



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

Seminar des FA Ultraschallprüfung **Konventionelle und innovative Anwendungen der Ultraschallprüfverfahren**

mit Geräteausstellung

14./15. November 2023 | KASSEL



Übersicht	1
Programm	2
Kurzfassungen	5
Aussteller	25
Liste der Autor*innen	30
Teilnehmendenliste	31

TAGUNGSORT

Event- und Tagungszentrum Kassel
Wilhelmshöher Allee 256, 34119 Kassel

ORGANISATION

DGZfP e.V. | Steffi Dehlau
Max-Planck-Str. 6, 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-128
E-Mail: tagungen@dgzfp.de

- 13:00 **Eröffnung**
Moderation: Martin Spies, Baker Hughes – Process & Pipeline Services, Stutensee
- 13:15 **Eröffnungsvortrag:**
Deep Learning in der Zerstörungsfreien Prüfung – Grundlagen und Anwendungen
Tim Dahmen, DFKI GmbH, Kaiserslautern
- 13:55 **Kontaktlose Ultraschallprüfung**
Sitzungsleitung: Martin Fuchs, SONOTEC GmbH, Halle
- 15:10 Pause
- 15:40 **Künstliche Intelligenz und NDE 4.0**
Sitzungsleitung: Tim Dahmen, DFKI GmbH, Kaiserslautern
- 18:00 Abendveranstaltung: Sonderführungen durch Kassels Unterwelt
- 19:00 Ausklang beim gemeinsamen Abendessen im Restaurant „denkMAHL“

- 09:00 **Innovative Verfahrensansätze**
Sitzungsleitung: Edgar Scherleitner, RECENDT, Linz, Österreich
- 11:05 Pause
- 11:30 **Zuverlässigkeit und Grenzen der Prüfaussage I**
Sitzungsleitung: Sandra Motschieder, Framatome GmbH, Erlangen
- 12:45 Mittagspause
- 13:30 **Zuverlässigkeit und Grenzen der Prüfaussage II**
Sitzungsleitung: Johannes Büchler, Baker Hughes Digital Solutions GmbH, Hürth
- 15:10 Abschlussdiskussion

- 13:00 **Eröffnung**
Moderation: Martin Spies, Baker Hughes – Process & Pipeline Services, Stutensee
- Eröffnungsvortrag:**
- 1** 13:15 **Deep Learning in der Zerstörungsfreien Prüfung – Grundlagen und Anwendungen**
Tim Dahmen, DFKI GmbH, Kaiserslautern
- Kontaktlose Ultraschallprüfung**
Sitzungsleitung: Martin Fuchs, SONOTEC GmbH, Halle
- 2** 13:55 **Laser-Ultraschall als neuartige Methodik für spezifische Anwendungen in der zerstörungsfreien Prüfung und Materialcharakterisierung**
Edgar Scherleitner, Research Center for Non-Destructive Testing GmbH – RECENDT, Linz, Österreich
- 3** 14:20 **Prüfung von plattenförmigen Materialien mit luftschall-angeregten, in der Platte fokussierenden Lamb-Wellen und laser-optischem Empfang der zerstörungsfreien Prüfung und Materialcharakterisierung**
Wolfgang Gebhardt, Inoson, Spiesen-Elversberg
- 4** 14:45 **Neue laserakustische Ansätze in der automatisierten Ultraschallprüfung von Batteriemodulen und -komponenten**
Martin Fürst, XARION Laser Acoustics GmbH, Wien, Österreich
- 15:10 **Pause**
- Künstliche Intelligenz und NDE 4.0**
Sitzungsleitung: Tim Dahmen, DFKI GmbH, Kaiserslautern
- 5** 15:40 **Aufbau eines digitalen Zwillings für die mechanisierte Eisenbahnschienenprüfung für das Training von KI-Algorithmen**
Tianyun Zhang, BAM, Berlin
- 6** 16:05 **Gefüge-Charakterisierung an Turbinenwerkstoffen zur Auffindung von Seigerungen mittels Künstlicher Intelligenz (KI)**
Ernst Rau, MTU Aero Engines AG, München
- 7** 16:30 **Synthetische Ultraschalldaten zur Verbesserung der Prüfaussage – Möglichkeiten und Grenzen von augmentierten und simulierten Daten beim maschinellen Lernen**
Frank Schubert, Fraunhofer IKTS, Dresden

Innovative Verfahrensansätze

Sitzungsleitung: Edgar Scherleitner, RECENTD, Linz, Österreich

- 8** **Neue Konzepte für die automatische Inspektion von Eisenbahnschienen**
09:00 Andreas Knam, ROSEN Germany GmbH, Stutensee
- 9** **Der Photoelastic Imager, ein innovatives Verfahren für die Ultraschallprüfung – ausgewählte Anwendungen**
09:25 Till Schmitte, Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg
- 10** **Kombination von Detektion und Analyse mittels Dualfrequenz-Prüfkopf**
09:50 Thomas Rehfeldt, Framatome GmbH, Erlangen
- 11** **Von Progressive SAFT bis KI: Fortgeschrittene Signalverarbeitung für die assistierte Handprüfung**
10:15 Florian Römer, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken
- 12** **KD Robotik Innovation: Neue Ansätze der mechanisierten Phased-Array-Ultraschallprüfung mittels automatisierter Defekterkennung und Remote Control Unterstützung**
10:40 Alexander Hoheisel, KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG, Wuppertal
- 11:05 **Pause**

Zuverlässigkeit und Grenzen der Prüfaussage I

Sitzungsleitung: Sandra Motschieder, Framatome GmbH, Erlangen

- 13** **Noch eine Norm für die Ultraschallprüfung – Muss Das Sein?**
11:30 Daniel Kanzler, Applied Validation of NDT, Berlin
- 14** **Robuste Ultraschall-Prüfköpfe für eine solide Prüfaussage**
11:55 Andreas Mück, SONOTEC GmbH, Halle
- 15** **Herleitung von Abnahmebedingungen für die automatisierte Prüfung durch die Charakterisierung von Referenzfehlern**
12:20 Thomas Würschig, Baker Hughes Digital Solutions GmbH, Hürth
- 12:45 **Pause**

