

SLM Troubleshooting Made Easy mit BeamWatch® AM

Von Christian Dini, Director Global Business Development, Ophir

Bei der Entwicklung von BeamWatch AM zeichneten wir nicht nur Diagramme und überlegten uns am runden Tisch spannende Funktionen. Wir sprachen mit zahlreichen erfahrenen Herstellern von Selective Laser Melting (SLM)-Maschinen, um ihre Anforderungen kennenzulernen und zu erfahren, welche Parameter sie im Besonderen interessieren würden. Schritt für Schritt entstand daraus ein kompaktes und schnelles Messgerät, das ein präzises Bild des Strahls liefert. Während der finalen Entwicklungsphase führte die Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT, als einer der verschiedenen Beta-Anwender, auf fünf unterschiedlichen SLM-Maschinen eine Reihe von Tests mit BeamWatch AM durch. Basierend auf den präzisen Messungen lieferten Sie wertvolle Erkenntnisse und Hinweise zur Nutzung des Systems im Alltag. Heute, nachdem die Testphase abgeschlossen wurde und BeamWatch AM erfolgreich im Markt eingeführt wurde, vertrauen die Fraunhofer-Experten nach wie vor auf die berührungslose Messtechnik. Einer der Gründe dafür ist das einfache Troubleshooting mit BeamWatch AM. Werfen wir einen Blick auf ein konkretes Beispiel:

Eine SLM-Maschine produziert hochwertige Teile. Die Qualitätsprüfung entdeckt eine mangelnde Oberflächenqualität der produzierten Teile, sie weisen eine hohe Porosität auf. Im ersten Schritt ermitteln die Experten die Strahlparameter mit Hilfe einer Kamera.

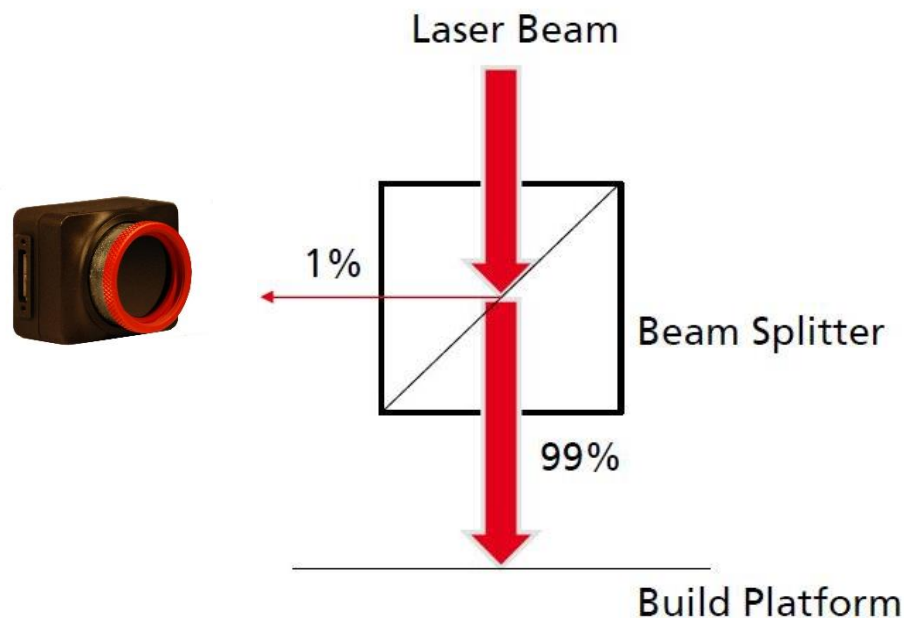
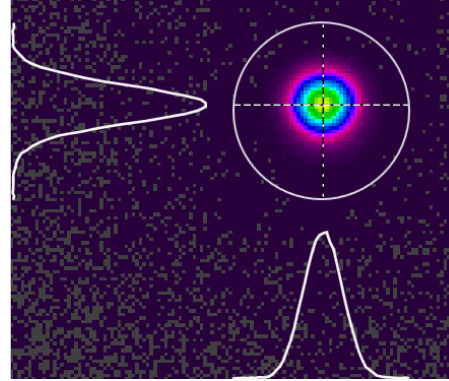
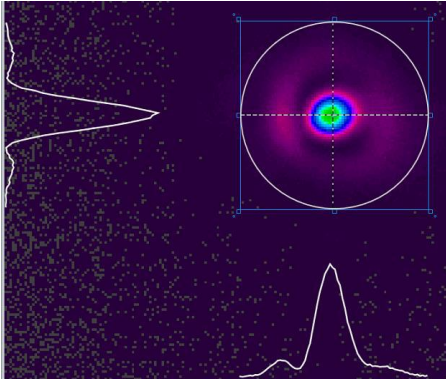


Abbildung 1: Prinzip einer Strahlprofilmessung mit einer CCD-Kamera.

Die Nutzung der CCD-Kamera ermöglicht es, das 2D-Profil des Strahls, den Strahldurchmesser sowie andere Strahlparameter zu messen. Allerdings liefert die Messung weder Details zur Laserleistung auf der Bearbeitungsebene noch zur Fokusshift. Zudem stellt die Installation der Kamera in der Bearbeitungskammer eine echte Herausforderung dar; der Strahl muss direkt im Fokus gemessen werden.

