

**FLEXIBILITÄT
TRIFFT PRÄZISION:**
In-Fokus Spotvergrößerung in
der Additiven Fertigung

Dynamische Anpassung der Spotgröße
für maximale Produktivität und Qualität.

QUICK  FINDER



**AUF EINEN BLICK /
DIE WICHTIGSTEN PUNKTE**

AM AUF DER SUCHE NACH HÖHERER PRODUKTIVITÄT

SPOTVERGRÖßERUNG FÜR SCHNELLERE FLÄCHENBELICHTUNG

Defokus – Einfache Methode zur Spotvergrößerung mit schlechtem Fokusprofil

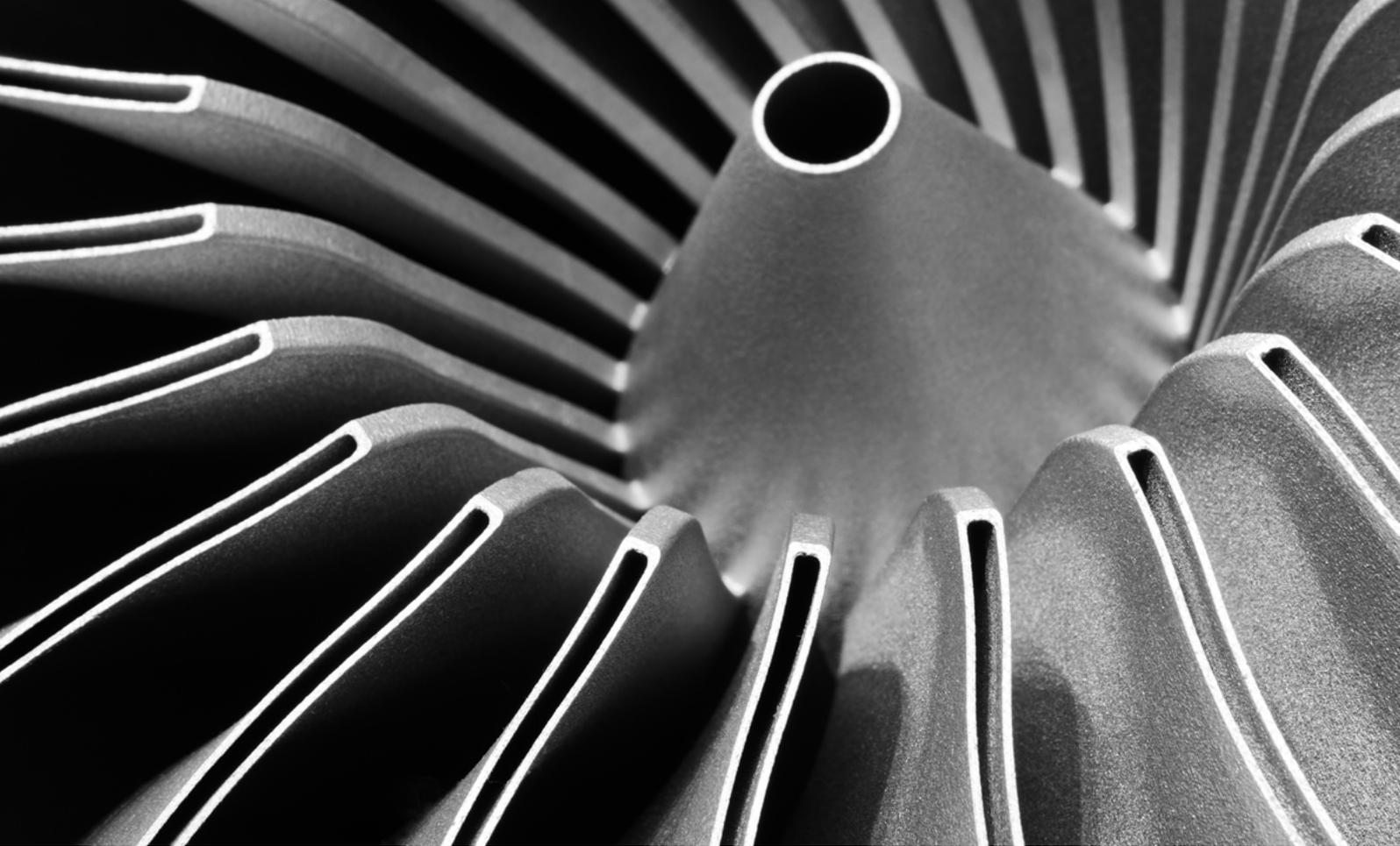
Multicore- und Ring-Mode-Laser –

Alternative Strahlformen mit fixem Fokusdurchmesser

Zoom-Funktion – Stufenlose Spotvergrößerung bei optimaler Strahlqualität

**KOMBINATION VON MULTICORE-LASER
UND ZOOM FÜR MAXIMALE FLEXIBILITÄT**

**OPTIMALE STRAHLEGEOMETRIE ERMÖGLICHT
EFFIZIENTE AM-ANWENDUNGEN**



☉ AUF EINEN BLICK – ZOOMFUNKTION FÜR FLEXIBLE FOKUSVERGRÖßERUNG

- **Wirtschaftlichkeit ist Kernziel in der Additiven Fertigung (AM):** Bei der Produktion großer Bauteile in der Additiven Fertigung werden effiziente Belichtungsprozesse benötigt, um Zeit und Kosten zu reduzieren. Eine dynamische Vergrößerung des Fokusbereichs kann hierbei helfen.
- **Probleme bei herkömmlicher Spotvergrößerung mittels Defokus:** Traditionelle Ansätze wie Defokus können das Fokusprofil negativ beeinflussen. Multicore-Laser bieten nur festgelegte Fokusgrößen. Dies begrenzt die Produktivität und Anpassungsfähigkeit, besonders wenn verschiedene Detailgrade im Bauteil benötigt werden.
- **Optischer Zoom ermöglicht zuverlässige Fokusvergrößerung:** Durch den Einsatz einer Zoom-Optik können Fokusbereiche stufenlos angepasst werden, ohne dass dadurch die Qualität der Abbildung leidet. Selbst komplexe Spotprofile wie Ring-Mode oder Top-Hat können so ohne Qualitätsverlust vergrößert werden.
- **Kombination von Präzision und Effizienz durch Zoom und Multicore Laser:** Durch den Einsatz der Zoom-Funktion können die Vorteile von Multicore-Lasern optimal genutzt und die Belichtung gezielt gesteuert werden. Dies ermöglicht kürzere Produktionszeiten, erhöht den Durchsatz und verbesserte die Endproduktqualität.

