



Der kompakte Sensorkopf des optischen Mikrofons in Verbindung mit optischer Faser – damit können Prüfungen durchgeführt werden, ohne das Werkstück zu zerstören. Bild: Xarion

## Berührungslose Prüfung

Um Verbundstoffe, Schweißnähte oder Klebeverbindungen auf Mängel hin zu testen, hat sich in Betrieben die zerstörungsfreie Prüfung mittels Ultraschall durchgesetzt. Um die dabei bisher nötigen Zeitaufwände von Aufbau und Prüfung zu verringern, kommt jetzt ein neues optisches Mikrofon zum Einsatz.

**D**a bei der Prüfung durch Ultraschall bereits ein Großteil des Schalls an der Grenzfläche zwischen Luft und Material reflektiert wird, muss ein Koppelmedium wie Wasser oder Gel aufgetragen und der Prüfkopf am Werkstück entlanggefahren werden. Dies bedingt einen umständlichen Aufbau und eine Erhöhung der Prüfdauer.

Um die Qualitätssicherung durch ein berührungsfreies Verfahren zu ermöglichen und gleichzeitig eine neue Möglichkeit zur Inline-Prozessüberwachung bereitzustellen, hat Xarion Laser Acoustics das laserbasierte Ultraschall-Mikrofon Eta250 Ultra entwickelt. Es beruht auf dem Funktionsprinzip, dass Schallwellen die Wellenlänge des Lichtes beeinflussen. Diese Veränderung wird mit einem miniaturisierten Interferometer gemessen, und in eine proportionale Ausgangsspannung gewandelt.

Dieser Ultraschall-Messvorgang lässt sich ohne Koppelmedium und berührungslos durchführen, was den Prüfaufwand deutlich reduziert, und eine automatisierte Prüfung mithilfe von Robotik ermöglicht.

### Verschmutzungen vermeiden

„Bei der Durchführung von Ultraschallmessungen zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung muss üblicherweise ein Koppelmittel, zum Beispiel ein Gel, verwendet werden“, erklärt Dr. Balthasar Fischer, Unternehmensgründer und Geschäftsführer von Xarion.

„Ein Grundproblem ist hierbei, dass zerstörungsfreie Prüfungen von Werkstoffen idealerweise kontaktlos erfol-

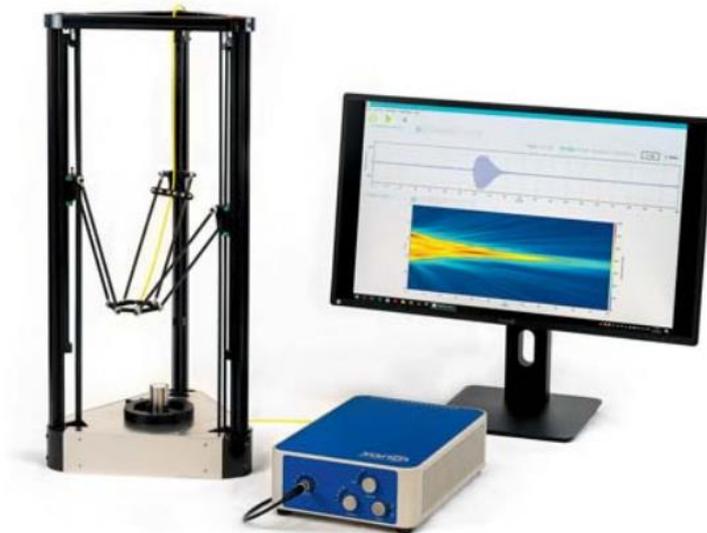
gen sollten, um zum Beispiel Verschmutzungen des Materials zu vermeiden, den Prüfkörper nicht mit Wasser zu beschädigen oder auch um eine Roboter-gestützte Prüfung zu erleichtern. Luft eignet sich im Vergleich zu Wasser oder Gel jedoch nur bedingt als Koppelmedium. Es geht nämlich sehr viel Ultraschallsignal an der Material-zu-Luft-Grenzschicht verloren.“

### Ultraschall aus der Luft detektiert

Herkömmliche Ultraschallempfänger beruhen in der Regel auf dem piezoelektrischen Prinzip, wobei die Ultraschallwelle das piezoelektrische Material in Schwingung versetzt.

