

Ultraschallprüfung als Fundament moderner Qualitätssicherung

Qualität als Wettbewerbsvorteil

Qualitätssicherung heißt mehr Durchsatz, weniger Ausschuss und weniger Kosten. Damit unterstützt diese unmittelbar auch die Wettbewerbsfähigkeit. Das hochentwickelte Optische Mikrofon von Xarion bietet diese Voraussetzung und erfasst mit seiner Ultraschall-Sensorik automatisiert und in hoher Taktfrequenz selbst Haarrisse.

» Fatih Okçu, Application Engineer, Xarion Laser Acoustics GmbH



Mit dem Inspektionssystem der Wiener wird ein Ultraschallbild vollständig berührungslos und automatisiert erfasst. Dadurch lassen sich selbst winzige Defekte schnell und präzise identifizieren – von Delaminationen und Rissen über minimale Fehlstellen bis hin zu feinen Schweißfehlern. Das Ergebnis ist eine zuverlässige Qualitätssicherung, die nicht nur für mehr Sicherheit sorgt, sondern auch nachhaltig das Vertrauen von Kundinnen und Kunden stärkt.

Qualitätssicherung bedeutet, mögliche Defekte in Produkten oder Prozessen frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Eine bewährte Methode ist hierbei die Ultraschallprüfung: Hochfrequente Schallwellen durchdringen das Material und machen kleinste Risse, Lufteinschlüsse oder Delaminationen sichtbar, ohne das Bauteil zu beschädigen. In Branchen wie Luftfahrt, Automobilindustrie oder Mikroelektronik hat sich dieses Verfahren längst als Standard etabliert, weil es eine präzise, schnelle und zerstörungsfreie Kontrolle ermöglicht.

Xarion geht mit seinen Sensoren einen Schritt weiter: Anstatt der üblichen Kontaktmedien wie Wasser oder Gel setzt es auf ein neuartiges, patentiertes Optisches Mikrofon, das vollständig berührungslos arbeitet und ohne Gel und Kontakt zum

Roboterarm mit Xarion-Prüfkopf. Dieses automatisierte System ermöglicht eine vollständig robotisierte Prüfung und eine zuverlässige Fehlererkennung direkt in der Fertigungslinie – ein Beispiel für modernste Automatisierung in der zerstörungsfreien Prüfung.



Die LEA-Studio-Software von Xarion wurde mit Blick auf eine dreidimensionale Welt entwickelt. Ein 3D-C-Scan-Bild ermöglicht die unkomplizierte Identifikation von Fehlstellen auf beliebig geformten Bauteilen.

Prüfling auskommt. Daher gelingt, was bisher schwierig war: Die Integration der Ultraschall-Prüfung in automatisierte Fertigungslinien, weg von der manuellen Prüfung zur Roboter-basierten Prüfung.

Der Laser-Sensor erfasst Ultraschallwellen, ohne selbst in Schwingung zu geraten, und bietet dadurch eine außergewöhnliche Präzision und hohe Frequenzbandbreite. Die berührungslose Sensortechnologie lässt sich einfach in bestehende Fertigungslinien integrieren, oder die Sensorik kann Teil von neuen Anlagen sein. „Mit unserem LEA-Prinzip, kurz für Laser Excited Acoustics, regen wir das Bauteil mithilfe eines gepulsten Lidar-Lasers gezielt an“, erläutert Balthasar Fischer, Gründer und CEO der Xarion Laser Acoustics GmbH. „Durch den thermoelastischen Effekt entsteht so direkt im Bauteil Ultraschall, den wir mit dem Optischen Mikrofon erfassen können. All das geschieht vollständig berührungslos und ohne das Bauteil zu beschädigen, was uns eine präzise Identifikation unterschiedlichster Fehlstellen in verschiedensten Industriebereichen ermöglicht.“

Manche Fertigungsprozesse „erzählen“ bereits während ihrer Ausführung, ob alles nach Plan verläuft. Was für uns wie ein gleichförmiges Surren oder Kreischen klingt, nimmt Xarions Ultraschallsensor als detailreichen Klangteppich wahr und analysiert ihn in Echtzeit. So lassen sich kleinste Veränderungen in der Akustik aufspüren, die auf Abweichungen im Prozess hinweisen können.

