

## Laserschweißen mit konzentrischen Brennpunkten erhöht die Produktivität

*AWL ist immer auf der Suche nach vielversprechenden Innovationen, um neue Möglichkeiten für Kunden im Bereich der Verbindungstechnik realisieren zu können. Eine neue Entwicklung beim Laserschweißen ist das Schweißen mit konzentrischen Brennpunkten. Was sind die Möglichkeiten dieser neuen Technologie und was können wir damit erreichen?*

Von **Wouter M. Zweers** - Technology Manager bei AWL-Techniek

Laserschweißen, insbesondere mit Scheiben- und Faserlasern, wird zunehmend in der Serienfertigung eingesetzt. Die metallverarbeitende Industrie und die Automobilindustrie, auch vorangetrieben durch Elektrofahrzeuge, setzen zunehmend Laseranwendungen ein.

Das Laserschweißen ist eine bekannte Technologie, die viele Vorteile bietet, aber natürlich auch ihre Grenzen hat. Ursprünglich wurden in automatisierten Schweißprozessen hauptsächlich CO<sub>2</sub>-Laser eingesetzt. In den letzten Jahren sind diese weitgehend durch Scheiben- und Faserlaser ersetzt worden. Diese sind nicht nur effizienter, sondern haben auch den Vorteil, dass das Laserbündel über ein Glasfaserkabel zum Werkstück transportiert werden kann. Das macht den Einsatz von industriellen Schweißrobotern einfacher als bei Verwendung eines CO<sub>2</sub>-Lasers.

### Hohe Geschwindigkeit, mehr Spritzer

Ein großer Vorteil des Laserschweißens im Vergleich zu herkömmlichen Schweißverfahren wie MIG/MAG-Schweißen ist die hohe Schweißgeschwindigkeit und die sehr schmale Wärmeeinflusszone (WEZ). Dadurch werden die Eigenschaften des

Grundmaterials in der Nähe der Schweißnaht kaum negativ beeinflusst. Die Schweißgeschwindigkeit kann in vielen Anwendungen bis zu 6 Meter pro Minute betragen. Das ist sehr schnell im Vergleich zu herkömmlichen Schweißtechniken, bei denen 1 Meter pro Minute bereits eine hohe Geschwindigkeit bedeutet. Wenn die Schweißgeschwindigkeit noch weiter erhöht wird – was dank der Verfügbarkeit von erschwinglichen Hochleistungslasern möglich ist – tritt jedoch ein unerwünschtes Phänomen auf. Der Schweißprozess wird instabil und die Spritzer nehmen zu (Abbildung 1).

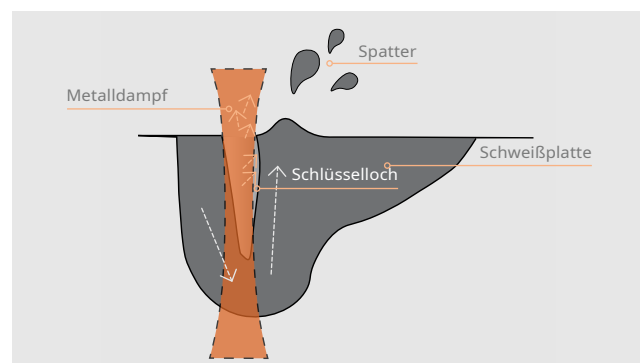


Abbildung 1

Laserschweißen erzeugt bei hohen Geschwindigkeiten Spritzer

Quelle: Trumpf

Dieses Phänomen führt zu zwei Problemen: Erstens verschlechtert sich die Schweißqualität durch Materialverlust aus dem Schweißbad und das Auftreten von Porosität. Zweitens verschmutzt die Maschine sehr schnell, insbesondere das Schutzglas des Laserkopfes. Das Schutzglas ist ein einfaches Glasfenster, das im Schweißkopf vor der teuren Fokussierlinse sitzt, um diese zu schützen. Sie bildet eine mechanische Barriere gegen Schweißspritzer. Dieses Schutzglas sollte regelmäßig ausgetauscht werden. Die Häufigkeit des Wechsels hängt vom Spritzerverhalten des Schweißprozesses ab. Das Spritzerverhalten hat somit einen direkten Einfluss auf die Verbrauchskosten der Maschine.

