

INHALT

Programm	3
Kurzfassungen	7
Aussteller	31
Liste der Autor*innen	35
Teilnehmendenliste	37

Moderation: T. Orth, Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH

09:00 **Begrüßung**

ERÖFFNUNGSVORTRAG

1 Willkommen in Schweinfurt, dem Herz der deutschen Wälzlagerindustrie

09:15 H. Speck¹

¹ SKF GmbH, Schweinfurt

Fehlerprüfung Teil 1

2 PoD-Studie für die Wirbelstromprüfung von Ermüdungsrissen an Stumpfnähten

09:45 R. Gansel¹, H.J. Maier¹, S. Barton¹

¹ Institut für Werkstoffkunde , Universität Hannover, Garbsen

3 Vergleichbarkeit von künstlich erzeugten Ersatzfehlern mit Realfehlern in der Wirbelstromprüfung

10:15

M. Seidel¹, C. Seidel¹, A. Zösch¹

¹ imq-Ingeieurbetrieb GmbH, Crimmitschau

4 Anwendung von Wirbelstromprüftechniken im Sektor Eisenbahninstandhaltung

10:45 I. Poschmann¹

¹ W.S. Werkstoff Service GmbH, Essen

11:15 **Pause**

Fehlerprüfung Teil 2: Rohre

5 Wirbelstromprüfung von ferritisch-austenitischen Duplexwerkstoffen und Nickel mit Phasenauswertung in der Wärmetauscherrohrprüfung

11:30

M. Awerbuch¹, B. Heutling², J. Uebrig¹

¹ Delta Test GmbH, Hambühren; ² GSI mbH, Niederlassung SLV Hannover

6 Wirbelstrom-Innenprüfung an Präzisionsrohren

12:00 M. Kaack¹, T. Schmitte¹

¹ Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg

7 Maßgeschneiderte Hochfrequenz-Wirbelstromsonden zur Detektion von Kohlenstofffasern

12:30

J. Hufert¹, M. Kreuzbruck¹, S. Joas¹

¹ Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart

13:00 **Mittagspause**

Schleifbrand

- 8**
14:00 **Herstellung und Verwendung von Vergleichskörpern für großflächige thermische Schädigungen mit flacher Gradation**
A. Zösch¹, A. Gopalan², K. Härtel¹
¹ imq Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau; ² Rohmann GmbH, Frankenthal
- 9**
14:30 **KI-basierte Wirbelstrom-Signalbewertung zur Klassifizierung von Schleifverbrennungen auf Stahlkugeln**
W. Korpus¹, J. Litau¹
¹ ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt
- 10**
15:00 **Wirbelstromprüfung auf Schleifbrand an Bauteilen aus innovativen Werkstoffen**
A. Zösch¹, K. Härtel¹, M. Seidel¹
¹ imq-Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau
- 15:30 **Pause**

Von Normen bis Schulung

- 11**
16:00 **Aktuelles aus der Normung**
R. Casperson¹
¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
- 12**
16:30 **Neuigkeiten und Wissenswertes zur Wirbelstromschulung der DGZfP**
K. Schilling¹, S. Rühle¹
¹ DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg
- 13**
17:00 **Muss es immer die Schulbank sein? – E-Learning bei Kursen nach ISO 9712**
S. Rühle¹
¹ DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg

Bauteile Teil 1

- 14** **Zerstörungsfreie Prüfung von Kfz-Massenteilen auf Wärmebehandlungsergebnis**
09:00 A. Horsch¹
¹ Arnold Horsch e.k., Remscheid
- 15** **Hochauflösende online Wirbelstromprüfung von PBF-LB/M Bauteilen mit GMR Arrays**
09:30 H. Ehlers¹, M. Pelkner¹, R. Thewes²
¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin; ² Technische Universität, Berlin
- 16** **Risse und Schleifbrand: Effiziente und sichere Prüfung von Wälzlagerkomponenten**
10:00 A. Gopalan¹
¹ Rohmann GmbH, Frankenthal
- 10:30 Pause

Bauteile Teil 2

- 17** **Auswertetechnik zur Prüfung von Nockenwellen mit Wirbelstrom**
11:00 E. Uhlmann¹, J. Polte¹, J. Fasselt¹, M. Bösing¹, N.-S. Koutrakis¹, C. Geisert¹
¹ Fraunhofer IPK, Berlin
- 18** **Einsatzmöglichkeiten der Wirbelstromprüfung entlang des Produktionsprozesses von Hybridbauteilen aus unidirektionalen Carbonfaser-Tapes und Integration in aktuelle Datenräume**
11:30 J. Oswald¹, D. Koster¹, C. Jungmann¹, J. Summa¹
¹ Fraunhofer IZFP, Saarbrücken
- 19** **Inlineprüfung von multiaxialen Kohlefasergelegten mittels Hochfrequenzwirbelstrom unter Verwendung modularer Sensorarrays**
12:00 M. Schulze¹, T. Schulze¹, M. Rake¹, M. Pooch¹, C. Pilz¹, M. Oemus¹, J. Michauk¹, H. Heuer¹
¹ Fraunhofer IKTS, Dresden
- 20** **ZfP (UT & ET) an Lagerringen, Rollen und Kugeln**
12:30 W. Deutsch¹, M. Maaß¹
¹ KARL DEUTSCH, Wuppertal
- 13:00 Mittagspause

Gerätetechnik

- 21** **Praktische Anwendung von Wirbelstrom-Messverfahren mit Drohnen**
14:00 J. Metz¹
 ¹ U-ROB GmbH, Bielefeld
- 22** **μEddy – ein Weg zum intelligenten Wirbelstromsensor**
14:30 G. Mook¹, Y. Simonin¹
 ¹ Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg
- 23** **FOERSTER TC – Prüfkanal für Linienprüfung und mobile Prüfung vereint**
15:00 M. Hauptvogel¹, M. Schmitz¹
 ¹ Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen
- 24** **Roboterbasierte Wirbelstromprüfung mit Arrays in der Raumfahrt**
15:30 G. Grzonkowski¹
 ¹ Rohmann GmbH, Frankenthal
- 16:00 **Schlusswort**

VORTRAG 1

Willkommen in Schweinfurt, dem Herz der deutschen Wälzlagerindustrie

H. Speck¹

¹SKF GmbH, Schweinfurt

Kurze, anekdotische Vorstellung des Tagungsorts Schweinfurt und seiner Industriegeschichte speziell mit Blick auf die über 100jährige Historie des Wälzlagerherstellers SKF am Standort. Ausflug in die Welt der Wälzlager und ihrer vielfältigen Einsatzgebiete.

VORTRAG 2

PoD-Studie für die Wirbelstromprüfung von Ermüdungsrissen an Stumpfnähten

R. Gansel¹, H.J. Maier¹, S. Barton¹

¹Institut für Werkstoffkunde, Universität Hannover, Garbsen

Für die Energiewende in Deutschland stellt die Offshore-Windenergie einen zentralen Baustein dar. Viele bestehende Offshore-Windenergieanlagen (WEA) erreichen jedoch demnächst das Ende ihrer geplanten Laufzeit. Grundlage für den Weiterbetrieb bei Beabsichtigung einer Laufzeitverlängerung von WEA ist eine sichere Bewertung des IST-Zustandes bestehender Anlagen. WEA verfügen sowohl über als auch unterhalb der Wasserlinie über eine hohe Anzahl an Schweißverbindungen. Tritt an diesen Verbindungen ein Versagen auf, entstehen erhebliche Risiken die bis zum Ausfall der WEA führen können. Um belastbare Aussagen zum Bauwerkzustand trotz der widrigen Umgebungseinflüsse treffen zu können und Folgeschäden zu vermeiden, ist eine sichere Detektion von Ermüdungsrissen an den Schweißverbindungen der Offshore-Strukturen unabdingbar. Weiterführend wird eine wirtschaftliche und zuverlässige Reparatur in nasser Umgebung erst durch belastbare Informationen über Rissposition und -größe ermöglicht. Um Aussagen über die Zuverlässigkeit einer Prüftechnik in Bezug auf die Prüfaufgabe zu bekommen, werden immer häufiger PoD (Probability of Detection)-Studien durchgeführt, um hierüber die Grenze einer sicheren Detektion ableiten zu können. Im Rahmen der PoD-Studie (â vs. a Modell) wurden an einer 1 m langen, dickwandigen Stumpfnah Nuten mit unterschiedlicher Tiefe und konstanter Nutbreite eingebracht. Die Nuten wurden erosiv mittels Wasserstrahl innerhalb der Wärmeeinflusszone erzeugt. Die S355J2+N Bleche hatten eine Materialstärke von 20 mm. Mithilfe dieser Methode zum Einbringen der Nuten konnten lokal sehr dünne Nutbreiten und variable Nuttiefen (u.a. < 0,1 mm) realisiert werden. Anschließend wurden unterschiedliche Differenzsensoren mit verschiedenartiger Spulenanordnung (senkrecht und parallel zur Prüfoberfläche) halbautomatisch senkrecht über die Schweißnähte geführt. Anhand der Prüfergebnisse wurde der Zusammenhang zwischen Signalantwort und Nuttiefe im Rahmen der PoD-Studie in Abhängigkeit des verwendeten Differenzsensors ausgewertet. Zudem wurde der Einfluss einer nicht leitfähigen Korrosionsschutzschicht auf die PoD untersucht und mit den Ergebnissen ohne zusätzlicher Schicht verglichen. Abschließend wurden die Sensoren anhand der PoD-Kurven, insbesondere mithilfe des $a_{90/95}$ Kennwerts, bewertet und hinsichtlich der Rissdetektion und der Risstiefenbestimmung verglichen.

