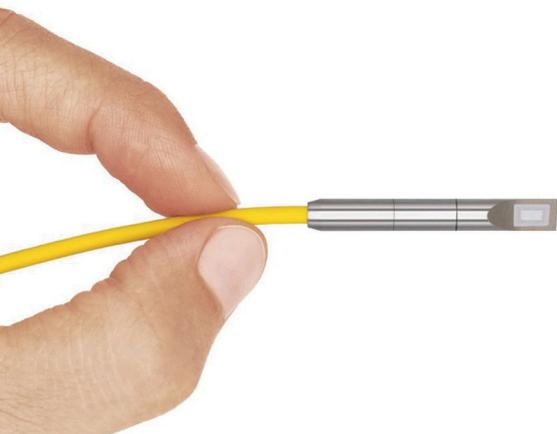


See with sound: XARION bringt laser-akustisches Prüfverfahren in die Produktionslinie

Laserbasiertes optisches Mikrofon zur Werkstoff- und Werkzeugprüfung

Fledermäuse finden auch in tiefster Nacht ihre Beute – wie gelingt ihnen das? Indem sie sich nicht auf ihre Augen verlassen, sondern Ultraschallwellen als Werkzeug nutzen, um Objekte wahrzunehmen, die sie nicht sehen können. Auch das Optische Mikrofon der Firma XARION Laser Acoustics kann Ultraschall in Luft detektieren, aber mit einer Frequenzbandbreite, die nochmals 10-fach höher ist als die der Fledermäuse! Das neue Mikrofon wurde nun mit einem Ultraschallerzeugenden Laser kombiniert und ermöglicht damit, Fehler in Bauteilen zu entdecken, die von außen nicht zu erkennen sind, wie zum Beispiel Risse, Löcher oder mangelhafte Verbindungen. Die Prüftechnik von XARION wird daher als vielseitiges Werkzeug in der Automobil-, Flugzeug- und Halbleiterindustrie eingesetzt, um höchste Qualitätsansprüche in der automatisierten Produktionslinie zu erfüllen.

Bild 1: Der kompakte Sensorkopf des optischen Ultraschall-Mikrofons in Verbindung mit optischer Faser



Herkömmliche Ultraschallverfahren: Bewährt, aber umständlich

Die Grundlagen für die Ultraschallprüfung wurden bereits in den 1940er-Jahren gelegt, insbesondere durch deutsch-französische Kooperationen der Stahlindustrie im Saarland. Seitdem hat sich diese zu einem variantenreichen

Standardverfahren der zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen entwickelt. Alle Ultraschall-Prüfverfahren folgen dabei dem gleichen Prinzip: Ein Ultraschallsignal wird in das Bauteil eingekoppelt, durchläuft dann das Material, und wird schließlich detektiert. Defekte oder Unregelmäßigkeiten im Material verändern dabei das Ultraschallsignal und können so erkannt werden.

Die gängigste Methode zur Ultraschallprüfung basiert auf dem piezoelektrischen Effekt. Hierbei wird eine elektrische Wechselspannung an ein piezoelektrisches Material angelegt, das dadurch in Schwingung versetzt wird und

Bild 2: Der kompakte Prüfkopf für die berührungslose einseitige Ultraschall-Prüfung von Werkstücken und Schweißverbindungen. In ihm werden Anregungslaser und Optisches Mikrofon vereint. Kein Gel oder Wasser ist nötig



Ultraschall aussendet. Umgekehrt wird zur Detektion des Prüfsignals das piezoelektrische Material durch auftreffenden Ultraschall in Schwingung versetzt, was zu einer messbaren elektrischen Spannung führt.

Daraus ergibt sich jedoch ein fundamentales Problem: Jeder Schwinger hat eine bevorzugte Eigenfrequenz. Will man eine möglichst hohe Empfindlichkeit des Prüfsystems erzielen, muss der Wandler genau auf seiner Eigenfrequenz betrieben werden, jegliche andere Frequenzinformation geht verloren. Zudem muss für eine gute Signalübertragung der akustische Widerstand zwischen dem Piezo-Schwinger und dem Material angeglichen werden, was durch ein flüssiges Koppelmedium gelingt. Damit erhält man ein schmalbandiges Prüfsystem, das obendrein direkten Kontakt oder zumindest Kontaktmittel (Wasser, Gel) benötigt.