Zuverlässigkeit und Grenzen der Prüfaussage II

Sitzungsleitung: Johannes Büchler, Baker Hughes Digital Solutions GmbH, Hürth

- 16**
13:30 **Additive Fertigung von Testkörpern mit Referenzreflektoren für die Ultraschallprüfung**
Stefan Keuler, Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart
- 17**
13:55 **Rissdetektion unterhalb des Nietkopfes am Beispiel der Eisenbahnbrücke Meißen**
Ralf Steinhausen, Forschungszentrum Ultraschall gGmbH, Halle
- 18**
14:20 **Vergleich von Prüfergebnissen aus der FMC/TFM Methode mit Phase Coherence Imaging – was sind die Unterschiede?**
Heiko Küchler, Evident Europe GmbH, Hamburg
- 19**
14:45 **Möglichkeiten und Grenzen der roboterbasierten Luftultraschallprüfung**
Marc Kreuzbruck, Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart
- 15:10 **Abschlussdiskussion**

Kurzfassungen der Vorträge

ERÖFFNUNGSVORTRAG 1

Deep Learning in der Zerstörungsfreien Prüfung – Grundlagen und Anwendungen

Tim Dahmen | Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH,
Kaiserslautern

Das Thema Maschinelles Lernen, insbesondere Deep Learning hat enormes Potential und zunehmende praktische Bedeutung in der zerstörungsfreien Prüfung. In diesem Einführungsvortrag bieten wir einen Überblick über grundlegende Fragen: was ist Maschinelles Lernen, warum ist das Thema derzeit in aller Munde und wie steht es im Zusammenhang mit anderen Techniken der Künstlichen Intelligenz?

Aus technischer Sicht präsentieren wir die Funktionsweise neuronaler Netze und die grundlegenden Algorithmen, die zum Training benötigt werden. Wie müssen Prüfdaten kodiert werden, damit sie von einem neuronalen Netz verarbeitet werden können, welche Architekturen existieren und wie kann fachliches Vorwissen in eine Kostenfunktion einfließen?

Ausgehend von einer Auswahl praktisch relevanter Anwendungsbeispiele in der ZfP präsentieren wir einige Standardprobleme und zeigen, wie eine Prüfaufgabe durch die Rückführung auf ein Standardproblem effektiv und verlässlich gelöst werden kann. Aus praktischer Sicht betrachten wir Voraussetzungen in der Form von Hardware und Trainingsdaten, wobei wir sowohl der Einsatz physikalisch erfasster (in-vivo oder in-vitro) als auch auf synthetisch erzeugte (in-silico) Trainingsdaten eingehen. Zum Abschluss beantworten wir die Frage: Welche Prüfprobleme eignen sich grundsätzlich für den Einsatz von Deep Learning, und welche eher nicht?

VORTRAG 2

Laser-Ultraschall als neuartige Methodik für spezifische Anwendungen in der zerstörungsfreien Prüfung und Materialcharakterisierung

Edgar Scherleitner | Research Center for Non-Destructive Testing GmbH – RECENDT, Linz, Österreich

In spezifischen Fällen der Prüfung und Charakterisierung ist es vorteilhaft, die Probe nicht zu berühren, da diese zum Beispiel sehr heiß, kalt oder klein und empfindlich ist. Hier kann Laser-Ultraschall die geeignete Methode sein, da sie rein Laser-basiert, also berührungslos funktioniert. Durch einen Laserpuls von wenigen Nanosekunden wird die Oberfläche lokal und kurz erwärmt, wodurch Spannungen entstehen, die Ultraschall generieren. Bei stärkerer Laserintensität wird auch Plasma gebildet, womit höhere Signalamplituden erreicht werden können. Echos werden wieder direkt an der Probenoberfläche durch spezielle Laserinterferometer detektiert. Dadurch kann die Messung aus einem Abstand von wenigen Millimetern bis einigen Zentimetern erfolgen.

Bei pulsförmiger Anregung steht für die Auswertung an jedem Messpunkt ein sehr breiter Frequenzbereich zur Verfügung, der eine hochauflösende Fehlerdetektion beim Scannen von Oberflächen verschiedenster Materialien ermöglicht, wie zum Beispiel Metalle, Halbleiter, faserverstärkte Kunststoffe, Keramiken und viele mehr. Durch die Berührungslosigkeit sind beispielsweise auch Analysen von Metallen während thermischer Zyklen möglich, wodurch wichtige Erkenntnisse über ihre elastischen Eigenschaften und ihre Mikrostruktur in-situ gewonnen werden, die insbesondere durch Beimischung von Recyclingmaterial variieren können. Neue Methoden ermöglichen sogar die gleichzeitige Bestimmung der Dicke und der elastischen Eigenschaften von Blechen oder anderen Plattengeometrien. Eine weitere Anwendung von Laser-Ultraschall ist die Charakterisierung von Komponenten der Mikroelektronik, wie beispielsweise akustische Filter, die in allen Mobiltelefonen verbaut sind. Durch Intensitätsmodulation des Anregungslasers können Frequenzbereiche im unteren GHz-Bereich erreicht werden, die für die aktuelle Mobilfunktechnik hochrelevant sind. Asynchrone Samplingmethoden machen sogar Messungen bis in den THz-Bereich möglich (sog. Pikosekunden-Laser-Ultraschall).

VORTRAG 3

Prüfung von plattenförmigen Materialien mit luftschall-angeregten, in der Platte fokussierenden Lamb-Wellen und laser-optischem Empfang der zerstörungsfreien Prüfung und Materialcharakterisierung

Wolfgang Gebhardt | Inoson, Spiesen-Elversberg

Es wird ein hochauflösendes Abbildungsverfahren vorgestellt, das auf der Kombination von luftschall-angeregten, in der Platte fokussierenden Lamb-Wellen und einer laser-optischen Empfangstechnik basiert. Die Anregung der Welle erfolgt auf einem kreisringförmigen Segment auf der Plattenoberfläche, wobei der Fokus mit dem Mittelpunkt des Kreises zusammenfällt. Das Auflösungsvermögen des Verfahrens wird wesentlich durch die Größe der Apertur der laser-optischen Sonde sowie deren Abstand von der Plattenoberfläche bestimmt. Um die Leistungsfähigkeit des Verfahrens zu verifizieren, wurden Experimente mit einem Labormuster durchgeführt. Die Messergebnisse zeigen ein hohes Auflösungsvermögen (besser als die Lamb-Wellenlänge), eine gute Abbildungstreue mit hohem Kontrast und einen hohen Signal/Stör-Abstand. Messungen an punktgeschweißten Stahlplatten belegen, dass das Verfahren ein hohes Potenzial zur schnellen Charakterisierung der Schweißqualität besitzt.