VORTRAG 3

Vergleichbarkeit von künstlich erzeugten Ersatzfehlern mit Realfehlern in der Wirbelstromprüfung

M. Seidel¹, C. Seidel¹, A. Zösch¹

¹imq-Ingeieurbetrieb GmbH, Crimmitschau

Ersatzfehler spielen in der Wirbelstromprüfung eine zentrale Rolle. Sie bilden die Voraussetzung für eine hohe Prüfempfindlichkeit und das Erreichen einer hohen Bewertungssicherheit. Ersatzfehler müssen für die jeweilige Prüfaufgabe zugeschnitten sein und ähnliche Prüfsignale liefern wie die Effekte, die mit der Wirbelstromprüfung aufgespürt werden sollen. Für die richtige Einordnung und Interpretation der Prüfergebnisse stellt sich jedoch immer die Frage nach der Vergleichbarkeit von Ersatzfehlern und Realfehlern. Wie unterscheiden sich z.B. das Wirbelstromsignal eines natürlichen Risses von dem einer Nut, Kerbe o.ä.? Welche Parameter des Prüfsignals sind dabei relevant? Welchen Einfluss haben die geometrische Ausdehnung und die Form der Ersatzfehler? Ebenfalls spielen Herstellungsverfahren und dabei auftretende Einflussfaktoren eine Rolle. Außerdem können Gefügeänderungen im Randbereich der Ersatzfehler entstehen und sich auf das Prüfsignal auswirken, oder systemimmanente Merkmale der Prüfkörper (z.B. Oberflächenrauheit, Geometrieabweichungen) die Signalbewertung beeinträchtigen. Im Beitrag wird eine Literaturlauswertung vorgestellt. Außerdem werden eigene Untersuchungen zum Vergleich der Prüfsignale von Ersatzfehlern für Risse und Schleifbrand dargestellt und bewertet.

VORTRAG 4

Anwendung von Wirbelstromprüftechniken im Sektor Eisenbahninstandhaltung

I. Poschmann¹

¹W.S. Werkstoff Service GmbH, Essen

Bei der Prüfung sicherheitsrelevanter Eisenbahnkomponenten, wie z.B. Räder, Radsatzwellen oder auch Schienen, stehen im besonderen Fokus mögliche Ermüdungsrisse, die an der Bauteiloberfläche initiiert werden könnten. Die Wirbelstromprüfung ist ein leistungsfähiges ZfP-Verfahren, um solche Fehler mit hoher Zuverlässigkeit nachzuweisen. Der Vortrag stellt diverse Vorgehensweisen bei der Wirbelstromprüfung von Radsatzkomponenten im Rahmen der Eisenbahninstandhaltung vor und diskutiert insbesondere auch die Herstellung und Charakterisierung von Referenzkörpern mit künstlichen Referenzfehlern für solche Prüfanwendungen.

VORTRAG 5

Wirbelstromprüfung von ferritisch-austenitischen Duplexwerkstoffen und Nickel mit Phasenauswertung in der Wärmetauscherrohrprüfung

M. Awerbuch¹, B. Heutling², J. Uebrig¹

¹Delta Test GmbH, Hambühren

²GSI mbH, Niederlassung SLV Hannover

Bei der Prüfung von Wärmetauscherrohren sind die prüftechnisch etablierten Fälle diejenigen, die nicht-ferromagnetische Werkstoffe aufweisen, z.B. austenitische oder kupferbasierte Werkstoffe. Im Lauf der Jahre wurden bei Prüfung von ferromagnetischen Wärmetauscherrohren große Fortschritte gemacht hinsichtlich der Reduzierung der störenden hohen Permeabilität bis hin zur softwareseitigen Unterstützung der Prüfer bei der Signalauswertung im laufenden Prüfbetrieb. Die hartmagnetischen rostfreien ferritisch-austenitischen Duplexwerkstoffe wie z.B. 1.4462 oder der Super-Duplex 1.4410 (Alloy 2507, ASME SA789, S32750), dessen Korrosionsbeständigkeit noch besser ist, sind jedoch ein besonderer anspruchsvoller Fall. Gleiches gilt für Nickelrohre. Um die durch die Permeabilität dieser hartmagnetischen Werkstoffe hervorgerufenen Signalstörungen zu reduzieren, wurden besondere Sensoren entwickelt, die sich nach den Validierungen in der Entwicklungsphase bereits in ersten Einsätzen in der Wärmetauscherrohrprüfung bewährt haben. Im Beitrag soll ein Überblick über die Eigenschaften, Möglichkeiten und Grenzen dieser Duplexsensoren gegeben und erste Ergebnisse hinsichtlich der oben genannten Werkstoffe vorgestellt werden.

VORTRAG 6

Wirbelstrom-Innenprüfung an Präzisrohren

M. Kaack¹, T. Schmitte¹

¹Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg

Die Prüfung von Rohren mit kleinen Durchmessern mit Ultraschall ist oft nicht einfach zu realisieren. Auch kleine Abweichungen von der Prüfgeometrie erschweren die Einhaltung konstanter Prüfbedingungen bzw. Prüfeempfindlichkeiten und damit den sicheren Nachweis kleiner Defekte. Insbesondere erfordert, wie hier im zweiten Beispiel gezeigt, die Prüfung von Bauteilen mit einer nicht-zylindrischen Geometrie, einen hohen Prüfaufwand. In diesen Fällen kann die Wirbelstromprüfung eine Alternative bei der Prüfung auf kleine Innenfehler sein. Es ergibt sich zusätzlich der Vorteil einer trockenen Prüfung. Für die hier vorgestellte Prüflösung wurde eine Sonde in X-Konfiguration mit einer Spurbreite von ca. 2 mm gebaut. Um auch bei variierenden Innendurchmessern einen konstanten Liftoff einhalten zu können, wurde eine Halterung konstruiert, die in sich an Innendurchmesser zwischen 14,5 mm und 16,5 mm anpassen kann. Vergleichende Untersuchungen mit US- und WS-Techniken an HPL-Rohren (Hydraulik- und Pneumatik Leitungsrohren) zeigten gute Übereinstimmungen, aber auch abweichende Ergebnisse. An den Stellen mit US- wie auch WS-Anzeigen wurden metallographische Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungen an eingeformten Bauteilen wurden mit Hilfe eines Testrohres mit unterschiedlich tiefen Innennuten kalibriert. Eine Serien-Untersuchung von Bauteilen zeigte fehlerfreie Exemplare, solche mit einzelnen Anzeigen und mit gehäuften kleinen Anzeigen. Der Beitrag diskutiert an exemplarischen Ergebnissen die Nachweisempfindlichkeit der Wirbelstromprüfung für den hier dargestellten Anwendungsfall.

