

DAS FRAUNHOFER IZFP – UNSER KNOW-HOW FÜR IHRE SICHERHEIT!

Seinen Kunden und Forschungspartnern bietet das Fraunhofer IZFP die gesamte Breite zerstörungsfreier Prüftechnologien zwischen Grundlagen- und anwendungsnaher Forschung. Seine Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker erarbeiten Lösungen für aktuelle Prüfaufgaben, einschließlich Machbarkeitsstudien, Beratungs-, Schulungs- und Prüfdienstleistungen bis zum Aufbau von Prototypsystemen.

Die Arbeit des Fraunhofer IZFP richtet sich an der ZfP-Wertschöpfungskette des Material- und Werkstoffkreislaufs aus; der Fokus liegt auf Branchen wie Automobil, Luft- und Raumfahrt, Bahn, Energie, Bau- oder Agrarwirtschaft, mit Kernkompetenzen und Technologien für die ZfP zur

- Materialcharakterisierung,
- fertigungsintegrierten Prüfung,
- Bauteil- und Komponenten-Inspektion,
- Zustandsüberwachung, Lebensdauermanagement sowie
- Elektronik für ZfP-Systeme.

Unter dem Aspekt der gesteigerten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit steht vor allem die Verbesserung der Produktqualität seiner Kunden im Fokus der anwendungsorientierten, industrietauglichen Neu- und Weiterentwicklungen des Instituts.

Markante Arbeits- und Forschungsschwerpunkte bilden

- Werkstoffcharakterisierung (Hochleistungs- oder Verbundwerkstoffe),
- Prozessüberwachung und -beherrschung (automatisierte Bauteilprüfung in der industriellen Fertigung),
- voll- oder teilautomatisierte Inspektion komplex geformter Komponenten oder assemblierter Bauteile aus allen Materialien mit flexibel konfigurierbarer 3D-Prüfrobotik und ZfP-Technik (stationär oder mobil),
- zerstörungsfreie Zustandsüberwachung (Zustandserfassung von Transportsystemen, Infrastrukturbauwerken, Pipelines, Straßen, Brücken etc.).

Allgemeines

- 4 Vorwort
- 6 Fraunhofer-Gesellschaft

- 7 Das Institut in Zahlen
- 9 Kuratorium
- 10 Ansprechpartner / Organigramm

- 11 Highlights 2013
- 14 Highlights 2014
- 18 Messeteilnahmen 2013 / 2014

Elektronik für ZfP-Systeme

- 20 ■ Einleitung
- 22 ■ Die Multikanal-Elektroniken ETHUS und OPTUS – Basis-Module zur Systemintegration
- 24 ■ Ultraschall-Prüfanlage zur automatischen Bestimmung der Einhärtetiefe an LKW-Kurbelwellen
- 26 ■ UER-Systeme der dritten Generation

Fertigungsintegrierte ZfP

- 30 ■ Einleitung
- 32 ■ Detektion von akustischen Prozessemissionen beim Laserstrahlschweißen
- 34 ■ Nachweis von Rissen und Einschnürungen in Karosserieteilen
- 36 ■ 3MA – Modellierung mikromagnetischer ZfP-Methoden mit Finite-Elemente-Verfahren

Komponenten- und Bauteilprüfung

- 40 ■ Einleitung
- 42 ■ Das Verfahren der Induktionsthermographie für eine zuverlässige Oberflächenrissprüfung
- 44 ■ Teilautomatisierte Hochfrequenz-Ultraschallprüfung an Schweißnähten von Planetenträgern
- 46 ■ Akustische Simulation mit FEM-Modellen für die maßgeschneiderte Auslegung von Sensoren und Schallwandlern

Materialcharakterisierung

- 50 ■ Einleitung
- 52 ■ Zerstörungsfreie Bestimmung von Kennwerten an Blechen mittels mikromagnetischer Prüfmethoden
- 54 ■ Lunkerfest – ZFP an Großgussbauteilen für Windenergieanlagen
- 56 ■ Berechnung und Simulation der Ultraschallstreuung in mikroskopisch inhomogenen Werkstoffen

Zustandsüberwachung und Lebensdauermanagement

- 60 ■ Einleitung
- 62 ■ Kompaktes Hohlwellenprüfsystem für den Einsatz bei der leichten Instandhaltung
- 64 ■ Streufluss-Prüfsystem für Spannbetonmasten
- 66 ■ Schweißnahtprüfung an der Grumbachtalbrücke

Abteilungsübergreifende FuE-Projekte

- 70 ■ Zerstörungsfreie Prüfung zur Qualitätssicherung strukturfester Klebungen – Strategien, Konzepte, Lösungen
- 72 ■ Zerstörungsfreie Prüfung von Faserverbundstrukturen
- 74 ■ Berührungslose und koppelmittelfreie Ultraschallprüfung

Anhang

- 78 Mitarbeit in Fachausschüssen, Gremien und Zeitschriften
- 83 Teilnahmen an Tagungen, Workshops und Konferenzen 2013 / 2014
- 84 Publikationen 2013
- 92 Publikationen 2014
- 100 Patente
- 102 Kontakt, Anfahrt

- 104 Impressum

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken hat sich im Jahr 2014 neu aufgestellt!

Unsere Mission für Forschung und Entwicklung zur zerstörungsfreien Bauteilprüfung und Materialcharakterisierung orientiert sich zukünftig verstärkt entlang der gesamten Materialwertschöpfungskette und ermöglicht uns damit, unsere Position als führende FuE-Einrichtung national und international weiter auszubauen. Wir fokussieren unsere Kompetenzen auf die Materialanalyse neuer Werkstoffe, auf die Qualitätssicherung für die Materialverarbeitung und Bauteilproduktion und auf die Funktions- und Zustandsüberwachung der Produkte im Betrieb bis hin zur Methodenentwicklung für die Materialtrennung für Recycling und Wertstoffrückgewinnung.

Mit dieser zentralen Mission sind unsere 120 Mitarbeiter nach dem Wechsel der Institutsleitung im Oktober 2013 in ein neues, herausforderndes Jahr 2014 gestartet. Ein Jahr, das einerseits geprägt war von Neuorientierung und Reorganisation. Ein Jahr, das aber auch geprägt war von dem Anspruch, die besten Lösungen für die Aufgabenstellungen unserer Kunden, also für Sie, liebe Leserinnen und Leser, zu erarbeiten.

Mit diesem Anspruch wollen und werden wir heute und zukünftig den aktuellen Stand der Technik auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Materialcharakterisierung und Bauteilprüfung mit definieren und erweitern. Unser überdurchschnittlicher Wirtschaftsertrag (ca. 50 Prozent) in der industriellen Auftragsforschung belegt diesen Anspruch und zeigt die Relevanz der FuE-Arbeiten unserer Mitarbeiter eindrucksvoll.

Dabei greifen wir Aufgabenstellungen von langfristiger, nationaler wie internationaler Bedeutung aus allen gesellschaftsrelevanten Gebieten auf. Das umfasst vielfältige Bereiche wie

- zerstörungsfreie Untersuchung und Zustandsbewertung von Bauwerken oder Verkehrswegen,

Dear Sir or Madam,

In 2014, the Fraunhofer Institute for Nondestructive Testing IZFP in Saarbrücken passed through a process of reorganization including a thematic and strategic realignment.

In the future, our mission for research and development in the fields of nondestructive component testing and materials characterization will be intensified along the entire materials value chain. This will allow us to extend our position as a leading national and international research institution. We will focus our expertise on materials analysis of new materials, on quality assurance for material processing and component production, and on the function and condition monitoring of products in use up to the development of methods for the separation of materials for recycling and resource recovery.

With this central mission in mind and after the change of the Institute in October 2013, our 120 employees have started in a new, challenging 2014. A year that was shaped both by reorientation and reorganization, a year that was also characterized by the demand to work out the best solutions to the requirements of our customers, so for you, dear readers.

To meet this demand today and in future, we will co-define and expand the current state of the art in the field of nondestructive characterization of materials and component testing. Our outstanding economic returns (approx. 50 percent) in contract research emphasizes this demand and proves the relevance of our staff's R&D work in an impressive manner.

We address topics of long-term, national and international significance from all of today's corporately relevant areas. This comprises, amongst other things,

- the nondestructive analysis and condition assessment of buildings or roads,



Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke, geschäftsführender
Institutsleiter des Fraunhofer IZFP

- Untersuchung von Bio- und Agrarprodukten für die gesunde Lebensmittelproduktion,
- Methodenentwicklung
 - zur zerstörungsfreien Charakterisierung neuer Werkstoffe oder
 - zur Qualitätskontrolle von Prozessen und Bauteilen für sicheren und zuverlässigen Transport und Betrieb mit Auto, Bahn oder Flugzeug sowie
- Erforschung neuer Verfahren für Recycling und Wertstoffrückgewinnung von ausrangierten Produkten und Geräten.

Basis für diese nachhaltigen und technologisch/wissenschaftlich ambitionierten Aufgaben sind unsere kreativen und unternehmerisch denkenden Mitarbeiter, aber auch die exzellente Vernetzung unseres Instituts mit der Universität des Saarlandes, der Hochschule für Technik und Wirtschaft und den weiteren regionalen außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf unserem Campus. Die enge regionale Zusammenarbeit unseres Instituts wird abgerundet durch nationale und internationale Forschungsk Kooperationen auch innerhalb der Fraunhofer-Verbünde und -Allianzen sowie durch eine enge Partnerschaft mit dem Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT in Fürth.

Liebe Leserinnen und Leser, wir danken Ihnen für das uns in den vergangenen Jahren entgegengebrachte Vertrauen! Wir sind überzeugt, dass wir mit unserer neuen Institutsphilosophie unseren Anspruch eines technologisch/wissenschaftlichen Impulsgebers auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Prüfverfahren zukünftig ausbauen und weiterhin Ihr in uns gesetztes Vertrauen erfüllen werden – Ihr Vertrauen, das unser Ansporn auf diesem Weg ist.

Viel Spaß bei der Lektüre unseres Jahresberichts wünscht Ihnen

Prof. Dr. Randolph Hanke, Saarbrücken, im März 2015

- the study of agricultural products for healthy food production,
- the development of methods for
 - the nondestructive inspection of new materials and
 - the quality control of processes and components for safe and reliable transportation and operation by car, train or plane or
- researching new methods for recovery of valuable materials from discarded products and equipment.

In addition to creative and entrepreneurial employees an excellent networking between the Fraunhofer IZFP and the University of Saarland, the Academy of Sciences and the other regional non-university research facilities on our campus forms the basis for these sustainable and technologically/scientifically ambitious tasks. The close regional, academic networking of our institute is completed by national and international research collaborations also within the Fraunhofer associations and alliances, as well as by a close partnership with the Fraunhofer Development Center for X-Ray Technology EZRT in Fürth.

Dear readers, thank you for the confidence you placed in us in recent years. We are confident to justify this trust even in future by our new organization and new institute's philosophy, which both will extend our position as a main technological and scientific leader in the area of nondestructive inspection – your trust is our motivation.

We hope you enjoy reading our annual report.

Prof. Dr. Randolph Hanke, Saarbrücken, March 2015



Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft in München



Joseph von Fraunhofer (1787 – 1826)

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

»Forschen für die Praxis« lautet die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die

Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

Mitarbeiterentwicklung

Am Fraunhofer IZFP arbeiteten 2013 im Jahresdurchschnitt 191 Mitarbeiter¹, einschließlich studentischer Hilfskräfte und Gastwissenschaftler. Von insgesamt 127 Personen Stammpersonal sind 91 als Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker tätig.

Die entsprechenden Zahlen für 2014 belaufen sich auf 177 Mitarbeiter insgesamt, 120 Personen Stammpersonal, darunter 86 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker.

| | 2013 | 2014 |
|----------------------|------------|------------|
| Stammpersonal | | |
| Wissenschaftler | 49 | 46 |
| Ingenieure | 32 | 33 |
| Techniker | 10 | 7 |
| Infrastruktur | 36 | 34 |
| Summe | 127 | 120 |

| Sonstige Mitarbeiter | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Doktoranden | 12 | 9 |
| Bachelor-/Master-Studenten | 4 | 4 |
| Auszubildende | 3 | 3 |
| Studentische Hilfskräfte | 45 | 41 |
| Summe | 64 | 57 |

1 - gemeint sind Einzelpersonen, keine Stellen (eine Stelle können sich mehrere Mitarbeiter teilen).

Haushalt

| | 2013 | 2014 |
|---|-------------------|-------------------|
| Betriebshaushalt (Mio €) | 15,25 | 14,88 |
| Investitionen (Mio €) | 0,76 ¹ | 0,66 ² |
| Gesamthaushalt (Mio €) | 16,01 | 15,54 |
| Gesamterträge (Mio €) | | |
| | 9,61 | 9,93 |
| Anteil der Industrieerträge (Mio €) | 6,78 | 7,51 |
| Verhältnis der Gesamterträge zum Betriebsaufwand (ρ in %) | 63,1 | 67,0 |
| Rho_{WI} (in %) | 44,5 | 50,7 |

1 - davon 0,54 Mio € strategische Investitionen

2 - davon 0,43 Mio € strategische Investitionen

Ertragsentwicklung 2013 – 2014

| | Erträge | davon Industrie | GruFi* |
|------|---------|-----------------|--------|
| 2013 | 9,63 | 6,79 | 3,81 |
| 2014 | 9,96 | 7,54 | 3,95 |

(Erträge Gesamthaushalt in Mio €) (* Regelgrundfinanzierung)

Projekte aus Angeboten an die Industrie

2013

Die im Jahr 2013 insgesamt 543 an privatwirtschaftliche Unternehmen abgegebenen Angebote erbrachten 401 Aufträge; das bedeutet eine Erfolgsquote von 73,8 Prozent. Das daraus resultierende Auftragsvolumen beträgt 4 701 327 €.

| | | |
|-----|------------------------------|-----------|
| 354 | Projekte im Auftragswert bis | 15 000 € |
| 39 | Projekte im Auftragswert bis | 100 000 € |
| 5 | Projekte im Auftragswert bis | 250 000 € |
| 2 | Projekte im Auftragswert bis | 500 000 € |
| 1 | Projekt im Auftragswert über | 500 000 € |

2014

Die im Jahr 2014 insgesamt 549 an privatwirtschaftliche Unternehmen abgegebenen Angebote erbrachten 411 Aufträge; das bedeutet eine Erfolgsquote von 74,9 Prozent. Das daraus resultierende Auftragsvolumen beträgt 4 773 157 €.

| | | |
|-----|------------------------------|-----------|
| 357 | Projekte im Auftragswert bis | 15 000 € |
| 43 | Projekte im Auftragswert bis | 100 000 € |
| 10 | Projekte im Auftragswert bis | 250 000 € |
| 1 | Projekt im Auftragswert bis | 500 000 € |

Das Kuratorium, dem Experten aus Industrie, Wissenschaft und Forschung, Behörden und Institutionen angehören, berät die Institutsleitung und den Vorstand.

Das im Folgenden aufgeführte Kuratorium war bis Ende 2014 im Amt. Seit 2015 hat das Fraunhofer IZFP ein neues Kuratorium bestellt; die Ernennungen erfolgen im Laufe des Jahres 2015.

Mitglieder des Kuratoriums 2013/2014

- Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Hanel, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden
- Prof. Dr. Nikolai Aljoschin, Bauman-Universität, Moskau
- Dipl.-Phys. Otto-Alfred Barbian
- Dr.-Ing. Wilhelm Dürr, Thyssen-Krupp Stahl AG, Duisburg
- Elke Eckstein, Senior Vice President Corporate Supply Chain Management, OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Regensburg
- Prof. Dr.-Ing. habil. Dietmar Eifler, Universität Kaiserslautern, Werkstoffkunde
- Dipl.-Ing. Manfred Erve, Areva, Erlangen
- Dr. Peter Heilmann, arXes-tolina GmbH, Berlin
- Prof. Dr. Nikolai Kazak, Stepanov-Institut für Physik der Nationalen Akademie der Wissenschaften, Minsk, Weißrussland
- Prof. Dr. Volker Linneweber, Präsident der Universität des Saarlandes, Saarbrücken

- MinRat Gerhard Metzler, Direktor des Landesverwaltungsamtes, St. Ingbert
- Dr. Anne Norekian, Staatskanzlei des Saarlandes, Saarbrücken
- Dipl.-Ing. Peter Nothnagel, Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Dresden
- Dr.-Ing. Matthias Purschke, DGZfP, Berlin
- Dr.-Ing. Eberhard Velten, Geschäftsführer PEX Kabeltechnik GmbH, Nufringen
- MinRat Dr. Reinhard Zimmermann, Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Dresden

Ehrenmitglieder des Kuratoriums

- Prof. emerit. Dr. Hubertus Nickel, Jülich
- Prof. Dr.-Ing. Erich Tenckhoff, Erlangen

Institutsleitung



Geschäftsführender Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke
+49 681 9302 3800
randolf.hanke@izfp.fraunhofer.de



Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Christian Boller
+49 681 9302 3800
christian.boller@izfp.fraunhofer.de

Verwaltung



Verwaltungsleiter

Dr. rer. pol. Andreas Schmidt
+49 681 9302 3810
andreas.schmidt@izfp.fraunhofer.de

Abteilungen



Elektronik für ZfP-Systeme

Dipl.-Ing. Werner Bähr
+49 681 9302 3893
werner.baehr@izfp.fraunhofer.de



Fertigungsintegrierte ZfP

Dr.-Ing. Bernd Wolter
+49 681 9302 3883
bernd.wolter@izfp.fraunhofer.de



Komponenten- und Bauteilprüfung

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske
+49 681 9302 3610
bernd.valeske@izfp.fraunhofer.de



Materialcharakterisierung

Dr.-Ing. Jochen Kurz
+49 681 9302 3880
jochen.kurz@izfp.fraunhofer.de



Zustandsüberwachung und Lebensdauermanagement

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herrmann
+49 681 9302 3820
hans-georg.herrmann@izfp.fraunhofer.de



Besuch der indischen Botschafterin Sujatha Singh und des indischen Generalkonsuls Taranjit Singh Sandhu



Girls' Day 2013: Vorbereitung eines Experiments

HIGHLIGHTS 2013

7. März 2013

Besuch und Vortrag des Astronauten Dr. Gerhard Thiele

Gerhard Thiele gab mit seinem Vortrag »Raumfahrt - Eine Kulturaufgabe?« anhand eines konkreten Beispiels, der Shuttle Radar Topographie Mission (SRTM), einen anschaulichen Überblick darüber, welche Fortschritte in der Raumfahrt in den vergangenen fünf Jahrzehnten erreicht wurden. Abgerundet wurde sein Vortrag durch atemberaubende Bilder seiner damaligen Raumfahrtmission.



Dr. Gerhard Thiele, NASA

14. – 15. März 2013

Erfolgreiches ISO 9001-Zertifizierungsaudit durch den TÜV SAAR CERT

Der Geltungsbereich der Zertifizierung umfasst »Forschung, Entwicklung, Qualifizierung und Applikation von zerstörungsfreier Prüftechnologie«.

Das QM-System dient dazu, die internen Abläufe transparent und nachvollziehbar zu gestalten und klare Verantwortlichkeiten zu definieren. Zukünftige interne und externe Audits sowie weitere Maßnahmen werden dazu genutzt, die Prozesse am Institut kontinuierlich zu verbessern.

17. April 2013

Besuch der indischen Botschafterin am Fraunhofer IZFP

Im Rahmen ihres Antrittsbesuches an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken statteten die damalige indische Botschafterin Sujatha Singh und der indische Generalkonsul Taranjit Singh Sandhu auch dem Fraunhofer IZFP eine Stippvisite ab, in deren Rahmen mit der Botschafterin u. a. bestehende wissenschaftliche Kooperationen zwischen Fraunhofer IZFP und indischen Einrichtungen und Firmen besprochen wurden.

25. April 2013

Girls' Day am Fraunhofer IZFP

Auch 2013 beteiligte sich das Fraunhofer IZFP am Girls' Day für Mädchen der Klassenstufen 7 und 8.

Eine erste Gruppe führte einen Versuch zur Ermittlung von Schwachstellen in Leichtbaumaterialien mit Shearographie durch. Die Shearographie ist ein zerstörungsfreies optisches Messverfahren auf Grundlage der Laser-Speckle-Technik. Für den Versuch standen zwei Proben aus Hybridwerkstoff, wie er beispielsweise in Crashboxen von Autobatterien verwendet wird, zur Verfügung.

Eine zweite Gruppe beschäftigte sich mit der magnetischen Streuflussprüfung, die zum Nachweis rissartiger Oberflächenfehler in ferromagnetischen Werkstoffen dient. Mittels *giant magnetoresistance*-Sensoren (GMR) haben die Mädchen Metallproben mit präparierten und natürlichen Rissen abgescannt, die Daten anschließend mit einem entsprechenden Softwareprogramm ausgewertet und schließlich die Risse und deren Risttiefe lokalisiert.



Dr. rer. nat. Felix Porsch (2.v.l.) und Andreas Gelz (2.v.r.) bei der Verleihung des DGZfP-Anwenderpreises 2013 in Dresden



Antrittsbesuch von Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer

6. – 8. Mai 2013

Auszeichnung mit Anwenderpreis auf der DGZfP-Jahrestagung in Dresden

In Würdigung und Anerkennung hervorragender Leistungen auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Prüfung verlieh die Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. auf ihrer Jahrestagung in Dresden den Anwenderpreis 2013 für die Arbeiten zum Thema »Computertomographie-Automat SeedInspector zur automatischen Bewertung von Saatgut« an Dr. rer. nat. Felix Porsch (Fraunhofer IZFP/EZRT, Saarbrücken), Andreas Gelz (Q Net Engineering GmbH, Saarbrücken) sowie Dipl.-Inf. Markus Rehak (Fraunhofer IIS/EZRT, Fürth).

15. Mai 2013

Antrittsbesuch von Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer

Seit Oktober 2012 ist Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, mit heute rund 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern größte europäische Organisation für angewandte Forschung. Bei seinem Antrittsbesuch am Fraunhofer IZFP wurde er von Prof. Dr. Ulrich Buller, Dr. Georg Rosenfeld (Hauptabteilung Unternehmensentwicklung) sowie Dr.-Ing. Sylvia Schattauer (Institutsbetreuerin) begleitet.

16. Mai 2013

Cold Rolling Day in Düsseldorf

Nach dem erfolgreichen Start des Cold Rolling Day 2011 hat sich das Fraunhofer IZFP entschieden, den Cold Rolling Day 2013 zusammen mit den Firmen Steinhoff, Henkel, Lismar, Atlantik, Rebs, Lechler, Ina Schaeffler und Herkules zu organisieren.

Über 220 nationale und internationale europäische Teilnehmer aus den Bereichen Metallerzeugung und Metallverarbeitung haben an der eintägigen Veranstaltung in Düsseldorf teilgenommen und großes Interesse an den Vorträgen gezeigt. Speziell im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung sind die Themen Spannungsverlauf in Walzen, Einhärtetiefe, Härteverlauf und 3MA auf sehr große Nachfrage gestoßen. Es hat sich auch gezeigt,

dass die erwarteten Ergebnisse des bereits begonnenen Projektes MAGNUS von großem Interesse für die Industrie sind.

27. Mai 2013

»Jugend forscht«-Gewinner des DGZfP-Sonderpreises Saarland 2013 am Fraunhofer IZFP

Die Schülerinnen Julia Hohmann und Dana Fritzingler vom Geschwister-Scholl-Gymnasium in Lebach haben für ihre Entwicklung eines Blindenstocks mit Ultraschallsensoren den DGZfP-Sonderpreis 2013 erhalten.

Die beiden jungen Forscherinnen haben sich überlegt, wie man blinden Menschen helfen könnte. Kontakte zur Blinden- und Sehbehindertenschule in Lebach brachten sie auf die Idee, einen Blindenstock mit Ultraschallsensoren auszurüsten. Damit sollte es blinden oder sehbehinderten Menschen ermöglicht werden, sich im Alltag leichter zu orientieren und Hindernisse besser wahrnehmen zu können.

Julia Hohmann und Dana Fritzingler stellten ihre Idee während einer Sitzung des Arbeitskreises Saarbrücken den interessierten Teilnehmern vor. Sie erklärten, wie sie ihre Idee am Blindenstock umsetzen und führten die Funktionsweise vor. Einige Teilnehmer konnten sich beim persönlichen Test von der Funktionstüchtigkeit des Blindenstocks überzeugen. Die Arbeit der beiden Jungforscherinnen fand bei den Anwesenden so viel Anklang, dass man ihnen spontan Ratschläge zur Vermarktung ihrer Idee gab.

14. – 15. Juni 2013

Erfolgreiches Überwachungsaudit

Der akkreditierte Bereich des Fraunhofer IZFP übernimmt wie schon bei seiner Erstakkreditierung eine nationale Vorreiterrolle, diesmal bzgl. der neuen und verschärften Richtlinien zur flexiblen Akkreditierung von ZfP-Laboratorien. Im Rahmen eines Audits wurden – erstmals an einem deutschen ZfP-Labor – durch die DAKS-Gutachter drei neu definierte Kategorien zur flexiblen Akkreditierung bewertet. Die am Institut eingeführten Regelungen



Oktokopter – Flugvorführung vor dem AQS-Gebäude des Fraunhofer IZFP am Tag der Offenen Tür der Universität des Saarlandes



Dillinger Firmenlauf 2013, Mannschaft des Fraunhofer IZFP

und Vorgehensweisen haben Vorbildcharakter und fließen in die Gestaltung von Hinweisen und Handreichungen des DAkKS ein.

Ergebnis des Audits ist die offizielle Anerkennung der Labor-Akkreditierung des Fraunhofer IZFP mit der Flexibilisierung in allen drei Kategorien, welche derart und in diesem Umfang wiederum erstmals für ein ZfP-Labor in Deutschland ausgesprochen wurde. Zusätzlich wurde im Zuge des Überwachungsaudits auch die Phased Array-Prüftechnik in die Akkreditierung des Fraunhofer IZFP aufgenommen.

Damit kann das Institut auch zukünftig innerhalb kürzester Zeit Prüftechniken/Prüfverfahren für einen Kunden validieren und in neuen Feldern zur Anwendung bringen. Der schnelle Transfer von FuE-Entwicklungen des Fraunhofer IZFP in die industrielle Applikation ist dank dieser Kompetenzbescheinigung nach DIN EN ISO/IEC 17025 weiterhin gewährleistet.

22. Juni 2013

Tag der offenen Tür an der Universität des Saarlandes und am Fraunhofer IZFP

Auch 2013 beteiligte sich das Fraunhofer IZFP am Tag der Offenen Tür, diesmal unter dem Motto »Zerstörungsfreie Prüfverfahren im Bauwesen«. In den letzten Jahren ist gerade im Bereich des Bauwesens die Nachfrage nach zerstörungsfreien Prüfverfahren immens gestiegen, da alternde Infrastrukturen, wie Brücken und Gebäude, auf ihre Sicherheit geprüft werden müssen. Zur Prüfung setzt das Fraunhofer IZFP u. a. Mikroflugzeuge ein, die verdeckte Schäden detailliert bestimmen können.

Angeboten wurden Institutsführungen, Flugvorführungen mit einem Oktokopter sowie Vorträge.

27. Juni 2013

9. WOCHENSPIEGEL Firmenlauf Saarland in Dillingen

Er ist einer der größten der Region, der Firmenlauf der Zeitung »Wochenspiegel« in Dillingen, und wie jedes Jahr war auch 2013

unser Institut dabei. Diesmal traten 28 Läufer in sieben Teams erfolgreich für das Fraunhofer IZFP an.

1. Oktober 2013

Berufung von Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke zum geschäftsführenden Institutsleiter des Fraunhofer IZFP

Am 1. Oktober 2013 wurde mit Randolph Hanke ein ZfP-Fachmann mit ausgewiesenen Marktkenntnissen als geschäftsführender Institutsleiter an die Spitze des Fraunhofer IZFP berufen. Die Erweiterung der Führungsspitze ist verbunden mit einem Kurswechsel und einer strategischen Neuausrichtung, zu der auch die Abtrennung des vormaligen Institutsteils Dresden und dessen Integration in das Fraunhofer IKTS am 1. Januar 2014 beiträgt.

Diese und weitere Maßnahmen dienen der Schärfung des Institutsprofils in Richtung einer verbesserten Antizipation von Marktbedürfnissen und der Erweiterung der fachlich wissenschaftlichen Kompetenzen zur wirtschaftlichen Bearbeitung und zur Umsetzung von Kundenaufträgen in marktgängige Lösungen und Produkte, die sich am konkreten Bedarf unserer Auftraggeber orientieren.

Mit Randolph Hanke wird die Führungsspitze des Instituts um eine Persönlichkeit erweitert, die bestens mit der Fraunhofer-Landschaft vertraut ist und sich erfolgreich um Wissenschaft, Forschung und Entwicklung verdient gemacht hat: Der Inhaber des Lehrstuhls für Röntgenmikroskopie an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg hat über viele Jahre hinweg sehr erfolgreich am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS zusammen mit dem Fraunhofer IZFP das Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT aufgebaut. Diesen Bereich EZRT am Fraunhofer IIS wird er auch weiterhin leiten.



v.l.n.r.: Ron Deelen (Vorsitzender des Vorstandes FITT e. V.), Nico Brosta, Dirk Koster, Willi Zimmerling (Mitglied des Vorstandes FITT e. V.) und Prof. Dr. Klaus-J. Schmidt (Stellv. des Vorsitzenden FITT e. V.) anlässlich der Verleihung des »Science Award 2013«

Dr.-Ing. Jochen Kurz (Mitte) auf der CUREModern-Tagung am 20. März 2014 in Metz

HIGHLIGHTS 2014

31. Januar 2014

Beste Master-Thesis im Bereich E-Technik

Die beiden Mitarbeiter des Fraunhofer IZFP, Nico Brosta M.Sc. und Dirk Koster M.Sc., wurden aufgrund ihrer herausragenden Leistungen für die Prämierung »Beste Master-Abschlussarbeit« mit dem vom FITT e. V. ausgelobten Preis für HTW-Absolventen ausgewählt.