Das Optische Mikrofon von XARION (siehe Bild 1) umgeht beide Probleme durch eine einfache Idee: Es besitzt keinen Schwinger. In seinem rein optischen Verfahren verändert der Schall die Wellenlänge eines Laserstrahls, der zwischen 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 Mikrofon ein detektierbares Frequenzintervall, das mindestens zwanzig Mal größer ist als das jedes anderen konventionellen Ultraschallsensors. Außerdem kann

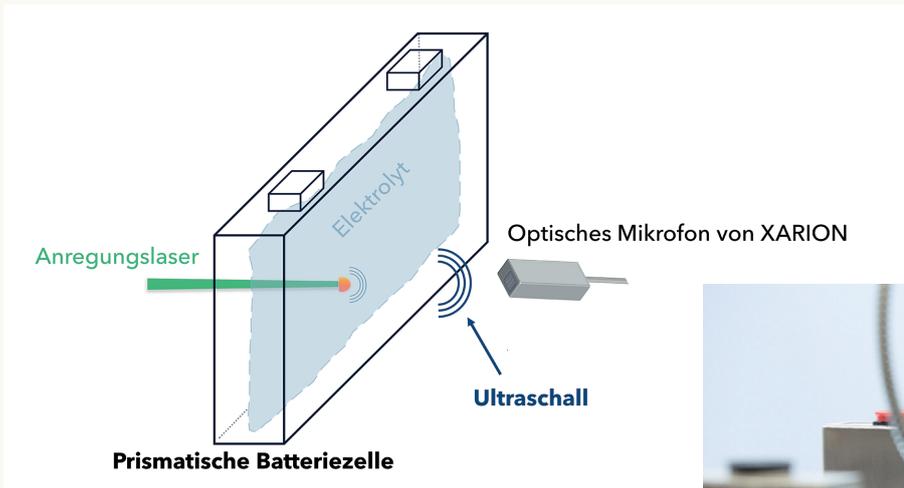


Bild 3a und 3b: Qualitätsprüfung einer Batteriezelle. Der Ultraschall wird von einem Laser direkt in der Batterie erzeugt, durchdringt diese und wird vom Optischen Mikrophon detektiert. Aus dem akustischen Signal lässt sich erkennen, ob die Elektrolytflüssigkeit gleichmäßig verteilt ist



auf Kontakt zum Prüfling verzichtet werden, was erhebliche Vorteile in der Automatisierbarkeit mit sich bringt. Mit anderen Worten: Es braucht kein Gel oder Wasser auf die Oberfläche aufgetragen werden, was natürlich ein enormer Vorteil ist, wenn die Prüfung rasch von Statten gehen muss oder zum Beispiel auf einem Förderband das Produktionsgut schnell vorbeifährt, aber trotzdem auf innere Qualität untersucht werden muss.

Mit diesem neuen Sensor kann in Anwendungsbereiche vorgedrungen werden, die bisher messtechnisch nicht umsetzbar waren. Insbesondere kann die berührungslose Prüfmethode einfach auf einen Roboter montiert werden. Der glasfasergekoppelte Sensorkopf des Mikrofons ist dabei sehr kompakt und erreicht damit auch schwer zugängliche Stellen.

XARION Prüftechnik – “made for automation”

Fehler unterhalb der Oberfläche sind für das Auge unsichtbar, können jedoch verheerende Folgen haben. Mikrorisse, Luftpneinschlüsse oder fehlerhafte Verbindungen können im schlimmsten Fall zum vollständigen Versagen eines Bauteils führen. Besonders kritisch sind hier Komponenten für die Flug- oder Raumfahrtindustrie, aber auch im Automobilsektor steigen die Anforderungen an die Sicherheit kontinuierlich. Konventionelle Ultraschall-Prüfgeräte müssen von Hand bedient werden und können daher nicht mit der zunehmenden Automatisierung Schritt halten.