VORTRAG 4

Neue laserakustische Ansätze in der automatisierten Ultraschallprüfung von Batteriemodulen und -komponenten

Martin Fürst | XARION Laser Acoustics GmbH, Wien, Österreich

Die Elektrifizierung des Automobilsektors sowie der Ausbau von Solar- und Windenergie stellen die treibenden Kräfte hinter dem globalen Ausbau der Batteriefertigungskapazitäten dar. In Europa, den USA und Asien werden zahlreiche neue Produktionsstätten für Batteriezellen und -module errichtet, um mit der steigenden Nachfrage Schritt zu halten. Um Qualität und Produktivität dieser Fertigungsanlagen sicherzustellen, wird umfangreiche Prüftechnik benötigt. Dies betrifft sowohl die Elektrodenfertigung als auch die Zellfertigung sowie die Kombination mehrerer Zellen zu kompletten Batteriemodulen.

Ultraschall ist ein vielseitiges und etabliertes Verfahren um verschiedenste Defekte und Strukturen im Inneren eines Prüflings zu untersuchen. Konventionelle Ultraschall-Prüfverfahren nutzen Piezo-Resonatoren zur Erzeugung und zur Detektion einer Ultraschallwelle. Nachteile dieses Verfahrens liegen in der Schmalbandigkeit der verwendeten Welle sowie darin, dass typischerweise ein Kontakt zum Prüfling notwendig ist. Als Alternative werden laser-basierte Verfahren entwickelt, wo mit Hilfe eines gepulsten Lasers eine breitbandige Ultraschallwelle direkt im Prüfling erzeugt werden kann. Die Detektion der transmittierten oder reflektierten Welle geschieht dann beispielsweise mit einem Laser-Doppler-Vibrometer oder einem Optischen Mikroskop.

In diesem Beitrag stellen wir Anwendungen von XARIONs LEA-Technologie im Batteriesektor vor. Laser-Excited Acoustics nutzt das Optische Mikroskop als Ultraschall-Detektor und ermöglicht die automatisierte, kontaktfreie Prüfung verschiedener Komponenten einer Batterie. Die gleichmäßige Benetzung der Elektroden und Separatoren mit Elektrolytflüssigkeit kann mit XARIONs Prüftechnologie bildlich dargestellt werden. In sogenannten Pouch-Zellen kann die Dichtheit der Nähte überprüft werden. Bei der Kombination mehrerer Zellen zu Modulen können die laser-geschweißten Verbindungen der Busbars einseitig geprüft werden, und in der Kombination von Modulen zu Packs können Hohlräume in Wärmeleitpasten aufgespürt werden.

VORTRAG 5

Aufbau eines digitalen Zwillings für die mechanisierte Eisenbahnschienenprüfung für das Training von KI-Algorithmen

Tianyun Zhang, Thomas Heckel | BAM, Berlin

Mike Fieber, Lukasz Tenczynski | DB Netz AG

Georg Olm, Md. Ashraful Islam | Technische Universität Berlin

Maximilian Selch | Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Artificial Intelligence for Rail Inspection“ (AIFRI) wird ein KI-Algorithmus entwickelt, um die Fehlererkennung bei der Auswertung von Schienenprüfungen zu verbessern. Der Prozess der mechanisierten Schienenprüfung wird analysiert und die Schienenfehler sowie Artefakte werden in einem digitalen Zwilling abgebildet, um in einem weiteren Schritt die automatische Fehlererkennung und Klassifizierung mit KI-Algorithmen trainieren zu können. Zu diesem Zweck werden Ultraschalldatensätze auf der Grundlage der Regelwerke und Informationen aus der Instandhaltung mit einer Simulationssoftware erstellt, die Anzeigen der verschiedenen Schienenschädigungen und Artefakte enthalten.

Die Schienenfehler werden bei der Auswertung in Fehlerklassen eingeordnet, für das KI-Training priorisiert und auf Basis der von der DB Netz AG ausgewählten Informationen untersucht. Hierfür werden die Schienenfehler nach den für das KI-Training relevanten Merkmalen zerlegt und die Konfiguration der Parameter der Simulation entsprechend abgestimmt.

Für die Grundstruktur des Datensatzes wird ein Schienenmodell mit einer Länge von einem Meter für die Simulation eingesetzt, auf dessen Basis alle bei der Schienenprüfung zu verwendenden Prüfköpfe für den jeweiligen Reflektortyp betrachtet werden. Die simulierten Daten werden auf einer Testschiene im Labormaßstab validiert. Mögliche Einflussparameter wie z.B. der Signal-Rausch-Abstand sowie die Fahrgeschwindigkeit werden in den Datensätzen herangezogen. Die Zusammenstellung eines Testdatensatzes mit lokal veränderlichen Einflussgrößen erfolgt aus den simulierten Daten unter Verwendung der skriptbasierten Programmierumgebung Python und Matlab.

Das Projekt AIFRI wird im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND unter dem Förderkennzeichen 19FS2014 durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr gefördert.

VORTRAG 6

Gefüge-Charakterisierung an Turbinenwerkstoffen zur Auffindung von Seigerungen mittels Künstlicher Intelligenz (KI)

Ernst Rau, Frederik Elischberger, Katrin Taubenberger | MTU Aero Engines AG, München

Am 28.10.2016 kam es am Chicago O´Hare Airport (USA) zum Versagen eines Turbinen-Rotors an einer Hochdruck-Turbinenscheibe an einem GE CF6-80 Triebwerk. Ursache hierfür war eine Gefüge-Anomalie mit eingelagerten Karbid-Stringern. Die qualifizierte Auffindung von Gefüge-Anomalien ist derzeit nur mittels Ätzprüfung an der Oberfläche von Bauteilen oder an Werkstoffproben möglich. Die Anwendung von KI an Ultraschall Rohdaten (Full A-Scan) eröffnet hier weitere Horizonte, um im Volumen eines Bauteiles Seigerungen erkennen zu können. Diese Arbeit zeigt die Erprobung eines KI-Modells auf der Basis Maschinelles Lernen und dessen momentane Leistungsfähigkeit auf. Des Weiteren werden aktuelle Limitationen bezüglich technischer Machbarkeit, Möglichkeiten zur verbesserten Datenqualität und Zulassung von KI-unterstützter Prüftechnik betrachtet.

