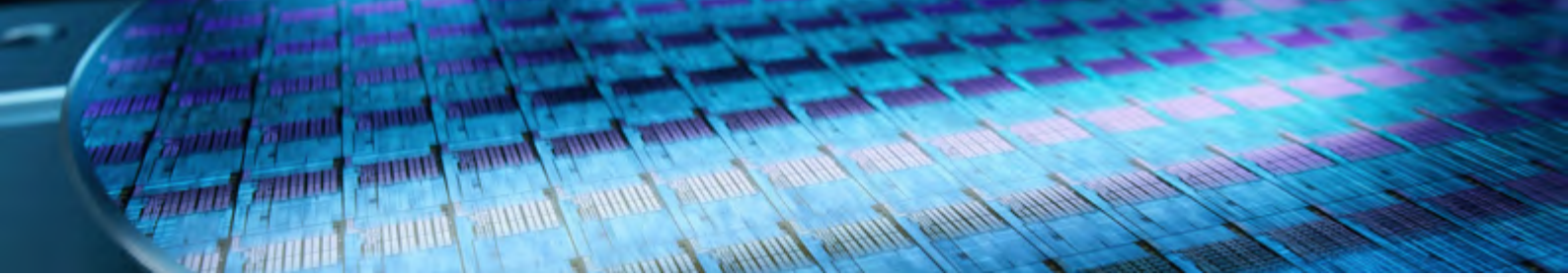




SCALING UP SOLAR:
Lösungen zur Laserbearbeitung
von M12-Solarwafer



☉ AUF EINEN BLICK

Um den Wirkungsgrad von Solarzellen zu erhöhen und dennoch die Produktionskosten niedrig zu halten, prüfen viele Hersteller von Solarmodulen die Verwendung von größeren M12-Solarwafer. Eine vielversprechende Strategie ist die Verwendung größerer M12-Solarwafer. Diese bringen jedoch ihre eigenen Herausforderungen mit sich, insbesondere bei laserbasierten Prozessen. Denn die derzeitigen Standard-F-Theta-Optiken mit einer Brennweite von $f=255\text{mm}$ erlauben keine Feldgröße, die die neue Wafergröße abdeckt. Längere Brennweiten könnten eine Option sein. Aber diese erfordern jedoch Anpassungen bei der Wellenlänge und der Spiegelgröße, und damit Adaptionen bei den Strahlableitungseinheiten.

Als Lösung für diese Herausforderung hat RAYLASE den SUPERSCAN IV 20 SOLAR entwickelt. Die Ablenkungseinheit ist für eine Wellenlänge von 343 nm ausgelegt und verfügt über große 20-mm-Spiegel, beides Faktoren, die die Nachteile einer längeren Brennweite ausgleichen. Dank eines optimierten Line-Scanning-Tunings bietet der SUPERSCAN IV SOLAR Scangeschwindigkeiten von bis zu 200 rad/s, die für die schnellen Produktionszyklen in der Solarindustrie essentiell sind.

So ermöglicht der SUPERSCAN IV 20 SOLAR dass die Hersteller von Solarzellen weiterhin kosteneffizient produzieren können und auf dem sich ständig weiterentwickelnden Solarmarkt eine führende Rolle spielen können.

☉ DIE WICHTIGSTEN PUNKTE

- **Steigende Wafergrößen:** Solarzellen der Größe M12 mit einer Seitenlänge von 210 mm sind auf dem Vormarsch. Sie können die Effizienz steigern und die Herstellungskosten senken, da weniger Solarzellen pro Modul benötigt werden und sich der Bedarf an Busbars und Verkabelung verringert.
- **Neue Herausforderungen in der Laserproduktion:** Größere Wafer führen zu einer höheren Komplexität bei der Laserbearbeitung, z. B. beim Laser Contact Opening (LCO), einem Prozess, der für die Effizienz der PERC- und TOPCon-Technologie entscheidend ist.
- **Optimiertes Scanning-System für M12-Wafer:** RAYLASE bietet ein auf M12-Wafer zugeschnittenes Lösung mit einer sorgfältig ausgewählten Kombination aus Laserquelle, Objektiv und optimierten Strahlableitungskomponenten.
- **SUPERSCAN IV 20 SOLAR:** Die neu entwickelte Strahlableitungseinheit von RAYLASE bietet Lösungen für wachsende Feldgrößen in der Photovoltaik-Industrie. Sie gewährleistet kleinere Fokusdurchmesser in den benötigten großen Bildfeldern. Gleichzeitig liefert sie eine hohe Wiederholgenauigkeit, gleichbleibende Spotgrößen und eine schnelle Linienabtastung, die für die Bearbeitung größerer Wafer entscheidend ist.
- **Auswirkungen auf die Industrie:** Mit der Einführung solcher Scansysteme können Solarzellenhersteller auf größere Wafer umsteigen, ohne die Produktionsraten zu gefährden. Dies macht nicht nur Solarenergie erschwinglicher und verfügbarer, sondern unterstützt auch die weltweite Entwicklung hin zu erneuerbaren Energiequellen.