Urkunde und Preisgeld für den »Science Award 2013« wurden während der feierlichen Preisverleihung im Rahmen der Praxis-Dialog-Veranstaltung am 31. Januar 2014 an die beiden Master-Absolventen überreicht. Beide Preisträger haben am Fraunhofer IZFP ihre Masterarbeiten unter der akademischen Betreuung von Prof. Dr. Bernd Valeske und Prof. Dr. Dietmar Brück (HTW) durchgeführt.

20. März 2014

»Grenzüberschreitende Infrastrukturerhaltung – heute und morgen« im Centre des Congrès in Metz

Im Rahmen des durch das INTERREG IV A Großregion-Programm geförderten Projekts CUREMODERN organisierte das Fraunhofer IZFP, das Cerema Direction territoriale Est, der Landesbetrieb für Straßenbau des Saarlandes und das Institut für Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden (CPE) der Technischen Universität Kaiserslautern am 20. März 2014 in Metz eine Deutsch-Französische Fachtagung zu den Themen Raumplanung, Monitoring der Infrastruktur, Bestandserhaltung von Infrastruktur und Kulturbauwerken, innovative Prüfsysteme und Anwendungen. Neben zahlreichen anderen Vorträgen von externen Referenten stellten die ausrichtenden Institutionen ihre Projektergebnisse auf der Tagung vor – ein grenzüberschreitender Austausch, den alle Beteiligten als besonders gelungen empfanden.

3. – 4. April 2014

Workshop »Microstructural Characterization and Quality Assurance«

Neben Vorträgen und Laborführungen bot der Workshop – eine Kooperation des Interreg-Projektes intermatGR, des Universitätsverbundes Universität der Großregion (UniGR) und des Forschungscampus caMPlusQ, Raum für intensive Gespräche, um Kontakte zwischen Wissenschaft und Unternehmen auszubauen und gemeinsame Projektideen zu entwickeln. Gastgeber des Workshops waren Prof. Frank Mücklich (Universität des Saarlandes, Steinbeis Material Engineering Center) sowie das Fraunhofer IZFP, mit Prof. Hans-Georg Herrmann und Prof. Bernd Valeske.

6. Mai 2014

Workshop + composites SAAR

Veranstaltet wurde der Workshop im Rahmen des INTERREG-IVB-Projekts in Kooperation mit dem Universitätsverbund Universität der Großregion – UniGR und dem Forschungscampus Saar caMPlusQ. Das Fraunhofer IZFP hat innerhalb dieses Workshops mit anschließendem Rundgang durchweg positive Rückmeldungen erhalten. Ziel des Workshops + composites SAAR war, einen Mehrwert für kleine und mittlere Unternehmen sowie Forscherinnen und Forscher in der Großregion zu schaffen. Im wachsenden Markt für Verbundwerkstoffe mit hohem Bedarf an Technologietransfer sind aktuelles Know-how, beständiger Wissenstransfer und uneingeschränkte Vernetzung die Werkzeuge, um die neuen fachlichen Herausforderungen erfolgreich zu meistern.

22. Mai 2014

Cold Rolling Day in China, Peking

Auch 2014 zählte das Fraunhofer IZFP zu den Mit-Veranstaltern des Cold Rolling Day. Nach dem Erfolg der ersten beiden Cold Rolling Days 2011 in Köln und 2012 in Moskau fand die Veranstaltung im Mai 2014 in Peking statt.



Cold Rolling Day 2014 in Peking

Der Cold Rolling Day wurde im Jahr 2009 von einem Verbund aus neun renommierten Firmen, die im Bereich Kaltwalzen tätig sind, gegründet. Die Veranstaltung bietet ihren internationalen Teilnehmern die Möglichkeit, sich über aktuelle Entwicklungen und Erfahrungen im Bereich Kaltwalzen auszutauschen und sich über zukunftsweisende Techniken zu informieren. Neben Fachvorträgen haben die Teilnehmer die Möglichkeit, die zahlreichen Informationsstände der Veranstalter zu besuchen und neue Kontakte zu knüpfen. Steigende Besucherzahlen von mehr als 240 Personen sprechen für sich.

26. – 28. Mai 2014

DGZfP-Jahrestagung in Potsdam / Verleihung Wissenschaftspreis an Dr. Christian Schorr

Neben Vorträgen aus Wissenschaft, Forschung und Anwendung erhielt das Fraunhofer IZFP die Gelegenheit, auf einem Stand seine Innovationen anhand eines Exponates dem Publikum vorzustellen. Darüber hinaus war das Institut mit zahlreichen Vorträgen präsent.

Im Rahmen der Jahrestagung wurde der Wissenschaftspreis mit einer Laudatio von Prof. Anton Erhard feierlich an Dr. Christian Schorr für seine Doktorarbeit »Optimierung iterativer Rekonstruktionsverfahren bei unvollständigen Daten zur Anwendung in der Computerlaminographie« verliehen. Der Wissenschaftspreis wird von der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. an WissenschaftlerInnen für herausragende und innovative Leistungen zur Entwicklung der zerstörungsfreien Prüfung verliehen.

5. Juli 2014

Tag der offenen Tür an der Saar-Uni / Fraunhofer IZFP

Unter dem Motto »Komplexes leicht geprüft – Zerstörungsfreie Prüfung aus der Luft!« war das Fraunhofer IZFP auch 2014 am Tag der Offenen Tür der Universität des Saarlandes mit verschiedenen Forschungsthemen beteiligt. Die breitgestreuten und praxisnahen Prüfsystem-Vorstellungen reichten von einer Flugvorführung mit der Multirotor-Prüfplattform, der Vorführung des



Delegation des Fraunhofer IZFP auf der DGZfP-Jahrestagung 2014 in Potsdam

selbstnavigierenden Betonroboters BetoScan®, der Demonstration des CFK-Demonstrators bis hin zum Thermographie-Prüfsystem.



Besucher während der Vorführung des BetoScan®-Systems

10. Juli 2014

Gewinner des Landeswettbewerbs Saarland 2014 »Jugend forscht« zu Besuch am Fraunhofer IZFP

Im Rahmen der DGZfP-Arbeitskreissitzung wurden die Gewinner des diesjährigen Landeswettbewerbs »Jugend forscht« zu einem Vortrag am Fraunhofer IZFP eingeladen. Mathis Edelmann vom Gymnasium Wendalinum, St. Wendel, gewann den Sonderpreis der DGZfP im Bereich »Schüler experimentieren« für seine durch eine Fernsehsendung angeregten Untersuchungen zur Reißfestigkeit von Papier.

Das Team Jonas Baltés, Frederik Giese und Marvin Schnubel, Johannes-Kepler-Gymnasium in Lebach, erhielt den von der DGZfP gestifteten Sonderpreis. Die drei Jungwissenschaftler überzeugten mit ihrem Ansatz zur Entwicklung einer Technik, die es ihnen ermöglicht, die Schwingungen einer Trompete mittels elektromagnetischer Induktion direkt aufzunehmen, was zu einer erheblichen Verbesserung der Tonqualität führen soll.



Dillinger Firmenlauf 2014, Mannschaft des Fraunhofer IZFP

17. Juli 2014

10. Wochenspiegel Firmenlauf Saarland in Dillingen

»Weg vom Schreibtisch, raus auf die Straße!«, so der Slogan des Wochenspiegel-Firmenlaufs. Viele Kolleginnen und Kollegen blieben diesem Motto treu und haben auch 2014 den Weg vom Schreibtisch auf die »Rennpiste« nach Dillingen gefunden. Mit über 15 000 Teilnehmern aus 867 Unternehmen konnte die bisher größte Beteiligung erreicht werden.

31. Juli 2014

Besuch des saarländischen Staatssekretärs Jürgen Lennartz

Über hohen Besuch aus der Politik durfte sich das Fraunhofer IZFP am 31. Juli 2014 freuen. Jürgen Lennartz, Chef der Staatskanzlei und Bevollmächtigter des Saarlandes beim Bund in Berlin, besuchte das Fraunhofer IZFP, um sich einen kompakten Überblick über aktuelle Forschungsthemen zu verschaffen.

16. Oktober 2014

1. Hot Rolling Day (HRD) in Düsseldorf

Neben gut 100 Vertretern der Warmwalzindustrie waren seitens Fraunhofer IZFP Dr. Klaus Szielasko und Dr. Ralf Tschuncky am HRD anwesend. Ralf Tschuncky hielt einen Fachvortrag zum Thema *Non-Destructive Electromagnetic Testing of Hot-Rolled Steel*. Das ausgestellte MAGNUS-/MikroMach-Prüfsystem und der Fachvortrag des Fraunhofer IZFP zogen großes Interesse auf sich.

22. Oktober 2014

Euro-Space-Day im Saarbrücker Schloss

Die Beteiligung auf der High-Tech-Unternehmensmesse war hochkarätig besetzt: Neben welt- oder europaweit agierenden Unternehmen wie Airbus Defence and Space oder Arianespace ist es gelungen, eine Vielzahl regionaler Unternehmen einzubinden – u. a. auch das Fraunhofer IZFP. Fast alle Unternehmen boten Praktika oder Jobs an, sodass sich Interessenten umfassend über Einstiegsmöglichkeiten in den Wirtschaftsraum Saar-Lor-Lux informieren konnten.



Besuch von Jürgen Lennartz (vierter von links), Chef der Saarländischen Staatskanzlei und Mitglied des Bundesrats, im Fraunhofer IZFP

Die Aussteller und die zahlreichen Besucher der Messe waren begeistert über die dargebotene Vielfalt der High-Tech-Unternehmen in Saar-Lor-Lux.

24. Oktober 2014

Start Studiengang »Automotive Production Engineering«

Mit »Automotive Production Engineering« startete im Oktober 2014 der zweite berufsbegleitende Master-Studiengang, den die htw saar über ihr Institut für Wissenschaftliche Weiterbildung (iww) mit Unterstützung der Berufsakademie Saarland anbietet. Bei der Entwicklung des Studiengangs und bei der Auswahl der DozentInnen wurde die htw saar zudem vom Fraunhofer IZFP und dem Branchenforum automotive.saarland unterstützt. Mit ihren berufsbegleitenden Angeboten stellt die htw saar wichtige und nachgefragte Weiterbildungsmöglichkeiten für die regionale Wirtschaft zur Verfügung. Leiter des Studiengangs ist Prof. Dr. Bernd Valeske, der darüber hinaus auch den Fraunhofer-Innovationscluster Automotive Quality Saar am Fraunhofer IZFP leitet.



Teilnehmer des Masterstudienganges »Automotive Production Engineering« der htw saar. Vierter von links: Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske



Jetstream auf Churyumov-Gerasimenko, Aufnahme am 31. Januar 2015 von Rosetta aus

12. November 2014

Rosetta-Mission: Kometenlandung mit Sensortechnologie des Fraunhofer IZFP

Nach zehnjähriger Reise setzte das Landemodul »Philae« am 12. November auf dem Kometen Churyumov-Gerasimenko auf – ein Meilenstein in der Geschichte der Raumfahrt. Das Mini-Labor soll dort Daten sammeln, die Aufschluss über die Entstehung unseres Sonnensystems liefern könnten. Mit an Bord ist auch Sensortechnologie des Fraunhofer IZFP, deren Aufgabe es ist, die Eigenschaften des Kometenbodens zu untersuchen.

Wissenschaftler des Fraunhofer IZFP haben für das »Comet Acoustic Surface Sounding Experiment« (CASSE), das unter Leitung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt wird, spezielle Prüfköpfe entwickelt. Als Teil eines der zehn Messinstrumente an Bord sind die akustischen Transmitter in den Füßen von Philae verbaut. Sie arbeiten ähnlich wie ein Echolot-System: Die Transmitter können aktiv akustische Impulse in den Boden schicken und die reflektierten Schallwellen empfangen. CASSE soll im Kometenboden Laufzeitmessungen durchführen und passiv seismische Aktivität empfangen. Aus diesen Signalen lässt sich in Kombination mit Dichtemessungen die Elastizität des Kometenmaterials bestimmen. Daraus wiederum kann man zum Beispiel Rückschlüsse ziehen, zu welchen Anteilen der Boden von Churyumov-Gerasimenko aus Gestein, Sand oder Eis besteht.

Nach der erfolgreichen Landung konnte das Mini-Labor Messungen mit allen Instrumenten durchführen – auch die Oberfläche des Bodens wurde dabei angebohrt. Zwei Tage später ging wie geplant die Energie der Primärbatterie zur Neige, nachdem Philae über 60 Stunden kontinuierlich in Betrieb gewesen war und währenddessen Messungen durchgeführt und Daten gesendet hatte. Nun warten die Wissenschaftler darauf, dass sich die Batterie des Landers wieder mit Sonnenenergie auflädt und aus seinem Winterschlaf aufwacht. Sehr wahrscheinlich wird Philae sich im Frühjahr 2015 wieder beim Lander-Kontrollzentrum des DLR zurückmelden.

Da er nach dem dreifachen Aufsetzen an einem schattigeren Ort steht, wird er die Reise in Richtung Sonne und die steigenden Temperaturen deutlich länger als berechnet überstehen und sogar das Erwachen des Kometen miterleben. Es heißt also: Warten auf neue Nachricht von Philae.

18. November 2014

Besuch einer amerikanischen Delegation von Industrie-erkundern

Am 18. November besuchte eine Delegationsgruppe von Unternehmern und Wissenschaftlern aus den USA das Fraunhofer IZFP. Im Rahmen ihres 5-tägigen Besuches im Saarland besichtigte die Geschäftsgruppe aus Blount County im US-Bundesstaat Tennessee auch unser Institut und hat sich über Möglichkeiten für gemeinsame FuE-Anbahnungen und über das Fraunhofer-Modell in Deutschland zur Unterstützung des Mittelstandes informiert.

Bei Tennessee denken viele an Blues, Rock'n'Roll und Whiskey? Blount County hat jedoch viel mehr zu bieten als den bekannten Dreiklang: Gelegen im Herzen des Technologie-Korridors von Tennessee gehört es zu den am schnellsten wachsenden Regionen der USA. Mit den Oak Ridge National Laboratories befindet sich Amerikas größtes Energielabor in der Region. Darüber hinaus sorgen vor allem die Automobilbranche, sowie Medizintechnik, Nanotechnologie, Messtechnik und Maschinenbau für einen Boom.

Mit dem Besuch im Saarland und den Vernetzungstreffen mit den hiesigen Forschungseinrichtungen sollten Potentiale für internationale Projekte sondiert werden.



Dr.-Ing. Klaus Szielasko demonstriert Besuchern der Bau 2013 die Funktionsweise des Fluxcrawlers



Prof. Hanke erläutert anlässlich der Hannover Messe 2014 dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft die robotergestützte Ultraschall-Prüfung von Faser-verbundbauteilen

MESESTEILNAHMEN 2013 / 2014

2013

14. – 19. Januar 2013

Bau, München

8. – 12. April 2013

Hannover Messe, Hannover

14. – 17. Mai 2013

Control, Stuttgart

16. Mai 2013

Cold Rolling Day, Düsseldorf

12. Juni 2013

connect@htw saar, Saarbrücken

9. – 11. September 2013

Engine China, Beijing, China

12. – 22. September 2013

IAA PKW, Frankfurt

17. – 19. September 2013

Composites Europe, Stuttgart

7. – 10. Oktober 2013

NDT in Canada Conference, Calgary, Alberta

8. – 10. Oktober 2013

Elmia Nordic Rail, Jönköping, Schweden

2014

7. – 11. April 2014

Hannover Messe, Hannover

6. – 9. Mai 2014

Control, Stuttgart

16. – 18. Mai 2014

Cold Rolling Day, Beijing, China

26. – 28. Mai 2014

DGZfP-Jahrestagung, Potsdam

11. Juni 2014

connect@htw saar, Saarbrücken

23. – 26. September 2014

InnoTrans, Berlin

15./16. Oktober 2014

Hot Rolling Day, Düsseldorf

21. – 25. Oktober 2014

EuroBLECH, Hannover

22. Oktober 2014

Euro-Space-Day, Saarbrücken

ELEKTRONIK FÜR ZFP-SYSTEME

Profil

Die Abteilung *Elektronik für Zfp-Systeme* entwickelt – für und gemeinsam mit Systemintegratoren – neue, innovative Elektronik-Module für zerstörungsfreie Prüflösungen.

Der besondere Schwerpunkt liegt dabei auf kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), denen mit diesen neuen, industrietauglichen Lösungen der Marktzugang sowie zukünftig die eigenständige Produktpflege und Nachbetreuung ermöglicht wird.

Hausintern ist die Abteilung Dienstleister für Sonderelektronik, die am allgemeinen Zfp-Markt nicht erhältlich ist. Dazu gehört auch die Überführung von Labormustern in industrietaugliche, angepasste Spezial-Module und die Implementierung in Systeme.

Entwicklungsschwerpunkte

Der Markt fordert leistungsfähige Prüfsysteme für die Qualitätssicherung von Einzelteilen und Serienteilen.

Der gestiegene Anspruch an den Qualitätsnachweis muss auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) geleistet werden.

Die im Fraunhofer IZFP entwickelten zerstörungsfreien Prüfverfahren müssen auch noch zu erschwinglichen Kosten und in überschaubaren Lieferzeiten an die jeweilige Prüfaufgabe beim Kunden (KMU) angepasst werden können.

Die Abteilung entwickelt und fertigt Prüfmodule, die je nach

- Prüfverfahren (z. B. Ultraschall, Wirbelstrom, Streufluss)
- Anwendung (Muster, Demonstrator, Industrieinsatz)
- Einsatz (mobiles Gerät, stationäre Anlage)
- Prüfungsgeschwindigkeit (Einzel-, Serien-, Inline-Prüfung) usw.

kundenspezifisch konfiguriert werden können.

Für diese Arbeiten stehen ein Ingenieur- und Technikerteam von rund 30 Mitarbeitern sowie moderne Entwicklungs- und Fertigungswerkzeuge zur Verfügung.

Die Abteilung muss ganz unterschiedliche Hard- und Firmware-Module bzw. abgeschlossene Entwicklungen vorhalten, die dann im Kundenauftrag »nur noch« nachgefertigt oder spezifisch modifiziert werden müssen.

Eine grundsätzliche Neuentwicklung würde den Kosten- und Zeitrahmen vieler KMUs sprengen.

Das Fraunhofer IZFP verfügt über ein breites Spektrum an Prüf- und System-Modulen, die in verschiedenen Geschäftsfeldern wie Automobil, Bahn/Schiene, Industrieanlagen oder Umwelt erfolgreich in Industrieapplikationen überführt werden können.

Damit bedient das Fraunhofer IZFP auch Einzel- und Sonderwünsche in einem kleinen Nischenmarkt.

Dies ist die Basis für neue Anfragen, neue wissenschaftliche Verfahrensansätze und neue Prüflösungen, auch unter der Perspektive gleichzeitiger Anwendung von unterschiedlichen Prüfverfahren und bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen.



Dipl.-Ing. Werner Bähr, Leiter Abteilung Elektronik für ZfP-Systeme

Industriepartner

Kleine und mittelständische Unternehmen, KMU

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Werner Bähr
+49 681 9302 3893
werner.baehr@izfp.fraunhofer.de

DIE MULTIKANAL-ELEKTRONIKEN ETHUS UND OPTUS – BASIS-MODULE ZUR SYSTEMINTEGRATION

Stichworte

OPTUS, ETHUS, modulare Multikanal-Ultraschallsysteme, Phased Array (PA), Sampling Phased Array (SPA)

Ausgangssituation

Für Mehrkanal-Prüfsysteme und insbesondere bei PA- bzw. SPA-Systemen fordert der Markt

- eine immer größere Anzahl der real parallel arbeitenden Kanäle,
- bei gleichzeitig immer höheren Sampling-Raten
- und unter Beibehaltung von Echtzeit-Datenverarbeitung in den Einzel- und Summenkanälen.

Dieselben Systeme müssen aber nach »oben« wie »unten« skalierbar sein, um sowohl für Prüfaufgaben geeignet zu sein, die nur eine kleine Anzahl von Kanälen erfordern, als auch für solche Prüfaufgaben, die nur mit großen Verbundsystemen gelöst werden können. Weiterhin besteht die Forderung nach möglichst flexiblen, applikationsabhängigen Datenschnittstellen zur optimalen Kopplung der Prüfsysteme untereinander und zu ihrer Einbindung in die umgebende Prüfanlagen-Infrastruktur.

Am Fraunhofer IZFP ist in Form der OPTUS/ETHUS-Plattform ein modulares, skalierbares Grundsystem verfügbar, dessen Funktionalität durch weitere Hard- und Softwaremodule leicht erweiterbar und an Sonderapplikationen der Industriekunden anpassbar ist.

Aufgabenstellung

Zur Erweiterung des Funktionsumfangs des OPTUS/ETHUS-Basissystems wurden folgende Entwicklungsziele festgelegt:

- I. Realisierung eines Mehrkanalsystems mit mehr als 16 aktiven Kanälen durch weitere Synchronisierung mehrerer Basismodule.
Die Umschaltmöglichkeiten von bis zu 8 Prüfköpfen im Zeitmultiplex bzw. die Linienscan-Fähigkeit sollen dabei aber weiter erhalten bleiben.
- II. Zusätzliche Realisierung einer weiteren Datenschnittstelle, USB-3, in Form eines zum ETHUS-Basissystem kompatiblen Schnittstellenmoduls.

Durchführung

Zu I.

Es wurde ein 19-Zoll-Standard-Chassis zur Unterbringung der zusätzlichen Verarbeitungskanäle sowie eine neue Synchronisierungshardware entwickelt und aufgebaut.

Die Assemblierung zu einem praxistauglichen Prüfsystem wird erst im konkreten Kundenauftrag und an die jeweilige Prüfanwendung angepasst erfolgen.

Zu II.

Es wurde eine zur Basis-Backplane kompatible USB-3-Schnittstellenplatine (UFO – USB For Optus) entwickelt. Die ersten Prototypen dieser Baugruppe sind erfolgreich in Betrieb genommen und befinden sich in der industriellen Erprobung.



1 OPTUS/ETHUS-Plattform

Unter Verwendung eines FPGA-Prototyping-Boards und einer dazu kompatiblen USB-3-Erweiterungskarte wurde eine Entwicklungsumgebung geschaffen, um parallel zum Design der Hardware die Entwicklung und den Test einer in C/C++ geschriebenen DLL zur Bedienung des Systems durch einen Standard-PC voranzutreiben.

Ergebnisse

- Die synchrone Messung mit mehreren parallelen OPTUS/ETHUS-Systemen funktioniert im Laborgehäuse.
- Die vorhandene Hardware erlaubt den Betrieb von bis zu acht synchronen Systemen (128 parallele aktive Kanäle, bei 1024 verfügbaren Kanälen im Zeitmultiplex insgesamt).
- Die zusätzliche USB-3 Datenschnittstelle kann dem Industriepartner neben Ethernet-100, Ethernet-1000 oder Optik (LWL) als weitere Konfigurationsmöglichkeit angeboten werden.
- Da die System-Architektur viele Verarbeitungstechniken (SPA, CPA, ALOK, Blende, TD-Bild usw.) unterstützt und weitere Verarbeitungstechniken leicht integrierbar sind, können auf Grundlage dieser Plattform Prüfverfahren weiterentwickelt werden, die in Form spezifischer, angepasster Einzelsysteme auch für klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) attraktive Alternativen zu herkömmlichen Prüfmethoden darstellen.

Entwicklungspartner

Vorlaufentwicklung unter Beteiligung aller Geschäftsfelder des Fraunhofer IZFP

Autoren / Ansprechpartner

Hendrik Theado, M.Sc.
+49 681 9302 3859
hendrik.theado@izfp.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Werner Bähr
+49 681 9302 3893
werner.baehr@izfp.fraunhofer.de



2 OPTUS/ETHUS-Plattform – Laborgerät

ULTRASCHALL-PRÜFANLAGE ZUR AUTOMATISCHEN BESTIMMUNG DER EINHÄRTETIEFE AN LKW-KURBELWELLEN

Stichworte

Ultraschall, Einhärtetiefe (EHT), Randhärtetiefe, RHT, Kurbelwellen

Ausgangssituation

Kurbelwellen im Fahrzeugbau werden an allen Haupt- und Hublagern mit induktiven Verfahren gehärtet. Der Härteprozess und die nachfolgende Bearbeitung der Kurbelwellen sind wesentliches Fertigungs-Know-how der LKW-Hersteller. Die Überprüfung der Einhärtetiefe und des Härte-Profilverlaufs sind mit etablierten Messverfahren nur metallographisch und/oder mittels Mikrohärtemessung nach Schneiden an den interessierenden Lagerpositionen und den entsprechenden Radien möglich.

Als zerstörungsfreies Messverfahren kann die Ultraschall-Rückstreuung genutzt werden. Ultraschallwellen werden überall dort gestreut, wo sich Dichte oder elastische Materialeigenschaften in einem begrenzten Bauteilbereich innerhalb des Schallstrahles verändern. Die Schallwellen werden in alle Richtungen gestreut, zum Teil somit auch zurück zum Ultraschallprüfkopf. Durch Anpassung der Ultraschallwellenlänge bzw. der Ultraschallfrequenz wird die Stärke der Ultraschallrückstreuung beeinflusst. Sind die mittleren Korngrößen klein im Vergleich zur Ultraschallwellenlänge, ist die Streuung nur gering; bei größeren Körnern wird der Effekt stärker, bis es schließlich an Körnern, die wesentlich größer als die Wellenlänge sind, zur Schallreflexion kommt.

Zur Bestimmung der Einhärtetiefe (EHT) nutzt man somit die Rückstreuung der Ultraschallwellen am Übergang der gehärteten Randschicht zum Grundwerkstoff bzw. am Übergang zu den Kör-

nern des Grundmaterials. Aus der Laufzeit, die der Schallimpuls benötigt, um von der Bauteiloberfläche zum Streuer zu gelangen, lässt sich bei Kenntnis der Schallgeschwindigkeit des Materials die Dicke der gehärteten Schicht errechnen.

Vom Fraunhofer IZFP in Saarbrücken werden bereits seit mehr als zehn Jahren Prüfgeräte entwickelt und ausgeliefert, die nach dem beschriebenen Ultraschallverfahren die Einhärtetiefe an Kurbelwellen mittels *manueller* Positionierung bestimmen.

Aufgabenstellung

Ziel war die Entwicklung und der Bau einer *vollautomatischen* Prüfanlage zur Prüfung der Einhärtetiefe (EHT) an LKW-Kurbelwellen, die im Rahmen der Kurbelwellenfertigung zur stichprobenartigen Kontrolle des induktiven Härteprozesses praxistauglich eingesetzt werden kann, wobei die mechanische Erkennung und Einstellung des Spannvorganges für die verschiedenen Wellengeometrien durch das Abscannen eines auf der Kurbelwelle angebrachten Barcodes automatisch ablaufen soll. Vorgabe war zudem die leichte Erstellung und einfache Variation von Prüfprogrammen unter automatischer Vermeidung mechanischer Kollisionen zwischen den Ultraschall-Messkopfeinheiten und der rotierenden Kurbelwelle.

Durchführung

Zusammen mit einem starken Entwicklungspartner wurden alle Entwicklungsziele, sowohl auf der konstruktiv-mechanischen wie auf der mechatronischen Seite, konsequent umgesetzt. Es entstand eine komplexe Prüfanlage, die mittels eines verfahrenbaren



1 EHT-Ultraschall-Prüfanlage

2 Messtisch

Messtisches acht Ultraschall-Messkopfeinheiten automatisch in den Eingriff zur Prüfung der Haupt- und Pleuellager bringt. Die Multikanal-Ultraschall-Prüfgerätetechnik wurde in der Abteilung *Elektronik für ZfP-Systeme* des Fraunhofer IZFP neu entwickelt.

Anlagen-Features

- Umfassende SPS- und Prüfsoftware
- Barcode-Scanner zur Identifizierung der Kurbelwellen
- Automatisches Einspannen der Kurbelwellen
- 8 unabhängige Ultraschall-Messkopfeinheiten mit 12 Ultraschall-Prüfköpfen
- Wasserankopplung der Messkopfeinheiten
- Automatische Ankoppelkontrolle mit Korrekturmodus
- Vollautomatischer Prüfablauf
- Einfach zu erstellende Prüfprogramme
- Messung auf Haupt- und Pleuellagern
- Messung in den gehärteten Radien der Lager
- Messung an jeder Winkelposition der Lager
- Umfangsmessungen in definierbaren Winkelsegmenten
- Vollständige Umfangsmessungen 0 bis 360°
- Datenbank zur Ergebnisarchivierung
- Direkter Protokollausdruck

Ergebnisse

Der mittels Ultraschallrückstreuung bestimmte EHT-Wert ist nicht direkt absolut identisch mit dem EHT-Wert, der metallographisch und/oder mittels Mikrohärtemessung und/oder mit einem anderen etablierten Verfahren bestimmt wird. Da beide Werte aber direkt von den Prozessparametern des Härtens beeinflusst werden, ergibt sich eine sehr gute Korrelation.