**Um das Spritzerverhalten zu begreifen, ist es sinnvoll, den Schweißprozess im Detail zu untersuchen. Beim Laserschweißen entsteht beim Tiefschweißprozess durch das Laserlicht ein offenes Rohr im geschmolzenen Material, das sogenannte „Keyhole“.**

Um das Spritzerverhalten zu verstehen, ist es sinnvoll, den Schweißprozess im Detail zu untersuchen. Beim Laserschweißen entsteht beim Tiefschweißprozess durch das Laserlicht ein offenes Rohr im geschmolzenen Material, das sogenannte „Keyhole“ (siehe Abbildung 1). Hochgeschwindigkeitsaufnahmen des Schweißvorgangs zeigen, dass sich dieses Schlüsselloch während des Schweißvorgangs instabil bewegt und dass bei höheren Schweißgeschwindigkeiten das Keyhole zunehmend instabiler wird. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit wird es so instabil, dass das Keyhole vorübergehend durch das flüssige Metall verschlossen wird. In diesem Moment führt der Dampfdruck, der mit Gewalt aus dem Keyhole zu entweichen versucht, zu Spritzern. Dieses unerwünschte Phänomen begrenzt die maximale Schweißgeschwindigkeit.

### Verschieben der Spritzergrenze

Eine aktuelle Innovation hat dafür gesorgt, dass diese „Spritzergrenze“ verschoben werden kann. Durch das Schweißen mit nicht einem, sondern zwei konzentrischen Brennpunkten bleibt das Schlüsselloch auch bei höheren Geschwindigkeiten offen, und es entstehen deutlich weniger Spritzer. Dazu wird ein Glasfaserkabel mit einer Kern verwendet, um die eine zweite Kern wie ein schlauchförmiger Mantel geformt ist. Das Laserlicht wird zwischen dem inneren Kern und dem äußeren Kern aufgeteilt, sodass der Schweißkopf daraus zwei konzentrische Brennpunkte bilden kann (Abbildung 2). Der innere Brennpunkt sorgt für einen tiefen

Einbrand beim Schweißen, der äußere Brennpunkt für ein stabiles Schlüsselloch. Zusammen ergibt dies einen reibungslosen Schweißprozess, der eine hohe Schweißgeschwindigkeit mit wenig Spritzern ermöglicht (Abbildung 3).

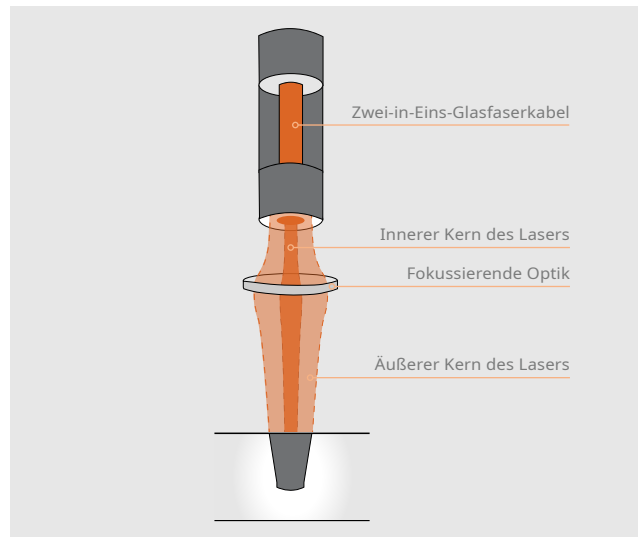


Abbildung 2

Laserschweißen erzeugt bei hohen Geschwindigkeiten Spritzer

Quelle: Trumpf

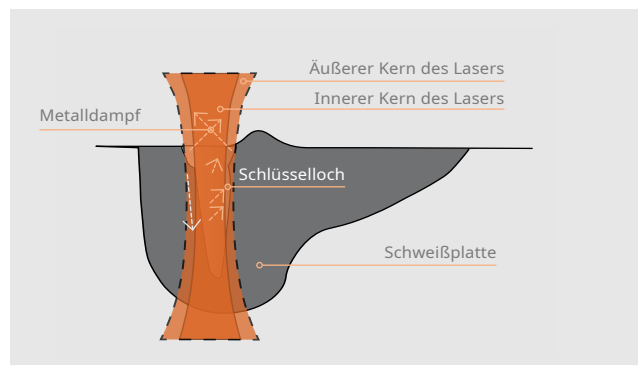


Abbildung 3

Laserschweißen mit konzentrischer Fokussierung hält das Schlüsselloch beim

Schweißen offen und verhindert Schweißspritzer

Bron: Trumpf

### Auch für verzinkte Bleche und Kupfer

Neben einer höheren Schweißgeschwindigkeit gibt es auch vielversprechende Ergebnisse beim Schweißen eines dünnen, verzinkten Blechs mit einer Überlappungsnaht. Diese wird häufig in der Automobilindustrie verwendet. Die Herausforderung dabei ist, dass die Zinkschicht beim Schweißen von Stahl verdampft, weil der Siedepunkt von Zink niedriger ist als der Schmelzpunkt von Stahl. Wenn der Zinkdampf, der zwischen den Blechen eingeschlossen ist, durch das Schweißbad entweicht, entstehen Spritzer. Diesem Effekt wird durch die Anwendung des Laserschweißens mit konzentrischem Brennpunkt entgegengewirkt, da der Zinkdampf durch das offene Keyhole kontrolliert entweichen kann.