VORTRAG 7

Synthetische Ultraschalldaten zur Verbesserung der Prüfaussage – Möglichkeiten und Grenzen von augmentierten und simulierten Daten beim maschinellen Lernen

Frank Schubert, Constanze Tschöpe | Fraunhofer IKTS, Dresden

Sebastian Uhlig, Ilkin Alkhasli | Fraunhofer IKTS, Cottbus

Matthias Wolff | BTU Cottbus-Senftenberg, Cottbus

In der Ultraschallprüfung ist in den letzten Jahren eine zunehmende Anwendung des maschinellen Lernens (ML) zu beobachten, um eine bessere Automatisierung und Entscheidungsfindung bei der Erkennung und Klassifizierung von Fehlern zu ermöglichen. Der Aufbau eines repräsentativen Trainingsdatensatzes für das überwachte Lernen stellt in den meisten Fällen eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar, da ausreichend repräsentative Daten sowohl von fehlerfreien als auch fehlerbehafteten Bauteilen vorliegen müssen. Bei den meisten Anwendungen sind jedoch Daten von fehlerhaften Teilen eher selten, so dass die mangelnde Datenabdeckung aktuell eines der Hauptprobleme bei der Anwendung von ML im Bereich der Ultraschallprüfung darstellt. Im vorliegenden Beitrag geben wir einen Überblick über verschiedene Methoden zur Erweiterung und Erzeugung synthetischer Ultraschalldaten, also von Daten, die nicht direkt aus experimentellen Messungen stammen, sondern aus diesen erzeugt oder gleich vollständig mittels mathematisch-physikalischer Simulation gewonnen wurden. Die Palette reicht dabei von Verfahren der Datenerweiterung (Data Augmentation) wie die Virtual Defect Method, Feature-Space-Augmentation oder Generative Adversarial Networks (GANs) bis hin zur physikalischen Modellierung von Ultraschalldaten mit numerischen, semi-analytischen oder hybriden Rechenverfahren wie Elastodynamische Finite Integrationstechnik (EFIT), Finite Elemente Methode (FEM), Finite Differenzen Methode im Zeitbereich (FDTD), Generalisierte Punktquellensynthese (GPSS), Gaußsche Strahlen etc. Wir präsentieren einen ersten thematischen Überblick über die Fortschritte der letzten Jahre im Bereich synthetischer und erweiterter Trainingsdaten für das maschinelle Lernen und versuchen, aktuelle Trends aus den verfügbaren Literaturstellen herauszuarbeiten. Dabei werden die Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren diskutiert und auch neueste Entwicklungen wie Physics-Informed Neural Networks (PINNs) miteinbezogen.

VORTRAG 8

Neue Konzepte für die automatische Inspektion von Eisenbahnschienen

Andreas Knam, Stephan Falter, Gerald Schneible | ROSEN Germany GmbH, Stutensee

Eisenbahnschienen werden im Rahmen der Qualitätskontrolle in der Fertigung auf vielfältige Weise geprüft, u. a. durch geometrische Profilmessungen, optische Oberflächenprüfung, Oberflächenrissprüfung und mittels Ultraschallprüfung auf innere Fehler.

Heutige Systeme, die dem Stand der Technik entsprechen, sind oft schon lange im Einsatz und geltende Normen, wie z. B. die EN 13674-1, werden oft seit mehreren Jahren nicht mehr aktualisiert.

Die zu erwartende zunehmende Bedeutung des Schienenverkehrs in naher und mittlerer Zukunft wirft die Frage nach fortschrittlichen Inspektionen jenseits der Normen auf. Für die Oberflächeninspektion kann dies durch spezielle Anordnungen von Wirbelstromsensoren erreicht werden, die am System angebracht werden und die Anzahl der Prüfkanäle und -ausrichtungen erhöhen.

Bei UT-Systemen bringt die Anwendung der Phased-Array-Technologie das Potenzial mit sich, die Abdeckung des geprüften Schienenprofils zu erhöhen und den Zugang zu Bereichen zu ermöglichen, die mit der Standardtechnologie nicht zugänglich waren. Für beide Systemtypen werden Konzepte vorgestellt und diskutiert, zusammen mit experimentellen Ergebnissen, die die Vorteile neuartiger Systeme auf dieser Basis demonstrieren. Basierend auf der multimodalen ROMIS-Inspektionsplattform von Rosen verfügen die Systeme über homogene Schnittstellen zu Maschinen und Menschen, die modernen Industrie 4.0-Richtlinien folgen.

VORTRAG 9

Der Photoelastic Imager, ein innovatives Verfahren für die Ultraschallprüfung – ausgewählte Anwendungen

Till Schmitte, Michael Kaack, Thomas Orth | Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg
Martin Spies | Baker Hughes – Process & Pipeline Services, Stutensee

Der Photoelastic Imager (PEI) ermöglicht die Darstellung von Ultraschallwellen in Glas unter Ausnutzung der Doppelbrechung. Zusätzlich wird das Schallfeld „eingefroren“, indem die Mess-Situation stroboskopisch beleuchtet wird. In den letzten Jahren finden sich dazu einige Veröffentlichungen, vor allem hat – neben eigenen Arbeiten - Ed Ginzel, Kanada, intensiv mit der Methode gearbeitet und verschiedenste praktische Prüfsituationen mittel PEI visualisiert und analysiert (siehe dazu ndt.net). Im vorliegenden Beitrag sollen nun aktuelle Messungen vorgestellt werden, dabei liegt ein Schwerpunkt auch auf dem Vergleich von PEI mit Simulationen. Hierbei konzentrieren wir uns auf Anwendungen mit Phased Array. Zusätzlich haben wir uns mit der Visualisierung von Schallfeldern von EMUS-Prüfköpfen beschäftigt. Die dargestellten Ergebnisse werden vor allem bei der Auslegung von Prüfköpfen angewendet, die bei der Produktionsprüfung von Rohren verwendet werden.

VORTRAG 10

Kombination von Detektion und Analyse mittels Dualfrequenz-Prüfkopf

Thomas Rehfeldt, Christian Fartely | Framatome GmbH, Erlangen

Jean-Francois Saillant | Framatome/Intercontrôle

In diesem Beitrag wird ein neues Gruppenstrahler-Prüfkopf-Konzept vorgestellt, welches die zeitgleiche Erzeugung zweier Frequenzen aus einem Prüfkopf ermöglicht. Dabei wurden zwei Schwinger übereinander geklebt und zusätzlich mit einer mittleren Elektrode versehen (stacked elements). Jedes Element des Prüfkopfes kann nun so beschaltet werden, dass sowohl das gesamte bzw. nur ein Teil des Schwinger-Elements angeregt wird. Dadurch kann eine geringere Frequenz (Anregung des Gesamtelements) und eine höhere Frequenz (Anregung des Einzelements) erzeugt werden. Die dabei erzeugten Frequenzen sind abhängig von der Dicke des übereinander geklebten Piezo-Komposite-Materials.

Durch die Verwendung dieses neuen Konzeptes eröffnen sich Anwendungen insbesondere für die wiederkehrende Prüfung in nuklearen Anlagen. Prüfungen, welche für die Detektion und Analyse unterschiedliche Prüffrequenzen vorschreiben, können somit vereinfacht und Strahlenexposition durch Verkürzung von Umbauzeiten bei Prüfkopfwechseln, verringert werden.