VORTRAG 7

Maßgeschneiderte Hochfrequenz-Wirbelstromsonden zur Detektion von Kohlenstofffasern

J. Hufert¹, M. Kreuzbruck¹, S. Joas¹

¹Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart

Als zerstörungsfreies Prüfverfahren hat sich die Wirbelstromprüfung bereits etabliert, um oberflächennahe Defekte in leitfähigen Werkstoffen kosteneffizient zu detektieren. Zur Prüfung von nur schwach leitfähigen Werkstoffen wie CFK mit einigen kS/m müssen höhere Prüffrequenzen (>1 MHz) verwendet werden, um messbare Wirbelströme im Prüfkörper zu induzieren. Hierdurch wird die Nachweisempfindlichkeit von Kohlenstofffasern gesteigert und im Grenzfall sogar die Detektion von Defekten in Isolatoren durch Nachweis von Verschiebungsströmen möglich. Der Frequenzbereich von Wirbelstromsonden wird jedoch maßgeblich durch deren Resonanzfrequenz limitiert. Um also eine Wirbelstromprüfung an schwach leitfähigen Werkstoffen durchzuführen, müssen hierzu die verwendeten Wirbelstromsonden an die vorherrschenden Prüfgegebenheiten angepasst sein.

In dieser Arbeit wird ein Reverse-Engineering-Ansatz gewählt, um für ein Wirbelstromprüfgerät der Rohmann GmbH Wirbelstromsonden zu konstruieren, die einen Frequenzbereich bis zu 30 MHz besitzen. Zunächst werden kommerzielle Wirbelstromsonden analysiert und auf Basis einer analytisch berechneten Resonanzfrequenz Spulen designt. Die Spulen werden in 3D gedruckte Gehäuse eingebettet und ihre elektrischen Eigenschaften vor dem Einsatz am Wirbelstromprüfgerät mit Hilfe eines Funktionsgenerators und Oszilloskops überprüft. Die experimentelle Charakterisierung der Wirbelstromsonden erfolgt an Prüfkörpern mit aufgeklebten Kohlenstofffaserbündeln, die unterschiedliche Faseranzahlen besitzen. Es konnte gezeigt werden, dass eine auf Empfindlichkeit optimierte Sonde in der Lage ist, zwei Einzelfasern zuverlässig und reproduzierbar nachzuweisen. Die in Versuchen geringste nachweisbare Faseranzahl der zur Verfügung stehenden kommerziellen Sonden liegt hingegen bei 117. Die Werkstoffprüfung an Isolatoren durch die maßgeschneiderten Hochfrequenz Wirbelstromsonden soll zukünftig durch weitere Steigerung der real erreichbaren Resonanzfrequenzen ermöglicht werden und dadurch die Lücke bis zur Mikrowellenprüfung in der GHz-Region schließen.

VORTRAG 8

Herstellung und Verwendung von Vergleichskörpern für großflächige thermische Schädigungen mit flacher Gradation

A. Zösch¹, A. Gopalan², K. Härtel¹

¹imq Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau

²Rohmann GmbH, Frankenthal

Wird bei der Bearbeitung von Oberflächen zu viel Wärme eingebracht, entstehen in der Randzone unerwünschte Gefügeänderungen, so genannte thermische Schädigungen. Beim Schleifen spricht man von Schleifbrand. Der Effekt kann bei der Feinbearbeitung auftreten, aber auch bereits in der Vorfertigung, wenn meist mit höheren Abtragsraten bzw. höheren Prozessgeschwindigkeiten gearbeitet wird. Eventuell auftretende geringe Schädigungen werden dann bei der Feinbearbeitung beseitigt. Bei größeren, tiefer gehenden Schädigungen kann es jedoch dazu kommen, dass die Gefügeänderungen nicht restlos entfernt werden, bzw. Eigenspannungsänderungen zurückbleiben. Das Schädigungsbild kann dann großflächig und mit allmählichem Übergang zum nicht geschädigten Bereich sein. Die Wirbelstromprüfung ist ein erfolgreich eingeführtes Verfahren zum Auffinden von Schleifbrand. Oft kommen hier hochauflösende differentielle Sensoren zum Einsatz, da gleichzeitig kleine Risse und Lunker gefunden werden sollen. Diese Sensoren erkennen zuverlässig thermische Schädigungen, die einen großen Gradienten aufweisen. Für die oben beschriebenen großflächigen Schädigungen mit kleinem Gradienten eignen sich diese Sensorsysteme nicht. Als Vergleichskörper für die Schleifbrandprüfung mit dem Wirbelstromverfahren haben sich Bauteile mit lasergenerierten Ersatzfehlern bewährt. Bei der Auslegung und Dimensionierung der Ersatzfehler liegt der Fokus meist auf der Herstellung möglichst kleiner Schädigungen, um die erforderliche Prüfempfindlichkeit nachzuweisen. Im Beitrag werden Ersatzfehler vorgestellt, die großflächige Schädigungen mit allmählichem Übergang zum nicht geschädigten Bereich simulieren. Es werden die relevanten Eigenschaften wie Gefügeänderungen, Härteverläufe und laterale Ausdehnung untersucht und dokumentiert. Die so erzeugten Vergleichskörper werden verwendet, um die geeignete Wirbelstromtechnik auszuwählen und zu optimieren. Hier kommen absolut arbeitende Wirbelstromsensoren zum Einsatz. Zusätzlich kann durch Auswertung der 2. Harmonischen eine sichere Detektion auch dieser, in der Praxis sehr relevanten Schädigungsbilder erfolgen. Im vorliegenden Beitrag wird eine simultane Prüfung mit differentiellen und absoluten Sensoren vorgestellt, die sowohl Risse und kleinflächige thermische Schädigungen als auch großflächige thermische Schädigungen mit kleinem Gradienten zuverlässig detektiert.

VORTRAG 9

KI-basierte Wirbelstrom-Signalbewertung zur Klassifizierung von Schleifverbrennungen auf StahlkugelnW. Korpus¹, J. Litau¹¹ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt

Der Nachweis von linienförmigem Schleifbrand auf Stahlkugeln (branchenintern Temper Lines genannt) ist eine regelmäßige, aber komplexe Aufgabenstellung in der Kugellagerindustrie. Je nach Anwendungsbereich der Kugeln ist das Auftreten von wenigen kurzen Verbrennungslinien (zumeist Anlasszonen mit wenigen Mikrometern Tiefe) zulässig, eine höhere Anzahl kurzer Linien oder längere, teils komplett umlaufende Linien dagegen nicht. Traditionell wird dieses Fehlermerkmal manuell mittels stichprobenbasiertem Nitalätzverfahren und anschließendem Vergleich mit unternehmensinternen Bildstandards abgesichert. Gestiegene Qualitätsanforderungen der Zielbranchen Windenergie und Bahn bedürfen künftig einer vollautomatischen ZfP-basierten Lösung zur 100% Prüfung. Hier bietet sich das Wirbelstrom-Verfahren mit Differenzsonde an, das auch schon als Standard für die Prüfung auf Oberflächenfehler an Kugeln zum Einsatz kommt. Allerdings sind heutige, Schwellwert-basierte Methoden der Auswertung und Interpretation von Wirbelstromsignalen nicht ausreichend, um eine automatische Bewertung und Klassifizierung analog des bisherigen Verfahrens vorzunehmen. Erste Erfolge liefern hier Deep Learning Lösungen auf der Basis von Convolutional Neural Networks, die in der Lage sind, Schleifbrandschäden an Stahlkugeln in ihrer geometrischen Ausprägung zu erkennen und zu klassifizieren. Dazu werden zunächst 100% der Oberfläche jeder Kugel mit einem eddyvisor Wirbelstromprüfgerät und einer 10-MHz-Hochfrequenz-Prüfsonde abgetastet. Nach Abschluss der Prüfung wird das resultierende Wirbelstrom C-Bild zur Auswertung in die speziell trainierte ibg ML-Software zum Scan Processing übertragen. Das Auftreten von Schleifverbrennungen und deren geometrisches Erscheinungsbild auf der Prüfteiloberfläche wird dabei von der Künstlichen Intelligenz (KI) zuverlässig erkannt und den Nitalätz-Bildstandards der Kugelhersteller entsprechend bewertet. Der vorliegende Vortrag soll einen Einblick in den Stand der Technik geben und künftige Entwicklungspotentiale aufzeigen.

