

Prozessüberwachung mit dem optischen Mikrofon

Mehr Durchsatz und weniger Fehler

Virtuose Violinistinnen benötigen nicht nur geschickte Finger und jahrelange Übung, sie benötigen auch ein präzises Gehör, um die Töne ihres Instruments laufend zu beurteilen. Erfahrene Handwerker bemerken sofort, wenn ihr Werkzeug abstumpft und etwas nicht mehr «stimmt». Und wenn der Motor «stottert», wissen die meisten Fahrer, dass sie der Werkstatt einen Besuch abstatten sollten. Dasselbe Prinzip erlaubt auch die Verbesserung und Überwachung von industriellen Prozessen, vorausgesetzt man findet die richtigen Sensoren.

Die moderne Industrie ist von steigenden Qualitätsansprüchen bei gleichzeitig hohem Zeit- und Kostendruck geprägt. Durch vollautomatisierte Produktionslinien werden Durchsatz und Qualität bei geringem Personaleinsatz ermöglicht, Abweichungen vom regulären Betrieb müssen nun jedoch ebenfalls automatisiert erkannt werden. Das Feld der Prozessüberwachung beschränkt sich traditionell auf die Erfassung von Werten wie Temperatur, Druck oder Position von Werkstücken und Maschinen.

«Wir kennen die akustische Überwachung von Herstellungsprozessen wie Bohren, Drehen, Schweißen und Fügen schon seit mehreren Jahren», erläutert Dipl.-Ing. Martin Fürst von der Xarion Laser Acoustics GmbH. «Diese Prozesse machen einen Haufen Lärm, aber es entstehen eben auch sehr charakteristi-

sche Geräusche beziehungsweise Klangsignaturen, die man messen und mit Referenzen vergleichen kann. Das hilft dabei, Fehler früh zu erkennen und die Fertigungsprozesse zu verbessern.»

Ein völlig neuartiges Funktionsprinzip

Konventionelle Schallmesssysteme verlassen sich auf Membran- oder Piezo-basierte Mikrofone und Detektoren. Diese Systeme können jedoch nur einen sehr begrenzten Frequenzbereich aufzeichnen, was ihre Anwendbarkeit stark einschränkt. Das optische Mikrofon der Firma Xarion Laser Acoustics GmbH nutzt deshalb ein völlig neuartiges Funktionsprinzip: In einem einzigartigen, rein en 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. Darüber hinaus ist der Sensorkopf des Optischen Mikrofon überaus kompakt und leicht, was die Installation in bestehenden Anlagen erleichtert.

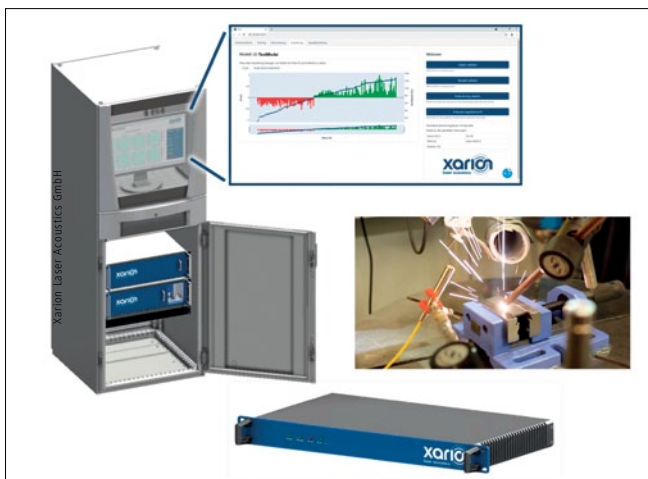
Das Optische Mikrofon im industriellen Einsatz

Wie sieht die Prozessüberwachung mittels Ultraschall-Mikrofon nun in der Praxis aus? «Der typische Maschinenlärm beschränkt sich in der Regel auf den hörbaren und niederen Ultraschall-Frequenzbereich», erklärt DI (FH) Ryan Sommerhuber, Spezialist für die Prozessüberwachung bei Xarion Laser Acoustics GmbH. «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 von zehn bis dreissig Zenti-meter von der Luft so stark gedämpft, dass unsere Prozessüberwachung gegenüber weiter entfernten Störquellen robust ist», so Sommerhuber.

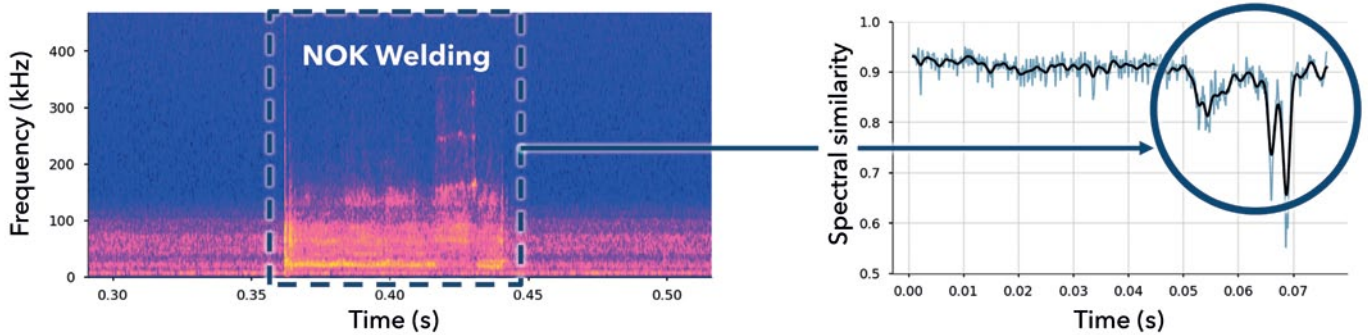
KI-basierte Verfahren

Die konkrete Umsetzung einer solchen Prozessüberwachung besteht stets aus drei wesentlichen Komponenten. Zunächst wird selbstverständlich das Optische Mikrofon benötigt sowie eine geeignete Datenerfassung. Die finale Zutat besteht dann in der Datenauswertung und Auf-



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.