Echtzeit-Überwachung beim Ultraschallschweiß

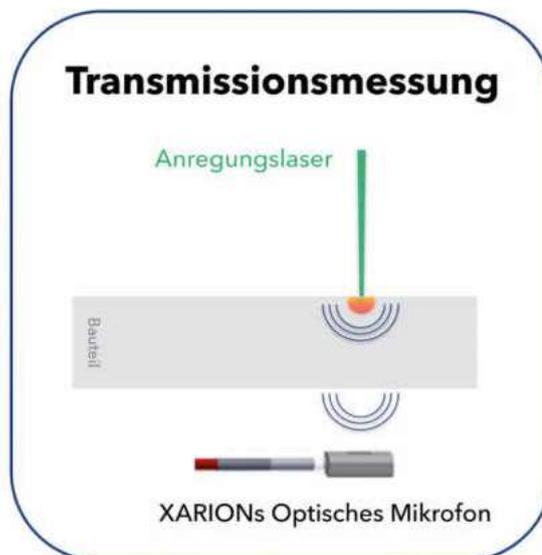
Ein anschauliches Beispiel hierfür ist das Ultraschallschweißen. Dabei werden zwei Teile mithilfe einer Sonotrode durch Reibungswärme miteinander verschweißt – in der Automobilbranche etwa bei der Verbindung von Kabelsträngen oder Befestigungselementen aus Kunststoff, in der Luftfahrt bei der Fertigung komplexer CFK-Bauteile oder in der Elektronik beim Zusammensetzen kleiner Schaltungen und Kabelverbindungen. Während dieses Vorgangs entstehen Schallsignale, die mehrere hundert Kilohertz erreichen können. Das Optische Mikrofon „lauscht“ die-

sen Geräuschen berührungslos und erkennt bereits minimale Schwankungen im Prozessablauf in Echtzeit. Dadurch kann schon während des Schweißprozesses eine Aussage zur Haltekraft der Schweißung gemacht werden.

Diese Form der Prozessüberwachung ist längst nicht nur für Prototypen oder Kleinserien geeignet. Dank der hohen Messgeschwindigkeit im Bereich von Millisekunden und der präzisen Erkennung kann das optische Mikrofon auch in großen Serienfertigungen eingesetzt werden.

Von Smart Bonding zur smarten Prüfung von Autos

Klebeverbindungen spielen in der Automobilindustrie eine immer größere Rolle. Gleichzeitig steigen aber auch die Anforderungen an die Qualitätssicherung: Fehlstellen können zu instabilen Verbindungen und potenziellen Sicherheitsrisiken führen. „Gerade bei modernen Klebprozessen ist die Detektion selbst feinsten Defekte entscheidend, um potenzielle Gefahren frühzeitig auszuschließen. Was es bedeuten würde, wenn im Flugzeug eine



Das LEA-Verfahren (Laser Excited Acoustics) nutzt einen gepulsten Lidar-Laser, um das Prüfbauteil anzuregen – ganz ohne mechanischen Kontakt. Der entstehende Ultraschall breitet sich im Inneren des Materials aus und wird vom Optischen Mikrofon wieder berührungslos detektiert. Dieses Prinzip funktioniert sowohl einseitig als auch im Transmissionsmodus.

Klebestelle nicht hält, möchte man sich lieber nicht ausmalen“, betont Fischer.

Genau hier setzt das LEA-Prinzip an, um völlig kontaktfrei und ohne Koppelmittel Defekte schnell und präzise aufzuspüren. „Zugleich bietet unsere Lösung genügend Flexibilität, um unterschiedlichste Materialkombinationen zu prüfen – von speziell formulierten Klebstoffen über Keramik, Kohlefasern bis hin zu Stahl, Aluminium und verschiedenen Metalllegierungen“, fügt Fischer hinzu. So profitieren Hersteller und Zulieferer unterschiedlicher Branchen gleichermaßen von stabilen, gleichmäßig verteilten Klebestellen, die nicht nur die Sicherheit verbessern, sondern auch Gewicht und damit den Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch senken.