VORTRAG 10

Wirbelstromprüfung auf Schleifbrand an Bauteilen aus innovativen Werkstoffen

A. Zösch¹, K. Härtel¹, M. Seidel¹

¹imq-Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau

Die Wirbelstromprüfung ist ein etabliertes Verfahren zu Schleifbrandprüfung. Voraussetzung für die hohe Bewertungssicherheit ist dabei die richtige Interpretation der Prüfsignale. Die Entstehung von Schleifbrand bei der Bearbeitung von herkömmlich martensitisch gehärteten Stahloberflächen ist bekannt und gut verstanden. Zunehmend spielen Werkstoffe eine Rolle, die von diesem Schema abweichen. Diese können z.B. unterschiedlichen Kohlenstoffgehalt aufweisen, höher legiert sein, oder das Härten erfolgt über thermisch-chemische Verfahren wie Nitrieren oder Karbonitrieren. Auch bei diesen Werkstoffen stellt sich die Frage, ob durch lokale Überhitzung des Gefüges eine Beeinträchtigung der Bauteileigenschaften eintritt. Oder aber, ob es zu lokalen Gefügeänderungen kommen kann, die die Wirbelstromprüfung beeinflussen. Der Chargeneinfluss durch Unterschiede in der Wärmebehandlung ist bekannt. Daher ist zu erwarten, dass lokale Wärmeeinbringung ebenfalls messbare Signaländerungen hervorbringen kann. Der Beitrag stellt eine Systematik vor, mit der die Schleifbrandgefährdung von Werkstoffen mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen und unterschiedlichen Wärmebehandlungen abgeschätzt werden kann. An Beispielen werden mögliche Gefügeänderungen diskutiert und die zugehörigen Wirbelstromsignale gezeigt. Weiterhin werden Effekte beschrieben, die bei lokaler Überhitzung von nitrierten Oberflächen auftreten können. Auch diese Effekte äußern sich bei der Wirbelstromprüfung und müssen bei der Interpretation der Prüfsignale berücksichtigt werden. An gezielt eingebrachten, lasergenerierten Ersatzfehlern werden Wirbelstromsignale und die Ergebnisse von Referenzuntersuchungen (Metallografie, Härtemessung, Nital-Ätzung) diskutiert und erste Schlussfolgerungen gezogen.

VORTRAG 11

Aktuelles aus der Normung

R. Casperson¹

¹Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Es wird ein Überblick über die aktuellen Aktivitäten im Bereich der Normung und Standardisierung der Wirbelstromprüfung und der ZfP im Allgemeinen bei DIN, ISO, IIV, ASTM und in den Fachausschüssen Wirbelstromprüfung und ZfP 4.0 der DGZfP gegeben.

VORTRAG 12

Neuigkeiten und Wissenswertes zur Wirbelstromschulung der DGZfP

K. Schilling¹, S. Rühle¹

¹DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg

Die Schulungen zur Wirbelstromprüfung (ET) bei der DGZfP im Ausbildungszentrum Magdeburg sind inzwischen fester Bestandteil des Schulungsangebotes. Durch die modulare Struktur der Schulungen, die im ersten Fachseminar Wirbelstromprüfung den Anwendern vorgestellt wurde, ist eine flexible Anpassung der Kursschwerpunkte auch zu neuen Themen sowie an kundenspezifische Anforderungen möglich. Der Vortrag soll einen Überblick zum aktuellen Stand der ET-Schulungen der DGZfP geben. Weiterhin werden Einblicke in die aktuell vom Fachausschuss Wirbelstromprüfung (FA ET) bearbeiteten Themen gewährt. Dies lässt wiederum einen Ausblick auf neue Themenschwerpunkte zu, die in die ET-Schulungen eingebracht werden. Gezeigt werden, neben den Neuerungen der Ausbildung, Beispiele aus dem aktuellen Unterrichtsgeschehen mit modernster Wirbelstromprüftechnik.

VORTRAG 13

Muss es immer die Schulbank sein? – E-Learning bei Kursen nach ISO 9712S. Rühle¹¹DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg

Die Wissensvermittlung nach DIN EN ISO 9712 beruht zur Zeit auf Präsenzveranstaltungen bei der Wissensvermittlung mittels einer Vorlesung und eines anschließenden Praktikums erfolgt. Dies ist verbunden mit einem sehr hohen Aufwand an Expertenwissen zur zfP in Form von Dozenten bzw. Trainern und an Gerätetechnik und Gebäuderessourcen. E-Learning bietet eine Alternative. Das Expertenwissen kann entkoppelt von Personenverfügbarkeit vermittelt werden. Ein mehrsprachiges Angebot ist mit diesem Schulungsinstrument ebenfalls denkbar. Der Teilnehmer kann sein Lerntempo selbst bestimmen und selbst Wiederholungsschritte zum Verständnis einlegen. Nach Blöcken des Wissenstransfers wird das erworbene Wissen in Form eines Tests abgefragt. Nach erfolgreichem Abschneiden werden neue Blöcke freigeschaltet. Die praktische Durchführung der zfP-Technik wird mit Hilfe von Videos vermittelt. Dies ist allerdings nur der erste Schritt und wird keinesfalls das Praktikum ersetzen. Insofern sehen die ersten Konzepte zu dieser Form der Wissensvermittlung eine Kombination aus E-Learning und Praktika vor. Gelingt die Einführung dieses Schulungskonzepts, so lässt sich die Anwesenheit eines Trainers auf ein Praktika und die Begleitung der praktischen Prüfung zum Kurs beschränken. Der eingangs erwähnte mit den üblichen Präsenzs Schulungen verbundene hohe Aufwand kann reduziert werden und wird für Firmen eine preisliche und zeitliche Form des neuen Lernens abbilden. Das Schulungsinstrument E-Learning kann das bewährte Konzept der Präsenzs Schulung sinnvoll ergänzen.

VORTRAG 14

Zerstörungsfreie Prüfung von Kfz-Massenteilen auf Wärmebehandlungsergebnis

A. Horsch¹

¹Arnold Horsch e.k., Remscheid

Die zerstörungsfreie 100%-Prüfung von Teilen durch Massenfertigung gewinnt immer mehr an Bedeutung. Insbesondere unter der Forderung der Null-Fehler-Toleranz ist es für die Hersteller von Massenteilen / Sicherheitsteilen erforderlich, eine 100%ige Härte- / Gefügeprüfung der Wärmebehandlungsergebnisse durchzuführen. Die Prüfung mit Magnetinduktiven Methoden sind hier die Verfahren der Wahl. Die aktuellen Methoden der magnetinduktiven Prüfung und die Vorteile der Mehrfrequenzprüfung, werden an Praxis Beispielen veranschaulicht. Geschichte der magnetisch-induktiven Prüfung Bestehende Methoden Wie funktioniert der Mehrfrequenz-Prüfung? Welche Art von Wärmebehandlungsfehlern können gefunden werden? Wie genau können Sie Teile trennen? max. Testgeschwindigkeit Praktische Anwendungen

VORTRAG 15

Hochauflösende online Wirbelstromprüfung von PBF-LB/M Bauteilen mit GMR ArraysH. Ehlers¹, M. Pelkner¹, R. Thewes²¹Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin²Technische Universität, Berlin

In den letzten Jahren haben additive Fertigungstechnologien an Bedeutung gewonnen. Für komplexe Funktionsbauteile oder die Produktion von Werkstücken in kleinen Stückzahlen kann das Laser-Pulverbettsschmelzen eingesetzt werden. Hohe Sicherheitsanforderungen, z. B. in der Luft- und Raumfahrt, erfordern eine umfassende Qualitätskontrolle. Daher werden nach der Fertigung zerstörungsfreie Offline-Prüfverfahren wie die Computertomographie eingesetzt. In jüngster Zeit wurden zur Verbesserung der Rentabilität und Praktikabilität zerstörungsfreie Online-Prüfverfahren wie die optische Tomographie entwickelt. In diesem Beitrag wird die Anwendbarkeit der Wirbelstromprüfung mit GMR Sensoren für die online Prüfung von PBF-LB/M Teilen demonstriert. Die Ergebnisse einer online Wirbelstromprüfung mit GMR Sensoren und einer Ein-Draht-Anregung werden gezeigt. Während des Produktionsprozesses wird für jede Lage eine Wirbelstromprüfung durchgeführt. Trotz hochauflösender Arrays mit 128 Elementen wird durch eine angepasste Hardware die Prüfdauer geringgehalten. So kann die Messung während des Beschichtungsvorgangs durchgeführt werden, ohne den Fertigungsprozess signifikant zu verlangsamen. Eine online Wirbelstromprüfung eines stufenförmigen Testkörpers aus Haynes282 über 184 Lagen zeigt, dass die Kanten nicht nur in der aktuellen Lage detektiert werden können, sondern auch in einer Tiefe von 400 µm, wenn eine Anregungsfrequenz von 1,2 MHz gewählt wird.