> DER ÜBERGANG ZU GRÖßEREN SOLARWAFERN – KOSTEN UND EFFIZIENZ IM BLICK

Da der Wirkungsgrad von PERC-Solarzellen (Passivated Emitter and Rear Cell) seine Grenzen erreicht hat, stellen sich viele Unternehmen der Solarbranche die Frage: "Wie können wir den Wirkungsgrad von Solarzellen verbessern und gleichzeitig ihre Produktionskosten senken?"

Deshalb forschen sie an verschiedene Methoden zur Kostenreduzierung, um auf dem Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. Dazu gehören alternative Arten von Solarzellen wie Heterojunction- (HJT) oder TOPCon-Solarzellen (Tunnel Oxide Passivated Contact), aber auch die Vergrößerung der Wafer rückt in ihren Fokus.



Bislang wuchs die Größe von Solarzellen nur langsam. Deshalb sehen die Hersteller von Solarzellen jetzt eine Chance, ihre Produktion zu optimieren."

Clark Lee
VP Sales Asia bei RAYLASE



Durch die größeren Wafer können die Herstellungskosten gesenkt und der Wirkungsgrad auf Modulebene erhöht werden, da weniger Solarzellen pro Modul benötigt werden und weniger Busbars und Leitungen für die Verbindung der Solarzellen erforderlich sind. Infolgedessen hat sich die Seitenlänge der verwendeten Wafer um fast 35 % erhöht, was zu den derzeitigen Solarzellen der Größe M12 mit einer Seitenlänge von 210 mm geführt hat. Diese Lösung ist jedoch nicht unproblematisch.



△ Abbildung 1: Überblick über den Zuwachs an Oberfläche mit zunehmender Wafergröße.





HERAUSFORDERUNGEN BEI DER SKALIERUNG VON SOLARZELLEN

M12-Solarwafer sind aufgrund ihres größeren Durchmessers und ihres schwereren Gewichts komplizierter zu handhaben, denn sie bergen ein erhöhtes Bruchrisiko. Dies erfordert neue sorgfältige Handling-Technologien, die Beschädigungen an den größeren Wafern minimieren. Aber auch andere **Prozessschritte werden durch die größere Wafergröße** zur Herausforderung. Einer davon ist das Laser-Kontakt-Öffnen (LCO), ein wichtiger Schritt, um mit der PERC-Technologie hohe Wirkungsgrade zu erzielen

„Bei der Übertragung der Laserbearbeitung auf größere Wafergrößen werden längere Brennweiten notwendig, um den gesamten Wafer im Prozess abzudecken“, erklärt Clark Lee. „Längere Brennweiten führen aber zu größeren Spotgrößen und machen den Prozess unmöglich.“

Um mit den längeren Brennweiten die erforderlichen kleinen Spotgrößen von etwa 15 Mikrometern zu erreichen, wären entweder kürzere Wellenlängen erforderlich. Das stellt aber eine Herausforderung bei der Entwicklung und Herstellung von Optiken für große Bearbeitungsfelder dar. Oder größere Spiegel in den Strahlableitungseinheiten, die dann jedoch in der Regel zu langsam werden, um mit den derzeitigen Produktionsgeschwindigkeiten Schritt halten.