Zur absoluten zahlenmäßigen Übereinstimmung müssen statistisch abgesicherte manuelle Messungen mit etablierten Verfahren durchgeführt und die ermittelten Korrekturfaktoren im Programm hinterlegt werden. Die in der Praxis ermittelten Korrekturfaktoren liegen im Intervall von -0,5 bis +0,5 mm.

Optimale Resultate liefern folgende Bedingungen:

- Die zu prüfenden Teile sind induktiv gehärtet.
- Sie sind geschmiedet, nicht gegossen.
- Die kleinste zu messende Härtetiefe beträgt 1,5 mm.
- Martensitisches Material und Grundwerkstoff grenzen möglichst übergangslos aneinander, d.h. es gibt kein Zwischengefüge.
- Die Korngröße des Grundmaterials reicht aus, um eine gute Rückstreuung bei der gewählten Frequenz zu erhalten.

Es wurde an Referenz-Kurbelwellen eine Wiederholgenauigkeit der EHT-Messungen von +/- 0,2 mm erreicht.

Industriepartner

Woll-Maschinenbau GmbH, Saarbrücken

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Hans-Rüdiger Herzer
 +49 681 9302 3843
 hans-ruediger.herzer@izfp.fraunhofer.de

Stichworte

UER, EMUS, Ultraschall, Eigenspannungsmessung, Eisenbahnräder, Radkranz

Ausgangssituation

Eisenbahn-Güterwagen werden auch heutzutage überwiegend mit Klotzbremsen gebremst. Diese Bremsvariante bedingt, dass in den Radsätzen während und nach dem Bremsvorgang Erwärmungs- und Abkühlprozesse vonstatten gehen, die dazu führen, dass sich die während des Herstellungsprozesses in das Rad-Material in Umfangsrichtung eingebrachten Druckspannungen hin zu Zugspannungen verändern. Unter diesem Einfluss können selbst kleine Risse in der Lauffläche des Rades bis zum letztendlichen Radbruch anwachsen.

Um diesen Schäden entgegenzutreten, werden seit 1992 vom Fraunhofer IZFP industrietaugliche Prüfsysteme des Typs **UER** (**U**ltraschall-**E**igenspannungsmessung an **R**adkränzen) entwickelt und produziert, zunächst nur in einer Standgeräteversion, später auch als portable Systeme. 2004 kam es zu einem ersten umfangreichen Redesign des Systems, um dem sich permanent wandelnden Elektronik- und Software-Markt Rechnung zu tragen. Ein zweites Update sichert nun weiterhin die Zukunftsfähigkeit dieses Gerätesystems, welches mittlerweile weltweit in 15 Ländern und an mehr als 50 Standorten zum Prüfstandard geworden ist.

Um den Eigenspannungszustand an Güterwagen-Radkränzen zu ermitteln, nutzen die UER-Prüfsysteme den sogenannten akusto-elastischen Effekt, das heißt den Einfluss von Dehnungs-

und Spannungszuständen auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Ultraschallwellen. Die Größe des Effektes hängt hierbei von der Ausbreitungs- und der Schwingungsrichtung in Bezug auf die Hauptdehnungs- oder Spannungsrichtung ab. Mittels eines elektromagnetischen Ultraschallwandlers (EMUS) wird koppelmittelfrei eine linear polarisierte Transversalwelle von der Innenfläche in den Radkranz eingeschallt. Eine hochpräzise, in Millimeter-Schritten zunächst radial und später tangential ausgeführte Ultraschall-Laufzeitdifferenzmessung erlaubt in Kenntnis der akusto-elastischen Konstanten den Rückschluss auf die Hauptspannungen in Umfangsrichtung, da die radialen Hauptspannungen in den Rädern klein und nicht wesentlich von den Bremsungen beeinflusst sind.

Aufgabenstellung

Immer kürzer werdende Innovationszyklen im Bereich von Elektronik-Hardware und Software machten 2013 ein zweites Redesign des UER-Prüfsystems notwendig. So sollte gewährleistet werden, dass sich durch die Auswahl entsprechender Komponenten das Gerätesystem auch zukünftig auf dem aktuellen Stand der Technik befindet und gleichzeitig ein langjähriger Service gewährleistet werden kann.

Im Rahmen dieser Weiterentwicklung wurde die analoge Signalübertragung auf ein Mindestmaß reduziert und weitgehend durch eine digitale Signalübertragung ersetzt, was eine deutlich geringere Störbeeinflussung des Systems im industriellen Umfeld zur Folge hat. Gleichzeitig wurde mit einer neuen Gehäusestruktur die Möglichkeit geschaffen, unseren Kunden mit geringem Aufwand drei unterschiedliche Systembauarten anbieten zu können.



1 UER-3-System auf Standsäule mit Sensor



2 UER-3-System auf Schwenkarm



3 UER-3-System auf Trolley

Durchführung

Eine Minimierung analoger Signalwege bedingte die Notwendigkeit, die komplette Ultraschallsende- und Empfangselektronik einschließlich Signalverarbeitung und Digitalisierung neu zu entwickeln und den minimalen Platzverhältnissen in der Manipulationseinheit anzupassen. Auch die komplette Steuerungstechnik befindet sich jetzt im Manipulatorinnenraum, so dass die Signalübertragung zum eigentlichen Bedienterminal voll digital erfolgen kann. Der Vorteil besteht in der deutlich geringeren externen Störbeeinflussung und möglichen größeren Kabellängen zwischen Terminal und Manipulator.

Das Terminal-Grundmodul mit eingebautem 19-Zoll-Display, Rechereinheit, Spannungsversorgung, Edelstahl tastatur und Signallampen kann nach Kundenwunsch in drei Systemvarianten integriert werden. Zur Wahl stehen die Montage auf der ortsfesten Standsäule (Abbildung 1), die Befestigung am beweglichen Schwenkarm (Abbildung 2) oder die Lieferung des Gerätes auf einem mobilen Rollwagen (Abbildung 3).

Die Hard- und Software des Systems ermöglichen die Einbindung in die Netzwerkstrukturen der Werke und halten eine Vielzahl von Protokollierungsmöglichkeiten vor. Zur Bewertung von neu hergestellten Rädern ist ein weiteres Auswertemodul verfügbar, das in verschiedenen Tiefenbereichen des Spannungsprofils parametrierbar eine Bewertung nach Vorgabe der EN 13262 ausführt.

Alle neuen UER-Systeme sind, wie auch alle bereits ausgelieferten Systeme, in das Fernwartungsnetzwerk des Fraunhofer IZFP eingebunden: Im Störfall ist das Service-Team somit in der Lage,

durch Fernzugriff über Internet eine umfangreiche Fehleranalyse durchzuführen.

Ergebnisse

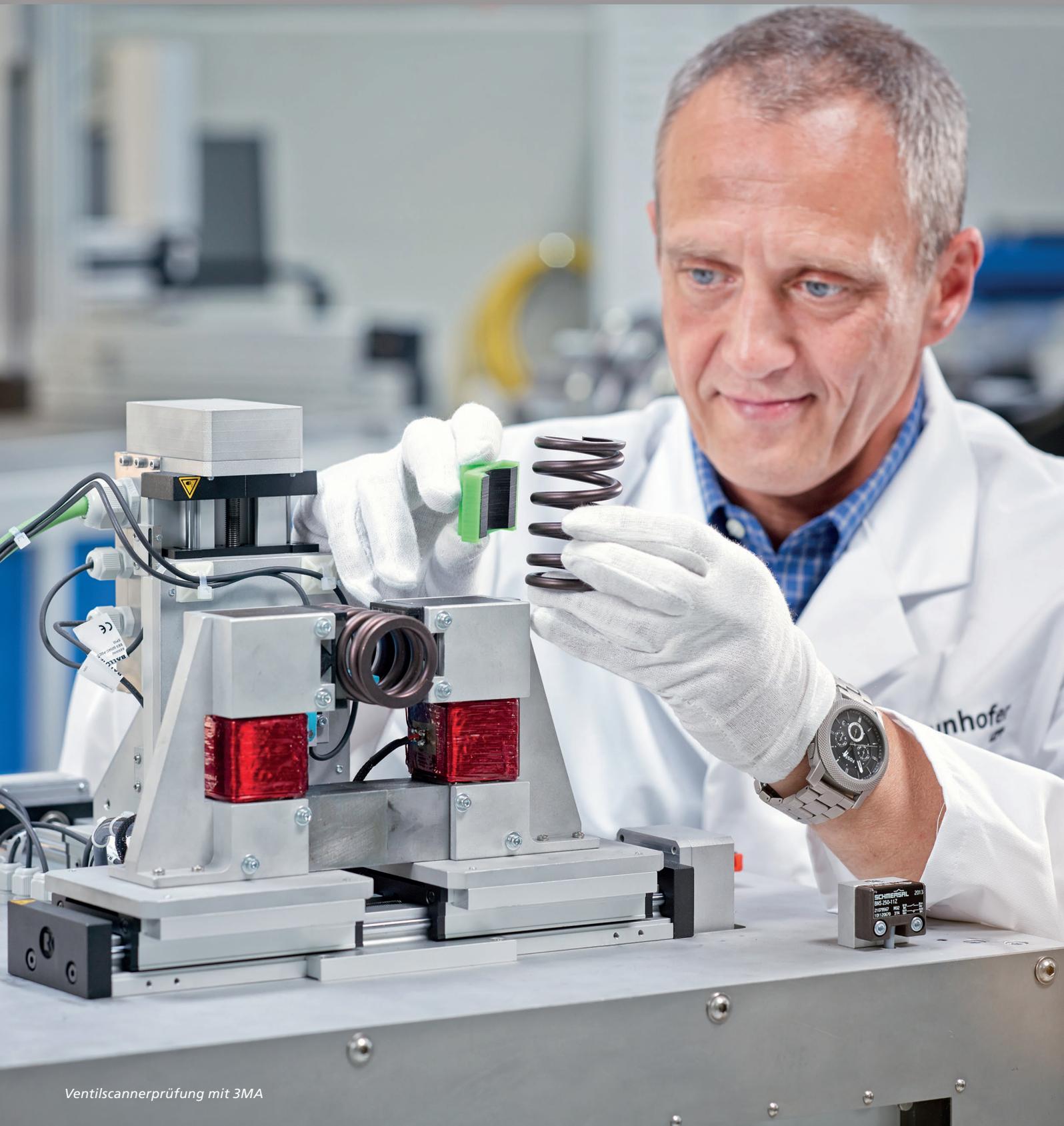
Mit den Erfahrungen aus zwei Gerätegenerationen wurde das UER-Prüfsystem bei gleichbleibend einfacher Software-Bedienung und einem gleichzeitigen Ausbau der Prüfdokumentationsmöglichkeiten auf einen zukunftssicheren technischen Stand gebracht.

Industriepartner

Eisenbahnverkehrsunternehmen
Radhersteller
Eisenbahn-Dienstleister

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Hans-Rüdiger Herzer
+49 681 9302 3843
hans-ruediger.herzer@izfp.fraunhofer.de



FERTIGUNGSINTEGRIERTE ZFP

Im Hochlohnland Deutschland stellen die zunehmende Automatisierung der Produktion und die hohe Qualität der Produkte strategische Wettbewerbsvorteile der Industrie dar, insbesondere im Vergleich zu Billiglohnländern. Aus diesem Grund müssen Qualität und Effizienz in der Produktion sichergestellt und stetig verbessert werden. In vielen Produktionsbetrieben beschränkt sich die Qualitätssicherung auch heute noch auf eine stichprobenartige Endkontrolle. Das dann als fehlerhaft identifizierte Produkt hat bereits die komplette Wertschöpfungskette durchlaufen und demnach die Stückkosten erhöht. Die Fehlerursachen sind oft nicht mehr nachvollziehbar und können deshalb auch nicht durch geeignete Korrekturmaßnahmen beseitigt werden. Liegt eine systematische Störung des Produktionsprozesses vor, so ist möglicherweise nicht nur das geprüfte Teil, sondern das komplette Produktionslos fehlerhaft, was mit zerstörenden Prüfverfahren nicht einmal überprüft werden kann.

Hinzu kommt, dass bei weitem nicht alle Produktionsprozesse beherrscht, qualitätsfähig und optimiert sind. Ein besonderer Bedarf an Qualitätsüberwachung und -sicherung besteht gerade bei solchen Prozessen, z. B. bei neuartigen Produktionsprozessen, nichtlinearen und zeitvarianten Prozessen, bei Prozessen ohne physikalisches Prozessmodell oder mit hoher Wertschöpfung, beim An- und Abfahren von Batch-Prozessen, Lastwechsel-Prozessen oder auch, wenn die Qualitätssicherung mit zerstörenden Prüfungen nicht möglich oder zu aufwändig ist.

Profil

Die Abteilung *Fertigungsintegrierte ZfP* entwickelt für Produktionsprozesse anwendungs- und lösungsorientierte Verfahren zur fertigungsintegrierten zerstörungsfreien Prüfung (ZfP). Die

Verfahren können dabei sowohl im Sinne der statistischen Prozesslenkung (SPC = Statistical Process Control) – also für die produktionsbegleitende Erfassung der Qualitätsmerkmale des Produkts anhand von Stichproben – als auch im Sinne der Prozessüberwachung – also für die prozessintegrierte, oft kontinuierliche Erfassung und Dokumentation von Kenngrößen des Prozesses und der Produkte – eingesetzt werden.

Ziel ist dabei nicht nur, die Prozessbeherrschung und Qualitätsfähigkeit zu dokumentieren, vielmehr werden die Prüfinformationen zunehmend auch dazu genutzt, um Produktionsprozesse zu analysieren, zu modellieren und letztlich gezielt zu beeinflussen (Prozessanalyse, -modellierung, -regelung und -steuerung).

Zum Leistungsangebot der Abteilung gehören

- die Beratung industrieller Partner hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten und -grenzen sowie der Wirtschaftlichkeit von fertigungsintegrierter ZfP,
- die Durchführung von Machbarkeitsanalysen,
- der Aufbau von produktionstauglichen Prüfsystemen sowie deren Implementierung in den Prozess und die datentechnische Integration in den Produktionsablauf,
 - inkl. der darauf basierenden Entwicklung von Regelungs- und Steuerungsmodellen
 - und von Methoden des fertigungsintegrierten Qualitätsmanagements.

Hierbei werden neben den klassischen ZfP-Verfahren auch physikalische Messverfahren zur Erfassung von Prozessemissionen und -vorgangsgrößen betrachtet.



Dr.-Ing. Bernd Wolter, Leiter Abteilung Fertigungsintegrierte ZfP

Entwicklungsschwerpunkte

Im Fokus stehen bisher vor allem fertigungstechnische Prozesse, wie sie in der Automobilindustrie, bei der Stahlerzeugung oder im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt werden.

Hierzu zählen u. a.

- das Warm- und Kaltwalzen von Flachstahl,
- das Schmieden und die Wärmebehandlung von Rundstahl,
- die Warm- und Kaltumformung von Blechbauteilen (Presshärten, Tief-, Kragenziehen),
- das Randschichthärten (Induktionshärten, Einsatzhärten, Nitrieren) und die ggf. sich anschließende Hartfeinbearbeitung (Schleifen, Hartdrehen) von Zahnrädern, Lagerringen und anderer Futterteile,
- Schmelzschweißverfahren (z. B. Laserstrahlschweißen)
- und wärmearme Fügeverfahren (z. B. Rührreibschweißen) von Stahl und Leichtmetallen.

Besondere Kompetenzen betreffen die Überwachung und Prüfung von Fertigungsprozessen und Produkten beim

- Presshärten,
- der Ventildfederherstellung und
- der Bandstahlherstellung,

bei denen mit dem 3MA-Prüfverfahren (mikromagnetische Multiparameter-, Mikrostruktur- und Spannungsanalyse) ein Alleinstellungsmerkmal des Fraunhofer IZFP zum Einsatz kommt.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Bernd Wolter
+49 681 9302 3883
bernd.wolter@izfp.fraunhofer.de

DETEKTION VON AKUSTISCHEN PROZESSEMISSIONEN BEIM LASERSTRAHLSCHWEISSEN

Stichworte

Prozessüberwachung, Laserstrahlschweißen, Inline, akustische Emissionen, Luftschall

Ausgangssituation

Im Rahmen einer ganzheitlichen Prozessüberwachung aller Prozessphasen von anspruchsvollen Fügeprozessen – wie dem Laserstrahlschweißen – können durch den Einsatz verschiedener ZfP-Verfahren optimale und qualitätsgesicherte Prozessergebnisse erzielt werden. Insbesondere In-Process-Verfahren, mit denen Qualitätsmängel frühzeitig in der Wertschöpfungskette entdeckt werden können, sind von großem Interesse. Daher wird am Fraunhofer IZFP an einem neuen Verfahren zur In-Process-Überwachung der Luftschallemissionen beim Laserstrahlschweißen oberhalb der Hörschallschwelle (> 20 kHz) gearbeitet. Dies stellt einen wichtigen Baustein zur Entwicklung einer ganzheitlichen Prozessüberwachungsstrategie (Pre-, In- und Post-Process) für das Laserschweißen dar.

Aufgabenstellung

Ein akustisches Überwachungskonzept besteht aus verschiedenen Einzelkomponenten (Sensorik, Datenerfassung, Datenauswertung, etc.). Zunächst soll die Eignung von verschiedenen Sensorik Konzepten (eben, fokussierend, u. a.) überprüft werden. Anhand der Variation der Stellgrößen der Laserschweißanlage sowie durch gezieltes Einbringen von Testfehlern soll die Leistungsfähigkeit der Sensoren sowie der grundsätzliche Informationsinhalt von

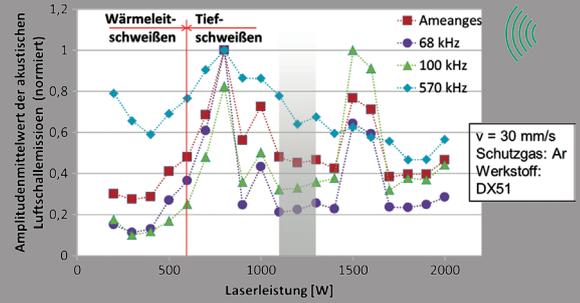
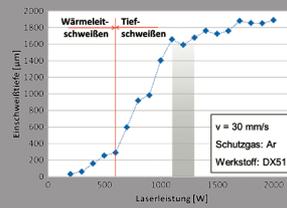
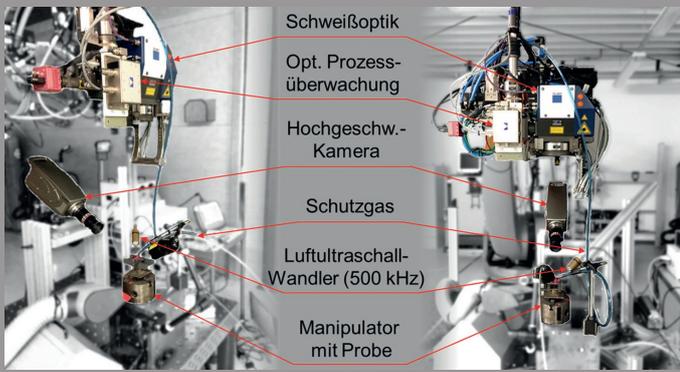
hochfrequenten Luftschallemissionen beurteilt werden. Auf dieser Basis werden in weiteren Arbeiten eine optimierte Sensorik und Datenerfassungs- und -auswertekonzepte erarbeitet.

Durchführung

Der Versuchsaufbau zur Erfassung der hochfrequenten Luftschallemissionen des Laserschweißprozesses ist in Abbildung 1 dargestellt. Als Laserstrahlquelle wurde ein Yb:YAG-Festkörperscheibenlaser verwendet. Die Laserschweißoptik (PFO 33) hat einen Arbeitsabstand von ca. 530 mm und einen Fokusbereich von 600 μm . Der fokussierende Schallwandler (530 kHz) wurde in einem Abstand zwischen 40 mm und 100 mm zum Bauteil ausgerichtet. Zur ersten Beurteilung der Leistungsfähigkeit wurden verschiedene Einflüsse auf das Schweißergebnis und deren Korrelationen mit Luftschallemissionen betrachtet. Auszugsweise soll hier der Einfluss der Laserleistung und das Überschweißen von Bohrungen vorgestellt werden.

Ergebnisse

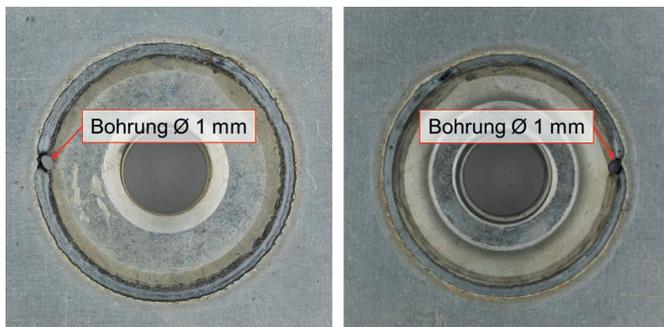
Zur Überprüfung der Empfindlichkeit und Reaktionszeit sowie Veränderungen bei abruptem Zusammenbruch der Dampfkapillare und deren Neubildung wurden Proben geschweißt, welche ein zuvor eingebrachtes Loch ($\varnothing 1$ mm) in der Fügelinie aufweisen (vgl. Abbildung 2a). Die Short-Time-Fourier-Transformation (STFT) des Rohsignals in Abbildung 2b zeigt, dass der zeitliche Einbruch der Amplituden im niedrigen Frequenzbereich zeitlich deutlich kürzer ist, als im höherfrequenten Bereich. Er beträgt ca. 1/30 s bei 50 kHz, was dem Überschweißen der 1 mm Bohrung bei einer Schweißgeschwindigkeit von 30 mm/s entspricht. Im Bereich von



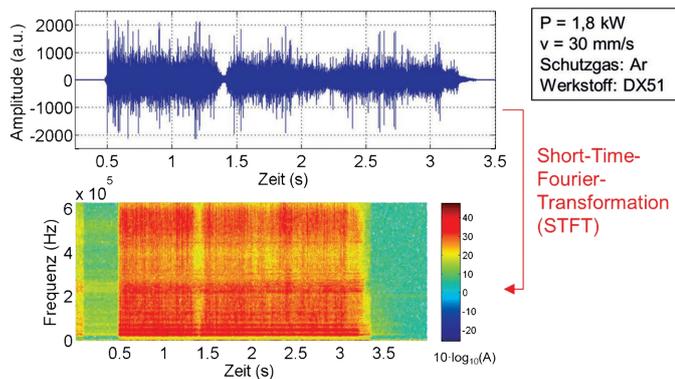
1 Versuchsaufbau zur Erfassung hochfrequenter Luftultraschallemissionen beim Laserstrahlschweißen von Rundschweißnähten

3 Variation der Laserleistung; oben gemessene Einschweißtiefe, unten Amplitude der Luftschallemissionen für verschiedene Frequenzen

550 kHz ist der Signaleinbruch symmetrisch zur tatsächlichen Fehlerstelle breiter.



2a Überschweißte Bohrung (links Vorderseite, rechts Rückseite)



2b Zugehörige akustische Emissionen, Rohsignal (oben) und STFT (unten)

Mit Erhöhung der Laserleistung wird eine charakteristische Schwelle zwischen dem Wärmeleit- und dem Tiefschweißen überschritten. Das Wärmeleitschweißen ist durch ein breites, flacheres Schmelzbad charakterisiert. Das Tiefschweißen ist durch die lokale Verdampfung des Werkstückes und die damit verbundene Bildung einer Dampfkapillaren gekennzeichnet. So kann die Einschweißtiefe durch Mehrfachreflexionen der

einfallenden Laserstrahlung sprunghaft ansteigen, bis ggf. das Werkstück in seinem kompletten Querschnitt durchgeschweißt ist, was mit dem grau hinterlegten Bereich angedeutet wird (vgl. Abbildung 3 oben). Für viele industrielle Laserschweißanwendungen ist ein stabiler Tiefschweißprozess Voraussetzung. Abbildung 3 unten zeigt die normierten Amplitudenmittelwerte der gemessenen Luftschallemissionen. Es sind der Mittelwert des erfassten Rohsignals (Ameanges) sowie die Mittelwerte aus der Short-Time-Fourier-Transformation für drei unterschiedliche Frequenzen dargestellt. Nach Erreichen der Schwellleistung steigen die Amplitudenwerte auf ein lokales Maximum bei 800 W an. Bei hohen Laserleistungen unterscheiden sich die Verläufe des Gesamtmittelwertes sowie der niedrigeren Frequenzanteile bis 100 kHz vom Verlauf der hochfrequenten Emissionen bei 570 kHz.

Die hier vorgestellten ersten Versuche zeigen, dass der hochfrequente Bereich des Luftschallsignals Informationsinhalte über den Schweißprozess enthält, welche für die Prozessüberwachung von Bedeutung sind. Im Rahmen weiterführender Arbeiten sollen diese Informationsinhalte intensiver betrachtet werden. Wichtig ist hierbei die Korrelation zu den relevanten Stellgrößen wie Laserleistung und Schweißgeschwindigkeit bzw. zur erzielten Einschweißtiefe als Regelgröße. Des Weiteren sollen auch die Entstehung von Fehlstellen und die zugehörigen akustischen Signaturen analysiert werden.

Autoren / Ansprechpartner

M. Eng. Matthias Bastuck
 +49 681 9302 3659
 matthias.bastuck@izfp.fraunhofer.de

NACHWEIS VON RISSEN UND EINSCHNÜRUNGEN IN KAROSSERIETEILEN

Stichworte

Einschnürungen, EMUS, Karosserieteile, Risse, Umformen

Ausgangssituation

In modernen Presswerken treten bei der Blechumformung sporadisch Bauteilfehler wie ReiBer, Einschnürungen oder Faltungen auf, die nur schwer zu vermeiden sind, da die Bleche aus neuen Stahlwerkstoffen mit hoher Festigkeit bei gleichzeitig geringerer Blechdicke gefertigt sind. Andererseits ist der Anteil der weichen Güten im Karosseriebau auch heute noch bedeutend. Die Neigung zur Bildung von Einschnürungen ist gerade bei duktilen Legierungen erheblich ausgeprägt. Solche Fehler müssen möglichst früh im Fertigungsablauf detektiert werden, um die Weiterverarbeitung fehlerhafter Blechbauteile im Rohbau zu vermeiden und um Prozessstörungen unmittelbar nach ihrer Entstehung zu erkennen.

Aufgabenstellung

Ziel der hier dargestellten Arbeiten war daher die Auswahl und Erprobung eines geeigneten zerstörungsfreien Prüfverfahrens, das im Presswerk eingesetzt werden kann, um ReiBer und Einschnürungen in Blechbauteilen automatisch zu erkennen.

Durchführung

Zunächst wurden verschiedene Prüfverfahren miteinander verglichen. Hierbei erwies sich die EMUS-Prüftechnik (Elektro-

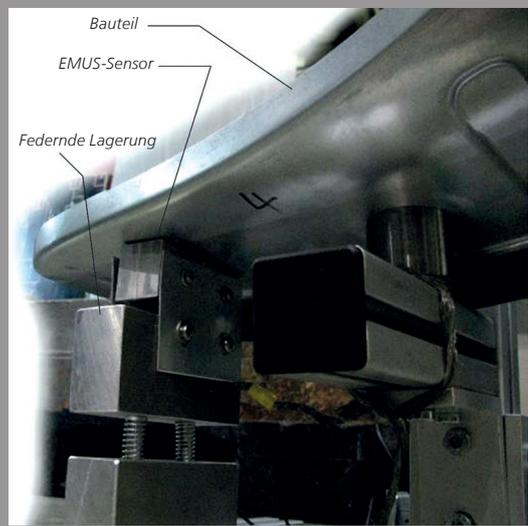
magnetisch erzeugter **Ultraschall**) als das bestgeeignete Verfahren. Es wurde in weiteren Schritten optimiert und kalibriert. Die Qualifizierung erfolgte an Testbauteilen und Produktionsteilen aus der Automobilindustrie. Die Versuchsdurchführung fand im Labor und in industrieller Umgebung statt.

Ergebnisse

Es wurden Plattenwellen verwendet, die sich besonders zur Prüfung von komplexen Bauteilgeometrien und schlecht zugänglichen Positionen eignen. Bei einem fehlerfreien Bauteil läuft die Ultraschallwelle ungestört bis zur Bauteilkante und wird dort reflektiert. Befindet sich ein Defekt zwischen EMUS-Sensor und Bauteilkante, so kommt es zur Reflexion der Ultraschallwelle. Im Ultraschallbild ist dies als Fehlerecho erkennbar. Die Laufzeit des Fehlerechos ist proportional zum Laufweg zwischen Defekt und EMUS-Sensor, woraus sich die Position des Defekts ergibt. Bei einer Einschnürung zeigt das Ultraschallbild neben dem Fehlerecho auch noch das Signal der Bauteilkante (Kantenecho), wie in Abbildung 2 ersichtlich. Dagegen reflektiert ein durchgängiger Riss die Ultraschallwelle komplett, so dass kein Kantenecho mehr festgestellt werden kann (Abbildung 3). Einschnürungen und Risse sind somit unterscheidbar. Die Amplitude des Fehlerechos korreliert mit der Ausdehnung und vor allem mit der Tiefe des Defekts. Einschnürungen konnten auch dann nachgewiesen werden, wenn diese sich auf der prüfkopfabgewandten Blechseite befanden. Für die Kalibrierung des EMUS-Verfahrens wurde ein Bauteil mit einer langgezogenen Nut verwendet, deren Tiefe sich kontinuierlich veränderte. Es zeigt sich, dass Einschnürungen ab einer Tiefe von 0,12 mm bzw. 15 Prozent der Blechdicke nachweisbar sind. Um die Tauglichkeit für den Serieneinsatz in industrieller Umgebung zu demonstrieren, wurde eine Prüfstation



1 Pressenauslaufband (Quelle: Volkswagen AG)



4 EMUS-Prüfstation

aufgebaut, in der verschiedene Praxisbauteile auf Risse und Einschnürungen geprüft wurden (siehe Abbildung 4).