## Umfangreiche Tests

Verschiedene Anbieter haben Laser mit konzentrischen Fasern auf den Markt gebracht. AWL hat in enger Zusammenarbeit mit Trumpf Niederlande diese Technologie namens BrightLine im AWL Experience Center implementiert. In diesem Experience Center hat AWL die Möglichkeit, neue Technologien zu testen und Forschungs- und Testläufe für Kunden durchzuführen. Kunden und Mitarbeiter werden hier geschult, und Studenten arbeiten hier an ihrem Praktikum oder ihrer Abschlussarbeit. Es stehen Roboter und Schweißgeräte zur Verfügung, darunter ein 8-kW-Scheibenlaser, kombiniert mit einem Industrieroboter. In den nächsten Monaten wird AWL das BrightLine-System ausgiebig testen, um so zur Weiterentwicklung der Schweißtechnik beizutragen.

## Kontakt

Erfahren Sie mehr über Laserschweißen:  
[www.awl.nl/de/themen/laserschweissen/](http://www.awl.nl/de/themen/laserschweissen/)

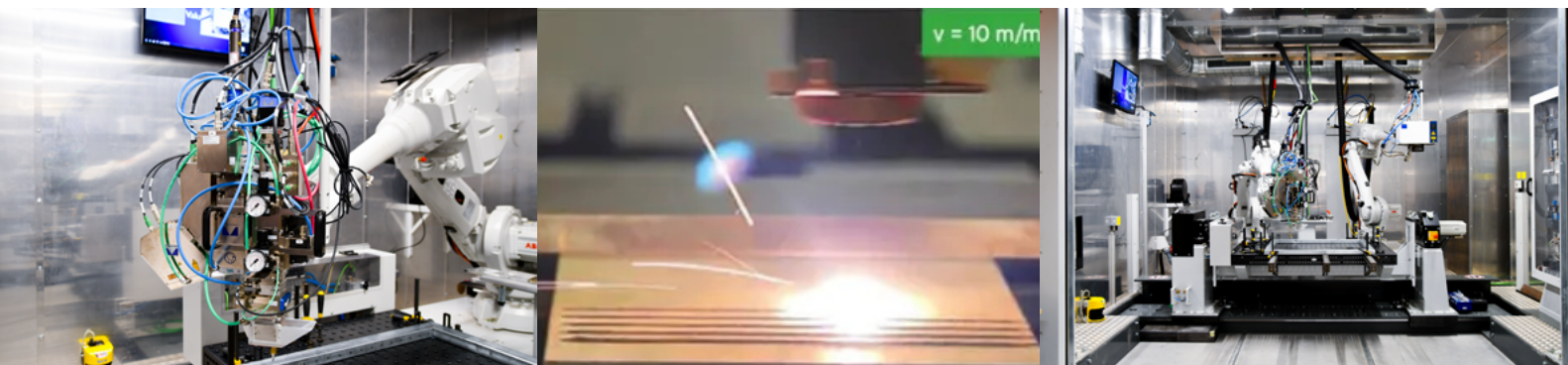
Haben Sie Fragen zu diesem Artikel?  
Fragen Sie Wouter.