„Dass die Prüftechnik von XARION vollkommen berührungsfrei arbeitet, ist ein großer Vorteil in der Automatisierung“, erklärt Dr. Balthasar Fischer, Gründer von XARION. „Sowohl der Anregungslaser als auch das Optische Mikrophon sind fasergekoppelt, wodurch der Großteil der eigentlichen Technik separat vom

Prüfkopf gehalten werden kann. Der Prüfkopf hat dadurch nur noch die Größe einer Streichholzschatel. Da unsere Messtechnologie außerdem vollkommen kontaktfrei funktioniert, ist es somit perfekt für die Anwendung am Industrieroboter geeignet.“

Solche Prüfköpfe stehen sowohl für die einseitige Messung (Bild 2) als auch für Transmissionsmessungen zur Verfügung und lassen sich in eine Vielzahl von automatisierten Prüfsystemen integrieren. In der Raum- und Luftfahrtindustrie konnte sich XARION einen Namen mit der Prüfung von Verbundwerkstoff-Strukturen machen. In der Automobilindustrie wird die Technik zur automatisierten Prüfung von Schweißpunkten verwendet und findet hier buchstäblich viel Echo.

Erfolgreich demonstrierte Anwendungen in der Batteriefertigung

Seit Tesla den Automobilsektor mit Elektrofahrzeugen aufgemischt hat, nehmen die Investitionen im Batteriesektor Fahrt auf. Auch der Wandel in der Stromerzeugung, weg von fossiler Energie hin zu erneuerbaren Energien wie Wind- und Solarkraft, sorgt für erhöhten Bedarf an Energiespeichersystemen. In Europa, den USA und Asien werden daher zahlreiche neue Produktionsstätten für Batteriezellen und -module errichtet, um mit der großen Nachfrage Schritt zu halten. Dies erfordert auch die Implementierung neuer Verfahren entlang der gesamten Kette des Produktionsprozesses, von der Elektrodenfertigung über die Zellfertigung bis zur Verpackung mehrerer

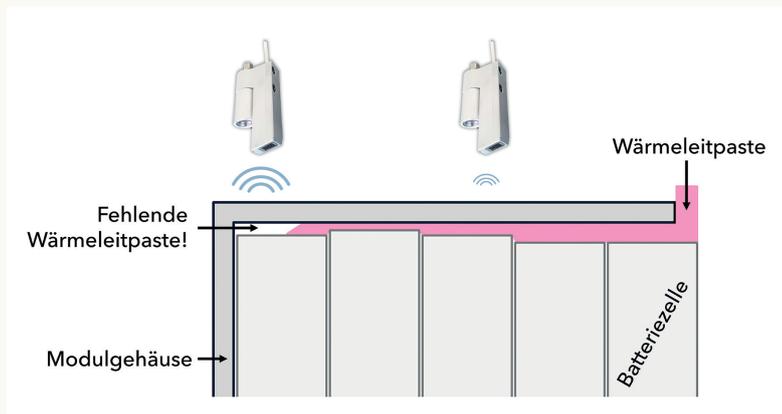


Bild 4: Qualitätsprüfung von Autobatterien für die E-Mobility. Der XARION-Prüfkopf für die einseitige Ultraschall-Prüfung kann hier seine Stärken ausspielen: Er wird gleichmäßig über die Oberfläche bewegt und sendet Laserpulse aus und hört auf das akustische Ultraschall-Echo. Bei Luft einschließen hinter dem Deckblech aufgrund fehlender Wärmeleitpaste ist das Echo substantiell lauter und damit können solche Fehler entdeckt und in der Produktion behoben werden

Zellen in die fertigen Batteriemodule. „Wir beobachten ein sehr großes Interesse an unserer Prüftechnologie im Batteriesektor, da in diesem rasant wachsenden und vielfältigen Markt ständig neue technische Herausforderungen auftauchen“, weiß Martin Wallner, Chief Operations Officer bei XARION, zu berichten. „Kunden treten zum Beispiel mit der Aufgabe an uns heran, die gleichmäßige Verteilung des Elektrolyten innerhalb einer prismatischen Batterie zelle zu messen, oder die Qualität von Laser-geschweißten Nähten am Rand der fertigen Batteriemodule zu prüfen. Für unsere Ingenieure sind das dann spannende neue Aufgaben, für den Kunden ein Entwicklungsvorsprung gegenüber der Konkurrenz.“ Ein kürzlich realisiertes Prüfsystem erlaubt die automatisierte, kontaktfreie Messung der Elektrolytverteilung in einer neu produzierten Batterie zelle (Bild 3a und Bild 3b). Das ist wichtig, da die Qualität und die Lebensdauer der fertigen Batterie entscheidend von der gleichmäßigen Benetzung der Elektroden und Separatoren mit Elektrolytflüssigkeit abhängig sind. XARION arbeitet hierfür mit einem Laserstrahl, der eine Ultraschallwelle im Prüfling erzeugt, während das Optische