VORTRAG 16

Risse und Schleifbrand: Effiziente und sichere Prüfung von Wälzlagerkomponenten

A. Gopalan¹

¹Rohmann GmbH, Frankenthal

In der Wälzlagerindustrie ist die Wirbelstromprüfung der verwendeten Komponenten Standard. Zwei Schadensbilder müssen sicher gefunden werden: Kleine oberflächenoffene Risse und thermische Schädigungen wie z.B. Schleifbrand. Beide Fehlerbilder führen auf den Funktionsflächen von Lagerringen und Wälzkörpern im späteren Einsatz zu Ausfällen mit hohen Folgekosten. Für hochwertige Wälzlager bietet die Wirbelstromprüfung hier die Möglichkeit einer 100% Prüfung, sowohl bezogen auf den Anteil der zu prüfenden Teile als auch auf den Anteil der zu prüfenden Oberfläche eines Bauteils. Diese Prüfung erfolgt in automatisierten Prüfanlagen. Da Wälzlager in unterschiedlichen Industriezweigen zum Einsatz kommen, ergibt sich für diese Anlagen ein sehr großes Teilespektrum von der Prüfung von kleinsten Zylinderrollen oder Nadeln bis zur Prüfung von Großringen mit mehreren Metern Durchmesser z.B. für Windkraftanlagen oder Turmdrehkräne. Trotz der großen Vielfalt an mechanischen Prüfkonzepten unterscheiden sich die Problemstellungen der Wirbelstromprüfung hier weniger, als es auf den ersten Blick scheint. Die Vorteile der automatischen Auswertbarkeit und der großen Prüfgeschwindigkeit machen für alle diese Anwendungen die Wirbelstromprüfung mit kombinierten Differenz-Absolut-Sensoren, sowohl als Einzelsensor als auch als Sensorarray dieses Prüfverfahren zum Mittel der Wahl. Eine Kombination von verschiedenen Technologien innerhalb der Wirbelstromprüfung ermöglicht es hier, effiziente, sichere Prüfsysteme zu konzipieren. Zum Einsatz kommen schnelle Multiplexer mit Array-Sensoren um bei kurzen Prüfzeiten eine 100% Prüfabdeckung zu erreichen. Das Prüfgerät ELOTEST 600 ermöglicht die Kombination mit wegbasierten Filtern, um durchmesserunabhängig mit der optimalen Oberflächengeschwindigkeit zu prüfen und mit einer kurvenbasierten Abstandskompensation Abstandsschwankungen des Sensors zur Bauteiloberfläche zu kompensieren. Der Einsatz von Absolut- und Differenzsonde ermöglicht die gleichzeitige Prüfung auf kleine Risse, punktuelle thermische Schädigungen und auf großflächige, langsam einlaufende thermische Schädigungen. Der zusätzliche Einsatz der Oberwellenanalyse verbessert die Erkennung von großflächigen thermischen Schädigungen. Aufgenommen werden diese Signale als C-Scan auf einem leistungsfähigen PC mit einer Datenerfassungssoftware, die neben der Dokumentation zusätzlich die notwendigen Auswertungsfunktionen beinhaltet.

VORTRAG 17

Auswertetechnik zur Prüfung von Nockenwellen mit WirbelstromE. Uhlmann¹, J. Polte¹, J. Fasselt¹, M. Bösing¹, N.-S. Koutrakis¹, C. Geisert¹¹Fraunhofer IPK, Berlin

Zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) liefern im Vergleich zu zerstörenden Prüfungen (ZP) eine schnellere Rückmeldung über die Qualität der Bauteile und weniger Prüfausschuss. Die Prüfung mit Wirbelstrom ist eine weit verbreitete ZfP-Methode für Werkstoffe und Bauteile, basierend auf der werkstoffabhängigen magnetischen Induktion. Bisher war ihr Einsatz weitgehend auf die Riss- und Mikrostrukturprüfung beschränkt. Die Prüfung auf Härteanforderungen von oberflächengehärteten Bauteilen stellt aufgrund komplexer Kalibrierverfahren auf der Basis von ZP immer noch eine große Herausforderung dar. Die vorliegende Arbeit beschreibt eine Auswertetechnik zur Prüfung der Laserhärtung von Nockenwellen mithilfe von Wirbelstrom. Für die Entwicklung der nicht-linearen Auswertalgorithmen wurden Nockenwellen mit einer definierten, vom Sollwert abweichenden Härte an einem definierten Bauteilort hergestellt. Die Parameteroptimierung, insbesondere zur Bestimmung geeigneter Frequenzbereiche und Grund- sowie Oberwellen, erfolgte basierend auf experimentellen Untersuchungen der Nockenwellen. Mithilfe der generierten Messdaten wurden Kurvenformen und Toleranzbereiche entwickelt und mit Härtewerten aus der Vickers-Härteprüfung kalibriert. Die Anforderungen an die Härte der Nockenwellen, die aus der Oberflächenhärte (SH) und der Einhärtetiefe (SHD) bestehen, waren Kriterien für die Auswertetechnik. Als Ergebnis wurde eine grafische und nominelle Auswertung der Härte in unterschiedlichen definierten Bauteiltiefen mittels Wirbelstromprüfung entwickelt, die präzise erfasst, ob Bauteile die geforderte Zielhärte erreichen.

VORTRAG 18

Einsatzmöglichkeiten der Wirbelstromprüfung entlang des Produktionsprozesses von Hybridbauteilen aus unidirektionalen Carbonfaser-Tapes und Integration in aktuelle Datenräume

J. Oswald¹, D. Koster¹, C. Jungmann¹, J. Summa¹

¹Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Endlosfaserverstärkte thermoplastische Verbundwerkstoffe (Continuous Fiber-Reinforced Thermoplastics) weisen eine hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht auf und können warm umgeformt werden. Besonders bewährt hat sich der Einsatz von unidirektionalen Carbon endlosfaser Tapes (UD-Tapes) als Halbzeuge. Eine wirtschaftliche Fertigung ist durch Erzeugung von zweidimensionalen konsolidierten Gelegen als Zwischenschritt möglich. Diese werden in geschlossenen Werkzeugen im Hybrid-Spritzguss-Verfahren zu 3D Bauteilen umgeformt. Im Spritzguss-Verfahren werden Versteifungen wie z. B. Rippen sowie Montagehalterungen angebracht und die Bauteile hiermit funktionalisiert. Der Hybridprozess ermöglicht die effiziente Herstellung von Leichtbaustrukturen in Großserien und stellt eine Alternative zu Fertigungsverfahren auf Basis metallischer Werkstoffe dar. Zur Qualitätssicherung in sicherheitsrelevanten Bauteilen müssen Fehler vermieden und Schwankungen der Bauteil- und Materialeigenschaften lückenlos dokumentiert werden. Im Rahmen eines Fraunhofer-internen Projektes wurde ein digitaler Zwilling entlang der Wertschöpfungskette von der Tapeherstellung bis zum fertigen Bauteil aufgebaut. Hierzu wurden individuelle Material- bzw. Halbzeug-Eigenschaften des realen Bauteils sensorisch erfasst und mit Maschinendaten der Produktion sowie Simulationsdaten zusammengeführt. Da Carbonfasern eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, kann der Einsatz des Wirbelstromverfahrens in Betracht gezogen werden. Der Schwerpunkt des hier vorliegenden Beitrags beschäftigt sich mit den Einsatzmöglichkeiten der Wirbelstromtechnik entlang des Produktionsprozesses von Hybridbauteilen aus unidirektionalen Carbonfaser-Tapes sowie mit der Bereitstellung der Wirbelstromdaten in standortübergreifende Datenräume.