Damit der Schall möglichst verlustfrei in den Detektor einkoppeln kann, wird mit einem Koppelmittel die akustische Impedanz zwischen Prüfkörper und Detektor angeglichen. Dies verhindert, dass bereits an der Grenzfläche zwischen Luft und dem Piezoempfänger ein Großteil des Ultraschalls reflektiert und verloren geht, und dadurch die zerstörungsfreie Prüfung erschwert wird.

Das optische Mikrofon hingegen detektiert den Ultraschall direkt in der Luft; die Schallwelle wird nicht erst in einen Festkörper eingekoppelt und infolgedessen Schwingung detektiert. Vielmehr misst ein Laserstrahl berührungslos die Dichteveränderung der Luft, welche durch die sich ausbreitende Ultraschallwelle entsteht. Damit entfallen auch eine Luft-zu-Festkörper-Grenzschicht und der damit einhergehende unerwünschte Verlust des Prüfsignals.



Der Schallfeldscanner ermöglicht eine Charakterisierung von Ultraschallquellen.

Bild: Xarion

#### FUNKTIONSPRINZIP

Xarion nutzt mit seinem optischen Mikrofon ein akusto-optisches Prinzip: Dabei wird zunächst ein Laserimpuls auf den Prüfling geschossen, um das Material in Schwingung zu versetzen. Das infolge in Luft abgestrahlte Signal dieses Schall-Schock-Pulses wird daraufhin gemessen. Die Schallwellenschwingungen bewirken eine Änderung des Luftdrucks, was wiederum die Wellenlänge des Laserlichts im optischen Mikrofon beeinflusst. „Die Schallwelle wird in ein sehr kompaktes, nur 2 mm großes Interferometer im Sensorkopf gesendet“, erläutert Fischer. „Sie beeinflusst die Wellenlänge und ändert im Mini-Interferometer damit die Helligkeit des Laserstrahls, was dann gemessen wird.“ Eine bewegliche Membran oder ein sich verformbares piezoelektrisches Material ist somit überflüssig. Damit lassen sich störende Eigenschwingungen vermeiden, die das Messergebnis auf unerwünschte Weise beeinflussen.

#### Grenzen für optische Systeme

Das optische Mikrofon findet auch in einem weiteren Einsatzbereich Verwendung: Bei der industriellen Prozessüberwachung werden heute meist Kamera-Systeme eingesetzt. Bei Fertigungsprozessen, in denen Laser eingesetzt werden, darunter Laserschweißen und -strukturieren sowie in der additiven Fertigung, können optische Systeme aufgrund der starken optischen Prozessemissionen an Grenzen stoßen. Die Kamera kann vom Laser geblendet werden, oder Schmutz kann die Sichtverbindung einschränken. Außerdem kann keine Kamera eingesetzt werden, wenn der Fertigungsprozess auf Fehler überwacht werden soll, die unter der Oberfläche stattfinden. Hier stellt die akustische Prozessüberwachung eine interessante Alternative dar. Analog der komplementären menschlichen Sinneswahrnehmungen erfolgt damit die Detektion nicht nur optisch mit Kamera (entsprechend dem menschlichen Auge), sondern auch akustisch über das Mikrofon (entsprechend den Ohren).

#### Umgebungsärm kein Hindernis

Im Falle von akustischer Überwachung setzte man bislang auf Kondensatormikrofone, welche sich aber aufgrund ihrer Empfindlichkeit auf Hintergrundärm nur bedingt einsetzen lassen. Da in einer Fertigungshalle der Umgebungsärm oft sehr groß ist, kommt akustische Prozessüberwachung für die meisten Prozesse nicht in Frage.

Anders stellt sich die Situation beim optischen Mikrofon dar: Der messbare Frequenzbereich ist so groß, dass zwischen Hintergrundärm und wertvoller Prozesssignatur mithilfe eines einfachen Frequenzfilters unterschieden werden kann. Die Inline- und In-Process-Überwachung von Laserschweißen und -strukturieren, CNC-Fräsen, Füllstandsmessung, Leckagemessung und zahlreicher weiterer Prozesse wurde mit dem optischen Mikrofon bereits erfolgreich umgesetzt. Selbst feinste Haarrisse im Material, die mit gewöhnlichen Kameras nur schwer erkennbar sind, können mit dem optischen Mikrofon entdeckt werden.

Xarion / wz