> INNOVATIVES SCANNINGSYSTEM FÜR GROSSE WAFER

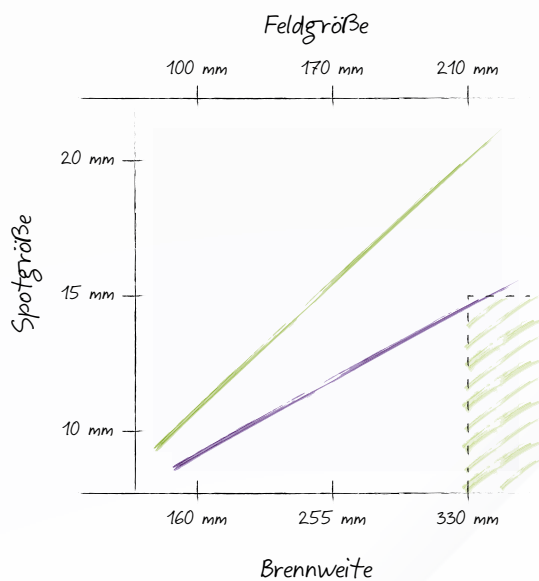
„Um die Herausforderungen zu meistern, die mit größeren Solarwafern entstehen, **braucht man ein besonderes Scanningsystem**. Hierfür ist die Kombination aus fundiertem Wissen über den Photovoltaikprozess und Strahlableitungskomponenten notwendig“, erklärt Wolfgang Lehmann, Leiter des Produktmanagements bei RAYLASE.

Für ein optimiertes System zur Bearbeitung großer M12-Wafer nennt er drei kritische Aspekte:

Abgestimmte optische Komponenten für einen zuverlässigen Laserprozess

Bei der Konfiguration eines optimierten Laserscanning-Systems ist die **Auswahl der richtigen Kombination aus Laserquelle und Objektiv ein entscheidender Schritt**. Um große M12-Wafer mit einer Seitenlänge von 210 mm vollflächig bearbeiten zu können, wird ein F-Theta-Objektiv mit einer **Brennweite von $f = 330$ mm** benötigt. Will man jedoch die Spotgröße gegenüber dem bisherigen Verfahren beibehalten, muss die Vergrößerung des Spots kompensiert werden:

Eine Option ist eine **Laserquelle mit einer Wellenlänge von 343 nm** zu verwenden. Diese ermöglicht kleinere Spotgrößen im Vergleich zu herkömmlichen 532-nm-Lösungen. Alternativ kann ein größerer Strahldurchmesser vor der Fokussieroptik dazu beitragen, die Spotgrößen im Feld weiter zu verringern.



◀ **Abbildung 2:** Korrelation zwischen Brennweite, Feldgröße und Spotgröße für verschiedene Laserwellenlängen

Jedoch werden bei einer der Wellenlänge von 343nm sowohl größere Spiegel und also auch präzise Optiken schnell zu einer Herausforderung. Nur mit einem **hochoptimierten f-theta Design und sehr ebenen und steifen Scannerspiegeln** können die für LCO und andere Laserbearbeitungsschritte in der Photovoltaik-Industrie zwingend erforderlichen konstanten Spotgrößen über das gesamte Arbeitsfeld erreicht werden.

Zuverlässige Elektronik und Ablenkeinheiten für höchste Präzision

Bei hochpräzisen Aufgaben wie dem Öffnen von Laserkontakten und anderen Prozessen in der Photovoltaik sind **eine hohe Wiederholgenauigkeit und eine geringe Drift unerlässlich**. Um dies zu erreichen, sollte das **Scan-System eine optimierte Elektronik und zuverlässige Galvanometer-Scanner enthalten**. Diese Komponenten gewährleisten zusammen, eine gleichbleibende Leistung über den gesamten Prozess hinweg, helfen Bearbeitungsfehler zu reduzieren und erhöhen die Gesamtqualität der produzierten Solarzellen.

Fortschrittliche Scantechnologie für optimierte Produktionsgeschwindigkeit

Eine effiziente Solarzellenproduktion erfordert **schnelle Produktionszyklen** ohne Kompromisse bei der Qualität. Um diese Anforderungen zu erfüllen, muss das Scansystem eine **schnelle Zeilenscan-Geschwindigkeit von bis zu 200 rad/s** und eine hohe Scandynamik für einen **schnellen Wechsel zwischen den Zeilen** unterstützen. Dies erfordert den Einsatz von **leichten Spiegeln kombiniert mit einem speziellen Tuning**, die für **schnelles Zeilenscannen** mit großen Aperturen von 20 mm optimiert sind. Dies ermöglicht es dem System, die erforderlichen Produktionsraten für auch bei größeren Wafern einzuhalten.

> FORTSCHRITTE BEI M12-SOLARZELLEN: LASERTECHNOLOGIE MACHT ERNEUERBARE ENERGIEN WIRTSCHAFTLICHER

Dank des Fortschritts in der Optik und der Strahlableitungstechnologie können die besonderen Herausforderungen, die mit größeren Waferformaten verbunden sind überwunden werden.