VORTRAG 11

Von Progressive SAFT bis KI: Fortgeschrittene Signalverarbeitung für die assistierte Handprüfung

Florian Römer, Fabian Krieg, Sayako Kodera | Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Die Handprüfung ist in vielen UT-Anwendungen noch immer weit verbreitet. Assistenzsysteme stellen im Bereich der Handprüfung eine wertvolle Bereicherung dar. Zum einen erlauben sie eine verbesserte Dokumentation und Nachvollziehbarkeit des gesamten Prüfprozesses. Zum anderen können sie die Prüfenden bei der Aufgabe unterstützen und wertvolle Assistenzinformationen liefern. Eine kontinuierliche Erfassung der Position des Prüfkopfes erlaubt die Zuordnung der aufgezeichneten A-Scans im räumlichen Zusammenhang. Basierend auf den dabei entstehenden Daten kann nun mit ausgewählten Methoden der Signalverarbeitung eine Aufbereitung, Rekonstruktion und Vorauswertung der Signale erfolgen, um daraus für die Prüfaufgabe relevantes Feedback zu generieren.

Der Beitrag gibt einen Überblick über Herausforderungen und Lösungsansätze in der Signalverarbeitung von UT-Daten in der Handprüfung mit Sensortracking. Neben dem Vorhandensein einer variierenden räumlichen Samplingdichte und potenziellen Artefakten aus der Natur der Handprüfung spielt dabei auch die Notwendigkeit der Echtzeitfähigkeit zum Generieren von Feedback eine wichtige Rolle. Im Beitrag beleuchten wir KI-Methoden zur Interpolation und Artefaktkorrektur ebenso wie Echtzeitrekonstruktion (Progressive SAFT) und Compressed Sensing Konzepte zur Datenreduktion für eine Cloud-basierte Architektur.

VORTRAG 12**KD Robotik Innovation: Neue Ansätze der mechanisierten Phased-Array-Ultraschallprüfung mittels automatisierter Defekterkennung und Remote Control Unterstützung**

Alexander Hoheisel, Helge Rast, Stefan Kierspel | KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG, Wuppertal

Die mechanisierte Phased-Array-Ultraschallprüfung (PAUT) hat sich als effektive Methode zur zerstörungsfreien Prüfung von Schweißnähten etabliert. Um die Effizienz und Genauigkeit weiter zu verbessern, werden innovative Ansätze zur automatisierten Schweißnahtverfolgung und Defektbewertung entwickelt. Dabei spielen kamera-basierte Überwachungssysteme mit Remote Control Unterstützung eine maßgebliche Rolle und unterstützen im globalen Einsatz an entlegenen oder schwer zugänglichen Stellen.

Die mechanisierte PAUT ermöglicht eine sichere und präzise Erkennung von Defekten durch die gezielte Ansteuerung mehrerer Ultraschallwandler und die exakte Anpassung des Phasenwinkels. Durch aktuelle Entwicklungen wie Phase Coherence Imaging (PCI), Total Focusing Method (TFM) oder Plane-Wave Imaging (PWI) ist es möglich, Defekte noch genauer zu charakterisieren. Eine optimale Ausrichtung der Prüfköpfe wird durch moderne laserbasierte Schweißnahtverfolgungssysteme gewährleistet.

Durch die Kombination von Scan-Robotern mit kamera-basierten Überwachungs- und Remote-Control-Systemen wird eine effiziente Prüfung großer und schwer zugänglicher Prüfbereiche an entfernten Standorten ermöglicht. Die Echtzeit-Datenübertragung erlaubt Remote-Experten die Überwachung, Bewertung und sofortige Rückmeldung.

Die manuelle Auswertung der Prüfdaten ist zeitaufwändig und fehleranfällig. Durch den Einsatz fortschrittliche Algorithmen und Mustererkennungstechniken werden automatisierte Defektbewertungsverfahren angewendet, um Defekte anhand ihrer Größe, Lage und Art zu klassifizieren. Dies ermöglicht eine präzise Beurteilung der Prüfergebnisse.

Zusammenfassung

Die mechanisierte PAUT mit automatisierter Defektbewertung und Remote Control Unterstützung bietet innovative Lösungsansätze zur Steigerung der Effizienz und Genauigkeit von Ultraschallprüfungen. Durch den Einsatz fortschrittlicher Algorithmen und die Integration von Remote-Control-Technologien eröffnen sich neue Möglichkeiten für schwer zugängliche Stellen und globale Ultraschallprüfungen..

VORTRAG 13

Noch eine Norm für die Ultraschallprüfung – Muss Das Sein?

Daniel Kanzler | Applied Validation of NDT, Berlin

Diese Frage lässt sich eindeutig mit „Ja“ beantworten.

Während viele Normen aktuell ein gewisses Mindestmaß an Fähigkeit für die zerstörungsfreie Prüfung gewährleisten, stellt sich immer noch die Frage: „Was kann meine Prüfanwendung eigentlich?“ Oder, mit anderen Worten: „Was ist eigentlich der größte Defekt, der mir durch die Lappen geht?“ Und: „Wieviel Anzeigen habe ich, die eigentlich nicht relevant sind?“

Seit 50 Jahren beschäftigt sich die Wissenschaft mit diesem Thema, erstellt unterschiedliche physikalisch statistische Modelle und setzt diese in hoch sicherheitsrelevante Anwendung um. Nach einer erfolgreichen Einführung bleiben diese Industrien auch den probabilistischen Denkansätzen treu und über den letzten Jahrzehnten wurde der Kreis der Anwender immer größer: Angefangen bei der Luft- und Raumfahrt, über den Bereich der Stromgewinnung und durch Kernenergie manifestiert sich die Zuverlässigkeit auch im Bereich des Eisenbahnwesens, des Bauingenieurwesens und ebenso im Automobilbau. Meist sind es die Anwender selbst, die den ersten Schritt gehen und die Früchte der Bewertungen ernten. Vermehrt kommen jedoch nun Aufsichtsbehörden in eine fordernde Rolle. Aus diesem Grund ist es wichtig, sich mit dem Thema „Zuverlässigkeit von Prüfverfahren“ noch tiefergehender zu beschäftigen.

Der Vortrag gibt in Bezug auf die Ultraschallprüfung einen Überblick, welche Normen sich mit dem Thema Zuverlässigkeit, POD & Co. beschäftigen. Darüber hinaus werden Beispiele von Anwendern gezeigt, welche bereits die Einführung erfolgreich abgeschlossen haben. Der Fokus des Vortrags ist weniger die mathematische Integration der Zuverlässigkeitsbewertungen als die zukünftigen Rahmenbedingungen, in denen die Ultraschallprüfung durchgeführt werden muss.