> AM AUF DER SUCHE NACH HÖHERER PRODUKTIVITÄT

Eine hohe Produktivität ist das A und O in jeder AM Anwendung. Das kennen Sie vermutlich aus eigener Erfahrung. Nur wenn Sie die nötigen Mengen produzieren und außerdem die Costs per Part niedrig halten können, ist die Additive Produktion eine echte Alternative zur konventionellen Fertigung.

Wenn Sie also gerade dabei sind, eine AM-Anlage neu auszulegen oder zu optimieren, dann sind Sie sicherlich auch auf der Suche nach Möglichkeiten die Belichtungszeit zu reduzieren. Denn insbesondere bei großen Bauteilen ist eine effizientere Belichtung ein wichtiger Weg den Output zu steigern.



Bei der additiven Fertigung können moderne vorfokussierende Ablenkeinheiten, wie unser AM-MODULE III ihre Vorzüge unter Beweis stellen. Denn sie ermöglichen eine hohe Scandynamik bei gleichzeitig hoher Laserleistung. Und beides ist für die geforderten hohen Aufbauraten unerlässlich.

Dr. Jan Habedank

Leiter Technical Competence Center bei RAYLASE



> SPOTVERGRÖßERUNG FÜR SCHNELLERE FLÄCHENBELICHTUNG

Neben der naheliegenden Erhöhung der Belichtungsdynamik, ist ein vergrößerbarer Fokusbereich eine gute Option für die Optimierung der Belichtungszeit. Ganz wie bei einem Malermeister, der für die großen Flächen einen anderen Pinsel verwendet als für die Details, bietet sich auch in der Additiven Fertigung ein größerer Spot zum Füllen von Bulkmaterial an. Denn damit generieren Sie mit jeder Überfahrt mehr Volumen und können so die Anzahl der Hatches und Umkehrpunkte deutlich reduzieren.

Da Sie aber für die feinen Strukturen Ihres Bauteils weiterhin einen möglichst kleinen Spot benötigen, bietet sich ein dynamisch anpassbarer Fokusbereich an.

Dafür haben Sie mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- ▶ Vergrößerung des Spotdurchmessers durch Defokussierung
- ▶ Strahlformung mit Adaptable Ring-Mode Lasern
- ▶ Spotvergrößerung mittels Zoom-Funktion

Die Vor- und Nachteile dieser Möglichkeiten wollen wir im Folgenden genauer betrachten.

