

# Llsec

## Messgerät zur Qualifizierung von Pulverdüsen

Das Messsystem Llsec (kurz für »light section«) erzeugt einen Laser-Lichtschnitt, der für viele lasergestützte Verfahren der Additiven Fertigung bereits vor Prozessbeginn alle relevanten Kenndaten der Pulverdüse überprüft. Damit gewährleistet das Gerät ein fehlerfreies Arbeiten.

### Motivation

Die Reproduzierbarkeit von Prozessen und das genaue Wissen um alle relevanten Prozessparameter bilden in der modernen Produktion die Grundlage für eine effiziente und kostengünstige Fertigung von Bauteilen. Während bei subtraktiven Verfahren wie dem Fräsen das Einmessen der Werkzeuge vor Prozessstart dem Stand der Technik entspricht, stellt beim Laser-Pulver-Auftragschweißen die exakte Bestimmung von Lage und Ausdehnung des sogenannten Tool Center Points (TCP) ein grundsätzliches Problem dar. Als kompaktes »Stand-Alone«-Messgerät eignet sich Llsec für den Einsatz in allen gängigen Laser-Pulver-Auftragschweißanlagen.

### Einsatzbereiche

#### Industrie

Der Zustand der Pulverdüse als maßgeblich prozessbeeinflussendes Bauteil muss regelmäßig überprüft und bewertet werden, um reproduzierbare Prozesse durchführen zu können.

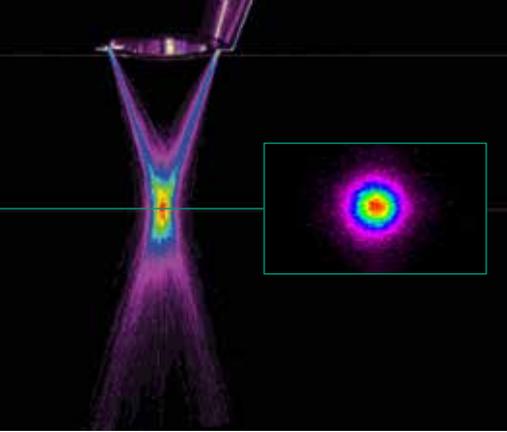
#### Forschung und Entwicklung

Die Entwicklung neuer Düsen für immer anspruchsvollere Prozesse ist eine große Herausforderung, die eine geeignete Messtechnik für adäquate Testungen erfordert. Zudem müssen Aussagen über den Einfluss der Prozessparameter auf die Form des Pulverkegels getroffen werden, um z. B. den Ausnutzungsgrad des Pulvers zu bestimmen.

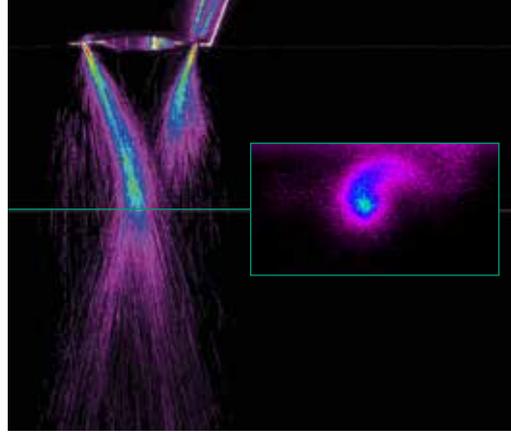
### Kontakt

Manfred Endres  
Customer Relations  
Additive Fertigung und  
Oberflächentechnik  
Telefon +49 351 83391-3393  
Mobil +49 173 7568117  
[manfred.endres@iws.fraunhofer.de](mailto:manfred.endres@iws.fraunhofer.de)

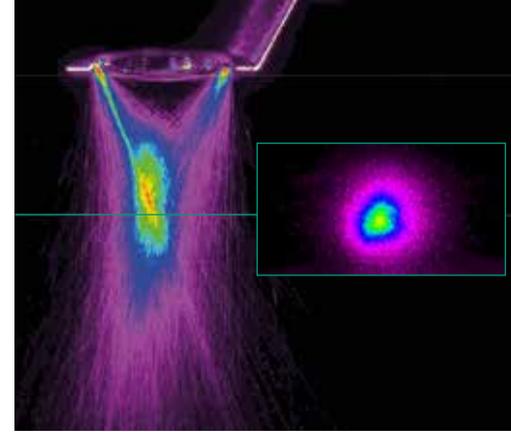
Fraunhofer IWS  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
[www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)