VORTRAG 19

Inlineprüfung von multiaxialen Kohlefasergelegen mittels Hochfrequenzwirbelstrom unter Verwendung modularer Sensorarrays

M. Schulze¹, T. Schulze¹, M. Rake¹, M. Pooch¹, C. Pilz¹, M. Oemus¹, J. Michauk¹, H. Heuer¹

¹Fraunhofer IKTS, Dresden

Um multiaxiale Hochleistungskohlefasergelege (sogenannte Non-Crimp-Fabrics) in voller Produktionsbreite zerstörungsfrei und inline zu prüfen, kommen aktuell nur optischen Verfahren unter Verwendung von Zeilenkameras zum Einsatz. Unsichtbare verdeckte Lagen sind mit diesen Methoden nicht inspizierbar, was das Verfahren demnach auf die obere bzw. untere Decklage beschränkt. Am Fraunhofer IKTS wurde basierend auf der industrieerprobten IKTS EddyCus® Pro II Wirbelstrom-plattform ein völlig neuartiges Wirbelstromarraysystem entwickelt, welches es ermöglicht auch verdeckte Kohlefaserlagen im Inneren eines multiaxialen Lagenaufbaus zu detektieren und zu bewerten. Das System ermöglicht es durch die modulare Erweiterung von Arrayelementen Produktionsbreiten von bis zu 101 blindpixelfrei, inline und bei Produktionsgeschwindigkeiten bis zu 5 m/s zu prüfen. Das System kann neben einer automatisierten Gassendetektion- und Fehlergrößenbewertung sowie einer Winkellagenvermessung auch metallische Verunreinigungen und eingenähte Kohlefaserflusen eindeutig klassifizieren. In diesem Vortrag wird ein theoretischer Einblick in die Hochfrequenzwirbelstromprüfung an Kohlefaserbauteilen gegeben sowie auf die speziellen Randbedingungen und Herausforderungen bei der Integration in ein industrietaugliches Arraysystem eingegangen. Insbesondere für den Kanalabgleich am anisotropen Kohlefasergelege mussten, über die in der Norm bekannten Abgleichverfahren hinaus, neuartige Methoden entwickelt werden, welche im Vortrag am praktischen Beispiel erörtert werden. Darüber hinaus wird das entwickelte modulare Wirbelstromsensormodul in einem virtuellen Laborrundgang vorgestellt.

VORTRAG 20

ZfP (UT & ET) an Lagerringen, Rollen und Kugeln

W. Deutsch¹, M. Maaß¹

¹KARL DEUTSCH, Wuppertal

In diesem Beitrag werden verschiedene Prüfanlagen für Produkte der Wälzlagerindustrie gezeigt. Die größte gezeigte Prüfanlage befasst sich mit der Phased Array Prüfung von Lagerringen bis 6.5 m Durchmesser! Bei kleinen Bauteilabmessungen ist das effiziente Handling ein wichtiges Kriterium. Ein weitere Herausforderung sind die kleinen Fehlergrößen, z.B. 0.5 mm KSR bei der Ultraschallprüfung.

VORTRAG 21

Praktische Anwendung von Wirbelstrom-Messverfahren mit Drohnen

J. Metz¹

¹U-ROB GmbH, Bielefeld

Bisher wurden Drohnen meist aus einer sicheren Distanz zu Bauwerken eingesetzt, um diese z.B. mit RGB oder Wärmebildkameras zu inspizieren. In diesem Vortrag werden die Möglichkeiten und Messmethoden vorgestellt, mit denen die Drohnen an eine Oberfläche "andocken", diese Reinigen und anschließend die Messung z.B. der Schichtdicke eines Korrosionsschutzes durchzuführen.

VORTRAG 22

μEddy ein Weg zum intelligenten Wirbelstromsensor

G. Mook¹, Y. Simonin¹

¹Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg

Die Integration von Wirbelstromsensoren in den Bearbeitungsprozess von Werkstücken stellt dann eine Herausforderung dar, wenn der Sensor bewegt werden muss. Insbesondere wegen der Übertragung analoger Signale von rotierenden Komponenten wächst der Bedarf nach Integration des Wirbelstromgerätes in den Sensor selbst oder zumindest dessen unmittelbare Nähe. Ist das Gerät klein genug, kann es sich mitbewegen, die Signale erfassen, auswerten und im Bedarfsfalle übertragen. Dazu bieten sich verschiedene Funkstandards wie Bluetooth, Wifi oder LTE an. Der Beitrag stellt ein Wirbelstromgerät auf der Basis eines Hochleistungs-Microcontrollers vor. Dieser erzeugt das Erregerfeld, erfasst die Messspannung und demoduliert sie in Real- und Imaginärteil. Diese Information kann auf ein stationäres Gerät übertragen oder auch im Controller direkt ausgewertet werden.

VORTRAG 23

FOERSTER TC-Prüfkanal für Linienprüfung und mobile Prüfung vereintM. Hauptvogel¹, M. Schmitz¹¹Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen

Im Bereich der Wirbelstromprüfung gibt es zwei relativ stark getrennte Bereiche. Die mobile Prüfung und die Linienprüfung. Die Applikationen und damit verbundenen Anforderungen an beide Anwendungen sind meist sehr ähnlich. Um sowohl der automatisierten Linienprüfung als auch der manuellen Wartungsprüfung gerecht zu werden, haben wir eine gemeinsame Basisplattform definiert. Aus dieser entstehen mehrere ähnliche, aber doch unterschiedliche, Produkte. Die Basis eines jeden Wirbelstromsystems bildet die Prüfhardware. Grundlegend sind die Anforderungen an diese gleich. Es soll ein Wirbelstromsignal generiert und ausgewertet werden. Die wichtigsten Parameter für die Hardware sind die Prüffrequenz und der Ausgangsstrom. Der geforderte Bereich der Prüffrequenz ist für Linien- und mobile Anwendungen gleich. Ein hoher Ausgangsstrom ist für einige Linienanwendungen essenziell (bspw. Oberwellenanalyse). Hier unterscheiden sich also mobiler und Linienprüfkanal geringfügig. FOERSTER hat einen neuen Basis-Prüfkanal (TC = Test Channel), welcher die Wirbelstromdaten generiert und digital bereitstellt. Die Daten werden für die mobile Anwendung zu einem Tablet gesendet und für die Linienanwendung an einen Industrie-PC mit Automatisierungsschnittstelle. Beide Systeme nutzen die gleiche Basissoftware. Die Basissoftware greift auf gemeinsame Sprachdatenbanken, Signalauswertungen und andere verwaltende Funktionen zu. Basierend darauf werden einzelne Funktionsmodule erstellt. So gibt es bspw. für die Linienanwendung das Modul MAGNATEST. Für die mobile Anwendung bspw. das Modul Universalprüfung. Beide Systeme, inline als auch mobile Prüfung, werden zukünftig ein Modul Leitfähigkeitsmessung bereitstellen können. An diesem Beispiel wird die Synergie deutlich, dass die Leitfähigkeitsmessung, die bisher der mobilen Prüfung vorbehalten war, auch für die automatisierte Prüfung verfügbar wird. Durch die Zusammenlegung der automatisierten Linien- und mobilen Wartungsprüfung können beide Bereiche voneinander profitieren und erhalten so, vor allem in der Zukunft, schnell weitreichende Erweiterungen.

VORTRAG 24

Roboterbasierte Wirbelstromprüfung mit Arrays in der Raumfahrt

G. Grzonkowski¹

¹Rohmann GmbH, Frankenthal

Viele Prüfanwendungen im Bereich der automatisierten Wirbelstromprüfung erfordern komplexe Sensorbewegungen am Bauteil. Der EloScan als roboterbasiertes Wirbelstrom Prüfsystem ist bereits seit über 20 Jahren für solche Prüfaufgaben im Portfolio der Rohmann GmbH fest etabliert. Aufgrund kürzerer Prüfzeitanforderungen, wechselnden Prüfkonturen und der Weiterentwicklung von Array Sensoren wurde die Integration der Arrays mittels Multiplex in verschiedenen Systemen realisiert und ist bei Kunden weltweit erfolgreich im Einsatz. Am praktischen Beispiel zweier Prüfanlagen für die Raumfahrt wird der aktuelle Stand dieser Technologie näher erläutert. Erstmals wurde auch die EMDC (Elektro-Mechanical-Distance-Compensation) in einem der Systeme realisiert, welche ein Nachführen des Arrays ermöglicht und der Prüfabstand hierdurch bei 0.1 mm konstant gehalten werden kann. Für eine optimale Sensorführung verschiedener Tools und für ein einfaches Hinzufügen weiterer Teiletypen bzw. Prüfungen setzt die Rohmann GmbH auch bei diesen Systemen auf eine CAD/CAM Lösung.