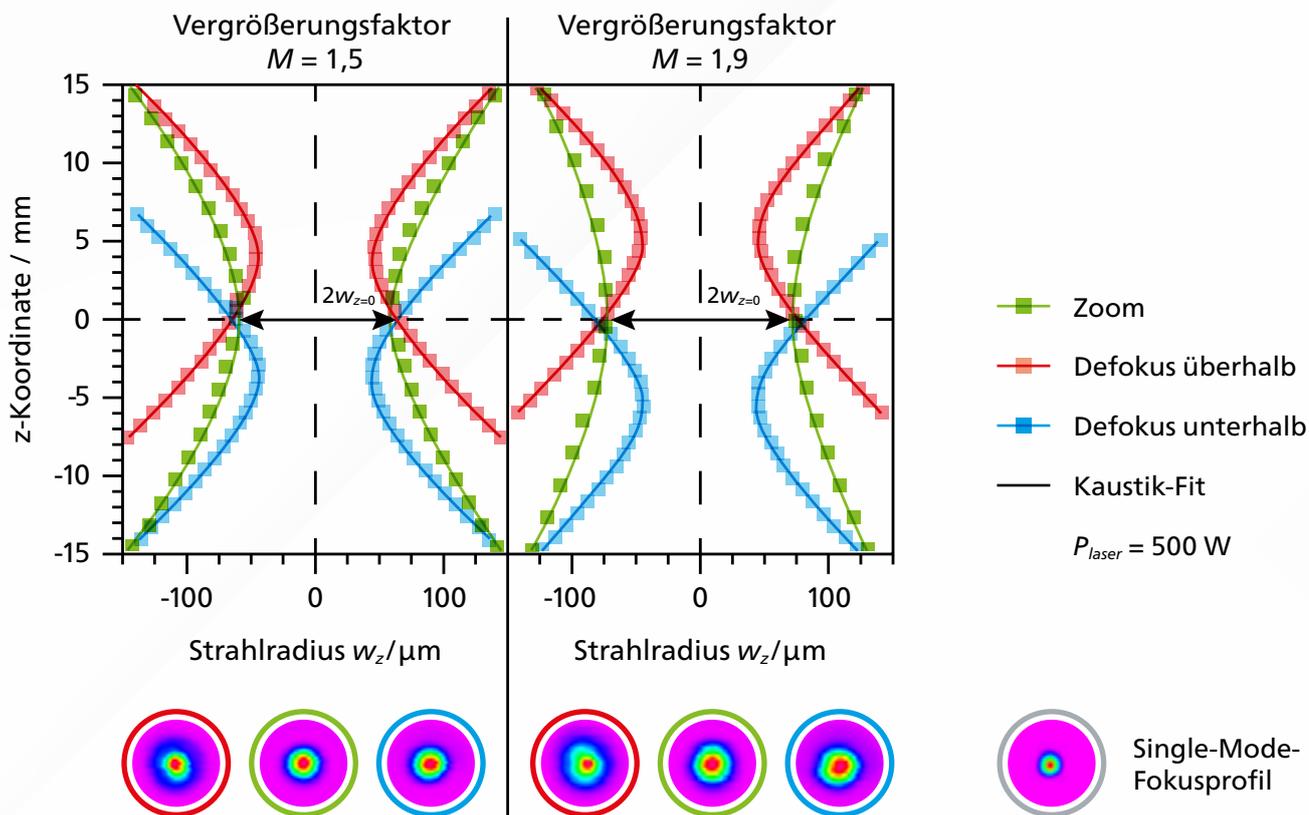


Auf Grund ihres größeren Durchmessers bei Ring oder der Flattop Profil, eignen sich die anpassbaren Ring-mode Laser gut, um einen Geschwindigkeitsvorteil beim Füllen von großen Flächen zu realisieren. Allerdings ist das Vergrößerungsverhältnis zwischen Kern und Ring fest vorgegeben. Außerdem steht der große Spot nur als Ring oder Flat-Top zur Verfügung.

Wenn Sie also auch bei einem vergrößerten Spot die identische Leistungsverteilung im Fokus halten wollen oder mehr als einen Vergrößerungsfaktor wünschen, dann stößt ein anpassbarer Ring-mode an seine Grenzen.

Zoom-Funktion – Stufenlose Spotvergrößerung bei optimaler Strahlqualität

Mit einer Standardablenkeinheit ist eine stufenlose Vergrößerung jedoch nicht umzusetzen. Dafür benötigen Sie im Strahlengang ein zusätzliches bewegliches Teleskop, das als Erweiterung für Ihre vorfokussierenden Ablenkeinheit den Strahldurchmesser vor der Fokussierung variieren kann. Denn mit dem Strahldurchmesser ändert sich auch der minimale Spotdurchmesser im Fokus. So eine Zoom-Optik ermöglicht es also den Fokusdurchmesser kontinuierlich einzustellen, ohne dabei die Fokusebene zu verlassen. Auf diese Weise wird das ursprüngliche Strahlprofil weiterhin scharf abgebildet, was insbesondere bei speziellen Strahlformen wie Flattop und Donut wichtig ist.