*Aufeinander abgestimmte Optiken und Strahlableitungen wie unser SUPERSCAN IV 20 SOLAR bieten **eine Antwort auf die zunehmenden Feldgrößen in der Photovoltaik-Industrie.***

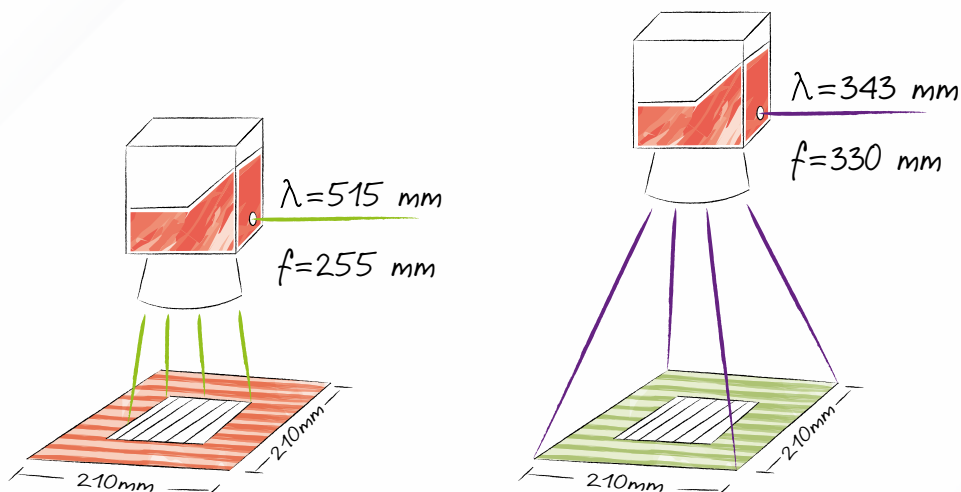
Wolfgang Lehmann

Leiter Produktmanagement bei RAYLASE



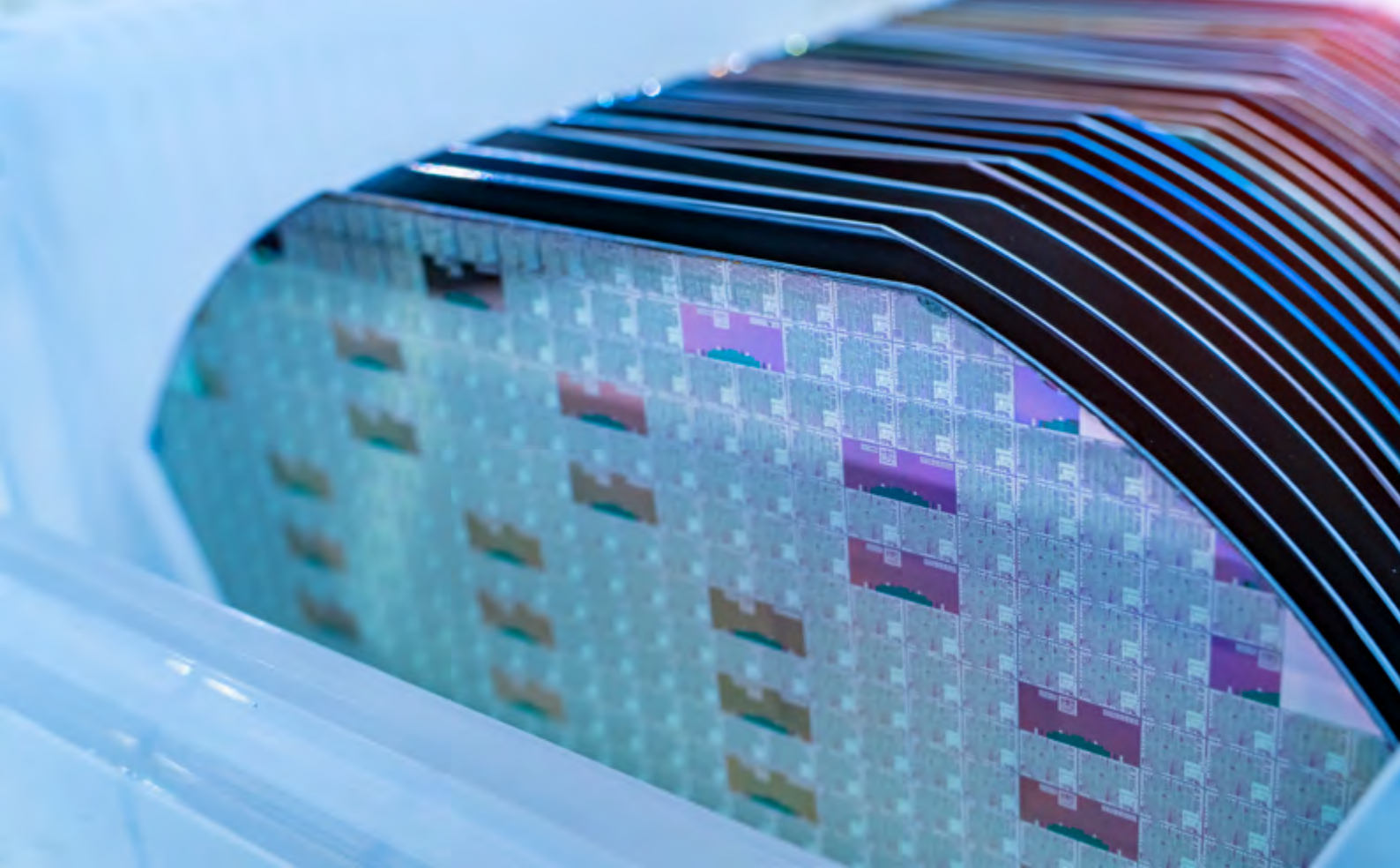
Insbesondere den Strahlableitungseinheiten wie dem SUPERSCAN IV 20 SOLAR von RAYLASE kommt hier eine wichtige Rolle zu. Die Leichtgewichtsspiegel sorgen für eine hohe Scandynamik, und sein spezielles Line-Scanning-Tuning ermöglicht eine hohe Höchstgeschwindigkeit von 200 rad/s. Wolfgang Lehmann verrät außerdem "Wir arbeiten eng mit renommierten Optikerherstellern und Photovoltaik-Experten zusammen, um eine vollständig abgestimmte Scanlösung anzubieten. Diese deckt den gesamten M12-Wafer ab und hält gleichzeitig die Spotgröße im gesamten Feld bei den erforderlichen 15 Mikrometern." Diese Innovation ermöglicht es Solarzellenherstellern, auf größere Wafer umzusteigen, ohne die Produktionsraten zu beeinträchtigen.

