

# Oberflächen POLYSURFACES

61. Jahrgang - 61<sup>e</sup> année

www.polysurfaces.ch

## **GALVABAU**

Surface treatment equipment 

High-Tec «state of the art»



**Kompetenz - Erfahrung - Leidenschaft**

# 2020

# 3

**Galvanotechnik  
Galvanoplastie**

• Optimierte Vorbehandlung metallischer Bauteile

**Oberflächenbearbeitung  
Traitement de surfaces**

• Perfekte Oberfläche für additiv gefertigte Teile

**Additive Fertigung  
Fabrication additive**

• Innenkanäle effizient und automatisiert bearbeiten

**Technique médicale  
Medizintechnik**

• Perfectionner le marquage laser grâce au traitement d'image

**Dünnschichttechnik  
Couches minces**

• Beschichtungen für kleine und kleinste Werkzeuge

**Industrielackieren  
Laquage industriel**

• Die industrielle Lackiertechnik an neue Anforderungen anpassen

**Prüftechnik  
Technique de contrôle**

• Neues Verfahren zur Ultraschallprüfung ohne Koppelmittel

# Neues Verfahren zur Ultraschallprüfung ohne Koppelmittel

*In enger Kooperation mit der Porsche Leipzig GmbH hat die XARION Laser Acoustics GmbH ein innovatives Prüfverfahren auf der Basis des optischen Mikrofons entwickelt. Es ermöglicht eine berührungsfreie Ultraschallprüfung von Punktschweissverbindungen mittels Lasers. Das optische Mikrophon wurde dazu gemeinsam mit einem ultraschallerzeugenden Laser in einen kompakten Prüfkopf integriert.*

*En étroite collaboration avec la société Porsche Leipzig GmbH, l'entreprise XARION Laser Acoustics GmbH a développé une méthode d'essai innovante basée sur le microphone optique. Elle permet d'effectuer un contrôle par ultrasons sans contact, des points de soudage, à l'aide de lasers. Le microphone optique a été intégré dans une sonde compacte, avec un laser généré par ultrasons.*

Ultraschall hat sich als Methode für die zerstörungsfreie Materialprüfung durchgesetzt und spielt auch bei der industriellen Prozesskontrolle eine grosse Rolle.

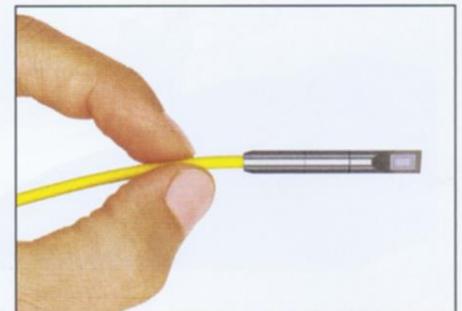
## **Herkömmliche Ultraschallverfahren: bewährt, aber umständlich**

Die am weitesten verbreitete Ultraschall-Prüfmethode zur zerstörungsfreien Prüfung verwendet Piezowandler und basiert auf der einseitigen Impuls-Echo-Methodik. Diese berührenden Prüftechniken lassen sehr hohe Prüffrequenzen zu, sind aber in der Regel auf ein flüssiges Koppelmittel angewiesen, was den Prüfaufbau verkompliziert und den Zeitaufwand erhöht. Auch bei der Prüfung von Punktschweissverbindungen im Karosseriebau sind Piezowandler bisher oft das Mittel der Wahl. Eine Automatisierung mit dieser Methode ist allerdings schwierig.

Das erste Patent für die Ultraschallprüfung wurde bereits im Jahre 1942 erteilt. Seitdem hat sie sich zu einem variantenreichen Standardverfahren der zerstörungsfreien Prüfung von Materialien entwickelt. Alle Ultraschall-Prüfverfahren folgen dem gleichen Prinzip: Ein Ultraschallsignal wird in das Bauteil eingekoppelt, durchläuft das Material und wird detektiert. Unregelmässigkeiten und Defekte im Material verändern dabei das Ultraschallsignal und können so festgestellt werden.

Die gängigste Methode zur Ultraschallprüfung basiert auf dem piezoelektrischen Effekt. Dabei wird eine elektrische Wechselspannung an ein piezoelektrisches Material angelegt, das dadurch in Schwingung versetzt wird und Ultraschall aussendet. Umgekehrt wird zur Detektion des Prüfsignals das piezoelektrische Material durch reflektierten Ultraschall in Schwingung versetzt, was zu einer messbaren elektrischen Spannung führt.