Detection of Keyhole Instabilities



Das Prinzip hinter der Detektion von Keyhole-Instabilitäten: Die Akustik-Daten, die vom Optischen Mikrofon geliefert werden, werden in Echtzeit einer Frequenzanalyse unterzogen und mit bekannten Referenzmessungen verglichen. Abweichungen lassen sich damit innerhalb kürzester Zeit erkennen und Gegenmassnahmen können ergriffen werden.

bereitung, hier konnten die Xarion-Experten sowohl mit deterministischen Algorithmen als auch mit KI-basierten Verfahren Erfolge erzielen und Lösungen bereitstellen.

Ideale Verfahren für Prozessüberwachung

Das Laserschweissen ist ein vielseitiges Verfahren, das sich insbesondere aufgrund seiner Präzision, Geschwin-

Materials platziert werden und anschliessend die akustischen Signaturen des Schweißprozesses aufgenommen. In der Frequenzanalyse können diese Mikroereignisse schliesslich in Echtzeit erkannt und damit die Qualität der Produktion gesteigert werden. Auch gepulste Laserprozesse, wie das Laser-Bohren und das Laser-Strukturieren, eignen sich hervorragend für eine automatisierte Überwachung mithilfe des Optischen Mikrofons.

Vielseitige Anwendungen in der additiven Fertigung

Unter additiver Fertigung oder «3D-Druck» versteht man eine ganze Gruppe von Fertigungs-

re Zeit und Material an ihre Fertigstellung zu verschwenden.» Durch die Verwendung von mehreren Mikrofonen und eines Trilaterationsalgorithmus können die Risse sogar lokalisiert werden, was Kunden dabei unterstützt, Massnahmen zur Verbesserung des Prozesses zu definieren und umzusetzen und damit zuverlässige Komponenten herzustellen.

«Schweizer Taschenmesser der akustischen Prozessüberwachung»

Wie lässt sich herausfinden, ob die Produktion von Prozessüberwachung profitieren könnte? Besonders einfach gelingt der Einstieg in die Welt der akustischen Prozessüberwachung mit XARIONs «Process Monitoring Bundle»: Das Set beinhaltet ein es Mikrofon und eine darauf abgestimmte, flexible Datenerfassungseinheit mit integriertem Industrie-PC und Auswertungssoftware. Der Kunde erhält damit ein flexibles, vielseitiges und einfach zu bedienendes Messsystem, mit dem akustische Signaturen von verschiedensten Prozessen aufgezeichnet und analysiert werden können. Selbstverständlich stehen Xarions Applikationsingenieure auch für Schulungen oder Messtage zur Verfügung, um Kunden bei der Erkennung und Nutzung von Optimierungspotenzialen zu unterstützen. Da das Bundle auch über verschiedene Hard- und Softwareschnittstellen verfügt, lassen sich damit bereits automatisierte Prozessüberwachungen realisieren und testen. <<

Der kompakte Sensorkopf des Optischen Ultraschall-Mikrofons in Verbindung mit optischer Faser.

digkeit und Kosteneffizienz durchsetzt. Ein Laser wird dabei auf das Werkstück fokussiert und das hochintensive Licht schmilzt das zu verbindende Material auf. Während des Laserschweißens von Metallblechen können jedoch sogenannte «Keyhole»-Instabilitäten zu Defekten wie Poren oder mangelhafter Verbindung führen.

Die bemerkenswert hohe Zeitauflösung des Optischen Mikrofons ermöglicht die Erkennung dieser «Keyhole»-Instabilitäten im laufenden Prozess. Dazu wird das Mikrofon in der Nähe (10 bis 30 Zenitmeter) des bearbeiteten

verfahren, in denen Material Schicht für Schicht aufgetragen wird, um ein Bauteil beinahe beliebiger Form zu erzeugen. Die Vorteile liegen in der Möglichkeit, höchst individuelle Bauteile zu erzeugen, was beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt völlig neue Wege eröffnet.

Ein Beispiel für einen höchst innovativen Prozess ist das Laser-Metal-Deposition (LMD)-Verfahren, mit dem Bauteile nicht nur hergestellt, sondern auch beschichtet oder repariert werden können. Ein Problem stellen jedoch mögliche Risse in den hergestellten Teilen dar. Dr. Jan Berger, Applikationsingenieur bei Xarion kann hierzu berichten: «Solche Risse gefährden die mechanische Stabilität der Endkomponenten natürlich dramatisch. Das Optische Mikrofon ermöglicht uns glücklicherweise die präzise Erfassung der akustischen Emissionen, die während des Prozesses auftreten. Dadurch können wir Risse in Echtzeit erkennen und beschädigte Bauteile aussondern, ohne weite-

Infoservice

Xarion Laser Acoustics GmbH
Ghegastrasse 3, A-1030 Wien
Tel. 0043 1 9076076 0, Fax 0043 1 9076076 99
opticalmicrophones@xarion.com, www.xarion.com