Mikrofon auf der gegenüberliegenden Seite der Batterie detektiert, wie gut der Schall von der Batterie geleitet wird. Trockene Bereiche der Batterie zelle reflektieren den Schall, während mit Elektrolytflüssigkeit benetzte Bereiche den Schall leiten. „Wir können hier vor allem auch die deutlich höhere Auflösung und Messgeschwindigkeit unserer Technologie, verglichen mit konventionellen Luftkopplern, ausspielen“, sagt Wallner.

Das Überwachen des Trocknungsgrades von beschichteten Elektroden, das Verschweißen von geschichteten Elektroden miteinander, die Prüfung von Laser-Schweißnähten zwischen Zellen oder Modulen sowie der Kontakt von Wärmeleitpasten mit Gehäusen und Modulen (Bild 4) gelingt ebenfalls mit Hilfe von XARIONs Prüftechnologie.

Vielseitiges Labor-Prüfgerät für Vorentwicklung und Forschung

Die Ultraschall-Prüftechnik von XARION ist nicht nur im Batteriesektor relevant, sondern auch zur zerstörungsfreien Prüfung von Kohlefaserverbundstoffen, Halbleiterelementen, und Schweißverbindungen. Dabei lassen sich Fehler entdecken, die von außen nicht erkannt werden können, wie Delaminationen, Löcher oder Risse. Neben kundenspezifischen Sonderanlagen steht dafür auch eine Palette an standardisierten Labor-Prüfanlagen zur Verfügung, welche rasch und unkompliziert in Forschungsabteilungen oder Prüflaboren eingesetzt werden können (siehe Bild 5). Hier setzt XARION auf ein modulares System von durch den Kunden wählbaren Positioniersystemen, kombiniert mit den XARION Anregungslasern, dem Optischen Mikrofon und Prüfköpfen, welche für Transmissions- oder einseitige Messungen optimiert sind.

„Wir haben die Erfahrung gemacht, dass Kunden die Möglichkeit sehr schätzen, unsere Technologie zuerst selbst auf Herz und Nieren zu prüfen, bevor sie sich für eine Anlage in der Linie entscheiden.“, berichtet Dr. Josef Pörnbacher, Leiter der Applikationsentwicklung. „Vor allem große Industriekunden, die nicht von heute auf morgen ihre gesamte Produktionslinie umstellen können, schaffen gerne zuerst eine Laboranlage an.“

Laserfertigungsprozesse überwachen: Breitbandig und Berührungsfrei

Ultraschall kann neben der zerstörungsfreien Materialprüfung auch zur Echtzeit-Überwachung von Industrieprozessen (Bild 6) eingesetzt werden. „Jeder, der schon mal in einer

Bild 5: Ein LEAsys Laborgerät. Mit dieser vielseitigen und bedienerfreundlichen Station können vielfältige Prüfaufgaben erfüllt werden. Oft stellen diese Laborgeräte auch die Vorstufe zum Sprung in die vollautomatisierte Anlage für die Produktionslinie dar



Produktionshalle war, weiß wie laut es dort sein kann. Weniger bekannt ist, dass der Schall, der durch die Fertigungsprozesse erzeugt wird, wertvolle Informationen darüber liefern kann, ob z.B. die gewünschte Festigkeit einer Ultraschallschweißverbindung erreicht wurde oder ein Laser-Strukturierprozess abläuft, wie er soll“, erklärt Ryan Sommerhuber, Spezialist für die Prozessüberwachung bei XARION Laser Acoustics GmbH.