Das physikalische Prinzip hinter den weit verbreiteten Piezoelementen ist das gleiche wie bei Kondensatormikrofonen für Musikaufnahmen: Schallwellen versetzen



**Der kompakte Sensorkopf des optischen Ultraschallmikrofons in Verbindung mit optischer Faser. (Bilder: XARION Laser Acoustics GmbH)**



Prinzip der einseitigen Ultraschallprüfung eines Schweißpunktes mit Laseranregung und dem optischen Mikroskop.

eine Membran oder piezoelektrisches Material in Schwingung, was in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Daraus ergibt sich ein Problem: Jeder Schwinger hat eine bevorzugte Eigenfrequenz. Will man nun eine möglichst hohe Empfindlichkeit, muss der Wandler genau auf seiner Eigenfrequenz betrieben werden, jegliche andere Frequenzinformation geht verloren. Zudem ist der Impedanzunterschied zwischen dem Piezoschwinger und dem Material auszugleichen, was durch ein flüssiges Koppelmedium gelingt. Dazu sagt Dr. Matthias Brauns, Applikationsingenieur bei der XARION Laser Acoustics GmbH: «Piezoelemente haben sich in der Ultraschallprüfung bewährt, aber das nötige Koppelmedium schränkt ihren Einsatzbereich ein. Wird die Prüfung zum Beispiel in einem Tauchbecken durchgeführt, ist dies vor allem für Karosserien nicht praktikabel. Dann muss man auf so genannte Squirter zurückgreifen, bei denen ein Wasserstrahl mit hohem Druck auf die zu prüfende Stelle des Bauteils geschossen wird, oder man muss ein Gel aufbringen. Dies lässt sich schwer automatisieren oder durch Roboter ausführen. Aber auch für offenporige oder für Korrosion anfällige Materialien ist flüssiges Koppelmedium ein Problem.»

Das optische Mikroskop von XARION beseitigt den Widerspruch zwischen breitbandig und koppelmittelfrei durch folgende Idee: Es besitzt keinen Schwinger. In einem einzigartigen, rein optischen Verfahren verändert der Schall die Wellenlänge eines Laserstrahls, der zwi-

schen zwei kleinen Spiegeln hin und her reflektiert wird. Damit ändert sich auch die Helligkeit des ausgekoppelten Lichtes, was ohne den Umweg über eine mechanische Schwingung gemessen wird. So erreicht das optische Mikroskop eine Frequenzbandbreite, die mindestens zwanzigmal grösser ist als die jedes anderen Ultraschallsensors.

Mit diesem neuen Sensor kann in Anwendungsbereiche vorgedrungen werden, die bisher messtechnisch nicht umsetzbar waren. Vor allem kann man auf jegliches Koppelmedium verzichten, und die berührungslose Prüftechnologie lässt sich auf einen Roboter montieren. Der glasfasergekoppelte Sensorkopf ist dabei nur wenige Millimeter gross und kommt damit auch an schwer zugängliche Stellen.

### Automatisierung der zerstörungsfreien Prüfung von Schweißpunkten

Die Automobilherstellung ist bereits hochautomatisiert. Allerdings wird ein wichtiger Fertigungsschritt noch immer mit hohem personellen Aufwand geprüft: «Das Widerstandspunktschweissen stellt das dominierende Fügeverfahren im Fahrzeugkarosseriebau dar. Um die Konformität in Bezug auf die Festigkeit des Gesamtfahrzeuges jederzeit zu gewährleisten, werden alle Fügeverbindungen stichprobenartig in jeder Schicht geprüft. Jede Karosserie hat 6000 solcher Schweißpunkte, deren Qualitätsprüfung bisher manuell durch einen qualifizierten Prüfmitarbeiter erfolgt. Das Einsparpotential und die Objektivität des Prüfergebnisses durch eine Automatisierung der zerstörungsfreien Prüfung ist hier wirklich enorm», erläutert Nico Lehmann von der Porsche Leipzig GmbH.