Industriepartner

Die Arbeiten wurden im Rahmen des von der AiF geförderten Forschungsvorhabens EFB/AiF 16695N durchgeführt. Forschungspartner war das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, IFUM, Hannover.

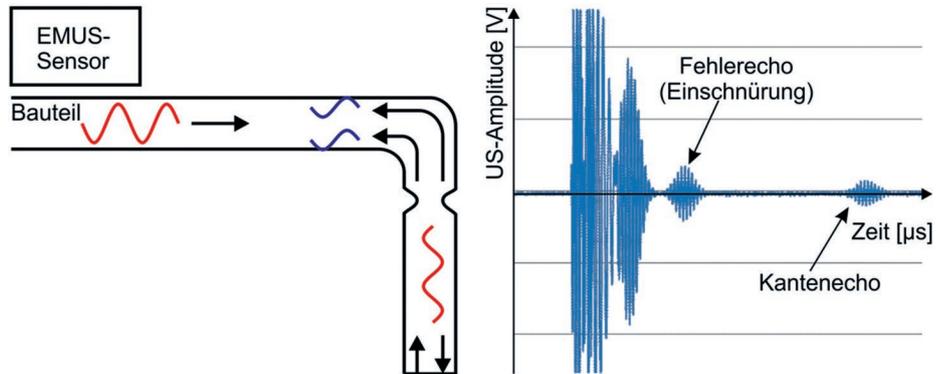
Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Bernd Wolter
 +49 681 9302 3883
 bernd.wolter@izfp.fraunhofer.de

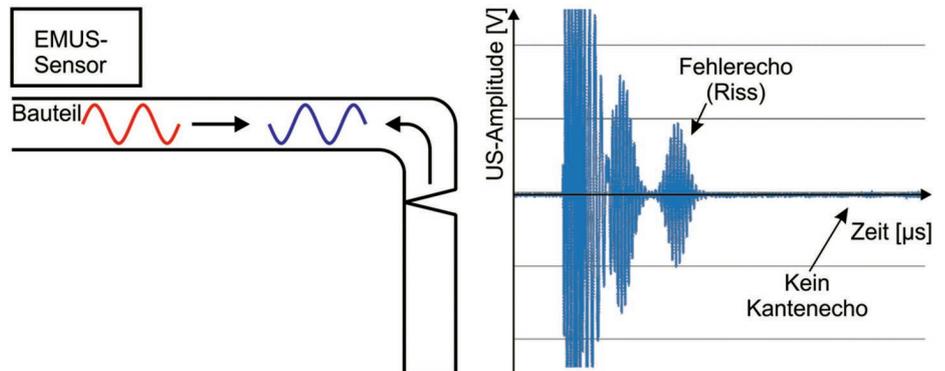
Dr.-Ing. Frank Niese
 +49 681 9302 3921
 frank.niese@izfp.fraunhofer.de



2 Bauteil mit Einschnürung, schematische Darstellung der Schallausbreitung und Ultraschallsignal



3 Bauteil mit Riss, schematische Darstellung der Schallausbreitung und Ultraschallsignal



3MA – MODELLIERUNG MIKROMAGNETISCHER ZFP-METHODEN MIT FINITE-ELEMENTE-VERFAHREN

Stichworte

Finite-Elemente-Methode (FEM), Simulation, Hysterese, Wirbelstrom, Materialcharakterisierung

Ausgangssituation

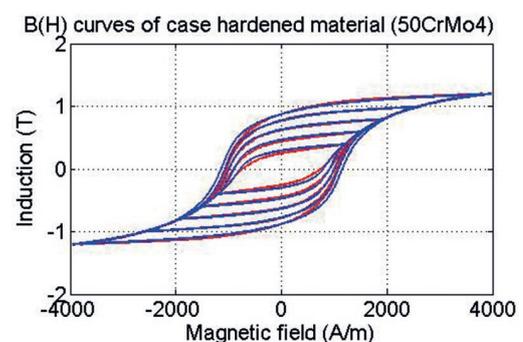
Derzeit erfordert die zerstörungsfreie Charakterisierung von Materialien mit elektromagnetischen ZfP-Verfahren einen enormen experimentellen Aufwand, um die hochkomplexen Zusammenhänge zwischen elektromagnetischen und mechanischen Eigenschaften zu beschreiben. Die notwendigen Messungen sind zeitlich wie finanziell oft aufwändig, weswegen derartige Verfahren derzeit nur in begrenztem Umfang eingesetzt werden. Zur Beschleunigung und Vereinfachung der Abläufe bei der Machbarkeitsanalyse, Auslegung und Kalibrierung von elektromagnetischen ZfP-Verfahren sollen deswegen analytische und numerische Simulationen durchgeführt werden, mit denen das elektromagnetische Verhalten des Werkstoffs in verschiedenen Prüfsituationen vorhergesagt und damit der experimentelle Aufwand reduziert werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde am Fraunhofer IZFP ein FEM-Tool zur Simulation mikromagnetischer Messgrößen entwickelt.

Herausforderung: 3MA als FEM-Simulation

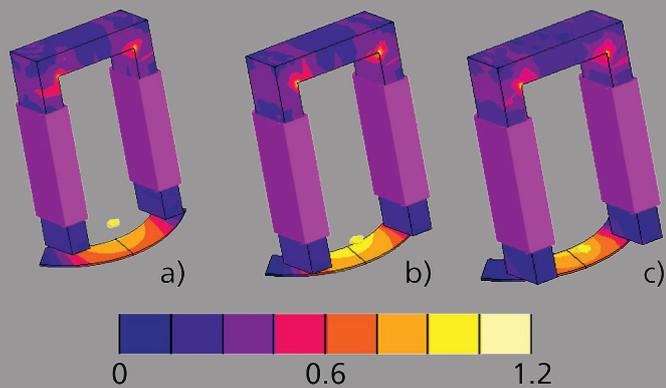
Unter den 3MA-Messgrößen erweist sich die Simulation der Signale der Überlagerungspermeabilität (ÜP) als größte Herausforderung, da der Werkstoff hier mit einem niederfrequenten Hysteresezyklus ($LF = 20 - 250 \text{ Hz}$) magnetisiert wird und gleichzeitig

die Wirbelstromimpedanz an jedem Punkt der Hystereseurve bei höherer Frequenz ($HF = 20 - 250 \text{ kHz}$) gemessen wird. Hieraus ergibt sich das Signal der ÜP als Funktion der angelegten Magnetfeldstärke H_r , aus dem verschiedene Messgrößen, z. B. die Koerzitivfeldstärke, ermittelt werden.

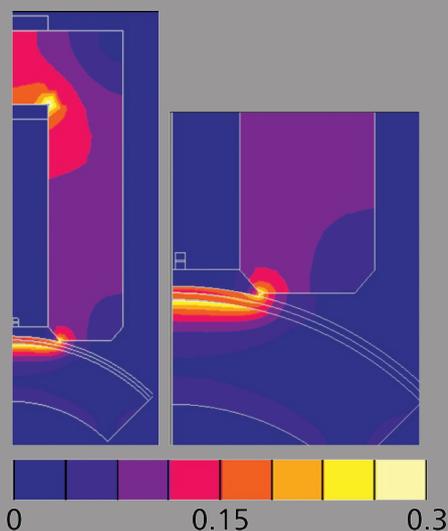
Die FEM-Simulation eines 3MA-ZfP-Systems erweist sich nicht nur wegen der mehrskaligen Zeitsignale, sondern auch infolge der mehrskaligen Geometrie als sehr komplex. Hinzu kommt das nichtlineare Verhalten der Hysterese des ferromagnetischen Werkstoffs. Zur Lösung dieser Simulationsaufgabe wurde eine neuartige Berechnungsstrategie entwickelt und für den zweidimensionalen Fall unter Trennung der LF- und HF-Berechnungen validiert. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass die Simulationemethode eine schnelle Berechnung unter Verwendung von möglichst wenig Arbeitsspeicher ermöglicht. Zur Beschreibung des statischen magnetischen Verhaltens des Werkstoffs kam das Hysterese-Modell nach Jiles-Atherton (JA) zur Anwendung. Abbildung 1 zeigt den Vergleich gemessener und modellierter Hysteresekurven bei verschiedenen maximalen magnetischen Flußdichten B_{\max} .



1 Gemessene (blau) und berechnete (rot) Hysteresekurven bei unterschiedlichen B_{\max}



2 Verteilung der Flussdichte (in Tesla) im System Joch/Probe (links: Ring-Innenseite, Mitte: Ringmitte, rechts: Ring-Außenseite)



3 Verteilung der Flussdichte (in Tesla) in einem induktionsgehärteten Werkstoff

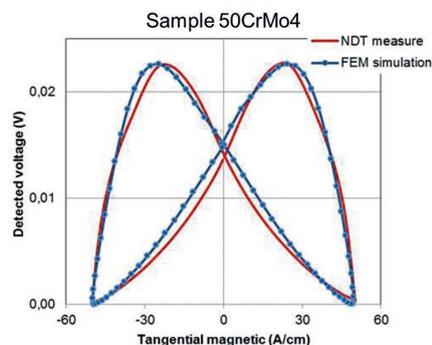
Durchführung

Als besonders vorteilhaft erwiesen sich Simulationen von komplexen, schwer abschätzbaren Prüfsituationen wie der Prüfung von geometrisch aufwändigen Bauteilen aus einem mehrlagig strukturierten Werkstoff (Gradienteneigenschaften). Die konventionelle Formel zur Eindringtiefe ist in solchen Situationen nicht anwendbar. Die FEM-Simulation liefert eine verlässliche Bestimmung der Eindringtiefe. Abbildung 2 zeigt die Simulation der 3MA-Prüfung eines FeSi-Rings für drei Konfigurationen (Prüfung der Innenseite, der Mitte und der Außenseite des Rings). Dargestellt ist die vom 3MA-Prüfkopf erzeugte Flussdichte B_{max} für die Einstellparameter $f_{LF} = 300$ Hz und $H_t = 30$ A/cm. Die Feldverteilung unterscheidet sich zwischen den Konfigurationen aufgrund des Streufelds und der Position des 3MA-Prüfkopfes. Die Verteilung von B_{max} ist im Falle mehrlagig strukturierter Werkstoffeigenschaften nicht homogen, B_{max} variiert infolge der Permeabilitätsänderungen von einer Schicht zur anderen. Für den modellierten induktionsgehärteten Werkstoff wurde bei $H_t = 70$ A/cm und $f_{LF} = 50$ Hz eine Eindringtiefe von 3,5 mm bestimmt. Die Simulationsergebnisse wurden durch den Vergleich der simulierten und der experimentell ermittelten Messsignale validiert (Abbildung 4). Der relative Fehler liegt für das Koerzitivfeld H_{cJ} bei unter 1 Prozent und bei den anderen Messgrößen unter 10 Prozent.

Ergebnisse

Es wurde ein FEM-Tool entwickelt, mit dem 3MA-Signale und -Messgrößen für verschiedene Prüfsituationen simuliert werden können. Eine neue Berechnungsmethode wurde entwickelt, die auf der getrennten Berechnung in den verschiedenen Zeit- und

Geometrieskalen basiert, um den Bedarf an Arbeitsspeicher und Simulationszeit zu minimieren. Die Simulationsergebnisse wurden für verschiedene Anwendungen von 3MA validiert. Auf Grundlage der Simulation konnten die Einstellparameter für die Messungen so optimiert werden, dass die Anwendung von 3MA bestmögliche Korrelationen zwischen den 3MA-Messgrößen und den interessierenden Werkstoffkenngrößen liefert. Basierend auf den Simulationsergebnissen konnte eine »intelligente virtuelle« Kalibrierung entwickelt werden, die den notwendigen Aufwand einer experimentellen Kalibrierung erheblich verringert.



4 Gemessene und berechnete Signale der Überlagerungspermeabilität

Industriepartner

Volkswagen, Arcelormittal, SKF AB, Saarschmiede, Siemens

Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Yasmine Gabi
+49 681 9302 3636

yasmine.gabi@izfp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Bernd Wolter
+49 681 9302 3883

bernd.wolter@izfp.fraunhofer.de



KOMPONENTEN- UND BAU- TEILPRÜFUNG

KOMPONENTEN- UND BAUTEILPRÜFUNG

Profil

Die Abteilung Komponenten- und Bauteilprüfung beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung neuartiger zerstörungsfreier Prüflösungen mit besonderem Blick auf die schnelle, automatisierte 3D-Prüfung.

Die zugehörigen Kompetenzen umfassen schwerpunktmäßig

- spezielle Algorithmen zur 3D-Modellierung / 3D-Simulation und Rekonstruktion sowie
- spezifisches Know-how
 - in der Signal-, Bild- und Datenauswertung
 - und 3D-Visualisierung (tomographische Prüffunktionen).

Als zukünftige Kernkompetenz werden u. a. Verfahren zur Datenfusion unterschiedlichster Prüfmethode (Ultraschall respektive Akustik, Thermographie, Röntgen-CT) für die multimodale 3D-ZfP erarbeitet.

Entwicklungsschwerpunkte

Mit der vorhandenen Plattformtechnologie können anwendungsspezifisch maßgeschneiderte System-Entwicklungen zu Sensorik, Mess- und Prüftechnik und insbesondere Software auch bei hochkomplexen Fragestellungen sehr schnell in die industrielle Erprobung und Anwendung überführt werden. Für diesen flexiblen und qualifizierten Transfer von neuesten Entwicklungen in die industrielle Nutzung ist unser Labor nach DIN EN/ ISO IEC 17025 akkreditiert.

Die Abteilung Komponenten- und Bauteilprüfung bietet validierte Lösungen für eine qualitätsgesicherte und effiziente Produktion von Komponenten sowie für den sicheren Bauteileinsatz.

Das Anwendungsspektrum erstreckt sich über alle Stadien der industriellen Produktion, von Zwischenprodukten, Halbzeugen und Erzeugnissen bis hin zu fertiggestellten und assemblierten Endprodukten aus allen Werkstoffklassen – vornehmlich Metalle, Polymere und Composites (FVK-Materialien). Langjährige Kompetenz besteht in der Inspektion von Fügeverbindungen (Schweiß- und Lötverbindungen, Klebungen, mechanisches Fügen, Hybridtechniken, etc.).

Die Abteilung bietet Lösungen zur Detektion und Analyse von Defekten (Risse, Poren, Enthaltungen, u. a.), Verunreinigungen, Korrosion oder anderen, qualitätsrelevanten Merkmalen (wie geometrische, dimensionelle Merkmale oder Werkstoff-Struktur, z. B. Fasergehalte und -verteilungen) und für deren automatisierte, häufig dreidimensionale Prüfung und Bewertung.

Die Mess- und Prüfverfahren der Abteilung umfassen bildgebende physikalisch-messtechnische Verfahren sowie automatisierte Aus- und Bewertungsalgorithmen in den Methoden

- Phased-Array Ultraschall,
- Luftultraschall,
- Hochfrequenz-Ultraschall,
- Akustische Resonanzanalyse / Klangprüfung,
- 3D-Laservibrometrie,
- Akustische Kamera,
- Thermographie,
- Shearographie,
- Digitale Röntgen-CT.



Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske, Leiter Abteilung Komponenten- und Bauteilprüfung

Komplettiert und verstärkt wird die Abteilungskompetenz in einem internationalen Technologie- und Wissenschaftsnetzwerk durch die enge Zusammenarbeit mit Partnerinstituten und Forschungseinrichtungen.

Unsere Kunden kommen aus den Bereichen

- Automobilindustrie und -zulieferer,
- Bahnindustrie und Schienenfahrzeughersteller,
- Luft- und Raumfahrt,
- Energieanlagenbau,
- Maschinenbau und produzierende Industrie,
- Bio- und Agrarindustrie.

Das Leistungsangebot und Kompetenzportfolio der Abteilung erstreckt sich u. a. auf

- Beratung und Schulung,
- Forschungs- und Entwicklungsprojekte,
- prototypische Implementierung (Sensorik, Gerätetechnik, Software),
- industrielle Erprobung und Validierung,
- Prüfdienstleistungen im nach DIN EN ISO / IEC 17025 akkreditierten Labor mit nach DIN ISO 9712 zertifiziertem Personal; alternativ ist auch die mobile Dienstleistung vor Ort beim Kunden möglich,
- ZfP-Technikum mit umfangreicher Prüftechnik und Prüfrobotik für alle ZfP-Verfahren.

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske
+49 681 9302 3610
bernd.valeske@izfp.fraunhofer.de

DAS VERFAHREN DER INDUKTIONSTHERMOGRAPHIE FÜR EINE ZUVERLÄSSIGE OBERFLÄCHENRISSPRÜFUNG

Stichworte

Induktionsthermographie, Induktor, optimierte Anregung, zuverlässige Prüfmethode, Bahnrad

Ausgangssituation

Das Fraunhofer IZFP entwickelt innovative Thermographieverfahren und -systeme

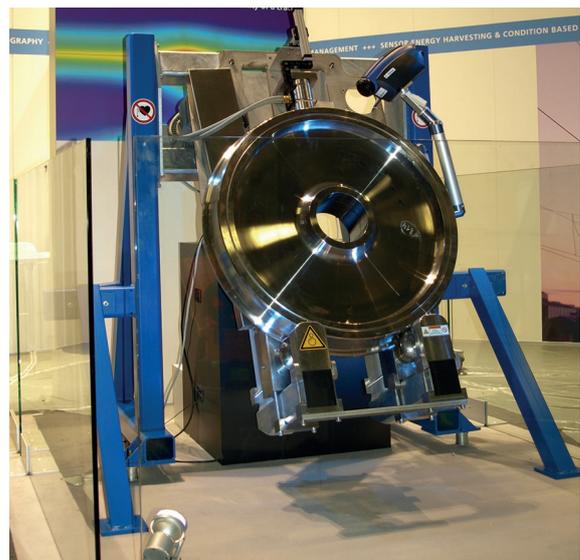
- zur Oberflächenprüfung,
- zur Charakterisierung von Schichten und Verbundwerkstoffen
- sowie zur Rissprüfung in metallischen Komponenten.

Eisenbahnräder werden nach aktuellem Stand gemäß DIN EN 13262 mit dem aufwändigen Magnetpulververfahren, zum Nachweis von Oberflächen- und oberflächennahen Fehlern geprüft. Dabei werden zusätzliche Medien wie Magnetpulversuspension benötigt, welche weitere Entsorgungskosten nach sich ziehen. Die Industrie sucht daher nach neuen Prüfmethode, welche ohne Koppelmedien auskommen, kontaktlos arbeiten und großes Automatisierungspotenzial versprechen.

Aufgabenstellung

Anhand dieser Kriterien entwickelt das Fraunhofer IZFP einen Demonstrator zur Prüfung von Radsätzen von Hochgeschwindigkeitszügen. An diesem werden Oberflächenrissprüfungen mittels induktiv angeregter Thermographie durchgeführt (siehe Abbildung 1). Im Rahmen dieser Messungen wurde die

Prüfmethode auf weiteres Optimierungspotenzial hin untersucht, um sowohl Verfahren als auch Aussagekraft für die Verwendung im Rahmen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung stetig zu verbessern.



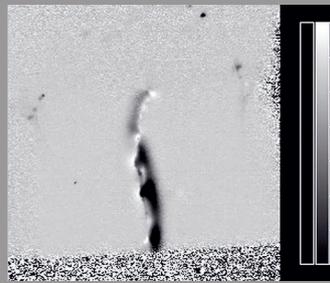
1 Bahnrademonstrator

Durchführung

Bei der aktiven Thermographie wird im Gegensatz zur passiven Thermographie, welche bereits vorhandene Wärmequellen zur Anzeige bringt, »aktiv« Wärme in das zu prüfende Objekt eingebracht. Die Wirkungsweise dieser Methode beruht auf der Erzeugung instationärer Wärmeströme, welche mit dem Material und den darin enthaltenen Fehlstellen in Wechselwirkung treten und hierdurch einen Fehlernachweis ermöglichen. Die induktiv angeregte Thermographie beaufschlagt den Probekörper



MT-Prüfung

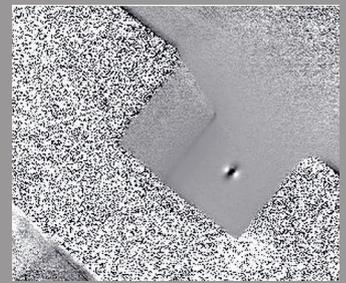


Thermogramm

Natürlicher Riss am Bahnrad



visuell kaum zu erkennen



Thermogramm

MT-Testfehler am Bahnrad

2 Experimentelle Untersuchungen

kurzzeitig mit einem elektromagnetischen Wechselfeld, woraus induzierte Wirbelströme resultieren, welche dann von Fehlstellen in ihrer Ausbreitung gestört werden. Im Zusammenspiel mit den Wärmeströmen lassen sich somit Fehlstellen nachweisen.

Der physikalische Effekt dieser Anregungsmethode besteht demnach in der Induktion von Wirbelströmen. Dieser Energieeintrag, in Folge von Induktion, bildet zugleich den Kernpunkt der gesamten Messkette als auch den Ausgangspunkt bei der Forschung nach weiterem Optimierungspotenzial.

Experimentell vorgenommene Untersuchungen mit verschiedenen Spulen-Geometrien an unterschiedlichen Fehlstellen zeigten beispielsweise deutliche Veränderungen des Fehlerkontrastes im Thermogramm. Daraus lässt sich schließen, dass eine an die Prüfaufgabe angepasste Spulengeometrie eine deutlich verbesserte Nachweisempfindlichkeit liefert (vgl. Abbildung 2). Dies gilt sowohl für den Nachweis von natürlichen Oberflächenrissen, als auch für verdeckte Strukturen.

Insbesondere im Bereich der Wirbelstromprüfung besitzt das Fraunhofer IZFP bereits eine große Wissensbasis bei der Simulation und hinsichtlich der daraus basierenden Auslegung von Wirbelstromsensoren für einen optimalen Energieeintrag. Um diese vorhandenen Synergien auch für die thermographische Prüfung zugänglich zu machen, wird dieses Wissen für ein optimales Prüfergebnis genutzt, um maßgeschneiderte Induktionsspulen-Geometrien, angepasst an die jeweilige Prüfaufgabe, zu entwerfen.

Ergebnisse

Das Verfahren liefert ohne Benetzung oder Koppelmedien sowohl an reflektierenden wie auch an unbehandelten Oberflächen, welche Flugrost oder ähnliche Verunreinigungen aufweisen, zuverlässige Ergebnisse.

Industriepartner

Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Ehlen
+49 681 9302 3615
andreas.ehlen@izfp.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Steffen Bessert
+49 681 9302 3650
steffen.bessert@izfp.fraunhofer.de

Michael Finckbohner
+49 681 9302 3655
michael.finckbohner@izfp.fraunhofer.de

TEILAUTOMATISIERTE HOCHFREQUENZ-ULTRASCHALL-PRÜFUNG AN SCHWEISSNÄHTEN VON PLANETEN-TRÄGERN

Stichworte

Hochfrequenz-Ultraschall, Schweißnaht, teilautomatisiert

Ausgangssituation

Der Getriebehersteller ZF Friedrichshafen entwickelt und fertigt in seinem Werk in Saarbrücken Automatikgetriebe für die Automobil-Industrie. Aktuelles Flaggschiff ist ein 9-Gang-Automatik-Getriebe, welches u. a. in diversen Modellen der Firmen *Jeep* und *Mini* verbaut wird. In diesem Getriebe befindet sich ein Planetenträger, bestehend aus Antriebsritzel und Führungsscheibe. Diese beiden Komponenten sind mittels Laserschweißnaht miteinander verbunden. Im Fertigungsprozess wurde festgestellt, dass diese Schweißnaht nicht immer hundertprozentig fehlerfrei ist.

Aufgabenstellung

Für das Fraunhofer IZFP ergab sich die Aufgabe, eine Möglichkeit zur Prüfung der Schweißverbindung des Planetenträgers zu entwickeln. Seitens des Kunden wurde eine Prüfzeit von unter 20 Sekunden und die vollautomatische Bewertung des Bauteils als Zielparameter vorgegeben.

Durchführung

Das Fraunhofer IZFP entwickelte hierzu eine teilautomatisierte Hochfrequenz-Ultraschallprüfanlage. Dies wurde notwendig, da sehr kleine Fehlstellen dicht unter der Bauteiloberfläche detektiert

werden mussten. Hinzu kam eine sehr komplizierte Einschallung bedingt durch die Bauteilgeometrie. Mittels Einschallung in Tauchtechnik, Wellenumwandlung im Bauteil und dem Einsatz eines Hochfrequenz-Fokus-Ultraschallwandlers war es jedoch möglich, Ungängen in der Größenordnung von 0,5 mm eindeutig zu detektieren.

Ergebnisse

Der Prüfkopf wurde in einen sechsachsigen Feinmechanik Ausleger eingebaut und die Bauteile in eine drehbare Tauchtechnikwanne eingelegt.

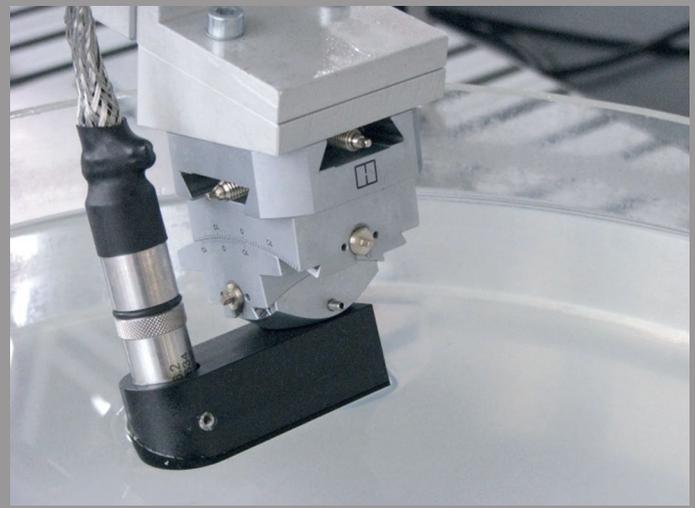


1 Setup: Sechssachsiger Ausleger mit Prüfkopfträger; rechts: Ultraschallsystem mit Wandlerkarte

Die Hochfrequenz-Ultraschallwandlerkarte des Prüfsystems ist eine Eigenentwicklung des Fraunhofer IZFP.



2 Setup: Prüfkopfträger, Planetenträger

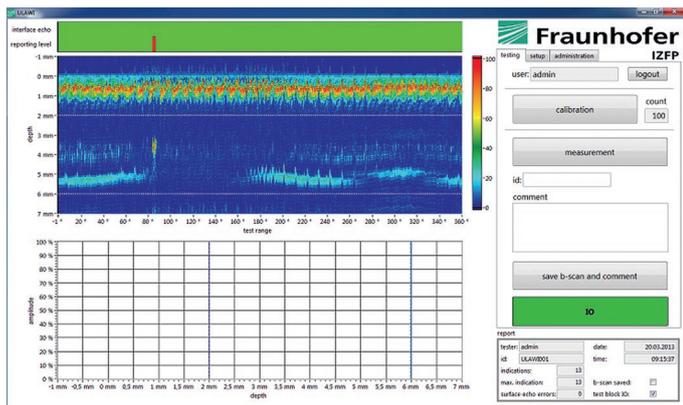


3 Setup: Prüfkopfträger

Die Datenaufnahme und Bewertung der Ergebnisse erfolgt mittels einer maßgeschneiderten Software. An diese ist eine komplexe Datenbank zur Erfassung aller geprüften Bauteile angeschlossen, welche eine hundertprozentige Rückverfolgbarkeit der Teile garantiert.

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Caspary
 + 49 681 9302 3656
 stefan.caspary@izfp.fraunhofer.de



4 Bedien- und Auswertesoftware

Der gesamte Prüfaufbau wurde bereits so konstruiert, dass auch andere Komponenten des Kunden auf dem Prüfstand geprüft werden können.

Industriepartner

ZF Friedrichshafen AG



5 9-Gang-Automatikgetriebe

AKUSTISCHE SIMULATION MIT FEM-MODELLEN FÜR DIE MASSGESCHNEIDERTE AUSLEGUNG VON SENSOREN UND SCHALLWANDLERN

Stichworte

FEM, Simulation, Ultraschall, Sensor

Ausgangssituation

Der wachsende Bedarf der Industrie an zunehmend effizienter Prüfsensorik erfordert den Einsatz moderner Simulationstechniken zur Optimierung, Weiterentwicklung und Leistungsfähigkeitsprognose der notwendigen Sensoren und Schallwandler. So sind zur Prüfung innovativer Konstruktionswerkstoffe ZfP-Verfahren und damit Sensoren gefragt, die den hohen Qualitätsansprüchen der Industrie an diese Werkstoffe gerecht werden müssen.