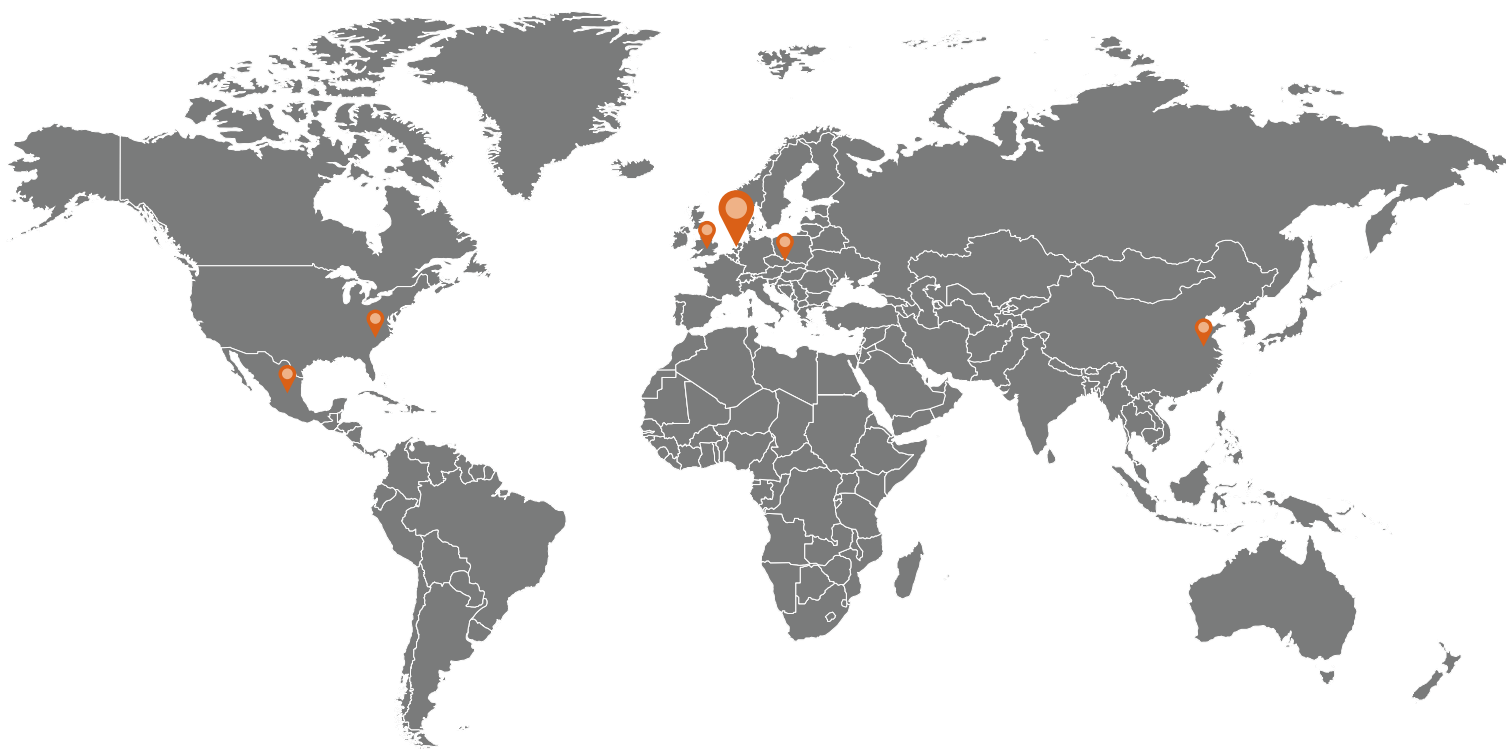


**Wouter M. Zweers**  
Technology Manager  
w.zweers@awl.nl  
LinkedIn: [Wouter Zweers](#)

## Referenzen

1. N. Speker, P. Haug, S. Feuchtenbeiner, T. Hesse, D. Havrilla, Spritzerarmes Hochgeschwindigkeitsschweißen mit Scheibenlasern, ICALEO 2017.
2. TRUMPF, BrightLine Weld: Perfekte Schweißergebnisse in Rekordzeit, Firmenbroschüre, 2020.
3. M. Kogel-Hollacher, Intelligente Lösungen für die Laserbearbeitung – Strahlführung und Sensor, Konferenz „Photonic Technologies 4 intelligent processing“, 2019.





**AWL Automation S. de R.L. de C.V.**

Querétaro  
Mexico

+52 144 262 822 86  
info@awl.mx

**AWL Automation LLC**

Spartanburg, SC  
USA

+1 864 541 0521  
info@awl.us

**AWL-Techniek B.V.**

Harderwijk  
The Netherlands

+31 341 411 811  
info@awl.nl

**AWL-Techniek CZ s.r.o.**

Napajedla  
Czech Republic

+420 577 112 789  
info@awl.cz

**AWL Automation Welding and Cutting Equipment (Wuxi) Co., Ltd.**

Wuxi, Jiangsu  
China

+86 510 8356 0058  
info@cn.awl.nl

## OUR PARTNERS

**ICS Robotics and Automation Ltd**

Southampton  
United Kingdom

+23 807 72 711  
info@ics-robotics.co.uk

**MechDes Engineering**

Harderwijk  
The Netherlands

+31 341 27 70 70  
info@mechdes.nl

**TT-Engineering**

Zwolle  
The Netherlands

+31 38 42 57 680  
info@tt-engineering.nl