Delta Test GmbH

Brigitta 15 | 29313 Hambühren

Kontakt: Joachim Uebrig

Tel.: +49 172 5113551

E-Mail: uebrig@deltatest.de

Webseite: <https://deltatest.de>

Praktische Vorführung zum Vortrag "Wirbelstromprüfung von ferritisch-austenitischen Duplexwerkstoffen und Nickel mit Phasenauswertung in der Wärmetauscherrohrprüfung".

Eddyfi Technologies

1 Rue Terre-Neuve | 1940 Les Ulis, Frankreich

Kontakt: Mara Gündel

Tel.: +49 172 6900 458

E-Mail: mgundel@eddyfi.com

Webseite: <https://eddyfi.com>

Ausgestellte Geräte:

- Reddy: Das Reddy ist ein tragbares, Oberflächen-Wirbelstrom-Array (Eddy Current Array - ECA) Sonderprüf- und Messgerät. Ausgestattet mit der neuesten Technologie, bietet das Reddy und die eingebettete Datenanalysesoftware, die intuitivste Benutzererfahrung, Echtzeit-C-Scans, eine moderne, robuste und große Multi-Touch-Oberfläche, sowie viele andere Funktionen, die schnelle Oberflächeninspektionen mit hohem PoD-Wert ermöglichen. Lernen Sie das erste tragbare Gerät kennen, das die ECA-Oberflächeninspektion für eine Vielzahl neuer Anwendungen ermöglicht.
- Spyne-Sonde: ein anpassungsfähiges Oberflächen-Wirbelstrom-Array (ECA)-Screening-Tool - wurde speziell für die Maximierung der Produktivität bei der Erkennung von Spannungskorrosionsrissen (Stress Corosion Cracking - SCC), Rissen, unterirdischen Defekten und Lochfraß in verschiedenen kritischen Komponenten entwickelt.
- MIZ 21 C von Zetec

Evident Europe GmbH (Olympus)

Caffamacherreihe 8-10 | 20355 Hamburg

Kontakt: Andrea Rackow

Tel.: +49 40 237734612

E-Mail: andrea.rackow@olympus.com

Webseite: <https://www.evidentscientific.com>

Evident Industrial umfasst Mikroskope und Videoskope, Produkte für zerstörungsfreie Prüftechniken sowie RFA-Analysatoren. Die Technologien von Evident richten sich an Kunden in den Bereichen Produktwartung und -fertigung sowie Umweltuntersuchungen. Evident Produkte stützen sich auf hochmoderne Technologien und finden weitverbreiteten Einsatz in der Qualitätskontrolle, in der Infrastrukturprüfung und in der Messtechnik.

Fraunhofer IKTS

Maria-Reiche-Str. 2 | 01109 Dresden
Kontakt: Andrea Gaal
Tel.: +49 351 88815 671
E-Mail: andrea.gaal@ikts.fraunhofer.de
Webseite: <http://www.ikts.fraunhofer.de>

Wirbelstromtechnik

ibg Prüfcomputer GmbH

Pretzfelder Str. 27 | 91320 Ebermannstadt
Kontakt: Wolfgang Korpus
Tel.: +49 9194 7384 0
E-Mail: w.korpus@ibgndt.de; m.schmid@ibgndt.de
Webseite: <http://www.ibgndt.de>

ibg - global aktiver Hersteller von Wirbelstromprüftechnik zur Detektion von Oberflächendefekten und Schleifbrand sowie zur magnetinduktiven Materialuntersuchung.
In Schweinfurt zeigen wir unsere neue Deep Learning AI-basierte Scan Processing Software im Zusammenspiel mit einer ibg AVIKO 60100 Kugelprüfmaschine. Die speziell entwickelte künstliche Intelligenz verarbeitet das C-Bild der Wirbelstrom-Prüfung und klassifiziert, in welchen geometrischen Flächenausprägungen Schleifbrand an der Kugeloberfläche auftritt.

Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG

In Laisen 70 | 72766 Reutlingen
Kontakt: Michael Pfaller
Tel.: +49 151 68412296
E-Mail: michael.pfaller@foerstergroup.com
Webseite: <https://www.foerstergroup.de>

Vorstellen der neuen modularen Gerätegruppe TCL / TCM (Test Channel One / Mobile) für die zerstörungsfreie Prüfung metallischer Werkstoffe auf magnetische und/oder elektrische Eigenschaften, bzw. Rissprüfung an Oberflächen mithilfe von Wirbelstrom-Sensoren. Die Prüfgeräte finden beispielsweise Einsatz in der Automobil- und Luftfahrtindustrie in der Produktion als auch in der Wartung und Instandhaltung. Schwerpunkte sind die Prüfung sicherheitsrelevanter Bauteile, typische Prüfaufgaben sind Härtekontrollen, Materialunterscheidung, Sortentrennung, Rissprüfung oder die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co. KG

Otto-Hausmann-Ring 101 | 42115 Wuppertal
Kontakt: Michael Maaß
Tel.: +49 1511 1222339
E-Mail: maass@karldeutsch.de
Webseite: <http://www.karldeutsch.de>

ZfP an Lagerringen, -rollen und -kugeln, Feldstärkemessgerät, Schichtdickenmessgerät

Rohmann GmbH

Carl-Benz-Str. 23 | 67227 Frankenthal

Kontakt: Petra Rohmann

Tel.: +49 6233 3789 0

E-Mail: petra.rohmann@rohmann.deWebseite: <https://www.rohmann.de>

Die Rohmann GmbH stellt ihr neustes Wirbelstrom-Handgerät aus, sowie das aktuellste Inline-Wirbelstromgerät. Die Geräte werden mit entsprechenden Applikationen präsentiert. Wir werden ergänzend Videos auf einem TFT-Bildschirm präsentieren und Prospekte auslegen.

Rosen Gruppe

Am Seitenkanal 8 | 49811 Lingen

Kontakt: Mandy Sagasser

Tel.: +49 591 9136 9797

E-Mail: msagasser@rosen-group.comWebseite: <https://www.rosen-group.com>

Vorstellung von Dienstleistungen und Produkte im Bereich der Wirbelstromprüfung

Springer New Technologies GmbH

Mörikestr. 18 | 75397 Simmozheim

Kontakt: Hauke Springer

Tel.: +49 151 12155178

E-Mail: hauke@springernewtech.comWebseite: <https://www.springernewtech.com>

EM-ReSt.: Elektromagnetische Messmethode zur in-line Messung von remanenter Spannung und Microrissen in den Lagen bei der Metall Additiven Fertigung mit dem Ziel der Vorbeugung von Fertigungsfehlern. Die neue EM-ReSt.-Messeinrichtung wird als „Add-On“ mit in den AM-Prozess eingeführt. Die EM-ReSt.-Methode kombiniert EMAT- und Wirbelstrommessverfahren.

W.S. Werkstoff Service GmbH

Katernerberger Straße 107 | 45327 Essen

Kontakt: Michael Unger

Tel.: +49 201 316844 18

E-Mail: m.unger@werkstoff-service.deWebseite: <https://www.werkstoff-service.de>

Akkreditiertes Prüflabor (EN 17025), zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, zerstörende Werkstoffprüfung, mechanisch-technologische Prüfung, Metallographie, akkreditierte Inspektionsstelle (EN 17020), Schadensanalyse, Gutachten, ZfP Kompetenzstelle (DIN 27201-7), Labor, Beratung, Werkstofftechnik, akkreditierte 3D-Koordinatenmesstechnik, Wasserstrahlschneidanlage, Wärmebehandlung, Umformen, Urformen, Eisenbahn, Qualifizierung, Berufliche Rehabilitation, Berufliche Integration, zertifizierte Ausbildung, zertifizierte Weiterbildung (AZAV)