Um aus der komplexen Geräuschkulisse genau die Informationen zu filtern, die wichtig sind, ist die hohe Frequenzbandbreite des Optischen Mikrofons entscheidend: „Der typische Maschinenlärm beschränkt sich in der Regel auf den hörbaren und niederen Ultraschall-Frequenzbereich“, führt R. Sommerhuber aus. „Prozessgeräusche hingegen erzeugen akustische Signale im deutlich höherfrequenten Bereich mehrerer hundert Kilohertz. Das Optische Mikrofon kann einen Frequenzbereich von wenigen Hertz bis zu zwei Megahertz gleichzeitig erfassen, und durch geschickte Datenverarbeitung Prozesssignale isoliert überwachen. Während zum Beispiel ein Frequenzbereich Informationen zum Schweiß-Keyhole-Zustand liefert, dient ein anderer zur Detektion von Kaltrissen, welche durch Kombination mehrerer Sensoren sogar lokalisiert werden können.“ Die Prozessgeräusche unterschiedlicher Maschinen überlagern sich dabei gegenseitig nicht: „Die für uns relevanten Prozesssignale mit Frequenzen mehrerer hundert Kilohertz werden innerhalb einiger zehn Zentimeter von der Luft so stark gedämpft, dass unsere Prozessüberwachung gegenüber weiter entfernten Störquellen robust ist“, so Sommerhuber.

Das Optische Mikrofon: Völlig neue Möglichkeiten für industrielle Anwender

Breitbandig, berührungsfrei, kompakt: Die Kombination dieser Eigenschaften macht das Optische Mikrofon einzigartig in der Ultraschall-Messtechnik. In der zerstörungsfreien Prüfung von Kohlefaser-Verbundwerkstoffen, wie sie in der Luftfahrt eingesetzt werden, überzeugt das Optische Mikrofon bereits seit mehreren Jahren. Die automatisierte Prüfung von Schweißpunkten mittels XARION-Technologie wird von namhaften Automobilherstellern genutzt. In der Prozessüberwachung wiederum bietet die breitbandige Messung von Luftultraschall neue Einblicke in die Prozessqualität von innovativen Fertigungstechniken wie dem Laserschweißen oder Ultraschallschweißen. Hersteller von Batterien sowie Zulieferer ste-



hen vor vielfältigen neuen Herausforderungen. Die Technologie von XARION bietet hier neue Lösungsansätze, wobei die Experten von XARION Laser Acoustics bereits auf Erfahrungen aus anderen Industriezweigen zurückgreifen können.

XARION Laser Acoustics GmbH stellt seine Palette an Prüftechnologien für die Batterie-fertigung unter anderem auf der diesjährigen Control-Messe in Stuttgart vor. Geschäftsführer Dr. Balthasar Fischer und sein Team stehen dort für Erstgespräche und konkrete Anfragen zur Verfügung.

Bild 6: Die XARION-Lösungen zur Prozessüberwachung können in eine Vielzahl von Produktionsanlagen integriert werden. Kernstück ist hierbei stets das Optische Mikrofon, ergänzt um kundenspezifische Datenanalyse und Software für die Darstellung der Ergebnisse

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, das in der kontaktfreien Ultraschallprüfung und industriellen Prozessüberwachung neue Maßstäbe setzt. Zu den Anwendern zählen automatisierte Fertigungsbetriebe, deren Produkte und die darin verwendeten Werkstoffe hohen Qualitätsstandards genügen müssen; im Speziellen die Automobil- und Flugzeugindustrie sowie metallverarbeitende Unternehmen, die das Optische Mikrofon zur Werkstoff- und Werkzeugprüfung nutzen. Inzwischen haben sich auch namhafte Investoren wie der Laser- und Werkzeugmaschinenhersteller TRUMPF sowie H.P. Porsche, Aufsichtsratsmitglied der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG und Porsche Holding Salzburg am Unternehmen beteiligt. Den Vorsitz des wissenschaftlichen Beirates leitet Physik-Nobelpreisträger Prof. Dr. Theodor W. Hänsch. Seit der Gründung hat das Unternehmen für das patentierte Messinstrument zahlreiche Preise gewonnen, darunter den AMA-Innovationspreis des Verbandes für Sensorik und Messtechnik e.V., den code_n award und den Berthold-Leibinger-Innovationspreis sowie den 1. Platz des GEWINN Jungunternehmer-Preises. XARION beschäftigt 40 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen am Standort in Wien.

Bild 7: Das XARION Management v.l.n.r.: Dr. Balthasar Fischer (CEO), Martin Wallner (COO), Dr. Georg Zachhuber (CFO) (Bilder: XARION Laser Acoustics GmbH)