△ *Abbildung 2: Kautik eines Single-Mode-Profiles bei Vergrößerung mit Defokussierung und Zoom-Anordnung.* Die Kautikmessung veranschaulicht die unterschiedlichen Prinzipien der Strahlvergrößerung. An den Spotprofilen erkennt man, dass eine Vergrößerung mittels Zoom-Anordnung den Strahl nicht signifikant stört. Bei einer Vergrößerung mittels Defokussierung erkennt man, dass nur eine Verschiebung des Fokus in das Material hinein zu einigermaßen definierten Strahlformen führt.

Limitierend für den Vergrößerungsfaktor sind unter anderem die freie Apertur im Strahlengang, der vorhandene Platz in der Ablenkeinheit und die Leistungsverträglichkeit der Spiegel und Optiken. Im zugänglichen Vergrößerungsbereich können Sie aber eine stufenlose Vergrößerung umsetzen und den Spotdurchmesser flexibel auf Ihre Anwendung anpassen.



Im AM-MODULE III ermöglicht unsere patentierte Zoom-Anordnung eine Spotvergrößerung von 2 x ohne dabei das Strahlprofil im Fokus zu verzerren. Das funktioniert sowohl für Single-Mode-Laser als auch für spezielle Strahlprofile wie Donut oder Flat-Top und bis zu mittleren Laserleistungen von 3 kW.

Wolfgang Lehmann

Leiter Produktmanagement bei RAYLASE



› KOMBINATION VON MULTICORE-LASER UND ZOOM BIETET MAXIMALE FLEXIBILITÄT FÜR IHRE AM MASCHINE

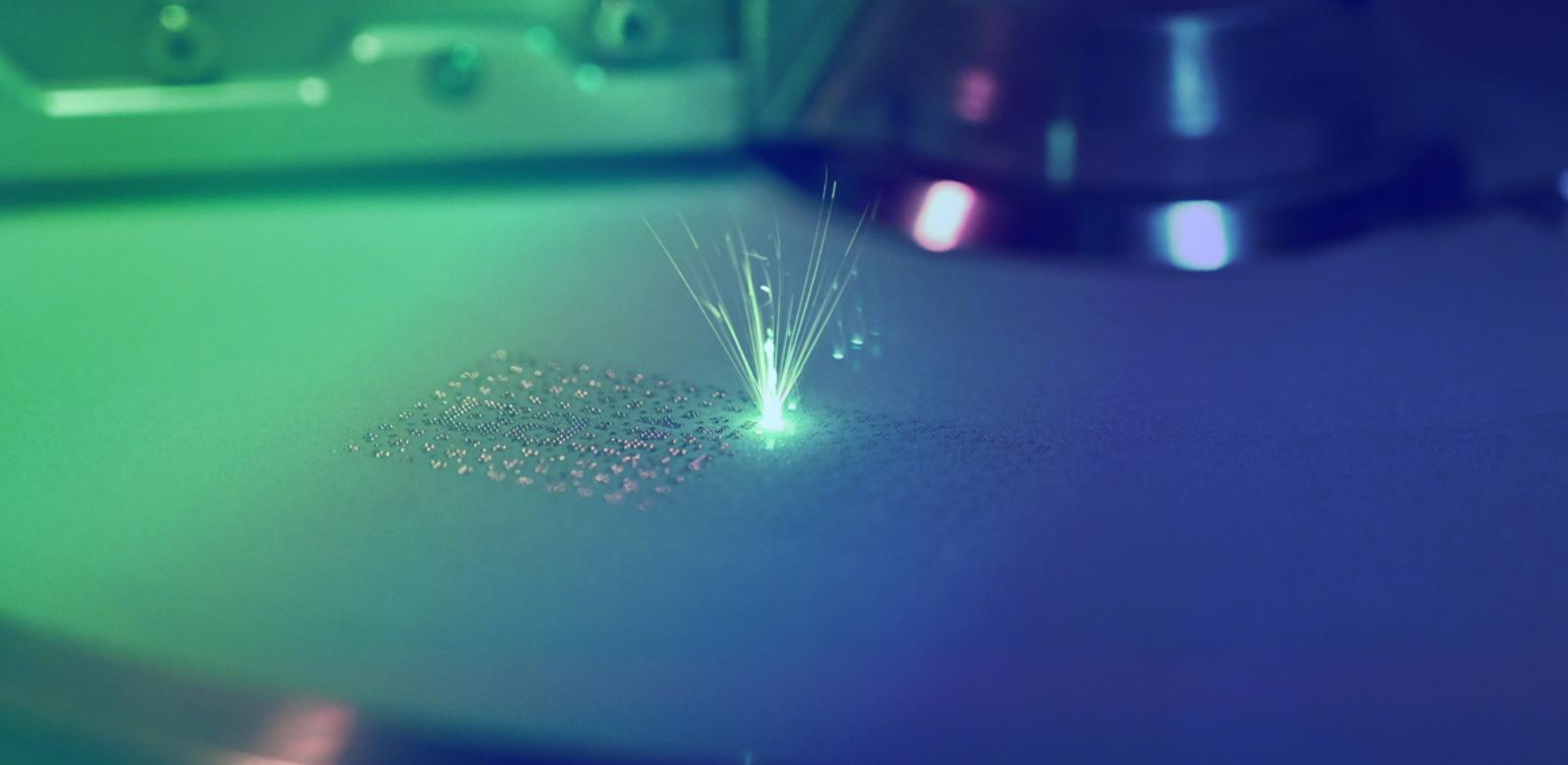
Wenn Sie für Ihre AM-Maschine die maximale Flexibilität bei der Fokusparametrierung suchen, dann ist die Kombination aus Multicore- oder Ring-Mode-Laser und Zoom-Anordnung die Lösung der Wahl. Die vorteilhaften Strahlgeometrien eines Ring-Mode-Laser ermöglichen schnelle Belichtungsgeschwindigkeiten und geringe Ballingeffekte. Gleichzeitig stellt die Zoom-Funktion sicher, dass diese Strahlprofile auch bei vergrößerten Spotdurchmessern erhalten bleiben. So kann auch das Hatching mit großem Spotdurchmesser weiter auf Geschwindigkeit optimiert und die volle Performance einer modernen Ablenkeinheit ausgenutzt werden.