Aufgabenstellung

Der Einsatz von Ultraschallsensorik zur zerstörungsfreien Prüfung im industriellen Umfeld erfordert eine optimale Auslegung auf die Problemstellung, eine Herausforderung, die durch den Einsatz moderner FEM-Programme bewältigt werden kann. Dies wird z. B. anhand der Prüfanforderungen an moderne Faserverbundwerkstoffe, die aktuell insbesondere im Automobilbau verstärkt Verwendung finden, deutlich.

Hierzu zählen CFK- und GFK-Strukturen, welche oft auch in Verbindung mit anderen Materialien zu Hybridwerkstoffen kombiniert werden. ZfP-Verfahren müssen in diesen Werkstoffen kleinste Fehler sicher nachweisen können, ohne das Bauteil zu beeinflussen, da Fehlstellen im Endprodukt aufgrund der hohen Anforderungen an diese Werkstoffklasse schnell zum Versagen

führen können. Zum zerstörungsfreien Fehlernachweis kann die Luftultraschallprüfung eingesetzt werden, da sie nicht nur ein sehr gutes Fehlerauflösungsvermögen bietet, sondern auch berührungslos und damit kontaminationsfrei arbeitet – eine wichtige Randbedingung bei der Prüfung von CFK- und GFK-Bauteilen.

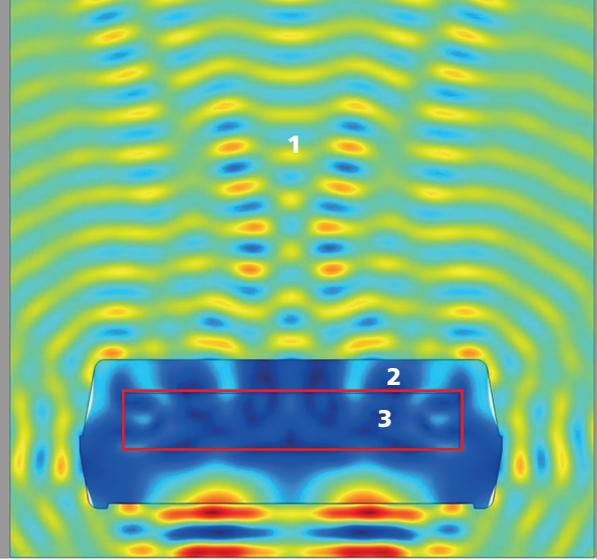
Das Verfahren der Luftultraschallprüfung arbeitet jedoch, bedingt durch die enormen Reflexionsverluste an den Grenzflächen, an seiner technischen Grenze. Eine maßgeschneiderte Optimierung der Sensorik für das jeweilige Prüfproblem ist daher unumgänglich. Am Fraunhofer IZFP werden Finite-Elemente-Verfahren (FEM) eingesetzt, die es erlauben, piezoelektrische Sensoren realitätsnah zu simulieren, zu optimieren und weiterzuentwickeln.

Durchführung

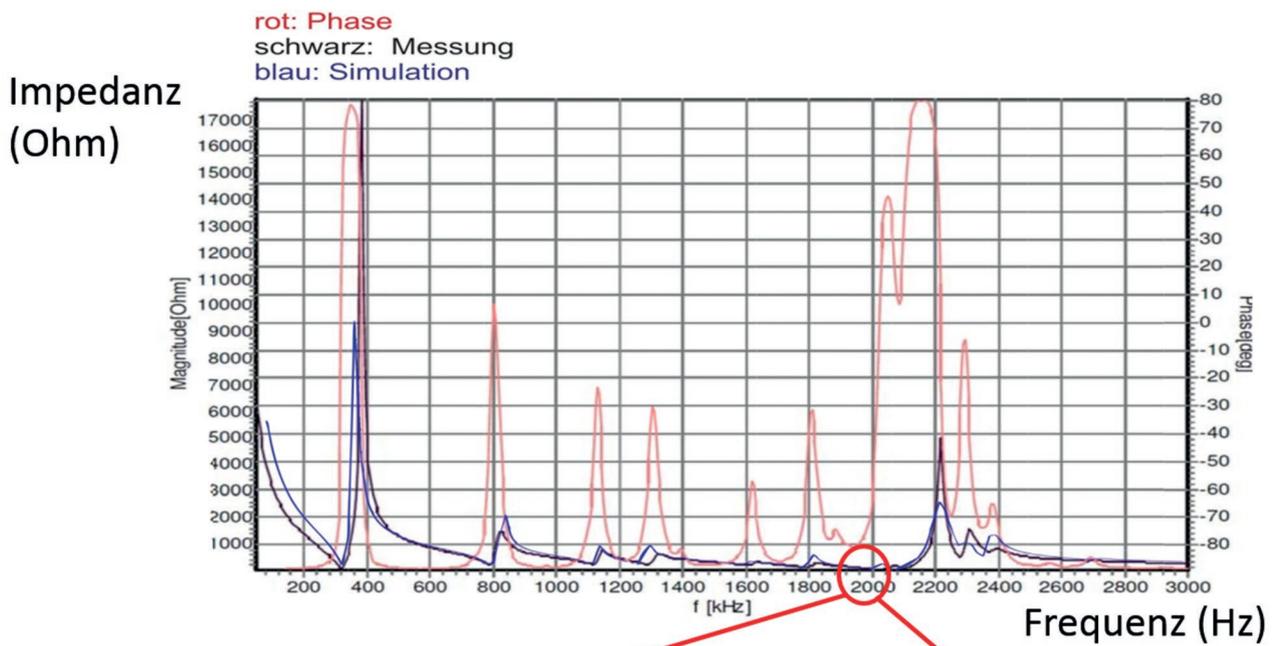
Zur Simulation der Piezosensoren wurden mittels *Comsol Multiphysics* FEM-Modelle für unterschiedliche Fragestellungen erstellt und verifiziert. Diese Modelle wurden eingesetzt, um Luftultraschallsensoren gezielt zu verbessern. Dies wird im Folgenden am Beispiel eines Füllstandssensors für die Automobilindustrie anhand repräsentativer Ergebnisse illustriert.

Ergebnisse

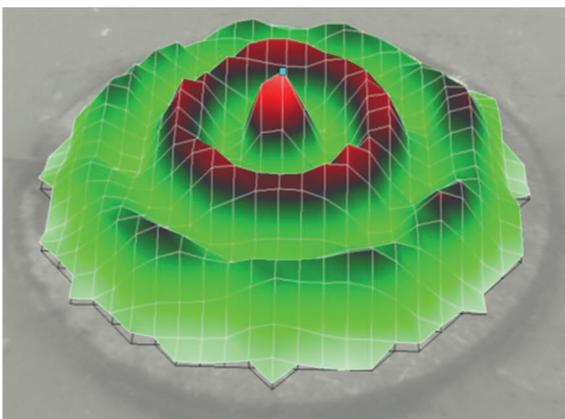
Zur Bewertung piezokeramischer Sensoren ist der eingeschwungene, statische Zustand von Interesse, um beispielsweise Vorhersagen bzgl. des frequenzabhängigen Impedanzverlaufs zu treffen und damit grundlegende geometrische Auslegungskriterien festzulegen. Über eine dynamische Simulation der



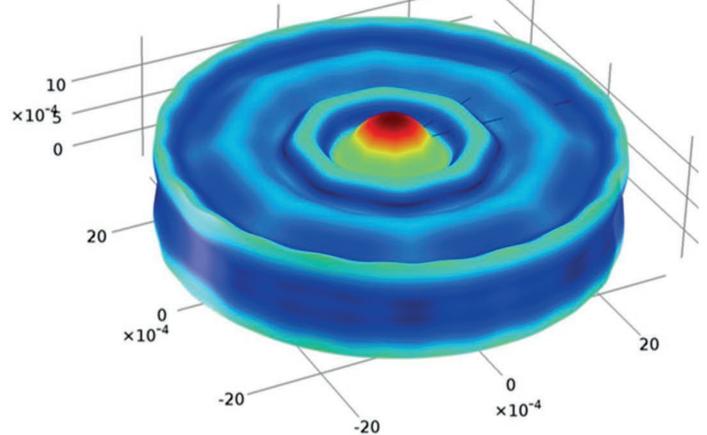
2 Dynamische Schallabstrahlung eines in Öl getauchten Sensors, Simulation (1 – Ultraschall, 2 – Mouldcompound, 3 – Piezokeramik)



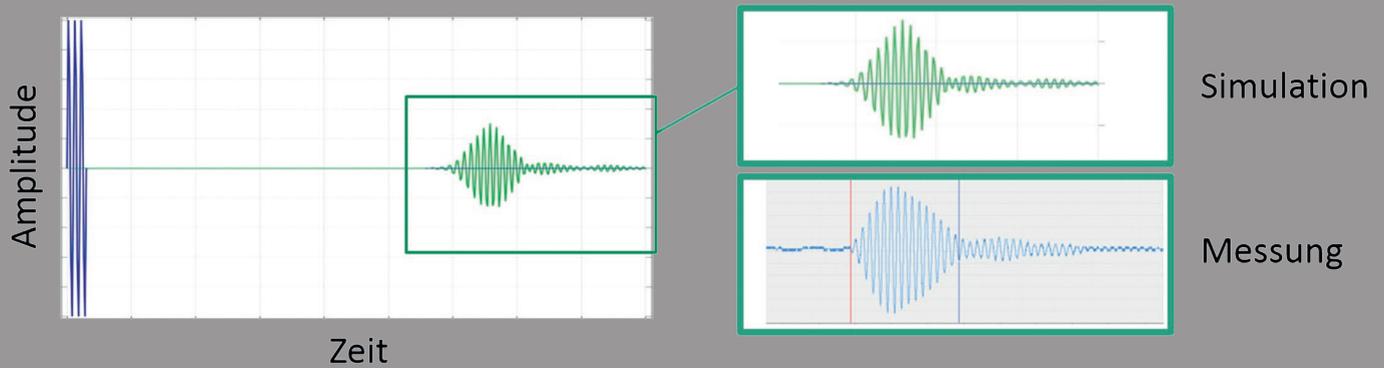
gemessene Schwingungsform



berechnete Schwingungsform



1 Frequenzabhängiger statischer Zustand einer Piezokeramik: Vergleich der dreidimensionalen Simulation (blaue Kurve) und der realen Messung (schwarze Kurve)



3 Vergleich Messung mit simuliertem Impuls/Echo-Verhalten

Sensorik können weitere Kriterien bzgl. des frequenzabhängigen Übertragungsverhaltens abgeleitet werden. Abbildung 1 zeigt für den frequenzabhängigen statischen Zustand einer Piezokeramik den Vergleich der dreidimensionalen Simulation (blaue Kurve) und der realen Messung (schwarze Kurve).

Das Ergebnis lässt die gute Übereinstimmung von Simulation und Experiment über den gesamten Frequenzbereich erkennen, was durch den Vergleich zwischen realer Auslenkung und simulierter Schwingungsform am Resonanzpunkt nochmals unterstrichen wird (Abbildung 1 unten).

Die Piezokeramik bildet in allen piezobasierenden Sensoren das Herzstück für die Güte des Messverfahrens. Aufgrund der erzielten, realitätsnahen Simulationsergebnisse ist es nun möglich, das Verhalten komplexerer Sensoren vorherzusagen. Abbildung 2 zeigt die dynamische Schallabstrahlung eines Sensors in Öl, wie er z. B. in der Automobilindustrie zur Füllstandsmessung eingesetzt wird.

In Abbildung 3 wird das simulierte Impuls-Echo-Verhalten mit der Messung verglichen. Die gute Übereinstimmung zeigt, dass auch das dynamische Verhalten durch das FEM-Modell korrekt beschrieben wird. Hierdurch konnte eine Optimierung des Designs hinsichtlich eines verbesserten Signal-Rausch-Abstands erreicht werden.

Industriepartner

Kann aufgrund von Geheimhaltungsvereinbarungen nicht genannt werden

Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Waschkies
 +49 681 9302 3637
 thomas.waschkies@izfp.fraunhofer.de

MATERIAL- CHARAKTERISIERUNG

Profil

Im Rahmen der Werkstoffanalyse beschäftigt sich das Fraunhofer IZFP schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Prüfverfahren zur Werkstoffcharakterisierung von Halbzeugen und Komponenten, aber auch von Werkstoffverbindungen bis hin zur Erstellung von auf zerstörungsfreien Prüfverfahren basierenden Lebensdauerkonzepten. Auf der Grundlage der entwickelten Prüfverfahren werden Labormuster für die Bereiche Transport/Mobilität, Energietechnik, Metallerzeugung und Bauwesen erstellt. Die Verfahrenspalette reicht von elektromagnetischen Prüfverfahren (mikromagnetische Verfahren und Mikrowellen-Verfahren) über Ultraschallprüfverfahren (piezoelektrischer Ultraschall und elektromagnetisch angeregter Ultraschall) bis zu thermographischen Prüfverfahren. Die wichtigsten Kunden kommen aus der Automobilindustrie, dem Maschinenbau, dem Anlagenbau, dem Leichtbau sowie dem Bauwesen.

Entwicklungsschwerpunkte

Die in den verschiedensten Branchen industriell eingesetzte Werkstoffpalette hat sich in den letzten Jahren enorm verbreitert.

Zum einen sind die Entwicklungen innerhalb einer Werkstoffklasse – z. B. Stahl – vorangeschritten, zum anderen ist der Einsatzbereich von Faserverbundkunststoffen und von Hybridmaterialien stark gewachsen. Damit sind auch die Anforderungen an zerstörungsfreie Prüfverfahren zur Werkstoffcharakterisierung im Rahmen von Werkstoffentwicklung, Qualitätssicherung und Zustandserfassung vielfältiger geworden.

Die zerstörungsfreie Bestimmung von Werkstoffkennwerten stellt vor allem bei den industriell nach wie vor stark eingesetzten metallischen Werkstoffen ein Hauptarbeitsfeld dar. Neben verschiedenen Stahlwerkstoffen sind Ansätze zur Untersuchung von Fragestellungen zu Eisengusswerkstoffen (Nachweis von Ungängen, Mikrostrukturveränderungen im Laufe des Gebrauchs) wieder stärker in den Fokus gerückt.

Darüber hinaus stellt auch der Bereich Leichtbau einen Wachstumsmarkt dar. Neben Aluminium stehen aufgrund aktueller Entwicklungen in den Bereichen Luftfahrt und Automobil Faserverbundwerkstoffe wie Kohlefaserverbundwerkstoffe (CFK) oder glasfaserverstärkte Kunststoffe sowie Naturfaserverbundwerkstoffe im Vordergrund.

Der Vielfältigkeit dieser Werkstoffpalette entspricht der Bedarf an Methoden zerstörungsfreier Prüfverfahren, die hierfür eingesetzt und weiterentwickelt werden müssen, um optimale Prüfaussagen erzielen zu können.

Einen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Werkstoffcharakterisierung bilden die mikromagnetischen Prüfverfahren, welche eine schnelle zerstörungsfreie Kennwertermittlung an ferromagnetischen Bauteilen ermöglichen. Neben der Erweiterung des *multi sensor*-Ansatzes als geräteseitige Weiterentwicklung steht auch die Methodenerweiterung für nicht-ferromagnetische Werkstoffe im Fokus.

Ein weiterer Schwerpunkt ist mit der Weiterentwicklung von Ultraschall-Prüfverfahren (elektromagnetischer und piezoelektrischer Ultraschall) gegeben. Insbesondere die Analyse von Rückstreuungseffekten erlaubt die Charakterisierung von Metallen, Klebeverbindungen und Porositäten in Faserverbundkunststoffen.



Dr.-Ing. Jochen Kurz, Leiter Abteilung Materialcharakterisierung

Grundsätzlich verfügt das Fraunhofer IZFP über eine breitbandige Kompetenz zur zerstörungsfreien Charakterisierung von Werkstoffen der Industrie und des Bauwesens (Metalle, Stähle, Kunststoffe, Betone). Darauf aufbauend können aufgrund der langjährigen Erfahrung kundenspezifische Geräte- oder Systemkonzepte zeitnah umgesetzt werden.

Insbesondere bei ZfP-Methoden wie 3MA, EMUS oder SPA liegt eine wissenschaftlich fundierte Expertise vor, die sich unter anderem in zahlreichen *peer reviewed*-Publikationen dokumentiert.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jochen Kurz
+49 681 9302 3880
jochen.kurz@izfp.fraunhofer.de

ZERSTÖRUNGSFREIE BESTIMMUNG VON KENNWERTEN AN BLECHEN MITTELS MIKROMAGNETISCHER PRÜFMETHODEN

Stichworte

3MA, Mikromagnetik, Elektromagnetik, Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung, Härte, Restaustenitgehalt

Ausgangssituation

Die im Automobilbereich vermehrt eingesetzten höher-, hoch- und höchstfesten Blechwerkstoffgüten erfordern eine ständige Überwachung der angestrebten Werkstoffkennwerte. Qualitätsentscheidend sind meist Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung, Härte und Gefügezusammensetzung. Die zerstörende Überwachung der Kennwerte mittels Zugversuche kann jedoch nur stichprobenartig durchgeführt werden. Um eine Hundertprozentprüfung zu ermöglichen, können zerstörungsfreie Prüfmethode daher als unabdingbar bezeichnet werden.

Aufgabenstellung

Grundsätzlich bietet das auf der 3MA-Technologie basierende Messsystem das Potenzial zur schnellen, zerstörungsfreien Bestimmung von Materialkennwerten. Im Rahmen einer Kundenanfrage zur Charakterisierung von Blechen des Werkstoffs X30Cr13 wurden Voruntersuchungen an einem Versuchsprobensatz mit abgestuften Materialkennwerten durchgeführt. Es sollte demonstriert werden, mit welcher zu erwartenden Genauigkeit die mechanisch-technologischen Kennwerte auf zerstörungsfreiem Wege bestimmt werden können. Zwischen Sensor und Probenoberfläche sollte dabei ein Abstand im Millimeterbereich eingehalten werden.

Durchführung

Vom Kunden wurde ein Probensatz bestehend aus 10 Blechtafeln mit Dicken von je 0,2 mm bereitgestellt. Hierbei variierten die Materialkennwerte wie in Tabelle 1 aufgeführt. Alle zur Verfügung gestellten Materialkennwerte waren zuvor vom Kunden im Zugversuch mit aus Zwillingblechen entnommenen Zugproben ermittelt worden.

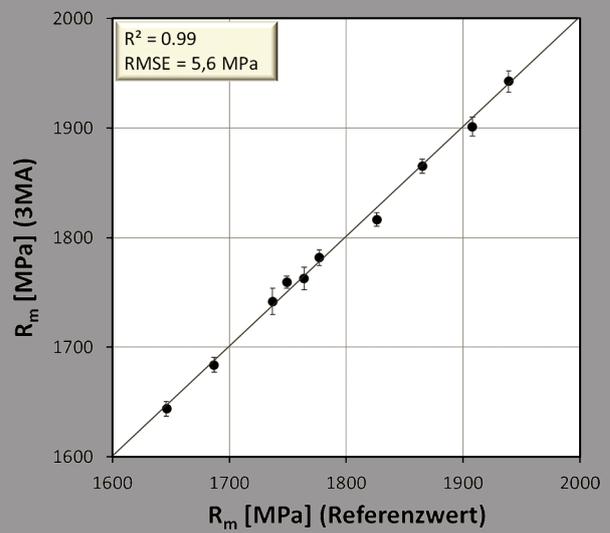
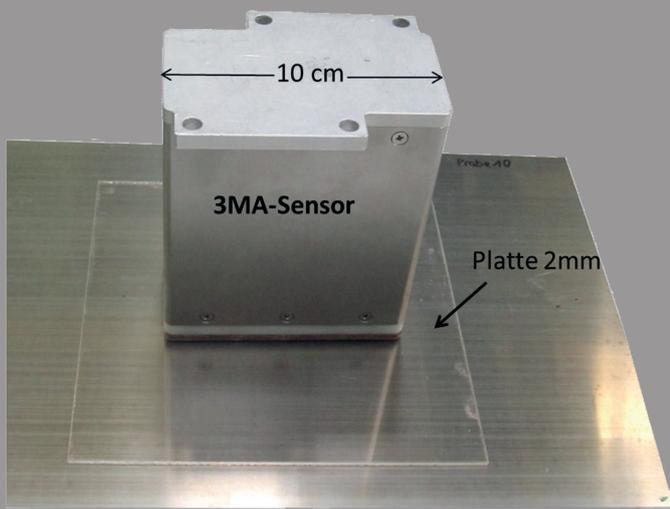
| Kennwert | Minimum | Maximum |
|-------------------------|----------|----------|
| Streckgrenze $R_{p0,2}$ | 1359 MPa | 1453 MPa |
| Zugfestigkeit R_m | 1646 MPa | 1939 MPa |
| Bruchdehnung A_{80} | 4,53 % | 6,7 % |
| Härte | 518 HV 5 | 586 HV 5 |
| Restaustenitgehalt | 7,8 % | 4,8 % |

Tabelle 1: Variation der Kennwerte im Testprobensatz

Für die Testmessungen wurde ein 3MA-Prügerät mit einem im Fraunhofer IZFP verfügbaren speziellen Sensor eingesetzt. Das 3MA-Prüfsystem nutzt folgende mikromagnetische Prüfmethode:

- Oberwellenanalyse im Zeitsignal der magnetischen Tangentialfeldstärke
- Analyse des magnetischen Barkhausenrauschens
- Überlagerungspermeabilitätsanalyse
- Mehrfrequenz-Wirbelstromimpedanzanalyse

Allen vier Methoden ist die periodische Magnetisierung des Prüfobjekts durch einen Elektromagneten zu eigen. Aus dem



1 3MA-Sensor mit 2 mm Abstandplatte auf einem Testblech

2 Vergleich der mittels 3MA bestimmten Zugfestigkeit R_m zu den mittels Zugversuchen bestimmten Referenzwerten

Ummagnetisierungsverhalten werden ca. 40 mikromagnetische Merkmale (sog. *Prüfgrößen*) abgeleitet, welche wiederum mit unterschiedlichen *Werkstoffkennwerten* korreliert sind. Nach einer intelligenten Informationsverknüpfung kann mittels Kombination der Prüfgrößen eine Kalibrierung auf einen bestimmten Werkstoffkennwert erfolgen. Diese Kalibrierung ermöglicht eine quantitative zerstörungsfreie Bestimmung von Werkstoffkennwerten.

Voraussetzung hierzu sind Messdaten an Proben mit abgestuften und bekannten Werkstoffkennwerten im relevanten Wertebereich, den sogenannten Kalibrierproben. Der vorliegende Testprobensatz erfüllte diese Voraussetzung.

Der eingesetzte Spezielsensor zeichnet sich durch den großen Abstand zwischen den Magnetisierungspolschuhen sowie einer ebenen Sohle mit Kunststoffabdeckung aus. Aufgrund dieser Merkmale konnte der Sensor zur Messung im Abstand von 2 mm zur Probe eingesetzt werden (Abbildung 1).

Ergebnisse

An den 10 Blechproben wurden sämtliche mikromagnetische Prüfgrößen aufgenommen und deren Abhängigkeit von den Materialkennwerten betrachtet. Es konnten mehrere Prüfgrößen gefunden werden, die bereits alleine eine ausgeprägte Korrelation mit den Materialkennwerten aufwiesen. Auf Basis der gemessenen mikromagnetischen Prüfgrößen und der vorliegenden Referenzwerte der Materialkennwerte wurden Kalibrierungen bezüglich der Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung, Härte und des Restaustenitgehaltes erstellt. Tabelle 2 zeigt einen Überblick über die erzielten Bestimmtheitsmaße der Korrelation und die

resultierenden mittleren quadratischen Fehler RMSE. Beispielhaft stellt Abbildung 2 den Vergleich der mittels 3MA bestimmten Zugfestigkeit R_m zu den mittels Zugversuchen bestimmten Referenzwerten dar.

| Kennwert | R ² | RMSE |
|-------------------------|----------------|----------|
| Streckgrenze $R_{p0,2}$ | 0,97 | 5,2 MPa |
| Zugfestigkeit R_m | 0,99 | 5,6 MPa |
| Bruchdehnung A_{80} | 0,95 | 0,15 % |
| Härte | 0,99 | 2,3 HV 5 |
| Restaustenitgehalt | 0,96 | 0,44 % |

Tabelle 2: Übersicht der Bestimmtheitsmaße R^2 und mittleren quadratischen Fehler RMSE für die Kalibrierungen der einzelnen Werkstoffkennwerte

Als nächster Schritt ist geplant, den Einfluss von unterschiedlichen Blechdicken auf die Kalibrierung zu untersuchen. Abschließend soll das 3MA-Prüfsystem online in den Produktionsprozess integriert werden, um somit eine Hundertprozent-Qualitätssicherung zu ermöglichen.

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Melanie Kopp
+49 681 9302 3841
melanie.kopp@izfp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Klaus Szielasko
+49 681 9302 3888
klaus.szielasko@izfp.fraunhofer.de

LUNKERFEST – ZFP AN GROSSGUSSBAUTEILEN FÜR WINDENERGIEANLAGEN

Stichworte

Gusseisen, Windenergie, Ultraschall, Sampling Phased Array, Computertomographie

Ausgangssituation

Das Gießen von Großbauteilen aus Eisenguss ist für die Windkraftindustrie derzeit und auch zukünftig unverzichtbar. Im Besonderen die geplanten Windgroßkraftwerke mit hoher Effizienz benötigen immer größere Bauteile mit hoher Festigkeit, Duktilität und Betriebsfestigkeit. Eine Abnahme der Großbauteile durch Lebensdauerversuche unter betriebsähnlicher Belastung ist ab einer gewissen Bauteilgröße bereits heute nicht mehr realisierbar. Um den zukünftigen Leistungsanforderungen gerecht werden zu können, müssen daher die Methoden der Fehlerdetektion und -bewertung für gegossene Bauteile verbessert werden. Dabei kommt für die Volumenprüfung großer Eisengussbauteile nur die Ultraschallprüfung in Frage.

Aufgabenstellung

Eine besondere Herausforderung stellt aktuell die Bewertung von Schwindungsporositäten (Lunkern) in sphärolithischen Eisengussbauteilen dar, welche aufgrund der gestalterischen Anforderungen und der Größe der Komponente nicht immer in allen Bereichen des Gussteils vermieden werden können. Hieraus ergeben sich folgende Aufgabenstellungen:

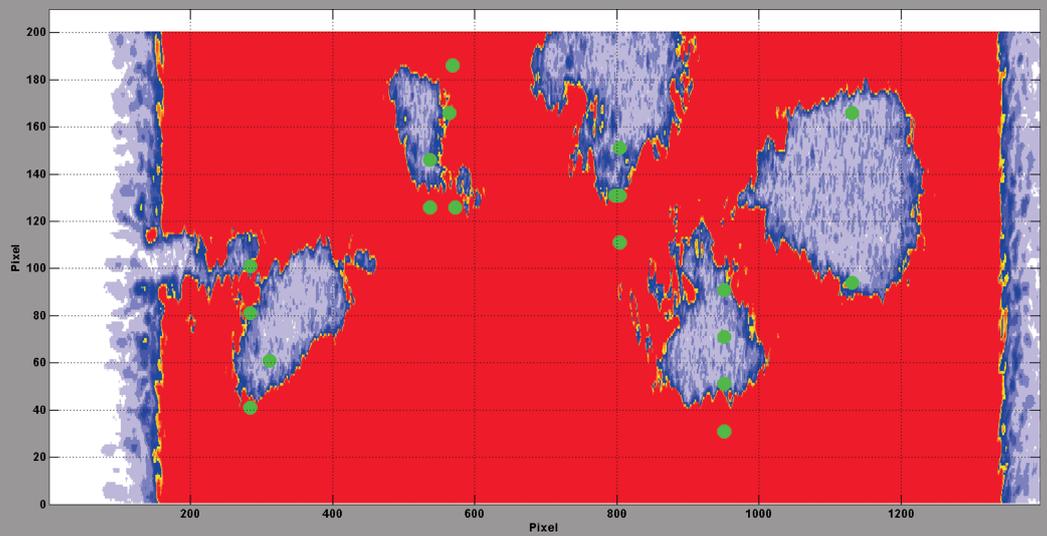
- Objektivierung und Erhöhung der Vergleichbarkeit von Prüfergebnissen aus Ultraschalluntersuchungen,
- Bereitstellen eines Prozesses zur Qualitätssicherung basierend auf Ultraschallergebnissen, der zur Einbindung in die internen und externen Regelwerke der Windkraftindustrie geeignet ist,
- Erhöhung der realen Betriebssicherheit durch Verbesserung des Kenntnisstands über Auslastungsgrenzen von Gussbauteilen.

Durchführung

Im Rahmen des Vorhabens bearbeitete das Fraunhofer IZFP die Aspekte der Ultraschalluntersuchungen sowie der Computertomographie (CT). Die Abbildung von Schwindungsporositäten verschiedener Gussqualitäten erfolgte mit mechanisierter Ultraschallprüfung. Durch Einsatz der *Sampling Phased Array*-Technik (SPA) konnte eine dreidimensionale Abbildung und Auswertung der Lunkerbereiche erfolgen. Dies wurde an drei verschiedenen Werkstoffen (EN-GJS-400, EN-GJS-450-18, EN-GJS-700) mit definiert hergestellten Schwindungsporositäten durchgeführt. Die Ultraschalluntersuchungen wurden durch Durchstrahlungsprüfungen verifiziert. Weiterhin wurden an den erstellten Rundproben computertomographische Untersuchungen durchgeführt.