Beim Widerstandspunktschweissen von Karosserieblechen werden die Fügepartner mit einer Zange an einem Punkt zusammengepresst, während ein hoher elektrischer Strom durch die Elektroden der Schweisszange



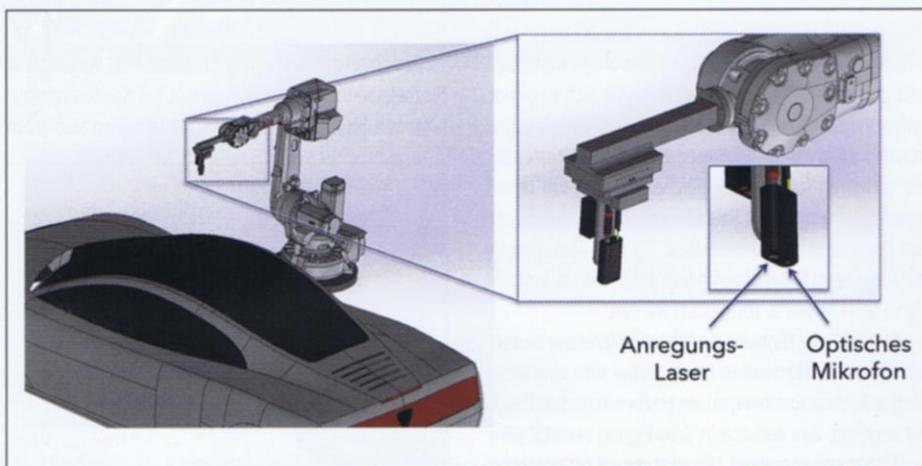
Kompakter Prüfkopf für die berührungslose einseitige Prüfung von Punktschweißverbindungen.

fliesst. Resultierend aus der Widerstandserwärmung entsteht zwischen den Blechen eine punktförmige Schweisslinie, die beide Bleche stoffschlüssig miteinander verbindet. Der Durchmesser der Schweisslinie ist das entscheidende, innere Qualitätsmerkmal: «Bei einem zu kleinen Linsendurchmesser leidet die Gesamtfestigkeit des Bauteils und genügt unseren hohen Qualitätsanforderungen sowie den Produktionsnormen nicht. Der Schweisslinsendurchmesser ist visuell nicht sichtbar, weshalb wir den Mindestdurchmesser regelmässig mit konventionellem Ultraschall nachweisen», bemerkt Nico Lehmann.

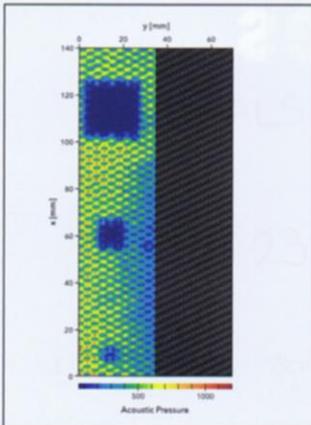
Manuelle Ultraschallverfahren haben sich durch ihre Zuverlässigkeit für die zerstörungsfreie Schweißpunktprüfung bewährt. Dabei wird ein Ultraschallsignal im zu prüfenden Bauteil eingekoppelt, das sich dann in diesem ausbreitet. Der Schweißpunkt beeinflusst die Schallausbreitung, so dass man durch Abtasten seinen Linsendurchmesser «hören» kann. Auch hier werden dabei Piezoelemente eingesetzt. Das Koppelmedium und die Empfindlichkeit gegen kleine Fehler in der Ausrichtung des Prüfkopfes haben bisher eine Automatisierung der Ultraschallprüfung verhindert.

Aufgrund der hohen Prozessstabilität genügt es zwar, stichprobenartig nur einige Prozent der Schweißverbindungen zu prüfen. Trotzdem ist der Zeitaufwand von rund 30 s pro Prüfpunkt verhältnismässig hoch. Das Prüfergebnis ist subjektiv und wird von den Fähigkeiten und der Erfahrung der Prüfmitarbeiter beeinflusst. Bei einer dreischichtigen Tagesproduktion von insgesamt 500 Karosserien mit jeweils 4000 Schweißpunkten liessen sich mit fünf Prüfmitarbeitern pro Schicht 12'000 Schweißpunkte prüfen, was einer Prüfhäufigkeit von nur 0,6% entspricht.

Basierend auf dem optischen Mikroskop hat XARION hier eine innovative Lösung für eine automatisierte Prüfung der Schweißpunkte entwickelt, die sich in einen Roboter integrieren lässt. Das optische Mikroskop wird dabei gemeinsam mit einem Anregungslaser in einen



Integration von Anregungslaser und optischem Mikroskop in einem kompakten Prüfkopf zur Ultraschallmessung von Punktschweißverbindungen. Er arbeitet berührungslos und ist über eine Faseroptik mit der Steuerelektronik verbunden, was die Prüfautomatisierung mit einem Industrieroboter möglich macht.