Strahlprofil	Zoom	Defokus unterhalb	Defokus überhalb
Single-Mode			
Flat-Top			
Ring-Mode			

◀ **Abbildung 3: Unterschiedliche Strahlprofile eines AFX-Lasers bei einer Vergrößerung um 1,5 x mittels Zoom und Defokussierung.** An den Strahlprofilen kann man deutlich erkennen, dass nur die Zoom-Anordnung (und für den Single-Mode zu einem gewissen Grad auch der Defokus unterhalb der nominellen Fokuslage) das ursprüngliche Strahlprofil erhält.

Bei einer Defokussierung verwischt die Strahlform deutlich. Die vorteilhaften Strahleigenschaften eines Ring- oder Flat-Top-Profiles sind in diesem Fall nicht mehr verfügbar.





› OPTIMALE STRAHLGEOMETRIE ERMÖGLICHT EFFIZIENTE AM-ANWENDUNGEN

Die additiven Fertigungstechnologien haben sich in den letzten Jahren rasant entwickelt. Ein Aspekt für diesen Erfolg ist die Strahlgeometrie. Denn sie beeinflusst direkt die Präzision, Effizienz und Qualität des hergestellten Bauteils.

Durch den Einsatz von Technologien wie der Defokussierung, anpassbaren Ring-Mode-Lasern und der Zoom-Funktion können Hersteller den Belichtungsprozess präzise an die Anforderungen Ihrer spezifischen Anwendung anpassen. Und ein genau definierter und flexibel anpassbarer Laserfokus sorgt nicht nur für eine schnellere Produktion, sondern minimiert auch Fehler, die durch ungenaue Strahlformen entstehen können. Dies führt zu einer besseren Oberflächenqualität und weniger Nacharbeit.

In einer Branche, die ständig nach Möglichkeiten zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung sucht, bieten flexible Strahlformungslösungen einen klaren Vorteil. Ein adaptiver Strahl ermöglicht es, sowohl feine Details als auch große Flächen effektiv zu bearbeiten, was die Produktionszeiten verkürzt und den Durchsatz erhöht.



Das AM-MODULE III ist aktuell die einzige Ablenkeinheit weltweit, mit der Sie einen Multicore oder Ring-Mode-Laser stufenlos vergrößern können und dabei die vorteilhafte Strahlform erhalten bleibt. Dadurch bieten wir allen AM Anwendern größte Flexibilität bei der Anpassung des Spotprofils auf Ihre Anwendung.

Wolfgang Lehmann

Leiter Produktmanagement bei RAYLASE



📍 **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@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. November 2023. Änderungen vorbehalten.

STAND 11/2023