Neue Strahlableitungseinheit ermöglicht die Laserbearbeitung von M12-Solarwafern



△ Abbildung 3: Neue Strahlableitungseinheiten ermöglichen die Laserbearbeitung von M12-Solarwafern. Links: Lasersysteme mit $f=255$ mm Brennweite können die für die Laserfertigung von M12-Solarwafern notwendigen größeren Feldgrößen nicht abdecken. Rechts: Mit einer Verschiebung zu einer längeren Brennweite von $f=330$ mm wird die größere Feldgröße möglich. Durch kürzere Wellenlängen und die größeren Scannerspiegel wird der vergrößerte Spotdurchmesser kompensiert.





Clark Lee fasst zusammen: "Mit unseren aufeinander abgestimmten Systemen können die Hersteller von Solarzellen **ihre Produktionslinien auf die nächste Generation von Wafern umstellen** und die Produktion von PERC- und TOPCon-Solarzellen erheblich verbessern. Die Verwendung von M12-Solarzellen führt letztlich zu einer Senkung des Preises pro Modul. Das unterstützt die anhaltende Nachfrage nach kostengünstigen Solarmodulen unterstützt und verschafft den Herstellern von Solarzellen **einen Preisvorteil im Wettbewerb** mit ihren Solarmodulen verschafft."

Dadurch bleibt Solarenergie zukünftig weiter zugänglich und erschwinglich, und treibt so den weltweiten Umstieg auf erneuerbare Energiequellen weiter voran.

📍 **ZENTRALE:**

RAYLASE GmbH
Wessling, Deutschland

☎ +49 8153 9999 699
✉ info@raylase.de

📍 **TOCHTERFIRMA CHINA:**

RAYLASE Laser Technology
(Shenzhen) Co.
Shenzhen, China

☎ +86 755 28 24 8533
✉ info (at) raylase.cn

📍 **TOCHTERFIRMA USA:**

RAYLASE Laser
Technology Inc.
Newburyport, MA, USA

☎ +1 978 255 1672
✉ info@raylase.com

WIR STELLEN EIN



FOLLOW US   

Alle Marken sind eingetragene Marken ihrer Eigentümer. September 2023. Änderungen vorbehalten

STATUS 09/2023