Abhängig von der Geometrie der Bauteile kann Xarions Prüfverfahren in Transmission erfolgen, bei der Sensor und Laser auf gegenüberliegenden Seiten des Bauteils positioniert sind, um den Ultraschall durch das gesamte Bauteil zu leiten. Ist jedoch nur eine Seite zugäng-



Bild: Xarion

Der kompakte Sensorkopf des optischen Ultraschall-Mikrofans in Verbindung mit optischer Faser.

lich, lässt sich der Scan einseitig durchführen. In beiden Fällen liefert die Methode klare Informationen über die Güte der Klebefuge: Innere Defekte, die von außen nicht sichtbar sind, wie Poren, trockene Stellen oder nicht gleichmäßig aufgetragenes Klebematerial, können im Ultraschallbild leicht erkannt werden, auch vollautomatisiert.

Zudem vermeidet das kontaktlose Vorgehen unnötige Stillstände in der Fertigung, da weder Koppelmittel (Wasser, Gel) aufgetragen bzw. abgewischt werden muss, noch Bauteile mehrfach neu positioniert werden müssen. Ganz besonders aber ermöglicht die berührungslose Ultraschallmessung die Automatisierung, wäh-



Bild: Xarion

Das Xarion-System zur Mikroelektronik-Qualitätsprüfung bietet zwei Betriebsmodi für die Ultraschallprüfung von Halbleiterkomponenten: Das Stand-Alone-System verfolgt einen berührungslosen Scan-Modus; der ultraschnelle Einzelschuss-Modus für die 100%-Prüfung kann in Produktionsanlagen implementiert werden.

In der modernen Batterie-

fertigung spielen verschiedene Faktoren eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Energiespeichern. Ein wesentlicher Aspekt ist die Elektrolytverteilung in der Batteriezelle. Sowohl bei prismatischen, zylindrischen als auch bei Pouchzellen kann mithilfe des LEA-Verfahrens erkannt werden, ob das Elektrolyt gleichmäßig verteilt ist, insbesondere nach der Formation, d. h. dem ersten kontrollierten Lade- und Entladeprozess, in dem sich die endgültige chemische Struktur der Zelle ausbildet. Frühzeitig identifizierte Mängel wie unzureichend benetzte Bereiche lassen sich noch vor dem Einbau in Module oder Packs aussortieren, sodass Fehlchargen in weiterführenden Produktionsschritten vermieden werden. Darüber hinaus erhalten Forschende und Prozessverantwortliche wertvolle Daten, um ihre Zellfertigungsprozesse kontinuierlich zu optimieren.

Sobald die einzelnen Zellen zu Modulen zusammengefasst werden, rückt die Wärmeleitpaste in den Fokus. Der Thermoleitkleber im Batteriemodul oder in der Batteriewanne sorgt für eine gute Wärmeabfuhr nach außen, eine entscheidende Eigenschaft bei Elektrofahrzeugen, um Brände zu vermeiden. Eine korrekte Verteilung der Wärmeleitpaste ist essenziell, um ein effizientes Wärmemanagement sicherzustellen und Überhitzungen oder Hotspots zu vermeiden.

„Gerade in der Automobilbranche, in der Qualitätssicherung eine unabdingliche Rolle spielt, bietet die Möglichkeit, zerstörungsfrei und automatisiert zu prüfen – beispielsweise Batterien auf Thermoleitpasten-Anbindung – eine erhebliche Kostenersparnis zum derzeitigen ma-

rend herkömmliche Ultraschallprüfung wegen des Koppelmittels und der engen Toleranzen (Voraussetzung, das Bauteil zu berühren, aber nicht zu erdrücken) üblicherweise ein von Hand ausgeführter Prozess ist.