Ergebnisse

Mittels mechanisierter SPA-Ultraschallprüfung konnten die Schwindungsporositäten dreidimensional abgebildet werden. Dies erfolgte an speziell hergestellten Probenplatten sowie an von den Projektpartnern zur Verfügung gestellten Ausschussbauteilen. Die Ergebnisse an den Platten wurden durch eine mehrseitige



1 Ultraschall-Rückwandabschattung einer Lunkerprobe (SPA-Technik) und Probenlokationen (grüne Punkte)

Durchstrahlungsprüfung verifiziert. Auf Basis der Ultraschallbefunde konnte gemeinsam mit dem Fraunhofer LBF eine Methode zur Entnahme von Schwingfestigkeitsproben entwickelt werden. Ein weiterer korrelativer Abgleich von Ultraschallbefunden und Schwindungsporositäten der Schwingfestigkeitsproben erfolgte auf Grundlage von computertomographischen Dichtebestimmungen.

Mit den Ergebnissen der zerstörungsfreien Prüfungen konnte dann am Fraunhofer LBF ein Ansatz zur Bewertung der Betriebsfestigkeit auf Basis der ZfP-Befunde entwickelt werden.

Auftraggeber

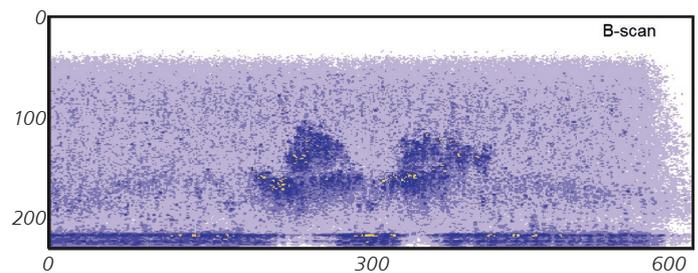
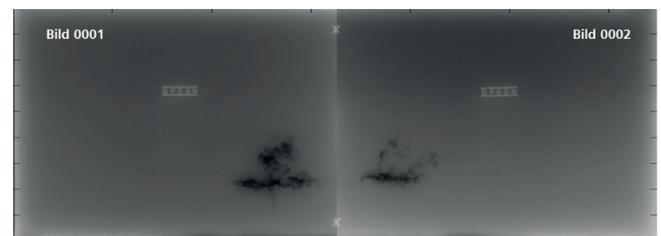
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung

Projektpartner

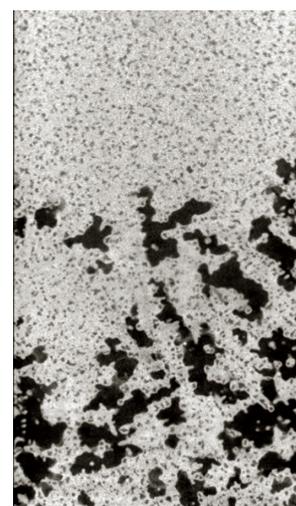
Fraunhofer IWES, Fraunhofer LBF
SIEMPELKAMP, I-DEAL, Bosch, GE, FWH, Polysius, Meuselwitz

Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jochen Kurz
+49 681 9302 3880
jochen.kurz@izfp.fraunhofer.de



2 Vergleich der Abbildung des Lunkerbereichs in Durchstrahlungsprüfung (oben) und Prüfung mit SPA-Technik (B-Bild, unten); Koordinaten in mm



3 Computertomographische Aufnahme einer Rundprobe mit Lunkern

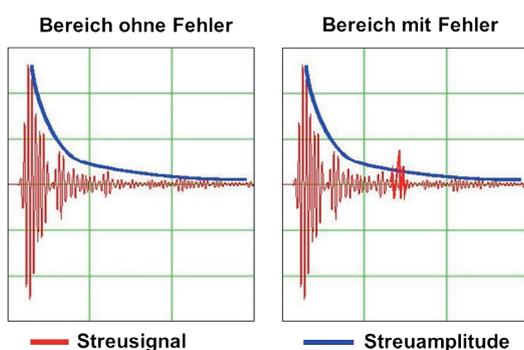
BERECHNUNG UND SIMULATION DER ULTRASCHALLSTREUUNG IN MIKROSKOPISCH INHOMOGENEN WERKSTOFFEN

Stichworte

Gefüge, Mikrostruktur, polykristallin, Streuung, Ultraschall, Werkstoff

Ausgangssituation

Streuung von Ultraschall an Korn- und Phasengrenzen (Gefüge) in Werkstoffen mit inhomogener Mikrostruktur führt zur Schwächung des Schalls. Dieser Effekt kann zur Materialcharakterisierung genutzt werden. Des Weiteren können auch die entstehenden Streuanteile der Ultraschallwelle detektiert und zur Charakterisierung der Mikrostruktur genutzt werden. Dies führt allerdings zu dem sogenannten »Gefügerauschen«, bei dem sich die vom Gefüge ausgehenden Streuwellen mit den von Defekten ausgehenden Streuwellen überlagern. Dadurch wird die Detektier- und Bewertbarkeit von Fehlern mit Ultraschalltechniken erheblich erschwert. Ein Beispiel hierfür ist die Prüfung von austenitischen Schweißverbindungen im Primärkreis von Kernkraftwerken.



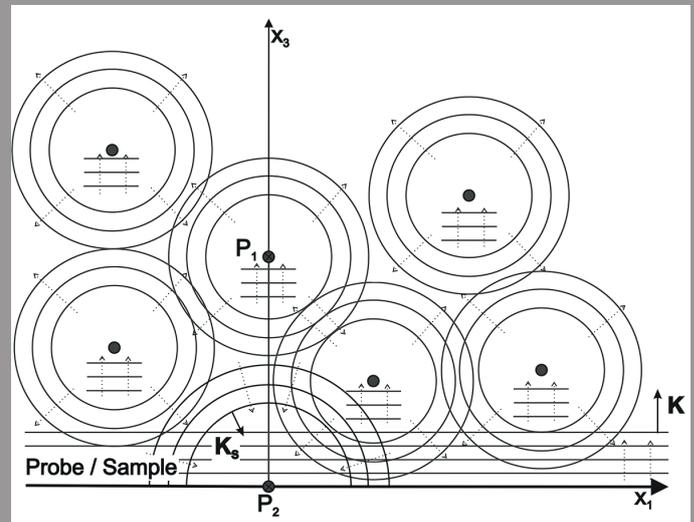
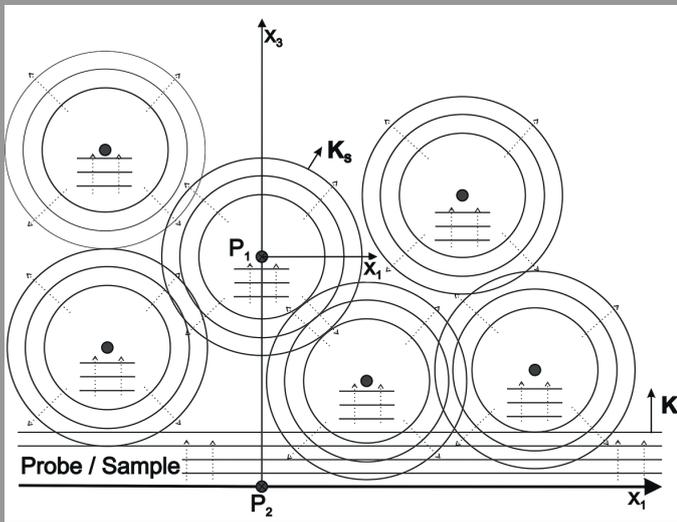
1 Allgemeine Betrachtung zur Ultraschallschwächung und -streuung

Aufgabenstellung

Der Fehlernachweis in austenitischen Schweißnähten ist gegenüber Schweißnähten aus ferritischen Werkstoffen erschwert. Ein Rissnachweis über Prüftechniken, die im Wesentlichen die Ultraschallamplitude nutzen, ist hier so gut wie ausgeschlossen und nur noch über Rissspitzenechos möglich. Diese weisen aber sehr kleine Ultraschallamplituden auf, die häufig kaum das Gefügerauschen übersteigen. Ohne Berücksichtigung der Kornstreuung in der Simulation könnte man bei der Prüfplanung zu falschen Schlüssen hinsichtlich der optimalen Prüfparameter kommen und im Extremfall rissartige Ultraschallanzeigen unterschätzen. Die zur Prüfplanung eingesetzten Ultraschall-Simulationscodes berücksichtigen die Kornstreuung derzeit noch nicht, werden dennoch zunehmend genutzt, um die Planung von Ultraschallprüfungen zu unterstützen. Daher wurden am Fraunhofer IZFP analytische Modelle entwickelt, mit denen eine Grenze der Detektierbarkeit von Poren und Rissen in solchen Werkstoffen bestimmt werden kann: Ein neuer Ansatz wurde verfolgt, der es ermöglicht, die Ultraschallstreuemodelle in ein kommerzielles Simulationstool zu implementieren.

Durchführung

Basierend auf der am Fraunhofer IZFP entwickelten Theorie zur Ultraschallstreuung in polykristallinen Gefügen werden physikalisch-analytische Ergebnisse für die Streukoeffizienten longitudinaler und transversaler Ultraschallwellen in Polykristallen als Funktion der Korngröße bzw. Korngrößenverteilung und Frequenz bereitgestellt. Für den Fall eines einphasigen, polykristallinen Gefüges mit makroskopisch isotropem Materialverhalten



2 Eine in positive x_3 -Richtung einlaufende ebene Welle (Wellenvektor \mathbf{K}) wird links an den Körnern in der Probe gestreut und rechts in einem Punkt P_2 empfangen

wurden Rechnungen durchgeführt. In diesem Fall ist die Ortsabhängigkeit der Materialparameter nur durch die elastische Einkristallanisotropie und die unterschiedlichen Orientierungen der einzelnen Körner bestimmt. Sind alle Orientierungsrichtungen gleich wahrscheinlich, verhält sich der Werkstoff makroskopisch isotrop. Der Einkristallanisotropiefaktor ist somit auch ein Maß für die mikroskopische Inhomogenität.

Die Schwächung durch Streuung kann phänomenologisch als komplexe Ausbreitungskonstante in die Simulationssoftware implementiert werden. Gemittelte Energieflussdichten der Streuwellen bilden die Basis für die Simulation der Ultraschallrückstreusignale, z. B. von A-Bildern, in der kommerziellen Software.

Ergebnisse

Der analytische Formalismus zur Lösung der elastodynamischen Bewegungsgleichung erlaubt die Berechnungen der Streuwellen bei dichter Streuerpackung, z. B. in Polykristallen. Es konnten die Schallgeschwindigkeiten und die Schwächung durch Streuung in Abhängigkeit von der Mikrostruktur und als Funktion der Frequenz berechnet werden. Darüber hinaus wurden drei Testkörper experimentell untersucht, ein feinkörniger Testkörper aus reinem polykristallinem Kupfer, ein grobkörniger aus Inconel und ein Testkörper aus Stahlguss. Es wurden Streukoeffizienten der verschiedenen Grundmaterialien sowie entsprechender Fehler bzw. Verunreinigungen berechnet. Allgemein müssen Poren und Risse betrachtet werden. Poren bzw. Porositäten gelten in einem mikroskopisch inhomogenen, also streuenden Gefüge als detektierbar, wenn das Streusignal der Poren mindestens gleich dem Streusignal des Streuuntergrunds ist. Somit konnten über die Streukoeffizienten für Poren und Risse in den verschiedenen

Testkörpern Grenzen der Detektierbarkeit bestimmt werden. Diese wurden mithilfe von Messungen bei einer Frequenz von 10 MHz (für Inconel auch mit 4 MHz) überprüft. Es wurde eine gute Übereinstimmung von theoretisch bestimmter und messbarer Grenze festgestellt.

Für auf ein Werkstück einfallende ebene longitudinale oder transversale Wellen wurden aus den Energieflussdichten die von beliebigen Positionen in dem Werkstück ausgehenden auslaufenden Streuwellen beider Wellenmoden mit ihren Richtcharakteristiken bestimmt (Abbildung 2). Diese analytischen Ergebnisse sollen mit dem Ziel der Simulation von Zeitsignalen bei der Ultraschallprüfung (z. B. A-Bilder) in das Softwarepaket CIVA implementiert werden.

Industriepartner

EC-FP7 Project »Simulation Platform for Nondestructive Evaluation of Structures and Materials (SIMPOSIUM)«; 15 Partner aus Forschung und Industrie aus 6 europäischen Ländern

Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Autoren / Ansprechpartner

Miriam Weikert, M.Sc.
+49 681 9302 3835
miriam.weikert@izfp.fraunhofer.de



Autonom navigierender Prüfroboter BetoScan®

ZUSTANDSÜBERWACHUNG UND LEBENSDAUERMANAGEMENT

ZUSTANDSÜBERWACHUNG UND LEBENSDAUERMANAGEMENT

Profil

Hinsichtlich der Inspektion von Strukturen im laufenden Betrieb bzw. während der Wartung beschäftigt sich das Fraunhofer IZFP schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Methoden und Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) zur Zustandsüberwachung und -bewertung einschließlich Lebensdauermanagement.

Dies umfasst Prüfverfahren für die Wartung von Bauteilen und Strukturen sowie neue Prüfkonzepte inklusive Condition Monitoring zur zustandsbasierten Inspektion bis hin zur zerstörungsfreien Charakterisierung von Werkstoffen beim Recycling.

Dabei werden ZfP-Methoden wie Elektromagnetik, Röntgen, Ultraschall, Wirbelstrom und Thermographie betrachtet. Auf Grundlage der entwickelten Prüfverfahren werden Konzepte sowie Labormuster und Prototypen für die Anwendungsbereiche Automobil, Bahn, Luftfahrt, Energietechnik und Infrastruktur erstellt. Hauptkunden stammen aus dem Automobil-, Bahn- und Infrastruktur-Bereich.

Entwicklungsschwerpunkte

Zukünftige Fragestellungen im Bereich Service / Maintenance entwickeln sich zunehmend in Richtung der zustandsbasierten Wartung im Sinne der *Predictive Maintenance*, bei der die ZfP-basierte Zustandsüberwachung einen wesentlichen Bestandteil einnimmt.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Entwicklung von Ultraschall-Prüfsystemen, insbesondere von EMUS (**e**lektro-**m**agnetischer **U**ltraschall) als koppelmittelfreiem Verfahren. Diese Verfahren kommen für verschiedene prüftechnische Fragestellungen bei der Wartung und Diagnose von sicherheitskritischen Bauteilen, z. B. bei der Bahn, Infrastruktur und im Anlagenbau zum Einsatz. Mit der Computerlaminographie als weiterem Forschungsschwerpunkt eröffnet sich ein breites Anwendungsfeld für die Prüfung von großen flächigen Strukturen, u. a. im Luftfahrt- oder Windenergie-Bereich.

Daran anknüpfend steht die Entwicklung neuer Rekonstruktions- und Bildverarbeitungs-Algorithmen zur Datenbewertung und Datenvisualisierung sowohl für einzelne als auch für die Kombination mehrerer ZfP-Methoden im Mittelpunkt neuer Forschungsaktivitäten.

Die Implementierung dieser Algorithmen in qualitätsgesicherte Prüfsystem-Software für industriennahe Prototyp-Anwendungen zur besseren und einfacheren Interpretation von Prüfergebnissen ist Gegenstand eines weiteren Entwicklungsschwerpunkts.

Ein wichtiger Zukunftstrend zeichnet sich mit dem Condition Monitoring, also der permanenten Überwachung von sicherheitskritischen Bauteilen während des Betriebs, ab. Dieses Thema gewinnt nicht nur im Energiesektor (z. B. bei Kernkraftwerken, aber zunehmend auch im Bereich der regenerativen und konventionellen Energieerzeugung) oder in der Luftfahrt sondern auch im Bahn-, Infrastruktur- oder Anlagenbereich immer mehr Bedeutung. Hier steht die Entwicklung von Condition Monitoring-Konzepten auf Grundlage von ZfP-Methoden mit spezifischer Sensorik und Datenauswertung im Vordergrund der aktuellen Arbeiten.



Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herrmann, Leiter Abteilung Zustandsüberwachung und Lebensdauermanagement

Das Lebensdauermanagement auf Basis von lebensdauerbasierten Prüf-Konzepten bildet ein neues, weiteres Forschungsfeld für die Zustandsbewertung. Dabei erlaubt die Korrelation von quantitativen ZfP-Prüfgrößen mit Werkstoff-Kennwerten die Bewertung der strukturellen Bauteilintegrität bzgl. Ermüdung und Alterung.

Der Leistungsumfang der Abteilung umfasst Vorstudien und Machbarkeitsanalysen (im Rahmen von Industrieprojekten oder öffentlich geförderten Projekten), Konzeptentwicklung und Aufbau von Prüfsystemen (gemeinsam mit der Abteilung Elektronik für ZfP-Systeme) inklusive deren Implementierung. Die wissenschaftlich fundierte Expertise, insbesondere bei ZfP-Methoden wie elektromagnetischem Ultraschall, Sampling Phased Array, Röntgen (Computertomographie und -laminographie) und Rekonstruktionsalgorithmen, wird durch zahlreiche Publikationen dokumentiert.

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herrmann
+49 681 9302 3820
hans-georg.herrmann@izfp.fraunhofer.de

KOMPAKTES HOHLWELLENPRÜFSYSTEM FÜR DEN EINSATZ BEI DER LEICHTEN INSTANDHALTUNG

Stichworte

Automatisierung, Radsatz-Instandhaltung, Radsatzwellen mit Längsbohrung, Ultraschallprüfung

Ausgangssituation

Radsatzwellen mit Längsbohrung (Hohlwellen) werden in regelmäßigen Intervallen, also nach einer festgelegten Laufleistung, einer Ultraschallprüfung unterzogen. Bei der leichten Instandhaltung wird die Prüfung im eingebauten Zustand am Zug durchgeführt. Die Prüfung erfolgt von der Bohrung aus auf mögliche Anrisse in der Wellenoberfläche, wobei die Radsatzwelle über die gesamte Länge zu prüfen ist, mit besonderem Augenmerk auf die kritischen Bereiche im Radsatz und den Querschnittsübergängen. Die Prüfung erfolgt auf Querfehler, bei Bohrungsdurchmessern größer als 40 mm ist zusätzlich eine Längsfehlerprüfung durchzuführen. Im Bereich des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ist die automatisierte Ultraschallprüfung von Hohlwellen Stand der Technik. Beim Regionalverkehr und der S-Bahn erfolgt nach und nach der Übergang von der manuellen zur mechanisierten Prüfung.

Aufgabenstellung

Während die Werke für die leichte Instandhaltung von ICE-Zügen hinsichtlich des verfügbaren Arbeitsraumes sehr großzügig ausgelegt sind, bestehen in den Regio-Werken und bei der S-Bahn häufig enge Platzverhältnisse, so dass der Zugang zu den am Zug zu prüfenden Hohlwellen eine schwierige Randbedingung für den

Einsatz automatischer Ultraschallprüfsysteme darstellt. Insbesondere muss die Prüfung an Radsätzen möglich sein, die ebenerdig stehen und auch an Zügen, die auf einem aufgeständerten Gleis zur Prüfung anstehen. Auch ist zu beachten, dass neben dem Wartungsgleis nur sehr wenig Aktionsraum zur Verfügung steht. Daher werden kompakte mobile Prüfautomaten benötigt, die sehr flexibel eingesetzt werden können.

Durchführung

Im Rahmen eines Auftrages der Deutschen Bahn AG hat das Fraunhofer IZFP gemeinsam mit der Firma NDT Systems & Services GmbH & Co. KG mobile Hohlwellenprüfanlagen entwickelt, die auf die sehr unterschiedlichen Gegebenheiten in den Regio- und S-Bahnwerken angepasst wurden. Die Prüfeinrichtungen (Abbildung 1) bestehen aus einem Prüfwagen mit Ultraschallprüfelektronik, Rechnertechnik, Steuerung und Koppelölversorgung sowie der Vorschubeinheit mit einer Prüfsonde (Abbildung 2), die in die Hohlbohrung der zu prüfenden Welle eingeführt wird. Die Prüfung erfolgt, während die Prüfsonde vom Wellenende aus in axialer Richtung zurückgezogen wird und dabei gleichzeitig eine Rotationsbewegung ausführt, so dass sich die Ultraschallprüfköpfe auf einer Spiralbahn bewegen und somit eine lückenlose Abtastung der zu prüfenden Bereiche ermöglichen. Für die vorkommenden Hohlbohrungen von 30, 53 und 90 mm Durchmesser wurden angepasste Prüfsonden entwickelt, die innerhalb weniger Minuten gewechselt werden können. Die Ankopplung der Prüfköpfe erfolgt mittels einer Ölvorlaufstrecke, wodurch während der Prüfung eine sehr gleichmäßige Ankopplung erreicht wird und die Prüfköpfe keinem Verschleiß unterliegen. Die Querfehlerprüfung erfolgt mittels 45°-Einschallung von Transversalwellen, bei den Bohrungsdurchmessern 53 und 90 mm zusätz-



1 Mobiles Hohlwellenprüfsystem während des Einsatzes an einem Zug
1 - Prüfswagen / 2 - Vorschubeinheit / 3 - Handhabungsgerät



2 Ultraschall-Prüfsonde, 90 mm Durchmesser

lich mit 70°-Einschallung in axialer Richtung. Längsfehler werden über eine Einschallung von Transversalwellen in Umfangsrichtung detektiert. Zusätzlich wird bei allen Bohrungsdurchmessern ein Bereich von etwa 20 mm unterhalb der Außenoberfläche mittels senkrecht eingeschallter Longitudinalwellen auf Volumenfehler geprüft. Die vollständige Prüfung einer Welle dauert 10 bis 15 Minuten und bereits während der Datenerfassung werden die Prüfergebnisse in Form von C-Bildern angezeigt. Um eine hohe Auflösung von Ultraschallanzeigen und damit eine sehr gute Unterscheidung von Geometrie- und möglichen Fehleranzeigen zu erzielen, werden vollständige A-Bilder aufgezeichnet. Die genaue Lokalisierung und Auswertung von Anzeigen wird durch das Einblenden der exakten Oberflächenkontur der geprüften Welle erreicht. Nach beendeter Datenaufnahme stehen dem Prüfer zahlreiche Werkzeuge zur Auswertung der Prüfung zur Verfügung, u. a. die Darstellung beliebiger Kombinationen von C- und B-Bildern (Abbildung 3), die Anzeige aufgezeichneter A-Bilder, Zielfahrten auf eine detektierte Anzeige sowie die Möglichkeit, in einem wählbaren Prüfbereich eine Analyseprüfung durchzuführen.

Ergebnisse

Bis Ende November 2013 erhielten alle an die Regio- und S-Bahn-Werke der Deutschen Bahn AG ausgelieferten Hohlwellenprüfeinrichtungen die Endabnahme und sind seither im täglichen Prüfeinsatz. Dabei zeigte sich, dass die Anlagen hinsichtlich ihrer Handhabung und Anpassung an die teils schwierigen räumlichen Gegebenheiten an den Prüforten die hohen Anforderungen erfüllen. In ständigen, sehr konstruktiven Dialogen mit dem Prüfpersonal, den Prüfaufsichten und der DB Regio Projektleitung werden Erfahrungen bei der Nutzung der Anlagen ausgewertet

und entweder zeitnah in Form von Optimierungen umgesetzt oder als wichtige Hinweise für eine zukünftige Generation von Hohlwellenprüfanlagen in einem Themenspeicher gesammelt.

Industriepartner

Deutsche Bahn AG
NDT Systems & Services GmbH & Co. KG

Autoren / Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Wolfgang Kappes
+49 681 9302 3860
wolfgang.kappes@izfp.fraunhofer.de

Christoph Pies, B.Eng.
+49 681 9302 3982
christoph.pies@izfp.fraunhofer.de



3 Ergebnisdarstellung für eine Testwelle, oben Längsschnitt (B-Scan), unten C-Scan mit Darstellung der Wellengeometrie

STREUFLUSS-PRÜFSYSTEM FÜR SPANNBETONMASTEN

Stichworte

BetoFlux, Betonmast, Bewehrungsstahl, Korrosion, magnetisches Prüfverfahren, Streufluss, Spannbeton

Ausgangssituation

Beton besitzt eine im Vergleich zur Druckfestigkeit geringe Zugfestigkeit. Durch Integration von vorgespannten Stahlstäben in den Beton wird die Zugfestigkeit erhöht. Dies ist insbesondere bei langen, schlanken Konstruktionen erforderlich, z. B. im Falle von Spannbetonmasten, die in der urbanen Infrastruktur verbreitet eingesetzt werden.

Vereinzelt kam es in der Vergangenheit zu unvermittelt oder bei geringer Krafteinwirkung umgestürzten Betonmasten älteren Baujahres (Abbildung 1). Aufgrund der Nähe zu Personen und Verkehrsmitteln geht daher eine große Gefahr von der hohen Anzahl solcher älteren Masten aus.



1 Infolge Korrosion umgestürzter Betonmast

Als Ursache für die bisherigen Vorfälle wurden vor allem rissartige Schäden der Spannstähle infolge alterungsbedingter und durch das korrosive Milieu im Übergang zum Erdreich geförderter Spannungsrisskorrosion festgestellt, was entscheidenden Einfluss auf die Belastbarkeit des Betonmasts hatte. Eine mögliche Lösung ist der pauschale Austausch von Betonmasten bestimmter Altersklassen und Herstellungsweisen, ungeachtet des tatsächlichen Schädigungsgrades. Dies wäre jedoch mit erheblichen Kosten in der infrastrukturellen Instandsetzung der Städte und Kommunen verbunden.

Aufgabenstellung

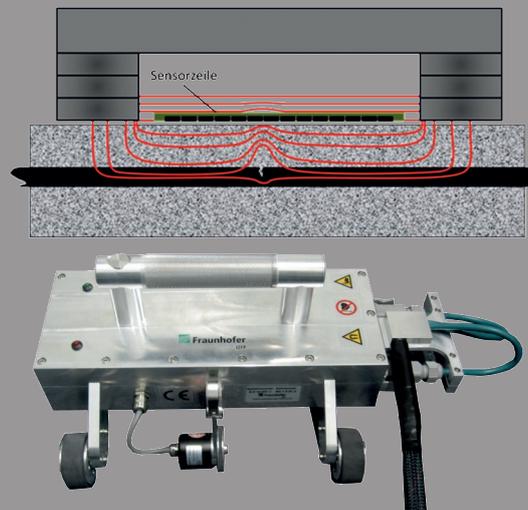
Es war eine Prüflösung gesucht, die es erlaubt, fehlerhafte Spannstähle in den Masten zu detektieren und so eine Entscheidungsbasis für oder gegen den Austausch zu schaffen. Auf diesem Wege kann die unnötige, teure Sanierung intakter Masten vermieden werden. Die Entwicklung und Erprobung eines unter Praxisbedingungen anwendbaren mobilen Prüfsystems zur Prüfung der Betonmasten (Abbildung 2) war Ziel eines im Industriesauftrag durchgeführten Vorhabens.

Durchführung

Das magnetische Streuflussverfahren kann rissartige Fehler in ferromagnetischen Materialien detektieren. Das Verfahren beruht auf dem gleichen physikalischen Effekt, der auch bei der Magnetpulverprüfung ausgenutzt wird. Ein homogenes magnetisiertes Bauteil führt den magnetischen Fluss. An Unterbrechungen der Oberfläche bilden sich zusätzliche Magnetpole, die ein oberflächennahes magnetisches Streufeld hervorrufen



2 BetoFlux – Prüfung am Mast



3 BetoFlux – Prinzip (oben) und Prüfsystem mit integrierter Datenerfassungselektronik (unten)

(Abbildung 3 oben). Mittels moderner rauscharmer Hallsonden ist es möglich, die magnetischen Streufelder messtechnisch zu erfassen. Sie können in Form von Sensorarrays über die Oberfläche des magnetisierten Bauteils geführt werden, wobei je nach Schweregrad des Fehlers teilweise Abstände im Zentimeter-Bereich zulässig sind. Im gegebenen Anwendungsfall ist somit eine Detektion beschädigter oder gebrochener Spannstähle durch die Betonüberdeckung hindurch möglich.

Unter Einsatz eines Hallsonden-Zeilensensors mit 32 Elementen und eines Permanentmagnet-Jochs zur Magnetisierung wurde ein Prüfsystem mit ins Sensorgehäuse integrierter Datenerfassungselektronik (Abbildung 3 unten) aufgebaut und erprobt.

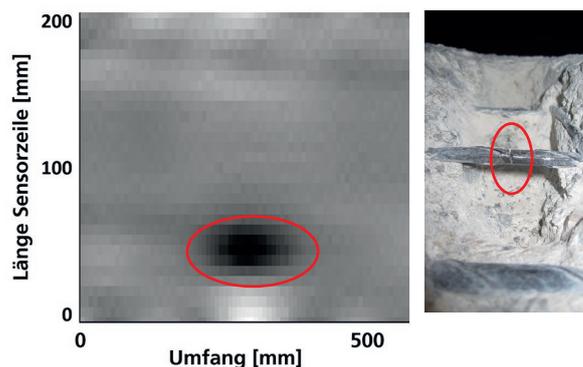
Die Stromversorgung und der Datenaustausch erfolgen dabei über eine USB-Verbindung, was den mobilen Einsatz des Prüfsystems ermöglicht. Die Messergebnisse werden an einen PC übertragen, wo sie in Form eines Bildes der Streufeldverteilung zur Darstellung gebracht und dokumentiert werden können.