VORTRAG 14

Robuste Ultraschall-Prüfköpfe für eine solide Prüfaussage

Andreas Mück | SONOTEC GmbH, Halle

Die Ultraschallprüfung von Pipelines auf Risse und Korrosion mittels intelligenter Molche ist ein etabliertes Verfahren. Um die dabei entstehenden Kosten gering zu halten, wird eine „First Run Success Rate“ von 100 % angestrebt. Das stellt insbesondere an die Ultraschallwandler sehr hohe Anforderungen, da diese in der Pipeline zum Teil extremen Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Ihre Stabilität und einwandfreie Funktion ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Prüfung.

Das Erreichen dieser sehr hohen Stabilität wird durch die Auswahl geeigneter Materialien und ausführlicher Tests bereits im Entwicklungsprozess berücksichtigt. Dennoch kann nicht jeder Einsatzfall betrachtet werden. Anhand individueller Tests – unter Berücksichtigung von Medium, Druck und Temperatur – sollte die Machbarkeit einer Inspektion vorab geprüft werden.

Im Vortrag wird die Vorgehensweise für solche Tests vorgestellt. Es wird erläutert, welchen möglichst realitätsnahen Bedingungen die Ultraschallprüfköpfe ausgesetzt werden. Anschließend wird beschrieben, nach welchen Kriterien die Stabilität und Integrität der Prüfköpfe bewertet wird. Beispiele aus der Praxis runden den Vortrag ab.

VORTRAG 15

Herleitung von Abnahmebedingungen für die automatisierte Prüfung durch die Charakterisierung von Referenzfehlern

Thomas Würschig | Baker Hughes Digital Solutions GmbH, Hürth

Zum Nachweis der Leistungsfähigkeit von automatisierten Ultraschall-Prüfmaschinen werden künstlich hergestellte Referenzfehler verwendet. Diese werden durch Normen oder werksinterne Prüfvorschriften definiert und spiegeln die für die Anwendung kritischen Fehlertypen der zu inspizierenden Produkte wider. Die Zuverlässigkeit des Prüfsystems wird aus der Amplitudenschwankung der Fehleramplituden in einer Reihe von Wiederholungsfahrten mit gleichen Prüfbedingungen abgeleitet. Für ausgedehnte Referenzfehler, die größer als die Schallfeldbreite sind, wird der Schussabstand an die Größe des Referenzfehlers angepasst, um den Durchsatz zu erhöhen. Für die festgelegten Abnahmekriterien hinsichtlich der Wiederholbarkeit wird dabei ein ideales Reflektionsverhalten des Referenzfehlers angenommen. Allerdings ist es aufgrund der immer weiter steigenden Anforderungen an die Prüfgenauigkeit der Systeme notwendig, die Qualität des eingebrachten Referenzfehlers zu evaluieren, weil diese einen zum Teil erheblichen Einfluss auf die erzielten Prüfergebnisse hat. Hinsichtlich der Bewertung für die Ultraschallprüfung muss dazu neben rein mechanischen Messungen der Fehlergröße das charakteristische Reflektionsverhalten des Referenzfehlers hinzugezogen werden. Im Beitrag wird eine Methode präsentiert, die auf der Auswertung der Homogenität und der effektiven Länge des projizierten Amplitudenprofils entlang der Fehlerachse basiert. Für beide werden theoretische Grenzen in Abhängigkeit der angewendeten Schwellhöhe diskutiert. Die Schwellhöhe ist direkt mit der geforderten Wiederholbarkeit verknüpft. Im Weiteren wird auf die empirische Auswertung eines großen Datensatzes eingegangen, der mit Referenznuten verschiedener Länge, Tiefe und Orientierung erzielt worden ist. Eine Haupteckenerkenntnis ist, dass sich ein universeller Zusammenhang zwischen Referenzgüte und effektiver Länge herstellen lässt. Mit der zugehörigen Parametrisierung ist es nun möglich, Grenzen für die Fehlergüte unter normalen Produktionsbedingungen zu definieren. Darüber hinaus kann für Fehler verminderter Güte ein Reduzierungsfaktor für die Prüfgeschwindigkeit in den Abnahmefahrten hergeleitet werden, womit eine Möglichkeit geschaffen wird, ggf. auf eine teure und zeitintensive Neuanfertigung von Referenzfehlern verzichten zu können.

VORTRAG 16

Additive Fertigung von Testkörpern mit Referenzreflektoren für die Ultraschallprüfung

Stefan Keuler, Anne Jüngert | Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart
Thomas Heckel, Dirk Gohlke, Stephan Gohlisch, Christian Hassenstein | Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

In der Ultraschallprüfung erfolgt die Bewertung von Ungängen mithilfe definierter Ersatzfehlergrößen. Eine Methode, die dabei angewendet wird, ist die Vergleichskörper-Methode. Diese Methode bietet den Vorteil, dass alle prüfrelevanten Einflüsse des Werkstoffs in der erstellten DAC-Kurve berücksichtigt werden. Allerdings gestaltet sich die Herstellung genau definierter Reflektoren mit herkömmlichen Methoden als herausfordernd. Hier kann die additive Fertigung Abhilfe schaffen. Diese ermöglicht die Herstellung von inneren Strukturen mit komplexen Geometrien, ohne dass äußere Zugänge erforderlich sind. Dadurch können innenliegende Testfehler verschiedenster Formen, wie zum Beispiel Kreisscheibenreflektoren, ohne störende Bohrkannäle erzeugt werden. Aus der Verwendung additiv hergestellter Testkörper ergeben sich zusätzliche Fragestellungen, wie z. B. der schichtweise Aufbau der Testkörper und die Oberflächenbeschaffenheit der freien Oberflächen. Im Beitrag wird nicht nur der Einfluss des schichtweisen Aufbaus des Testkörpers auf die Ausbreitung der Schallwelle untersucht, sondern auch die Reflektionseigenschaften der erzeugten Testfehler. Zudem wird die Notwendigkeit einer Vorbereitung der Prüffläche für die Ankopplung des Ultraschallprüfkopfs genauer betrachtet.

VORTRAG 17

Rissdetektion unterhalb des Nietkopfes am Beispiel der Eisenbahnbrücke Meißen

Ralf Steinhausen | Forschungszentrum Ultraschall gGmbH, Halle

Lars Sieber, Thomas Riedel | HTW Dresden

Genietet Stahlkonstruktionen sehen häufig schön aus und sind Beispiele für beeindruckende Ingenieurskunst. Brücken für den Eisenbahn- und Straßenverkehr oder Fußgängerbrücken sind noch vielfach in Deutschland zu finden. Viele dieser Bauwerke sind um die 100 Jahre alt und es stellt sich verstärkt die Frage nach der Standsicherheit.