AUTOR*IN	PROGRAMM-NR.	AUTOR*IN	PROGRAMM-NR.
Awerbuch, M.	5	Metz, J.	21
Barton, S.	2	Michauk, J.	19
Bösing, M.	17	Mook, G.	22
Casperson, R.	11	Oemus, M.	19
Deutsch, W.	20	Oswald, J.	18
Ehlers, H.	15	Pelkner, M.	15
Fasselt, J.	17	Pilz, C.	19
Gansel, R.	2	Polte, J.	17
Geisert, C.	17	Pooch, M.	19
Gopalan, A.	8, 16	Poschmann, I.	4
Grzonkowski, G.	24	Rake, M.	19
Härtel, K.	8, 10	Rühe, S.	12, 13
Hauptvogel, M.	23	Schilling, K.	12
Heuer, H.	19	Schmitte, T.	6
Heutling, B.	5	Schmitz, M.	23
Horsch, A.	14	Schulze, M.	19
Hufert, J.	7	Schulze, T.	19
Joas, S.	7	Seidel, C.	3
Jungmann, C.	18	Seidel, M.	3, 10
Kaack, M.	6	Simonin, Y.	22
Korpus, W.	9	Speck, H.	1
Koster, D.	18	Summa, J.	18
Koutrakis, N.-S.	17	Thewes, R.	15
Kreutzbruck, M.	7	Uebrig, J.	5
Litau, J.	9	Uhlmann, E.	17
Maier, H.J.	2	Zösch, A.	3, 8, 10

-
- | | | |
|-----|-------------------------|--|
| 1. | Achtzehn, Jan | Fertigungsgerätebau A. Steinbach GmbH & Co. KG, Salz |
| 2. | Augner, Robert | Daimler Truck AG, Abt. TT/OSG, HPC 088, Gaggenau |
| 3. | Averbeck, Robert, Dr. | ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt |
| 4. | Awerbuch, Maksym | Delta Test GmbH, Hambühren |
| 5. | Barleben, Thomas | TBQS, Eberswalde |
| 6. | Beer, Oskar, Dr. | Präzisionskugeln Eltmann GmbH, Eltmann |
| 7. | Bittner, Sebastian, Dr. | GMH Prüftechnik, Nürnberg |
| 8. | Blum, Franz | Schaeffler tech. AG & Co. KG, Schweinfurt |
| 9. | Burchards, Jürgen | MTU Aero Engines AG, München |
| 10. | Casperson, Ralf | Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, (BAM), Berlin |
| 11. | Cierpinski, Manfred | Gollub Werkstoffprüfung GmbH & Co. KG, Bad Friedrichshall |
| 12. | Deutsch, Wolfram, Dr. | Karl Deutsch Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co.KG, Wuppertal |
| 13. | Dilz, Karsten | Prüftechnik Linke & Rühle GmbH, Magdeburg |
| 14. | Dinold, Günther | NDT-CONSULT, Wien, Österreich |
| 15. | Düfert, Uwe | MT Aerospace AG, Augsburg |
| 16. | Esser, Sascha | Neapco Europe GmbH, Düren |
| 17. | Fasselt, Janek | Fraunhofer IPK, Berlin |
| 18. | Fieber, Mike | DB Netz AG - Schienentechnik, Frankfurt am Main |
| 19. | Fößel, Jürgen | Präzisionskugeln Eltmann GmbH, Eltmann |
| 20. | Gansel, René | Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover, Garbsen |
| 21. | Geiger, Jens | N-DECT GmbH, Pretzfeld |
| 22. | Gopalan, Ashwin, Dr. | Rohmann GmbH, Frankenthal |
| 23. | Gündel, Mara | Eddyfi Technologies, Hamburg |
| 24. | Grzonkowski, Gregor | Rohmann GmbH, Frankenthal |
| 25. | Haeusner, Daniel | Schaeffler, Röthlein |
| 26. | Hansen, John | ETher NDE, St Albans, Großbritannien |
| 27. | Hauptvogel, Mathias | Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen |
| 28. | Heutling, Bernd, Dr. | GSI mbH, Niederlassung SLV Hannover |
| 29. | Hinterkörner, Robert | Voestalpine Grobblech GmbH, Linz, Österreich |
| 30. | Hofmann, Armin | Volkswagen AG, Wolfsburg |
| 31. | Höpp, Stefanie | MTU Aero Engines AG, München |
| 32. | Horndasch, Manfred | ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt |
| 33. | Horsch, Arnold | Arnold Horsch e.K., Remscheid |
| 34. | Hufert, Jonas | Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart |
| 35. | Ihrig, Jörg | ibg SWISS AG, Stans, Schweiz |

36.	Jahn, Marco	Framatome GmbH, Erlangen
37.	Kaack, Michael, Dr.	SZMF, Duisburg
38.	Kaiser, Christoph	LAW NDT Mess- und Prüfsysteme GmbH, Schiesheim
39.	Kerner, Wolfgang	thyssenkrupp Dynamic Components GmbH, Ilsenburg
40.	Knüttel, Matthias	Daimler Truck AG, Mannheim
41.	Korpus, Wolfgang	ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt
42.	Koster, Dirk	Fraunhofer IZFP, Saarbrücken
43.	Kühn, Joachim	Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH, Leipzig
44.	Lindecke, Lutz	CNS GmbH, Schwielowsee
45.	Litau, Jaroslaw	ibg Prüfcomputer GmbH, Ebermannstadt
46.	Lutter, Sven	ROSEN Technology and Research Center GmbH, Heidelberg
47.	Maaß, Michael, Dr.	Karl Deutsch Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co.KG, Wuppertal
48.	Mädel, Thomas	TÜV NORD MPA GmbH & Co. KG, Leuna
49.	Manz, Joachim	Roland Electronic GmbH, Keltern
50.	Metz, Joseph	U-ROB GmbH, Bielefeld
51.	Metzen, Jens	mh ² offshore GmbH, Loxstedt
52.	Mook, Gerhard, Prof.	Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg
53.	Nowack, Holger	DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg
54.	Orth, Thomas, Dr.	Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg
55.	Oswald, Jan	Fraunhofer IZFP, Saarbrücken
56.	Pelkner, Matthias, Dr.	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, (BAM), Berlin
57.	Poschmann, Ingo, Dr.	W.S. Werkstoff Service GmbH, Essen
58.	Rake, Maren	Fraunhofer IKTS, Dresden
59.	Rau, Ernst	MTU Aero Engines AG, München
60.	Rebacz, Rouven	ec-works GmbH, Winsen/Aller
61.	Richter, Dietmar	Mannesmannröhren-Werk GmbH, Zeithain
62.	Rohmann, Petra	Rohmann GmbH, Frankenthal
63.	Rohrig, Jan-Tobias	Evident Europe GmbH, Hamburg
64.	Rühe, Sven	DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg
65.	Sangl, Manfred	DB Netz AG, Frankfurt
66.	Schall, Waldemar	DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Berlin
67.	Scheer, Gerhard	TMT Test- und Maschinentechnik GmbH, Schwarmstedt
68.	Schilling, Kathleen	DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Magdeburg
69.	Schilmann, Alexander	Institut Dr. Foerster GmbH & CO. KG, Reutlingen
70.	Schmitz, Manfred	Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen
71.	Schneibel, Gerald	Rosen Germany GmbH, Frankenthal

72.	Schulze, Martin	Fraunhofer IKTS, Dresden
73.	Schwabe, Thomas	Rohmann GmbH, Hennef
74.	Seidel, Martin, Dr.	imq - Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau
75.	Sievert, Werner	Delta Test GmbH, Hambühren
76.	Simmert, Steve, Dr.	Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Reutlingen
77.	Simonin, Yury	Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Magdeburg
78.	Speck, Harald	SKF GmbH, Schweinfurt
79.	Sperling, Andreas	Siemens Energy Global GmbH & Co. KG, Mülheim an der Ruhr
80.	Sprakties, Daniela	Delta Test GmbH, Hambühren
81.	Springer, Hauke	Springer New Technologies GmbH, Simmozheim
82.	Stawicki, Olaf, Dr.	Rosen Germany GmbH, Lingen
83.	Steinaecker, Torsten	Steinäcker NDT Service GmbH, Bergen
84.	Steinbach, Michael	Fertigungsgerätebau A. Steinbach GmbH & Co. KG, Salz
85.	Uebrig, H.- Joachim	Delta Test GmbH, Hambühren
86.	Unger, Michael	W.S. Werkstoff Service GmbH, Essen
87.	Weidl, Norbert	H. Butting GmbH & Co.KG, Wittingen
88.	Weiss, Michael	Framatome GmbH, Erlangen
89.	Wlodarzyck, Francois	Eddyfi Technologies, Paris, Frankreich
90.	Zink, Alexander	Evident Europe GmbH, Hamburg
91.	Zösch, Antje, Dr.	imq - Ingenieurbetrieb GmbH, Crimmitschau