Ergebnisse

Das entwickelte Prüfsystem erzielt eine deutliche Darstellung rissartiger Defekte der Spannstähle in Betonmasten (Abbildung 4), wobei Überdeckungen bis zu 3 cm zulässig sind. Fehler konnten ab Risstiefen von 25 Prozent des Querschnitts zuverlässig nachgewiesen werden, wobei die Breite von untergeordnetem Einfluss war. Die Software verfügt über diverse Filter, welche unterschiedliche Ergebnisdarstellungen erlauben. So ist es mit geeigneten Filtern möglich, neben den rissartigen Defekten auch die Lage der Spannstähle darzustellen. Neben defekten Spannstählen können überdies fehlende oder falsch platzierte Stäbe erkannt werden,

welche ebenso die Belastbarkeit der Betonmasten beeinflussen können.

Erste Außeneinsätze des Systems durch den Industriepartner wurden bereits erfolgreich absolviert. Weitere Prüfungen sind im Auftrag der Betreiber geplant.



4 Rissartiger Testfehler eines Spanndrahts in einer Betonummantelung (Foto rechts) und visuelle Anzeige des Fehlers in der Auswertesoftware

Industriepartner

ZWP Anlagenrevision GmbH

Autoren / Ansprechpartner

Sargon Youssef, M.Sc.
+49 681 9302 3997
sargon.youssef@izfp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Klaus Zielasko
+49 681 9302 3888
klaus.zielasko@izfp.fraunhofer.de

SCHWEISSNAHTPRÜFUNG AN DER GRUMBACHTALBRÜCKE

Stichworte

Infrastruktur, Brücke, Ultraschallprüfung, Schweißnahtprüfung

Ausgangssituation

Der Verkehrsinfrastruktur kommt in Deutschland eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. Deshalb wird die Infrastruktur, insbesondere Straßenbrücken, in regelmäßigen zeitlichen Abständen inspiziert. Anhand der Ergebnisse der Überprüfung werden die Bauwerke klassiert und bei einem schwerwiegenden Schadensbild sogar für eine weitere Nutzung gesperrt.

Aufgabenstellung

Die Autobahn A6 ist eine Hauptachse zwischen dem Rhein-Main-Gebiet und Paris. Daraus resultiert eine hohe Verkehrsbelastung besonders im Bereich des Schwerverkehrs. Diese heutigen Verkehrsdichten konnten während der Planungs- und Bauphase in den 1960er und 1970er Jahren nicht vorhergesagt werden.

Nahe Saarbrücken überquert die A6 das Grumbachtal mit einer etwa 320 m langen Stahl-Träger-Verbundbrücke. Während Instandhaltungsarbeiten gab es Hinweise auf Terrassenbrüche in den Anschluss-Schweißnahtbereichen zwischen Hauptträger und Verstärkungslamellen. Im Sinne einer vorbeugenden Gefahrenabwehr wurden die SLV Saar und das Fraunhofer IZFP beauftragt, mit modernen zerstörenden und zerstörungsfreien Methoden diesem Verdacht nachzugehen.

Durchführung

Aufgrund der konstruktionsbedingten Geometrie der kritischen Schweißnähte zwischen Hauptträger und Verstärkungslamellen und dem vermuteten Schadensbild wurde die Ultraschall-Phased-Array-Technik als optimale Inspektionstechnik identifiziert.

An einem Testkörper, der den zu untersuchenden Schweißnahtbereich nachbildet, wurde die Sensitivität der Prüftechnik anhand von Testfehlern nachgewiesen.

Anschließend wurden in einer mehrtägigen Messkampagne die vier Hauptträger der Grumbachtalbrücke inspiziert. Der Zugang zu den über 260 Prüfpositionen an der Brückenunterseite erfolgte bei laufendem Verkehr über ein Brückenuntersichtgerät von der Fahrbahn aus.

Ergebnisse

Die Ultraschallprüftechnik lieferte keine Hinweise, die auf Terrassenbrüche unter den Anschlusschweißnähten der Verstärkungslamellen hindeuten. Aber es wurden Anzeigen in einigen Anschlusschweißnähten detektiert, die lokal begrenzt oder über die gesamte Schweißnahtbreite vorhanden waren. Eine von der SLV entnommene Probe zeigte deutliche horizontale und vertikale Risse in den Schweißnahtflanken. Darüber hinaus wurden mehrere großflächige Dopplungen an einer Position im Untergurt detektiert.

Zusätzlich wurden stichprobenartig die Nietfelder der Stumpfstoße der Hauptträger, die Nietfelder der Verstärkungen im



1 Grumbachtalbrücke von unten, Autobahn A6 nahe Saarbrücken



2 Phased-Array-Prüfkopf

Stützenbereich sowie die direkt benachbarten Gurtblechbereiche auf Dopplungen untersucht. Nur vereinzelt wurden dabei Materialtrennungen detektiert, die jedoch für die Statik absolut irrelevant sind.

Der Verdacht auf Terrassenbrüche in den Anschlussschweißnähten konnte mit den Methoden der ZfP eindeutig entkräftet werden.

Eine akute Gefährdung der Standsicherheit des Bauwerks ist somit nicht gegeben. Der Schwerverkehr kann die Brücke unbeschränkt befahren. Trotzdem wird die bestehende Brücke aufgrund der gestiegenen Anforderungen durch eine neue Brücke an gleicher Stelle ersetzt.



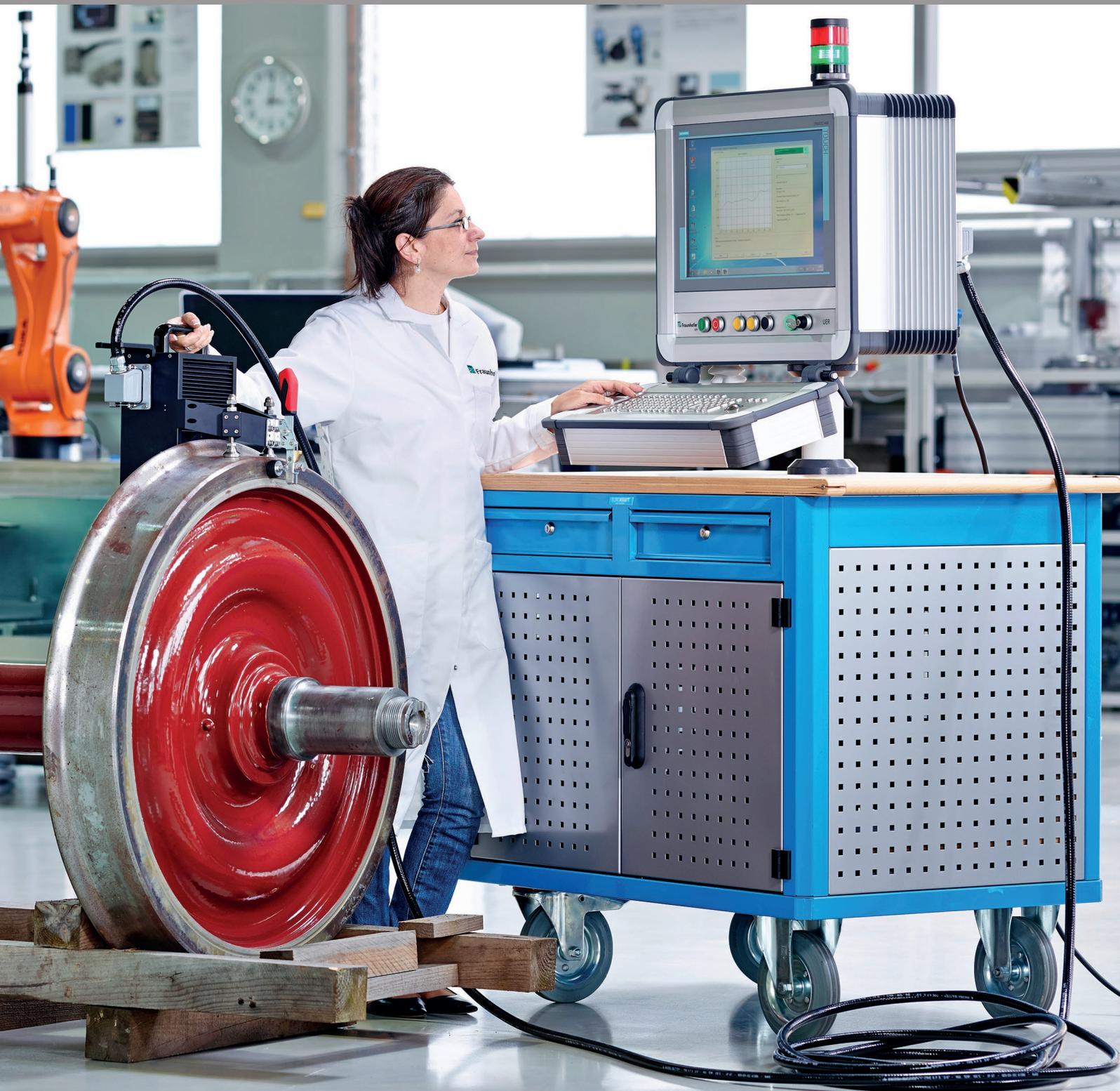
3 Testkörper zum Nachweis der Sensitivität der Prüftechnik

Industriepartner

Landesbetrieb für Straßenbau (Saarland)

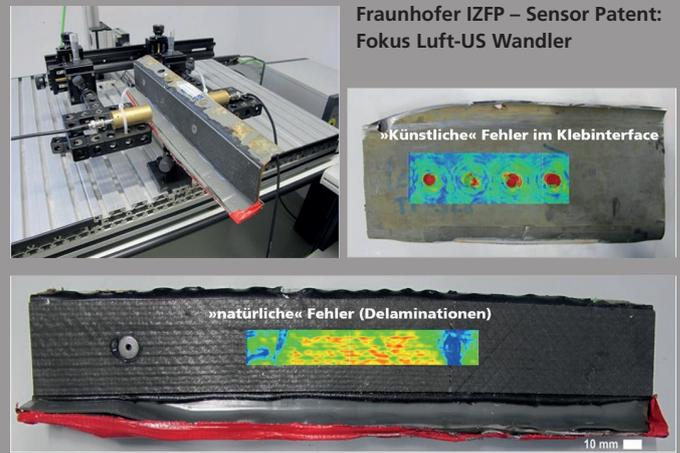
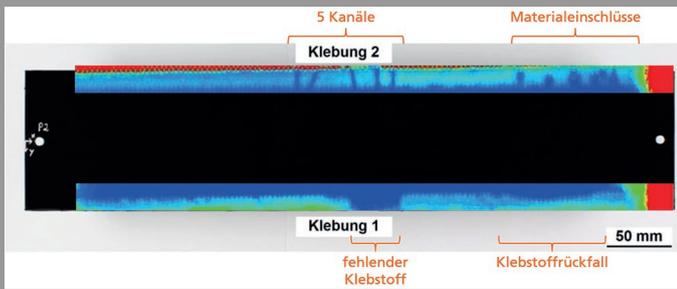
Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Frank Niese
+49 681 9302 3921
frank.niese@izfp.fraunhofer.de



UER III auf Trolley

ABTEILUNGSÜBERGREIFENDE FUE-PROJEKTE



2 Geklebte Flansche (Klebnah 1 und Klebnah 2) mit künstlich eingebrachten Fehlern (Ergebnisse mit Luftultraschall)

3 Luftultraschall an CFK/Al Kleb-Niet-Verbund

Phased-Array-Ultraschall, Luft-Ultraschall, Thermographie, Shearographie oder 3D-Röntgen-CT für die Prüfung von Klebungen validiert. Diese erlauben einerseits die Detektion von geometrischen Merkmalen der Klebfuge wie Füllgrad, Klebnahbreite, Klebfugendicke oder Defekte (Naht-Unterbrechungen, Poren, Kanäle). Andererseits können mit diesen »klassischen« ZfP-Methoden Enthaftungen am Füge teil sehr gut erkannt werden.

Völlig neue ZfP-Möglichkeiten werden darüber hinaus derzeit durch die Verwendung von Laser-angeregten Schockwellen zur Festigkeits-Charakterisierung im Rahmen einer Promotionsarbeit erforscht, welche sich auch für die Erkennung und Klassifizierung von »Weak« oder »Kissing Bonds« anbieten.

Ergebnisse (ausgewählte Beispiele)

Fehler in der Klebnah und die Geometrie der Klebraupe im gefügten Zustand können sehr empfindlich mit Luft-Ultraschall unter Verwendung einer vom Fraunhofer IZFP patentierten Sensortechnik detektiert werden (vgl. Abbildung 2). Auch geklebte Mischverbunde z. B. von CFK-Komponenten mit Stahlbauteilen lassen sich mit dieser berührungslosen und trockenen (koppelmittelfreien) Ultraschall-Variante hervorragend prüfen (vgl. Abbildung 3).

Erste Ergebnisse zur Erkennung und Charakterisierung schwacher Bindungen in polymeren Verbundstrukturen mit Hilfe von LASER-angeregten Schockwellen sind äußerst vielversprechend (vgl. Abbildung 4). Derzeit werden außerdem spezielle Verfahrensvarianten der Ultraschallprüfung sowie der NMR-Prüfung in Aufsatztechnik für die Überwachung der Klebstoffaushärtung qualifiziert.

Öffentliche Forschungsprogramme

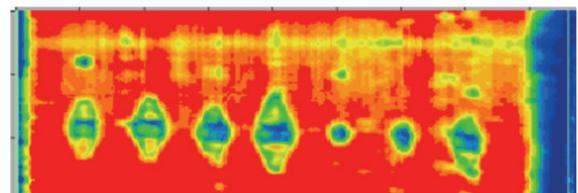
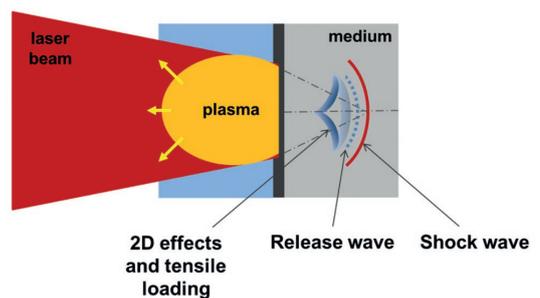
EU-Cornet ZeDeMAB, EU-Projekt ENCOMB

Industriepartner

Automobilindustrie, Bahnindustrie, Luftfahrt

Autoren / Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske
+49 681 9302 3610
bernd.valeske@izfp.fraunhofer.de



4 Prinzip (oben) und Ergebnis (unten) der Laser-angeregten Schockwellenprüfung – Detektion schwacher Bindungen (punktuelle Schwachstellen), Ref.: Dissertation B. Ehrhart

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG VON FASERVERBUNDSTRUKTUREN

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Stichworte

Faserverbundwerkstoffe, Polymere, FVK, CFK, GFK, Ultraschall, Computerlaminographie

Ausgangssituation

Faserverstärkte Kunststoff-Komposite (FVK) vereinen die hohe Steifigkeit und Zugfestigkeit einer verstärkenden Faser aus Kohlenstoff, Glas oder auch seltener Naturfaser mit dem geringen Gewicht einer Matrix aus duromerem oder thermoplastischem Kunststoff. Anwendungen faserverstärkter Komposite in tragenden Strukturen im Luftfahrtsektor, Automobilbau, der Energiegewinnung und im Sport bzw. der Medizintechnik werden immer zahlreicher. Gerade weil im Zuge der Kosten- und Gewichtsoptimierung das Potenzial der Faserverbundwerkstoffe bis an seine Grenzen ausgeschöpft werden soll, ist eine an Werkstoff und Bauteil angepasste zerstörungsfreie Prüfung und Qualitätssicherung sowie Strukturüberwachung unerlässlich. Nur so können Materialmängel vermieden, das Versagensrisiko minimiert und ein sicherer Betrieb gewährleistet werden.

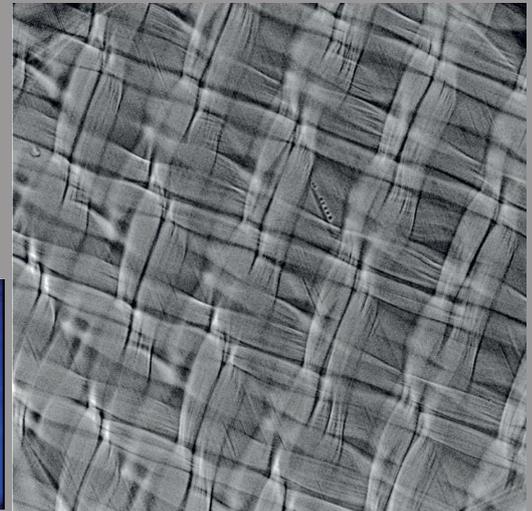
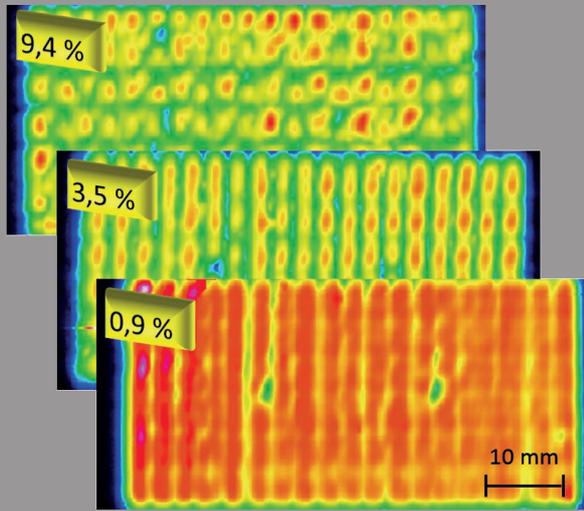
Aufgabenstellung

In Herstellungsprozess, Bauteileigenschaften, Fehlertypen und Versagensarten unterscheiden sich FVK fundamental von klassischen Strukturwerkstoffen wie Stahl und Hochleistungskeramik. Je nach Anforderungen an das Bauteil können Kurzfasern oder Langfasern verwendet werden, und diese wiederum in ihrer Ausrichtung und Verarbeitung z. B. als Gelege oder Gewebe an die

zu erwartenden Lasten im Bauteil angepasst werden. Aufgrund der flexiblen Fasern und der prinzipiell beliebig formbaren Matrix ist die Herstellung gekrümmter und verzweigter, an die Lastpfade angepasster Bauteile möglich. Das Material FVK ist hochgradig inhomogen, da es im Wechsel aus Fasern und Matrix besteht, die gerade so gewählt werden, dass sie sich in ihren physikalischen Eigenschaften stark unterscheiden. Je mehr ein Bauteil gewichtsoptimiert an eine ganz spezielle Last angepasst ist, desto höher wird seine mechanische Anisotropie. Form und gerichtete Orientierung der Fasern führen des Weiteren dazu, dass auch die elektrische Leitfähigkeit, die Ultraschallgeschwindigkeit, die Ultraschalldämpfung und weitere für die zerstörungsfreie Prüfung relevante physikalische Parameter richtungsabhängig werden. Materialinhomogenität und Anisotropie in Kombination mit komplexer Form stellen an die zerstörungsfreie Prüfung höchste Anforderungen.

Durchführung und Ergebnisse

Während des Herstellungsprozesses dienen Wirbelstromverfahren dazu, die Faserorientierung in trockenen Gelegen zu bestimmen und damit Ondulationen oder andere Fehllagen zu detektieren. Die Aushärtung des Polymers kann mit Ultraschall überwacht werden. Bei schlechter Prozessführung kommt es zu einer unvollständigen Durchdringung des Faser-Netzwerks mit Polymerharz. Es entstehen Poren zwischen den Filamenten oder zwischen den Gelege-Lagen. Die Porosität eines FVK-Bauteils wirkt sich auf die Streuung und Absorption von Ultraschallwellen aus. Insbesondere spektrale Analyseverfahren können genutzt werden, um die Porosität zu bestimmen. Eine Ultraschallanlage, die im Fraunhofer IZFP im Rahmen eines Projektes zur Prüfung von Kohlenstoff-faserkompositen (CFK) aufgebaut wurde (RoCK) und dazugehöri-



1 links: Abbilden einer CFK-Platte in Ultraschall-Tauchtechnik
rechts: Ultraschall-C-Bilder von Kohlenstofffaser-Laminaten mit verschiedenen hoher Porosität in Prozent

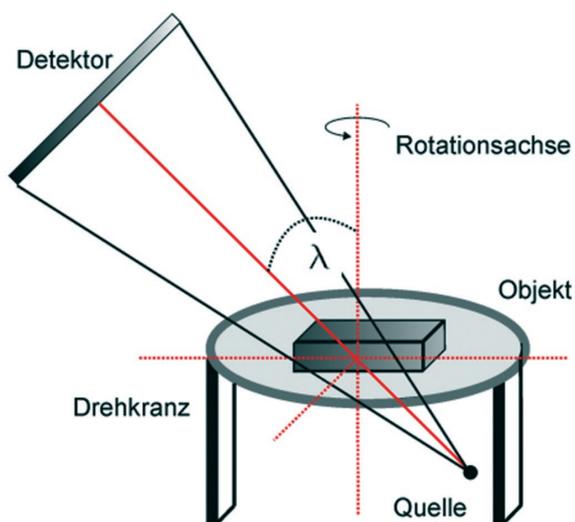
3 Kohlenstofffaser-Komposit-Platte mit Porositäten, 30 Winkel, SART Rekonstruktion

ge Ultraschall-C-Bilder von CFK-Platten mit unterschiedlich hoher Porosität zeigt Abbildung 1. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Inhomogenität der Ultraschallbilder mit der Porosität zunimmt.

Zur Fehlerprüfung in Bauteilen eignen sich unter anderem die Verfahren Ultraschall, aktive Thermographie und Röntgen-Tomographie. Bei CFK erfordern die kleinen Filament-Durchmesser von wenigen μm und der geringe Kontrast zwischen Faser und Matrix spezielle Mess- und Analysemethoden. Bei Verwendung der Computerlaminographie- und Radiographieanlage CLARA® (Abbildung 2) zur Röntgenprüfung flächiger Objekte können Taktzeit und Auflösung gegenüber der normalen Tomographie verbessert werden. Es genügen Aufnahmen unter einer geringen Anzahl von Winkeln, um in Kombination mit simultaner algebraischer Rekonstruktion (SART) einen guten Kontrast in der Rekonstruktion zu erzielen (Abbildung 3).

Zur Strukturüberwachung eignen sich eingebettete Ultraschallsensoren oder optische Fasersensoren. Um große Bauteile wie die Rotorblätter von Windenergieanlagen zu überwachen, werden geführte Wellen verwendet. Lokale Schäden wie Faserbrüche oder Delaminationen können während des Betriebs aufgrund ihrer akustischen Emission oder aufgrund lokaler thermischer Emissionen visualisiert werden. Auch Änderungen in den elektrischen oder dielektrischen Eigenschaften der Komposite können genutzt werden.

Beispielhaft wurden hier einige Problemstellungen und Lösungsansätze im Zusammenhang mit der zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoff-Kompositen dargestellt. Für verschiedene Prüfaufgaben im Lebenszyklus eines FVK-Bauteils stehen zahlreiche weitere Verfahren zur Verfügung.



2 Aufbau der Computerlaminographie und -radiographieanlage CLARA®

Industriepartner

Verschiedene Partner aus den Bereichen Automobil sowie Luft- und Raumfahrt

RoCk: Robuste CFK-Gesamtprozesskette, im Rahmen des Verbundprojekts: Innovative zerstörungsfreie Prüfmethode für komplexe CFK-Flugzeugbauteile; Förderkennzeichen: 20W1110E

Autoren / Ansprechpartner

Priv. Doz. Dr.-Ing. Ute Rabe
+49 681 9302 3863
ute.rabe@izfp.fraunhofer.de

BERÜHRUNGSLOSE UND KOPPELMITTELFREIE ULTRASCHALLPRÜFUNG

Stichworte

Luftultraschall, elektromagnetischer Ultraschall (EMUS), CFK, GFK, Leichtbau

Ausgangssituation

Faserverbundwerkstoffe haben in den letzten 25 Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Die Ursache hierfür liegt in ihren erheblichen Leistungsvorteilen wie Unempfindlichkeit gegen Korrosion oder Steifigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht, welche von modernen Strukturbauteilen im Automobil- oder Flugzeugbau gefordert werden. Hinzu kommen von der Politik zugunsten des Umweltschutzes geforderte Emissionsziele, allen voran die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes, die technisch nur über eine Reduzierung der bewegten Masse erreicht werden können.

Das breite Anforderungsprofil moderner Bauteile führte zum bis heute stark zunehmenden Einsatz der sogenannten *neuen Werkstoffe*, insbesondere CFK und GFK, die oft auch in Kombination mit metallischen Werkstoffen (Stahl, Alu) zu Hybridbauteilen verarbeitet werden.

Aufgabenstellung

Zerstörungsfreie Prüfverfahren nehmen bei den neuen Werkstoffen eine Schlüsselrolle ein: Fehler im Endprodukt führen aufgrund der hohen Anforderungen schnell zum Versagen, so dass ein sicherer Nachweis unerlässlich ist.

Die ZfP-Verfahren müssen aus diesem Grunde neben einer ausreichenden Fehlernachweisgrenze insbesondere sehr gut automatisierbar sein und dürfen gleichzeitig den Werkstoff nicht beeinflussen. Vor allem die Kontamination der Oberflächen, z. B. durch bei der Ultraschallprüfung gängige Koppelmittel wie Wasser oder Öle, die zu einer Beeinflussung des Bauteils bzw. der Klebung führen können, müssen bei diesen Werkstoffen vermieden werden.

Durchführung

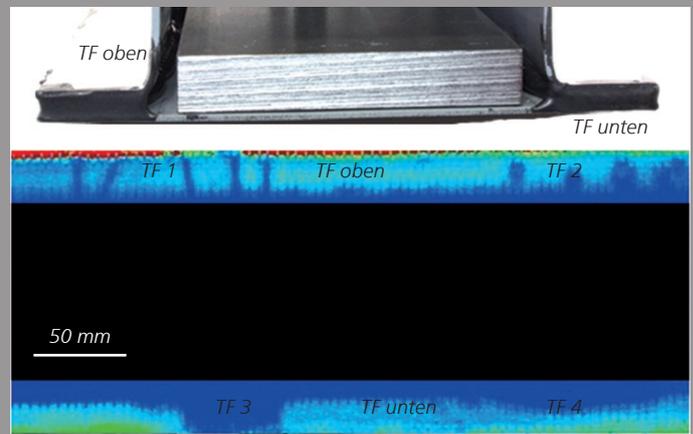
Zur Umsetzung der Aufgabenstellung des kontaminationsfreien Prüfens von CFK-, GFK- und Hybridbauteilen wurden am Fraunhofer IZFP Prüfverfahren wie Luftultraschall oder die Kombination von Prüfverfahren wie EMUS-Luftultraschall entwickelt, die eine berührungslose und koppelmittelfreie Prüfung ohne Werkstoffkontamination ermöglichen.

Zur Realisierung der Luftultraschallprüfung sind in besonderem Maße leistungsfähige Luftultraschallwandler notwendig. Durch eine gezielte Materialauswahl sowie der Simulation des gesamten Wandleraufbaus gelingt es, bei Frequenzen von 500 kHz bis 1 MHz unter atmosphärischen Bedingungen gängige Materialkombinationen wie CFK-Stahl auf innenliegende Fehler mit einer Fehlergröße bis zu 1 mm zu prüfen.

Durch die Kombination der Luftultraschall- mit der EMUS-Technik wird die berührungslose Prüfung von elektrisch leitfähigen bzw. magnetischen Bauteilen bei nur einseitigem Zugang ermöglicht, was die reine Luftultraschallprüfung derzeit nicht zu leisten imstande ist. Umgekehrt wird durch dieses hybride Prüfverfahren die EMUS-Prüfung deutlich in ihrem elektrischen Wirkungsgrad



1 Luftultraschallwandler in ebener (links) und fokussierter (rechts) Bauart; Mittenfrequenz 500 kHz



2 Hybridbauteil aus einem CFK-Blech und einem Omega-Profil aus Stahl sowie Ergebnisdarstellung der Luftultraschalluntersuchung

verbessert – da auf leistungsstarke EMUS-Endstufen verzichtet werden kann – sowie durch die Möglichkeit zur Prüfung ohne »Tote Zone« erweitert.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt moderne Luftultraschallwandler in ebener (links) und fokussierter Bauart (rechts) mit einer Mittenfrequenz von 500 kHz. Bei dieser Frequenz ist bereits ein Fehlernachweis mit hoher lateraler Auflösung möglich, da in Luft, aufgrund der geringen Ultraschallgeschwindigkeit, bereits sehr scharf auf der Bauteiloberfläche fokussiert werden kann. Dieser Fokus ist für Bauteile mit geringen Dicken auflösungsentscheidend und beträgt bei 500 kHz etwa 1,5 mm. Bei den in Abbildung 1 dargestellten Wandlertypen wurden die eingesetzten Materialien sowie der Aufbau soweit optimiert, dass selbst die Prüfung von stark dämpfenden Hybridbauteilen unter atmosphärischen Bedingungen möglich ist. Abbildung 2 zeigt dies exemplarisch anhand eines Prüfergebnisses an einem Hybridbauteil aus einem CFK-Blech und einem Omega-Profil aus Stahl, welches im Randbereich klebend gefügt wurde. Wie in der Abbildung dargestellt, konnten die eingebrachten vier Testfehler im Klebebereich erkannt werden. Die Luftultraschallprüfung stellt also ein berührungsloses und damit sehr gut automatisierbares und leistungsfähiges Prüfverfahren des Fraunhofer IZFP dar.