Die Ingenieure erhalten die folgenden Abbildungen:



Abbildungen 2 und 3: Messungen mit einer CCD-Kamera. Links: die SLM-Maschine mit Qualitätsproblemen. Rechts: Die Maschine ohne Qualitätsprobleme.
(Quelle: Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT)

Um die Probleme zu lösen und herauszufinden, warum sich die Qualität der produzierten Teile verschlechtert, benötigen wir spezifischere Parameter. Hier kommt BeamWatch AM zum Einsatz. Das kompakte Messgerät wird mittig auf die Bearbeitungsebene platziert. Der Anwender senkt die Bearbeitungsebene exakt auf die kalibrierte Distanz ab, die am BeamWatch direkt markiert ist und stellt damit sicher, dass das System gemäß der Software-Kalibration angewendet wird. Die Eingangsöffnung wird direkt unter der Laserquelle in zentraler Position platziert. Gemessen wird der Strahl in dem geschlossenen Gehäuse, das mit einem pneumatischen Shutter geöffnet wird. Da die Messung des Laserstrahls auf der Rayleigh-Streuung des Laserstrahls basiert, erfolgt sie berührungslos. Innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde erfasst die Kamera 2048 Strahlprofile und das System errechnet daraus alle relevanten Strahlparameter.

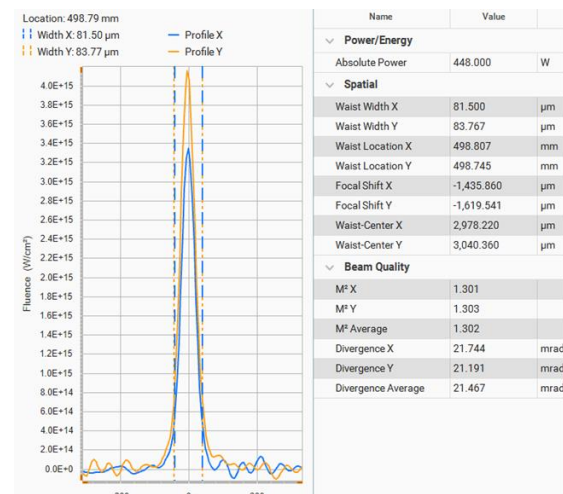
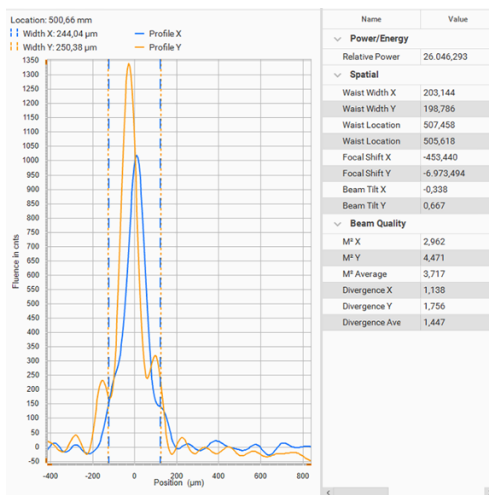


Abbildung 4 und 5: Messungen mit BeamWatch AM. Links: Eine Diffraction beeinflusst den Laserstrahl. Rechts: der Strahl zeigt ein klares Gauß'sches Profil (Quelle: Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT)

Vergleiche von zwei SLM-Maschinen mit BeamWatch AM

Verwendet man BeamWatch AM, erkennt man in der linken Graphik eine Diffraktion, die den Laserstrahl beeinflusst; rechts hingegen ist das Gauß'sche Profil klar erkennbar. Die Fokusschift und die unterschiedliche Richtung des Strahls auf der X- und Y-Achse führen zu einer geringeren Leistungsdichte und einem größeren Fokus. Dies erklärt die Verschlechterung der Oberfläche und den Verlust der Materialfestigkeit.

Die detaillierten Messungen durch BeamWatch AM ermöglichten es den Ingenieuren schnell den Grund für die Qualitätsprobleme zu finden: Der Strahlengang zwischen Kollimator und Fokussifter war nicht korrekt ausgerichtet und führte zu einem einseitigen Abschneiden und damit zu einem asymmetrischen Strahlprofil sowie dem Unterschied der Strahlausbreitung in X- und Y-Richtung. Sobald die optischen Elemente korrekt ausgerichtet wurden, stieg die Leistungsdichte an und der Fokus wurde kleiner. Die Qualitätsprobleme konnten somit ohne externe Unterstützung durch den Hersteller der Maschine schnell gelöst werden.

Fazit

Fragt man die SLM-Hersteller und die Anwender nach den Parametern, die sie unbedingt über ihren Laserstrahl wissen müssen, erhält man häufig als erste Antwort: den Strahlquerschnitt. Das gerade dargestellte Beispiel zeigt jedoch, dass dies für die meisten Probleme nicht der einzige Schlüssel sein kann. [BeamWatch AM](#) liefert deutlich mehr Informationen und kann zudem die Informationen über die Zeit in Videorate aufzeichnen und ausgeben. Das System ermöglicht damit die Berechnung vollständiger neuer Parameter wie Astigmatismus oder die Echtzeit-Fokusschift.

Umfangreiche Tests, die mit der auf der Rayleigh Streuung basierenden Technologie durchgeführt wurden, zeigen, dass BeamWatch ISO-konforme Messergebnisse liefert. Es wurde demonstriert, dass die Messmethoden und die Berechnungen von BeamWatch dem ISO 11146-Standard genügen. Zusammen mit dem einfachen Setup führt dies zu einem neuen, wertvollen Service-Messgerät für die SLM-Systemhersteller ebenso wie für geschulte Anwender.