Neben Korrosionsschäden sind es vor allem Risse, die durch große zyklische Belastungen wie Zugverkehr entstehen können. Ausgangspunkt der Risse ist dabei häufig das Nietloch, so dass der Riss zunächst unerkant unter dem Nietkopf wachsen kann. Die bisherige Rissprüfung am Nietkopf ist im Allgemeinen eine Sichtprüfung. Damit kann der Riss jedoch erst sicher detektiert werden, wenn er zum einen die Oberfläche erreicht und zum anderen so lang ist, dass er neben dem Nietkopf sichtbar wird. Dann ist es aber meist schon so dramatisch, dass zeitnahe Reparaturmaßnahmen oder Brückensperrungen vorgenommen werden müssen.

In einem Forschungsprojekt der HTW Dresden wurden an der Eisenbahnbrücke Meißen zunächst die am stärksten belasteten Nietverbindungen durch statische Berechnungen identifiziert. Die Elbbrücke besitzt 30 Querträger mit jeweils zwei Verbindungspunkten, an denen sich je vier kritischen Nietverbindungen befinden. Durch eine Belastungssimulation konnte gezeigt werden, dass es nur eine definierte Richtung der Rissausbreitung geben kann. Günstigerweise war diese durch die baulichen Gegebenheiten für eine Ultraschall-Prüfung mit der Phased-Array-Methode zugänglich.

Mit Hilfe von Vergleichskörpern mit gleicher Geometrie und definiert eingebrachten Nuten konnte die Phased-Array-Prüfung zunächst im Labor getestet und kalibriert werden. Im Labor waren sogar Anrisse mit 1 mm Länge nachweisbar. Anschließend wurden alle 320 Niete an der Elbbrücke im Feldversuch geprüft. Die Ergebnisse beider Prüfungen werden vorgestellt und der Einfluss der Praxisbedingungen diskutiert.

VORTRAG 18

Vergleich von Prüfergebnissen aus der FMC/TFM Methode mit Phase Coherence Imaging – was sind die Unterschiede?

Heiko Küchler | Evident Europe GmbH, Hamburg

Die Ultraschall FMC/TFM Methode wird seit einiger Zeit zur erweiterten Analyse von Anzeigen in der Praxis eingesetzt. Sie eignet sich besonders gut für die Darstellung kleiner Anzeigen und damit unter anderem der verbesserten Bewertung von Schweißnahtfehlern. Um hier insbesondere kleine Anzeigen noch vom Rauschen im Gefüge unterscheiden zu können, eignet sich die Auswertung mittels Phase Coherence Imaging (PCI). Hierbei handelt es sich um eine amplitudenfreie Technik. Zunächst werden die erfassten A-Scans normalisiert. Dann wird die Phasenverteilung der einzelnen A-Scans für jede Position in der TFM-Zone verglichen. Je höher der Kohärenzgrad zwischen den A-Scans für eine bestimmte Position ist, desto stärker ist die Signalantwort für diese Position (mit einem Maximum von 100 %). Reflexionen und Beugungen von Defekten führen letztendlich zu einer kohärenten Antwort, verglichen mit der inkohärenten Antwort der erfassten Signale von hochfrequentem Hintergrundrauschen. Dies macht die Identifizierung von Defekten, insbesondere bei kleinen Defekten in verrauschten oder dämpfenden Materialien, sehr einfach.

Ultraschallscans, die erst mit der FMC/TFM Methode aufgenommen wurden, werden dann direkt mit der PCI Methode verglichen. Es ist gut zu erkennen, dass verrauschte Anzeigen aus dem TFM Bild in PCI deutlich realer und klarer dargestellt werden können. Dadurch birgt sich hier ein enormer Vorteil bei der Prüfung von Schweißnähten mit grobem Gefüge, gute Darstellung von Einschlüssen und Poren, deutlichere Erkennung von Schädigungen am Gefüge bei Stählen in einem sehr frühen Stadium wie z. B. bei HTHA.

VORTRAG 19

Möglichkeiten und Grenzen der roboterbasierten Luftultraschallprüfung

Marc Kreutzbruck, Timo Reindl, Linus Littner, Julian Ehrler | Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart

Zur zerstörungsfreien Materialprüfung (ZfP) von großflächigen Leichtbauteilen wurde am Institut für Kunststofftechnik der Universität Stuttgart eine flexible Dualroboteranlage konzipiert und aufgebaut. Die Anlage besteht aus zwei Roboterplattformen, die auf Luftkissen gelagert frei positionierbar sind. Über ein Laser-Sensor-System werden die für viele ZfP-Verfahren notwendigen, hohen Anforderungen an die Positionier- und Bahnengenauigkeit der Roboter erreicht. Verschiedene Verfahren wie Ultraschall, Wirbelstrom, Thermografie oder auch viele neuartige Prüfansätze können über ein Werkzeugwechselsystem aufgenommen und eingesetzt werden.

Im Bereich der luftgekoppelten Ultraschallprüfung (ACUT) erlaubt das System die Erfassung von gekrümmten faserverstärkten Kunststoffbauteilen über mehrere Quadratmeter sowohl in Transmission als auch in Reflexion. Dies erlaubt vielfältige Untersuchungen im Bereich der Defektdetektion, Zuverlässigkeit der Prüfaussage sowie Materialcharakterisierung. Hierbei spielt das Polar-Scan Verfahren zur winkelabhängigen Ermittlung der Phasengeschwindigkeit von Longitudinal- sowie langsamer und schneller Transversalwelle eine besondere Rolle. Anhand dieser Kennwerte kann die Steifigkeitsmatrize eines untersuchten Prüfkörpers bestimmt werden. Für die Übertragung der Methode von Wasserbad auf ACUT ist aufgrund der geringeren Prüffrequenzen eine sehr genaue Positionierung der Prüfköpfe erforderlich, die sich nun durch das Robotersystem realisieren lassen.

Der vorliegende Beitrag zeigt darüber hinaus die Potenziale aber auch Grenzen der roboterbasierten Luftultraschallprüfung auf. Dabei wird auf aktuelle Praxisbeispiele eingegangen und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen im Bereich der roboterbasierten Luftultraschallprüfung gegeben.