Die gleiche Technologie eignet sich auch für die automatisierte Inspektion von Schweißpunkten und -nähten. Dies können Widerstandsschweißpunkte im Karosseriebau sein oder Laserschweißnähte auf Stahlblech. Auf Basis der vom Laser erzeugten Ultraschallimpulse kann Xarions NDT-System potenzielle Fehlerstellen wie unvollständige Schweißverbindungen, zum Beispiel Anbindungsfehler, identifizieren. Da das Prüfsystem sich nahtlos in bestehende Produktionslinien integrieren lässt, profitieren Unternehmen von einer kontinuierlichen Überwachung. Auf diese Weise gelingt es, sowohl Klebeverbindungen als auch Schweißpunkte verlässlich zu prüfen und langfristig die Qualität und Sicherheit im Automobilbau zu erhöhen.

ZFP-Lösungen für die Energiespeicher der Zukunft

Mit der rasanten Entwicklung der Elektromobilität ist die Produktion von Batterien und zugehörigen Komponenten wie Modulen und Packs in den letzten Jahren stark gestiegen. Allerdings hält die Qualitätskontrolle dieser komplexen Bauteile oft nicht Schritt mit der raschen Industrialisierung. Genau hier kommt Xarions zerstörungsfreies Prüfsystem ins Spiel, um Sicherheitsrisiken zu minimieren und Prozesse zu optimieren.

nuellen und zerstörenden Prüfverfahren", erklärt Ryan Sommerhuber, Vertriebsleiter bei Xarion. Das LEA-Prinzip ermöglicht hier eine zerstörungsfreie Prüfung, die selbst dann funktioniert, wenn Kühlkanäle in der Kühlplatte integriert sind und die Oberfläche uneben ist. Dank einseitiger Messung und berührungsloser Schallregistrierung werden Unregelmäßigkeiten in der Paste zielsicher aufgespürt. Das ist mit herkömmlichen Ultraschallmessgeräten unmöglich, weil sie aufgrund der unebenen Oberfläche nicht angekoppelt werden können. In einem Röntgen- oder CT-Bild wiederum können Anbindungsfehler leicht übersehen werden, weil die Ablösungen so dünn sein können, dass sie das Auflösungsvermögen eines CTs überschreiten.

Auch Busbar Welds, also die Schweißverbindungen zwischen den einzelnen Zellen oder Zellverbunden, lassen sich mithilfe dieses Verfahrens zuverlässig überprüfen. Häufig werden solche Verbindungen klassisch über Widerstandsmessungen beurteilt. Das liefert jedoch nicht immer aussagekräftige Ergebnisse: Selbst bei guter Kontaktleitfähigkeit können strukturelle Mängel wie Anbindungsfehler (Lack-of-fusion) vorliegen, die sich erst später als Sicherheitsrisiko erweisen. Mit dem LEA-Verfahren erkennt man diese Fehler bereits frühzeitig: Ein sogenanntes Ultraschall-C-Bild gibt Aufschluss über die Schweißnahtqualität, indem es problematische Stellen genau abbildet. Auf diese Weise lassen sich Ausfälle und Rückrufaktionen im Voraus minimieren und die Batteriemodule sicher in

den weiteren Produktionsprozess überführen. In der Welt der Mikroelektronik können oft winzigste Fehlstellen – etwa Delaminationen, Luft einschüsse oder unzureichend versiegelte Verbindungen in Chips, Sensoren oder Leiterplatten – die Funktionalität und Zuverlässigkeit des gesamten Bauteils drastisch beeinträchtigen. Solche Defekte könnten prinzipiell auch durch ein zeilenweises Abscannen des gesamten Bauteils erfasst werden. Xarion bietet jedoch eine besonders effiziente Alternative, die sich ideal für die Serienfertigung eignet: die Einzelschussmessung. Die hohe Geschwindigkeit ermöglicht ein effizientes automatisiertes Sortieren direkt im Produktionsablauf: Defekte Bauteile lassen sich sofort ausschleusen, was unnötige Folgeschritte verhindert und insgesamt Material- und Zeitersparnis schafft.

Darüber hinaus generiert das Einzelschuss-Verfahren wertvolle Qualitätsdaten, die sich langfristig speichern und mithilfe moderner Auswertungsmethoden (z. B. KI) analysieren lassen. So erhalten Unternehmen laufend Einblicke in Prozessschwankungen und können Fertigungsparameter gezielt anpassen, um ihren Durchsatz zu maximieren und den Ausschuss zu minimieren.