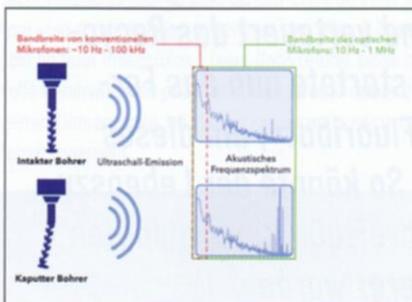
Ein Verbundwerkstoff, wie er im Flugzeugbau verwendet wird (rechts), sowie das Ultraschallprüfbild, gescannt mit dem optischen Mikrofon (links). Fehler im Inneren des Materials werden sichtbar.

kompakten Prüfkopf integriert. Der Laser ist der ideale Partner für die Ultraschallanregung: Ein kurzer Laserpuls erzeugt eine breitbandige, geführte Ultraschallwelle direkt im Material. Nachdem diese durch den Schweisspunkt gewandert ist, «hört» das optische Mikrofon berührungsfrei den an die Luft abgestrahlten Ultraschall. Ein Koppelmedium ist dabei überflüssig, und der Prüfkopf muss nur auf etwa 5 mm genau ausgerichtet werden, was für moderne Industrieroboter kein Problem ist. Die kompakte Masse des Prüfkopfes - der Querschnitt beträgt nur etwa 2 x 4 cm - stellen sicher, dass selbst schwer zugängliche Bereiche geprüft werden können.

### Das optische Mikrofon: völlig neue Möglichkeiten

Breitbandig, berührungsfrei und kompakt: Die Kombination dieser Eigenschaften macht das optische Mikrofon weltweit einzigartig in der Ultraschallmesstechnik. Die Automatisierung der Schweisspunktprüfung konnte so in einem gemeinsamen Entwicklungsprojekt zwischen XARION Laser Acoustics GmbH und der Porsche Leipzig GmbH vorangetrieben werden, was enorme Einsparpotenziale bietet. In der Prozessüberwachung wiederum bietet die breitbandige Messung von Luftultraschall neue Einblicke in die Prozessqualität von innovativen Fertigungstechniken wie dem Laserschweißen.

Die Prozessüberwachung wiederum bietet die breitbandige Messung von Luftultraschall neue Einblicke in die Prozessqualität von innovativen Fertigungstechniken wie dem Laserschweißen.



Akustischer Fingerabdruck eines intakten (oben) und eines defekten Bohrers (unten); eine klare Unterscheidung ist erst bei hohen Frequenzen möglich. Das optische Mikrofon lässt sich für die Werkzeug-Zustandsüberwachung einsetzen.

XARION Laser Acoustics GmbH  
Ghegastrasse 3  
A-1030 Wien  
Tel. +43 1 907 607 60  
Fax +43 1 907 607 699  
opticalmicrophones@xarion.com  
www.xarion.com

### Das Unternehmen in Kürze

Die XARION Laser Acoustics GmbH mit Sitz in Wien wurde im Jahr 2012 von Dr. Balthasar Fischer gegründet. Das Unternehmen entwickelte ein laserbasiertes, optisches Mikrofon, mit dessen Hilfe sich eine kontaktfreie Ultraschallprüfung und industrielle Prozessüberwachung mit Ultraschall auf eine zuvor nicht mögliche Art umsetzen lassen. Ursprünglich für den Consumer Electronics-Bereich angedacht, fokussierte sich das Start-up schliesslich auf die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung sowie die Prozessüberwachung, wo die zwanzigfache Detektionsbandbreite sowie die Möglichkeit zur koppelmittelfreien Ultraschallprüfung einzigartige Vorteile darstellen. Zu den Anwendern zählen im Allgemeinen automatisierte Fertigungsbetriebe, deren Produkte und verwendete Werkstoffe hohen Qualitätsstandards genügen müssen. Im Speziellen sind es die Automobil- und Flugzeugindustrie sowie metallverarbeitende Unternehmen, die das optische Mikrofon zur Werkstoff- und Werkzeugprüfung nutzen. Inzwischen haben sich auch namhafte Investoren am Unternehmen beteiligt. Dieses beschäftigt 25 Mitarbeiter am Standort in Wien.