Aussteller

Baker Hughes Digital Solutions GmbH

Kontakt: Thomas Fausten

Telefon: +49 170 4534666

E-Mail: thomas.fausten@bakerhughes.com

Webseite: www.bakerhughes.com/waygate-technologies

Neben dem aktuellen Ultraschallprüfgerät USM 100 präsentiert Waygate Technologies seine neueste Entwicklung in der Ultraschall-Familie, das RotoArray compact. Hier ist erstmals die gesamte Ultraschall-Phased-Array-Elektronik im Prüfkopf integriert. So benötigt der Prüfer neben dem Prüfkopf nur noch ein Tablett, an das der Rollenprüfkopf über einen USB-Stecker angeschlossen wird.

Robert-Bosch-Str. 3, 50354 Hürth

Dolphitech Germany GmbH

Kontakt: Ludger Epping

Telefon: +49 151 19146412

E-Mail: ludger.epping@dolphitech.com

Webseite: www.dolphitech.com

Dolphitech ist weltweit bekannt für qualitativ hochwertige und hochauflösende Produkte für die zerstörungsfreie Ultraschallprüfung, die eine unübertroffene Matrix-Imaging-Technologie zur Prüfung und Erkennung von Schäden, Abnutzungen und Defekten in unternehmenskritischen Anlagen in verschiedenen Branchen einsetzen.

Raufossvegen 40, 2821 Gjøvik, Norwegen

Eddyfi Europe SAS

Kontakt: Mara Gündel
Telefon: +44 1792 798711
E-Mail: mgundel@eddyfi.com
Webseite: www.eddyfitechnologies.com

Eddyfi Technologies bietet ein breit gefächertes Portfolio an ZfP-Instrumenten, Sensoren, Software und Roboterlösungen für die Inspektion kritischer Komponenten und Anlagen in Schlüsselindustrien wie Luft- und Raumfahrt, Öl und Gas sowie Energieerzeugung. Das Produktportfolio umfasst Array UT-, Wirbelstrom-Array- und andere Ultraschall- und elektromagnetische Geräte. Eddyfi Technologies hat seinen Hauptsitz im ZfP-Zentrum von Québec (Kanada), beschäftigt mehr als 750 Mitarbeiter, verfügt über 13 Niederlassungen weltweit und beliefert Kunden in mehr als 110 Ländern. Das Unternehmen hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Grenzen der fortschrittlichen zerstörungsfreien Prüfung zu erweitern, indem es verschiedene ZfP-Modalitäten anbietet und massiv in die Produktentwicklung investiert.

21 avenue du Québec, 91140 Villebon-Sur-Yvette, Frankreich

Evident Europe GmbH

Kontakt: Andrea Rackow
Telefon: +49 40 87709891
E-Mail: andrea.rackow@evidentscientific.com
Webseite: www.evidentscientific.com

Geräte zur zerstörungsfreien Prüfung:

Prüfgeräte/Phased-Array-Prüfgeräte | Ultraschallprüfgeräte | Phased-Array-Geräte (Gruppenstrahlertechnik) | Wirbelstromgeräte | Wirbelstrom-Array-Geräte | Bindungsprüfung | Dickenmessgeräte | Prüf- und Messköpfe, Sonden und Sensoren | Automatisierte Prüfsysteme | Gerätekonfiguration für ZfP-Systeme | Industrietaugliche Scanner für die zerstörungsfreie Prüfung | Olympus Scientific Cloud | Software

Caffamacherreihe 8-10, 20355 Hamburg

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG

Kontakt: Henning Kroemer
Telefon: +49 202 7192120
E-Mail: kroemer@karldeutsch.de
Webseite: www.karldeutsch.de

Die inhabergeführte Firma KARL DEUTSCH befasst sich seit ihrer Gründung im Jahre 1949 mit der Entwicklung und Herstellung von Geräten für die Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung.

Der Fokus der Präsentation liegt auf dem Thema „KD Robotik Innovation: Neue Ansätze der mechanisierten Phased-Array-Ultraschallprüfung mittels automatisierter Defekterkennung und Remote Control Unterstützung“.

Otto-Hausmann-Ring 101, 42115 Wuppertal

Screening Eagle Technologies

Kontakt: Wilfredo Sosa Perez
Telefon: +49 173 3983739
E-Mail: wilfredo.perez@screeningeagle.com
Webseite: www.screeingagle.com

- Vollständig rückverfolgbare Prüfdaten und schnelle Berichterstellung über die komplett nutzbare Funktionalität eines modernen Smart Tablets
- Cloud-Anbindung für Prüf- und Justierdatensätze zur sicheren Speicherung und für den Zugriff für autorisierte Prüfer und ZfP-Verantwortliche in Echtzeit
- Neue Einsatzmöglichkeiten im Extrembereich

Ringstr. 2, 8603 Schwerzenbach-Zürich, Schweiz

SONOTEC GmbH

Kontakt: Steffi Lorenz
Telefon: +49 345 13317823
E-Mail: steffi.lorenz@sonotec.de
Webseite: www.sonotec.de

Die Ultraschallprüfung von Pipelines mit intelligenten Molchen ist ein etabliertes Verfahren. Um die Kosten gering zu halten, wird eine „First Run Success Rate“ von 100 % angestrebt. Das stellt an die Ultraschallwandler sehr hohe Anforderungen, da diese z. T. extremen Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Ihre Stabilität und einwandfreie Funktion ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Prüfung.

Nauendorfer Straße 2, 06112 Halle (Saale)

Autor*in	Programm-Nr.
Alkhasli, I.	7
Dahmen, T.	1
Ehrler, J.	19
Elischberger, F.	6
Falter, S.	8
Fartely, C.	10
Fieber, M.	5
Fürst, M.	4
Gebhardt, W.	3
Gohlisch, S.	16
Gohlke, D.	16
Hassenstein, C.	16
Heckel, T.	5, 16
Hoheisel, A.	12
Islam, A.	5
Jüngert, A.	16
Kaack, M.	9
Kanzler, D.	13
Keuler, S.	16
Kierspel, S.	12
Knam, A.	8
Kodera, S.	11
Kreutzbruck, M.	19
Krieg, F.	11
Küchler, H.	18
Littner, L.	19
Mück, A.	14
Olm, G.	5
Orth, T.	9
Rast, H.	12
Rau, E.	6
Rehfeldt, T.	10
Reindl, T.	19
Riedel, T.	17
Römer, F.	11
Saillant, J.-F.	10
Scherleitner, E.	2
Schmitte, T.	9
Schneible, G.	8
Schubert, F.	7
Selch, M.	5
Sieber, L.	17

Autor*in	Programm-Nr.
Spies, M.	9
Steinhausen, R.	17
Taubenberger, K.	6
Tenczynski, L.	5
Tschöpe, C.	7
Uhlig, S.	7
Wolff, M.	7
Würschig, T.	15
Zhang, T.	5

www.ultraschall2023.dgzfp.de