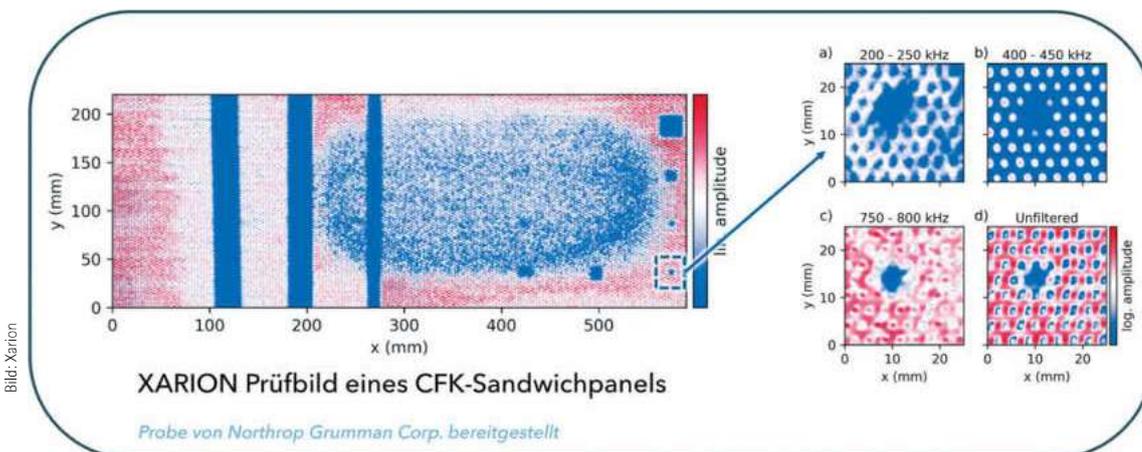
Die Inline-Monitoring-Fähigkeit dieser Methode macht sie geeignet für Fertigungslinien, in denen große Stückzahlen in kurzer Zeit verarbeitet werden. Obendrein ist sie skalierbar: Vom Laboreinsatz in kleineren Stückzahlen bis hin zu vollautomatisierten Großserien – das Verfahren passt sich flexibel an die jeweiligen

Anforderungen an. Damit liefert die Einzelschuss-Messung eine hochmoderne Antwort auf steigende Qualitätsansprüche in der Mikroelektronik und schützt Unternehmen wie Endkundschaft vor kostspieligen Ausfällen.

Berührungslose Verfahren beflügeln den Flugzeugbau

In der Luft- und Raumfahrtindustrie sind Leichtbaumaterialien wie CFK (Carbonfaserverstärkte Kunststoffe) längst zum Standard geworden. Allerdings bergen sie auch versteckte Risiken: Selbst winzige Fehlstellen können die Stabilität erheblich beeinträchtigen. Um solchen Gefahren vorzubeugen, setzen Kunden auf Xarions LEA-basiertes Prüfsystem, das sich nahtlos in roboterbasierte Fertigungs- und Prüfumgebungen integrieren lässt. Dank dieser Flexibilität ist sogar eine großflächige Inspektion großer CFK-Komponenten – etwa Flugzeugrümpfe oder Tragflächen – in einem einzigen Durchgang möglich, sofern mehrere Roboter parallel eingesetzt werden.

Je nach Zugänglichkeit des Bauteils kann die Messung einseitig oder im Transmissionsmodus erfolgen, bei dem die gegenüberliegende Seite als Sensor- bzw. Anregungsbereich dient. In beiden Varianten erkennt das System selbst kleinste Fehlstellen. Zusätzlich erlaubt das Pulse-Echo-Setup eine Tiefenbestimmung der Defekte, sodass Ingenieurinnen und Ingenieure genau wissen, wo sich potenzielle Schwachstellen verbergen.



Prüfbild eines CFK-Sandwichpanels mit Wabenkern: Es sind verschiedene Fehlertypen sichtbar, darunter Delaminationen, Ablösungen oder Voids. Durch Frequenzfilterung lassen sich unterschiedliche Merkmale gezielt hervorheben.