**Intakte Düse – Standardverfahren**  
 COAX14-Düse mit Standardprozessparametern und 316l-Stahlpulver.



**Düse nach Kollision**  
 COAX14-Düse nach einer Kollision innerhalb der Maschine während eines 5-Achs-Prozesses.



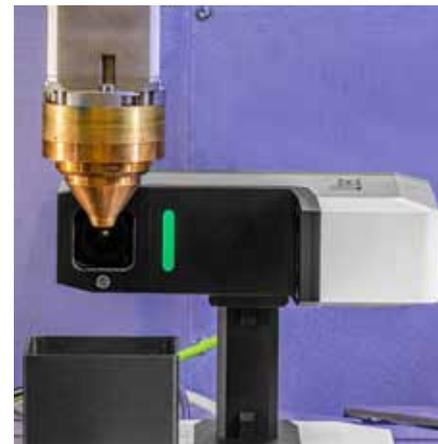
**Intakte Düse mit interner Verstopfung**  
 COAXpowerline-Düse, die teilweise durch feuchtes Pulver verstopft war.

## Messprinzip

Das Laser-Lichtschnittverfahren unterteilt die Pulverströmung in eine definierbare Anzahl von Messebenen. Die genaue Kenntnis ihrer Position erlaubt es, ein dreidimensionales Abbild der Pulverströmung zu erstellen. Am Fraunhofer IWS entwickelte Auswertungsalgorithmen berechnen im Zusammenspiel mit der dazugehörigen Software alle relevanten Düsenparameter, wie etwa die genaue Position sowie Ausdehnung. Llsec ermöglicht schnell und einfach die quantitative Beurteilung aller relevanten Messparameter, indem es die aufgenommenen Bildinformationen mit mathematischen Funktionen angleicht. So entsteht eine optimale Vergleichbarkeit unterschiedlicher Messungen.

## Auswertung der Messdaten

Auf Basis der akquirierten Bilddaten erkennt ein Analysealgorithmus zuverlässig die Position des Pulverfokus, die Stelle der höchsten Pulverdichte innerhalb der Pulverströmung. Der Vergleich der realen mit der theoretischen Fokusposition ermöglicht eine direkte Aussage über die weitere Nutzbarkeit der Düse. Die Analyse der Form und Ausprägung des Pulverstrahls an mehreren relevanten Messpunkten erlaubt zudem eine quantitative Beurteilung der Düsenqualität. So lässt sich nicht nur der Verschleiß der Düse beobachten, auch die Standzeit erhöht sich deutlich. Die Übergabe der Fokuslage als TCP an die Maschinensteuerung spart Zeit beim Werkzeugwechsel und erhöht die Reproduzierbarkeit des Prozesses deutlich. Darüber hinaus sorgt Llsec für ein besseres Prozessverständnis und einen geringeren Aufwand bei Parameterstudien: So können die verschiedenen Einflüsse der Förderparameter auf die Pulverkegeleigenschaften untersucht werden.



*Standardaufbau für die Messung einer Pulverdüse mit Llsec.*

### Technical Data

Höhe/Breite/Tiefe	Llsec: 150 mm x 210 mm x 60 mm Llsec XL: 200 mm x 210 mm x 60 mm
Durchmesser der Düsen Spitze	Llsec: 0 – 20 mm Llsec XL: 0 – 40 mm
Gewicht	1 kg
Messbereich	50 x 50 mm <sup>2</sup>
Messauflösung	X/Z (Bild): 30.6 µm/Px Y (Mindestabstand der Ebenen): 50 µm
Spannungsversorgung	Power over Ethernet (PoE) 12 V
Kommunikation	1 Gbit/s Ethernet
Schutzklasse	IP54
Laserschutzklasse	3B
Erforderlicher PC	Windows 7 oder neuer, 64 bit, Net-Framework 4.7, 5 GB freier Speicher, SSD
Kontrolle	Manuell durch den Benutzer oder über die MQTT-Schnittstelle der Llsec-Software