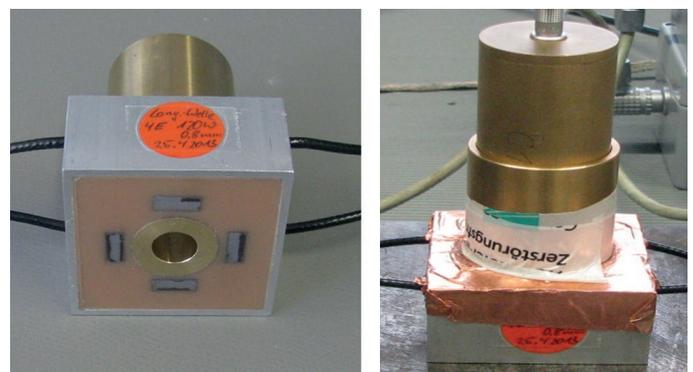
Durch die Kombination der Luftultraschall- mit der EMUS-Prüftechnik steht ein neues, patentiertes Prüfkonzept zur Verfügung, welches – unter Beibehaltung der Vorteile – die Nachteile der einzelnen Verfahren beseitigt. Insbesondere ist es hierdurch möglich, sehr dünne elektrisch leitfähige und/oder magnetische Werkstoffe einseitig, mit hoher lateraler Auflösung,

koppelmittelfrei zu prüfen. Ein entsprechendes Labormuster ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Einkopplung des Ultraschalls erfolgt über den Luftultraschallwandler, wodurch bereits eine sehr scharfe Fokussierung auf der Bauteiloberfläche erreicht werden kann. Für den Empfang wurde der Wandler mit insgesamt vier eigens angepassten EMUS-Empfängern ausgestattet, die konzentrisch um das Loch, welches zur Einkopplung des Ultraschalls dient, angeordnet sind. Hierdurch wird die Empfangsenergie erhöht und das Rauschen minimiert. Erste Messungen mit dieser neuen Prüfmethode sind derzeit in Arbeit.

Autoren / Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Waschkies
+49 681 9302 3637
thomas.waschkies@izfp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Frank Niese
+49 681 9302 3921
frank.niese@izfp.fraunhofer.de



3 Labormuster eines EMUS/Luftultraschall-Hybrid-Sensors; links: Unterseite mit vier EMUS-Sensoren, rechts: Oberseite mit Luftultraschall-Prüfkopf



Shearographie an Rotorblatt

ANHANG

MITARBEIT IN FACHAUSSCHÜSSEN, GREMIEN UND ZEITSCHRIFTEN

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP (Mitgliedschaften des Gesamt-Instituts)

- AMA Fachverband für Sensorik e. V., Wissenschaftsrat
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS) , Mitglied
- Verein der Deutschen Eisenhüttenleute (VDEh), Werkstoffausschuss, Unterausschuss für ZfP und Messtechnik, Gast
- Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e. V. (DVM)

Dipl.-Ing. Steffen Bessert

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
 - Fachausschuss »Zerstörungsfreie Prüfung im Eisenbahnwesen«
 - Fachausschuss »Oberflächenrissprüfung«
- DIN-Normungsausschuss, Berlin (Arbeitsausschuss NA 062-08-27 AA »Visuelle und thermographische Prüfung«)

Prof. Dr.-Ing. Christian Boller

- Editor-in-chief der »Encyclopaedia on Structural Health Monitoring«, John Wiley & Sons, 2008
- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR), Mitglied
- American Institution of Aeronautics and Astronautics (AIAA), Mitglied
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP), kooptiertes Beiratsmitglied
- Journal of Aerospace Sciences and Technologies, Aeronautical Society of India, Redaktionsmitglied
- Wissenschaftliches Komitee der European Micro Aerial Vehicle Conference and Flight Competition, Mitglied
- »SPIE Annual International Symposium on Smart Structures and Materials«, Mitglied des Organisationskomitees der Konferenz »Industrial and Commercial Applications of Smart Structures Technologies«
- International Workshop on Structural Health Monitoring, Stanford Univ., Stanford/CA, Mitglied des International Scientific Committees seit 1997
- European Workshop on Structural Health Monitoring (Mitglied des Scientific Committee seit 2002, Vorsitz seit 2012)
- »Smart Materials and Structures«, herausgegeben vom Institute of Physics Publishing, Bristol/UK (Redaktionsmitglied seit 1997, europäischer Herausgeber seit 2000, Mitherausgeber seit 2005)
- Fellow des Institute of Physics, Bristol/UK
- Institute of Smart Structural Systems (ISSS), Bangalore/Indien, Mitglied
- Canadian Institute of Non-Destructive Evaluation (CINDE), Mitglied
- Präsident der Far East NDT (FENDT) 2014 in Chengdu/China
- Deutscher Hochschulverband, Mitglied
- Mitglied des Beirats der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
- Mitglied des Projektkomitees Komponentenverhalten, PKKOM, des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie
- Mitglied des Physics & Engineering Panels des European Research Council (ERC) seit 2009
- Reviewer bei »Scientific Reports« (Nature-Group) seit 2012

Dipl.-Ing. Christian Conrad

- Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS)
 - DVS / AG V 11.2 / DIN NA 092-00-27 AA »Rührreibschweißen«
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI)/Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE)
 - VDI/VDE-GMA FA 3.23 Härteprüfung AG 2616-1

Birgit Conrad-Markschläger

- Sprecherkreis Fachinformation der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorsitzende

Dipl.-Ing. Christian Eschmann

- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR), Mitglied

Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung DGZfP
 - Persönliches Mitglied
 - Kooptiertes Mitglied des Beirats
 - Mitglied des Fachausschusses Hochschullehrer
 - Mitglied des Fachausschusses Durchstrahlungsprüfung FA D
 - Mitglied des Unterausschusses Digitale Radiologie UA DR im Fachausschuss Durchstrahlungsprüfung
- Mitglied des Kuratoriums zur Förderung des Andenkens an Wilhelm Conrad Röntgen in Würzburg e. V. (Röntgen-Kuratorium Würzburg e. V.)
- Julius-Maximilians-Universität Würzburg
 - Mitglied der Graduate School of Science & Technology (GSST)
 - Fakultätsrat der Fakultät Physik und Astronomie, Mitglied
- Member of the International Society for Optical Engineering (SPIE)
- Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
- Mitglied der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.
- Hochschulrat der Hochschule Deggendorf, Mitglied

Dipl.-Geogr. Dirk Henn

- Deutsche Gesellschaft für Qualität e. V. (DGQ), Mitglied

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herrmann

- Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI)
- Mitglied der »Society of Automotive and Aeronautical Engineers« (SAE), USA
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP)

- Mitglied wissenschaftlicher Gutachterausschuss für »World Conference on NDT« 2016
- American Society for Nondestructive Testing
- »Smart Materials and Structures«, herausgegeben vom Institute of Physics Publishing, Bristol/UK (Reviewer)
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau

Dr. rer. nat. Sigrun Hirsekorn

- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), Vorsitzende des Fachverbands Akustik
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)
 - Fachausschuss Physikalische Akustik
 - Fachausschuss Ultraschall
- Mitglied im Beirat der Deutschen Jahrestagung für Akustik (DAGA)
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP), Fachausschuss Ultraschall
- Mitglied im Scientific Committee »International Workshop NDT in Progress« in Kooperation mit der CNDT
- Associate Editor (Mitglied im Editorial Board) der Elsevier-Zeitschrift ULTRASONICS
- Mitglied im »Board des International Congress on Ultrasonics (ICU)«
- Mitglied im Advisory Board of the Journal of Nondestructive Evaluation (JONE)
- Mitglied im Scientific Board of the Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation Conference (QNDE)
- Mitglied im Scientific Board of the European Conference on Nondestructive Testing (ECNDT)

Dipl.-Phys. Wolfgang Kappes

- Fraunhofer-Allianz Verkehr, Rail-Gruppe
- DGZfP-Unterausschuss »Automatische Ultraschallprüfsysteme«, Fachausschuss Ultraschallprüfung
- SECTOR Cert Fachausschuss Ultraschall

Dr.-Ing. Jochen Kurz

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung
 - Fachausschuss für zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen, stellvertretender Vorsitzender
- Deutsche Geophysikalische Gesellschaft
- Fraunhofer-Allianz Bau
- COST FP 1101 Assessment, Reinforcement and Monitoring of Timber Structures, Working Group Leader of WG3: Monitoring of timber structures.

Dr.-Ing. Michael Maisl

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP), Arbeitsgruppe Bildverarbeitung und Unterausschuss CT im Ausschuss für Durchstrahlungsprüfung mit Strahlenschutz

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Moryson

- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitskreis AK 7.6.3 »zerstörungsfreie Messverfahren«

Dr. rer. nat. Udo Netzelmann

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
 - Fachausschuss Thermographie
 - Fachausschuss Materialcharakterisierung
- Fraunhofer-Allianz VISION
- Deutsche Physikalische Gesellschaft

Dr.-Ing. Holger Neurohr

- DIN Normenausschuss: NA 062-08-20-01 AK »Arbeitskreis Shearographie«

Dipl.-Übers. Sabine Poitevin-Burbes

- Fraunhofer PR-Netzwerk

PD Dr.-Ing. Ute Rabe

- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)
- Vorstand DGM Regionalforum Saar

Dr. rer. nat. Christoph Sklarczyk

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
 - Fachausschuss Mikrowellen- und Terahertzverfahren
 - Unterausschuss Feuchte des Fachausschusses ZfP im Bauwesen
- Internationaler Peer Reviewer der Shota Rustaveli National Science Foundation, Tiflis, Georgien

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske

- Verband für Angewandte Thermografie e. V. (VATH)
- Fraunhofer-Strategiekreis Fügetechnik
- Mitglied im Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft
- Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS)
 - Fachausschuss 8 »Klebtechnik«
 - Fachausschuss 11 »Kunststoff-Fügen«
- Arbeitsgruppe »Automotive Saar«

Dipl.-Phys. Günter Walle

- Arbeitsgruppe »Aktive Thermographie« im UA »Ausbildung TT« des FA Thermographie

Dipl.-Ing. Friedhelm Walte

- Prüfungskommission für die Ausbildung von Schweißfachingenieuren bei der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt im Saarland (SLV)
- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
 - Fachausschuss »Ultraschallprüfung«
 - Fachausschuss »Ultraschallprüfung«, Arbeitsgruppe Phased Array (Gruppenstrahler)

Dr.-Ing. Thomas Waschkies

- Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP)
 - Fachausschuss »Ultraschallprüfung«
- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM)

Dr.-Ing. Bernd Wolter

- Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V. (FVA)
 - AK Fertigungstechnik
 - AK Werkstoffe
- Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS)
 - Fachausschuss 6 – Strahlverfahren
- RILEM TC ATC (Technical Committee: Advanced Testing of Fresh Cementitious Materials)

TEILNAHMEN AN TAGUNGEN, WORKSHOPS UND KONFERENZEN 2013 / 2014

| | 2013 | 2014 |
|--|-----------|-----------|
| Anzahl der besuchten Veranstaltungen | 60 | 38 |
| innerhalb Deutschlands | 28 | 18 |
| außerhalb Deutschlands | 32 | 20 |
| Veranstaltungsteilnahmen gesamt | 84 | 85 |
| aktive Teilnahmen | 59 | 70 |
| passive Teilnahmen | 25 | 15 |
| Verteilung der ausländischen Veranstaltungen | | |
| Europa | 20 | 13 |
| Asien | 5 | 5 |
| Amerika | 7 | 2 |



Cold Rolling Day 2014, Peking

PUBLIKATIONEN 2013

Valeske, Bernd; Neurohr, Holger; Boller, Christian

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Elektromobilität: Aspekte der Fraunhofer-Systemforschung, hrsg. von Buller, Ulrich; Hanselka, Holger, Fraunhofer Verlag, 2013, S. 239

Rabe, Ute; Kopycinska-Müller, Malgorzata; Hirsekorn, Sigrun

Atomic force acoustic microscopy

Acoustic Scanning Probe Microscopy, ed. by Marinello, Francesco, Springer, 2013, S. 123-153

Waschkies, Thomas; Licht, Rudolf; Valeske, Bernd; Gebhardt, Wolfgang; Hübschen, Gerhard

Prüfen mit hybrider Technik

Qualität und Zuverlässigkeit, Jahrgang 58, Nr. 1, 2013, S. 36-39

Szielasko, Klaus; Mironenko, Ivan; Altpeter, Iris; Herrmann, Hans-Georg; Boller, Christian

Minimalistic devices and sensors for micromagnetic materials characterization

IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 49, Nr. 1, 2013, S. 101-104

Bastuck, Matthias; Herrmann, Hans-Georg; Valeske, Bernd; Wolter, Bernd

Zerstörungsfreie Prüfung für Laserschweißverbindungen pressgehärteter Stähle

Fraunhofer Leichtbau-Tagung, Lasertechnik im Leichtbau - ein Teil der interdisziplinären Herausforderungen im Leichtbau, 2013, V.2.2

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Hirsekorn, Sigrun

Characterization of the magnetic micro and nanostructure in unalloyed steels by magnetic force microscopy

Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, Volume 32, AIP Conference Proceedings 1511, 2013, S. 1180-1187

Eisel, Achim

System für Proben- und Prüfmittelmanagement – Digitale Akte fürs Leben

Qualität und Zuverlässigkeit, Jahrgang 58, Nr. 3, 2013, S. 48-49

Kurz, Jochen Horst

Moderne Bauwerksprüfung und Stadt- und Regionalplanung mit CURE Modern

VμE-Nachrichten, Ausgabe 50, März 2013, S. 16

Lugin, Sergey

Detection of hidden defects by lateral thermal flows

NDT&E International, Vol. 56, Juni, 2013, S. 48-55

Eschmann, Christian

Luftgestützte Inspektion mit unbemannten Flugsystemen

Messtechnik im Bauwesen, Ernst & Sohn Special 2013, S. 41-45

Boller, Christian

Structural health monitoring – its association and use

New Trends in Structural Health Monitoring, ed. by Ostachowicz, Wieslaw Springer, Vienna, 2013, S. 1-79

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Hirsekorn, Sigrun

Magnetic micro- and nanostructures of unalloyed steels: domain wall interactions with cementite precipitates observed by MFM

NDT&E International, Vol. 57, April, 2013, S. 58-68

Boller, Christian; Kurz, Jochen Horst

Alternde Infrastruktur und wie man mit zerstörungsfreier Prüfung diagnostisch im Bauwesen helfen kann

Magazin Forschung, Heft 1, Mai, 2013, S. 18-20

Kurz, Jochen Horst; Boller, Christian; Dobmann, Gerd

Condition assessment of civil infrastructure in Europe: recent developments and what might be ahead

Journal of Engineering Mechanics, Vol. 139, Nr. 6, June 2013, 702-712

Pavlovic, Mato; Mueller, Christina; Ewert, Uwe; Ronneteg, Ulf; Pitkänen, Jorma; Boller, Christian

Safe product design – the role of NDT reliability analysis

MP Materials Testing, Vol. 55, Nr. 4, 2013, S. 270-275

Boller, Christian; Dobmann, Gerd; Frankenstein, Bernd

Smart sensing in the light of non-destructive testing and structural health monitoring

Advanced Material and Non-Destructive Measurement Technology, 2013, S. 1-8

Bastuck, Matthias; Valeske, Bernd; Wolter, Bernd; Herrmann, Hans-Georg

Überwachung und Qualitätssicherung des Laserschweißprozesses ultrahochfester Karosseriestähle durch integrierte ZfP-Verfahren

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Mi.2.A.4

Conrad, Christian; Dobmann, Gerd; Wolter, Bernd

Neue Ansätze zur Überwachung und Optimierung des Rührreißschweißens mit ZfP

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Mi.1.C.4

Jäckel, Patrick; Niese, Frank

Neue Ansätze in der quantitativen Korrosionsdetektion unter gezielter Ausnutzung des dispersiven Verhaltens geführter Ultraschallwellenmoden

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Mi.3.B.3

Kurz, Jochen Horst; Dugan, Sandra; Jüngert, Anne

Zuverlässigkeitsbetrachtung zerstörungsfreier Prüfungen mittels experimenteller POD-Bestimmung am Beispiel von Ultraschall Phased Array

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Mo.3.C.4

Lugin, Sergey

Laterale Wärmeflüsse als Werkzeug für die Fehlerprüfung

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, P.41

Manavipour, Maryam; Sklarczyk, Christoph; Kurz, Jochen Horst; Boller, Christian

Qualitätssicherung und Untersuchung von Kanal-Schlauchlinern mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Di.1.A.4

Niese, Frank; Both, Norbert; Rick, Rainer

EMUS-Phased-Array-Anwendungen in Kombination mit dem Adaptersystem »EMUS-VG«

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Mo.3.B.3

Szielasko, Klaus; Youssef, Sargon; Niese, Frank; Weikert, Miriam; Tschuncky, Ralf; Wolter, Bernd

Verfahrensfusion zur Charakterisierung hochfester Stähle unter Einsatz elektromagnetischer Multifunktions-Prüfköpfe

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Di.3.C.3

Conrad, Christian; Kern, Rolf; Kopp, Harald; Wolter, Bernd

Zerstörungsfreie Prüfung pressgehärteter Karosserieteile mit 3MA

DGZfP-Jahrestagung 2013 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 141-CD, Berlin, Di.2.C.3

Kurz, Jochen Horst; Laguerre, Laurent; Niese, Frank; Gaillet, Laurent; Szielasko, Klaus; Treysede, Fabien

Neue Prüftechniken zur Untersuchung von Zugtraggliedern (Brückenseilen, Spannseilen, Spanngliedern) auch in unzugänglichen Bereichen – Neuer Stand der Technik und erste Anwendungen

Moderne zerstörungsfreie Bauwerksdiagnose, VSVI Seminar, hrsg. von Kühn, Bertram, 2013, S. 3-17

Niese, Frank; Jäckel, Patrick

Prüfung von Korrosionsschäden an Stahlbauteilen in nicht zugänglichen Bereichen

Moderne zerstörungsfreie Bauwerksdiagnose, VSVI Seminar, hrsg. von Kühn, Bertram, 2013, S. 89-105

Salzburger, Hans-Jürgen; Niese, Frank; Dobmann, Gerd

EMAT pipe inspection with guided waves

Rivista italiana della saldatura, Vol. 65, Nr. 2, 2013, S. 255-263

Bajpai, Manish; Schorr, Christian; Maisl, Michael; Gupta, Phalguni; Munshi, Prabhat

High resolution 3D image reconstruction using the algebraic method for cone-beam geometry over circular and helical trajectories

NDT&E International, Vol. 60, 2013, S. 62-69

Emmerich, Rudolf; Netzelmann, Udo; Franzen, Christoph; Junk, Uwe; Reichmann, Markus; Laufer, Werner; Kaufmann, Michael

DRY-CONTROL – Entwicklung einer ressourceneffizienten Trocknungstechnologie für keramische Produkte

Innovative Technologien für Ressourceneffizienz in rohstoffintensiven Produktionsprozessen, hrsg. von Woidasky, Jörg, BMBF, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2013, S. 267-280

Sklarczyk, Christoph; Porsch, Felix; Boller, Christian; Kurz, Jochen Horst

Nondestructive characterization and defect detection in timber and wood

2nd International Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures, ed. by Piazza, Maurizio, Zürich, 2013, S. 295-302

Boller, Christian; Janocha, Hartmut

New trends in smart technologies

Fraunhofer Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-8396-0577-6, 2013

Kuo, Chen-Ming; Boller, Christian

Adaptive aeronautical structures demonstration on a modular designed micro aerial vehicle

New Trends in Smart Technologies, ed. by Boller, Christian; Janocha, Hartmut, Fraunhofer Verlag, 2013, S. 255-271

Cioclov, Dragos D.

Failure risk assessment by integration of probabilistic fracture mechanics and quantitative non-destructive inspection – a structural health monitoring view

New Trends in Smart Technologies, ed. by Boller, Christian; Janocha, Hartmut, Fraunhofer Verlag, 2013, S. 127-139

Kurz, Jochen Horst; Jüngert, Anne; Dugan, Sandra; Dobmann, Gerd; Boller, Christian

Reliability considerations of NDT by probability of detection (POD) determination using ultrasound phased array

Engineering Failure Analysis, Vol. 35, 2013, S. 609–617

Ecault, Romain; Boustie, Michel; Touchard, Fabienne; Pons, Frédéric; Berthe, Laurent; Chocinski-Arnault, Laurence; Ehrhart, Bastien; Bockenheimer, Clemens

A study of composite material damage induced by laser shock waves

Composites: Part A, Vol. 53, 2013, S. 54–64

Bolotina, Irina; Dyakina, M.; Kröning, Michael; Mohr, Friedrich; Reddy, Krishna Mohan; Soldatov, Alexey I.; Zhantlessov, Yerbol

Ultrasonic arrays for quantitative nondestructive testing an engineering approach

Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 49, Nr. 3, 2013, S. 145–158

Cioclov, Dragos D.

How simulation of failure risk can improve structural reliability – application to pressurized components and pipes

New Trends in Smart Technologies, ed. by Boller, Christian; Hartmut Janocha, Fraunhofer Verlag, 2013, S. 69-87

Ellenrieder, Gunther; Gänsicke, Thomas; Goede, Martin; Herrmann, Hans-Georg

Die Leichtbaustrategien

Leichtbau in der Fahrzeugtechnik, hrsg. von Friederich, Horst, Springer, Berlin, 2013, S.43-118

Sklarczyk, Christoph

Mikrowellensensoren zur zerstörungsfreien Materialuntersuchung

Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis, 7. CMM-Tagung, hrsg. von Schuhmann, Rainer, 2013, S. 86-96

Lugin, Sergey

Prüfung von verdeckten Fehlern mit lateralen Wärmeflächen

Thermographie-Kolloquium 2013, DGZfP-Berichtsband BB 143-CD, Berlin, 2013, V4

Netzelmann, Udo

Flying-spot Lock-in Thermographie

Thermographie-Kolloquium 2013, DGZfP-Berichtsband BB 143-CD, Berlin, 2013, V9

Dobmann, Gerd; Boller, Christian; Herrmann, Hans-Georg; Altpeter, Iris

Electromagnetic Ndt for lifetime management by monitoring of ageing phenomena

Application of Contemporary Non-destructive Testing in Engineering, 12th International Conference of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing, Ljubljana, 2013, S. 293-302

Herrmann, Hans-Georg; Bulavinov, Andrey

Zerstörungsfreie Prüfung von Compositebauteilen

MM composites world, Oktober 2013, S. 10-13

Herrmann, Hans-Georg; Bulavinov, Andrey

Sampling Phased Array Ultraschall-Tomographie – Echtzeitfähige zerstörungsfreie Prüfung und Charakterisierung von Faserverbundwerkstoffen

Carbon Composites Magazin, 2/2013, S. 34

Hahn, Bernadette N.; Louis, Alfred K.; Maisl, Michael; Schorr, Christian

Combined reconstruction and edge detection in dimensioning

Measurement Science and Technology, Vol. 24, Nr. 12, 2013, S. 125601

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Altpeter, Iris; Hirsekorn, Sigrun; Dobmann, Gerd

On the mechanism of nondestructive evaluation of cementite content in steels using a combination of magnetic Barkhausen noise and magnetic force microscopy techniques

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 354, March 2014, S. 248–256

Schorr, Christian; Maisl, Michael

Exploitation of geometric a priori knowledge for limited data reconstruction in nondestructive testing

12th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine, ed. by Leahy, Richard, 2013, S. 114-117

Fraunhofer IZFP

Neue Qualitätssicherungskonzepte von Batterie-Zellen auf Basis zerstörungsfreier Prüfverfahren

E-Mail – Das Magazin für die Mobilität von Morgen, hrsg. vom Forum Elektromobilität, 02/2013, S. 44

Seiler, Georg; Zielasko, Klaus; Tschuncky, Ralf; Altpeter, Iris; Mironenko, Ivan; Boller, Christian; Sorich, Andreas; Smaga, Marek; Eifler, Dietmar

Early detection of fatigue at elevated temperature in austenitic steel using electromagnetic ultrasound transducers

7th International Conference on Low Cycle Fatigue, ed. by DVM, Aachen, 2013, S. 359-364

Wolter, Bernd

Pressgehärtete Karosserieteile zerstörungsfrei geprüft

Blechnet, Vogel Business Media, 2013, Heft 5, S. 114-117

Fuchs, Theobald O.J.; Sukowski, Frank; Schorr, Christian; Schön, Tobias; Schröpfer, Stefan; Hassler, Ulf; Hofmann, Thomas; Reims, Nils; Firsching, Markus; Tigkos, Konstantinos; Heusinger, Victoria; Moser, Stefan; Langkemper, Ralph; Nau, Siegfried

High-energy 3-D x-ray tomography for container inspection

Future Security, 8th Security Research Conference, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2013, S. 83-86

Waschkies, Thomas; Licht, Rudolf; Pudovikov, Sergey; Valeske, Bernd; Walte, Friedhelm

Innovative abbildende Ultraschallverfahren in der Forschung und Applikation

Seminar des FA Ultraschallprüfung »Bildgebende Verfahren für die Ultraschallprüftechnik«, DGZfP-Berichtsband BB 145-CD, Berlin, 2013, V3

Pudovikov, Sergey; Bulavinov, Andrey; Dobmann, Gerd; Pinchuk, Roman

Bildgebendes Optimierungsverfahren zur quantitativen US-Prüfung an anisotropen und inhomogenen austenitischen Schweißverbindungen mit Bestimmung und Nutzung der elastischen Eigenschaften

Seminar des FA Ultraschallprüfung »Bildgebende Verfahren für die Ultraschallprüftechnik«, DGZfP-Berichtsband BB 145-CD, Berlin, 2013, V16

Jäckel, Patrick; Netzelmann, Udo

The influence of external magnetic fields on crack contrast in magnetic steel detected by induction thermography

QIRT Quantitative InfraRed Thermography, Vol. 10, No. 2, 2013, S. 237–247

Erhart, Bastien; Netzelmann, Udo; Walle, Günter; Valeske, Bernd

Quality assessment of CFRP bonded structures with active thermography techniques

5th International Symposium on NDT in Aerospace, ed. by Singapore Institute of Manufacturing Technology, 2013, V5

Moll, Jochen; Manavipour, Maryam; Sklarczyk, Christoph; Krozer, Viktor; Boller, Christian

Millimeter-wave non-destructive testing of a cured in place pipe sample

International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz), 38, 2013, ed. by IEEE, 2 pages, doi: 10.1109/IRMMW-THz.2013.6665869

Pérez Blanco, Isabel Christina; Dobmann, Gerd

Surface open corrosive wall thinning effects

CANSMART, International Workshop on SMART MATERIALS, STRUCTURES & SHM, ed. by Canadian Institute on NDE, Calgary, 2013, p. 61

Kurz, Jochen Horst; Laguerre, Laurent; Niese, Frank; Gaillet, Laurent; Szielasko, Klaus; Tschuncky, Ralf; Treysse, Fabien

NDT for need based maintenance of bridge cables, ropes and pre-stressed elements

Journal of Civil Structural Health Monitoring, Vol. 3, Nr. 4, 2013, S. 285-295

Kuo, Chung-Hsin; Kuo, Chen-Ming; Leber, Andreas; Boller, Christian

Vector thrust multi-rotor copter and its application for building inspection

International Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition (IMAV2013), Technical Session 3, 10 Seiten

Kuo, Chung-Hsin; Leber, Andreas; Kuo, Chen-Ming; Boller, Christian; Eschmann, Christian; Kurz, Jochen Horst

Unmanned robot system for structure health monitoring and non-destructive building inspection, current technologies overview and future improvements

9th International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM), ed. by Chang Fu-Kuo, Stanford, 2013, S. 569-578

Jäckel, Patrick; Niese, Frank; Boller, Christian

Quantitative detection of shallow corrosion damage by targeted use of the dispersive behavior of guided wave modes

9th International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM), ed. by Chang Fu-Kuo, Stanford, 2013, S. 2169-2176

Frankenstein, Bernd; Schulze, Eberhard; Weihnacht, Bianca; Meyendorf, Norbert; Boller, Christian

Structural health monitoring of major wind turbine components

9th International Workshop on Structural Health Monitoring (IWSHM), ed. by Fu-Kuo Chang, Stanford, 2013, S. 2456-2463

Eschmann, Christian; Kuo, Chen-Ming; Kuo, Chung-Hsin; Boller, Christian

High-resolution multisensor infrastructure inspection with unmanned aircraft systems

International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013, UAV-g2013

Ehrhart, Bastien; Valeske, Bernd; Bockenheimer, Clemens

Non-destructive evaluation (NDE) of aerospace composites: methods for testing adhesively bonded composites

Non-Destructive Evaluation (NDE) of Polymer Matrix Composites: Techniques and applications,
ed. by Karbhari, Vistap M., Woodhead Publishing, Cambridge, 2013, S. 220-237

Eschmann, Christian; Kurz, Jochen Horst; Boller, Christian

CURe MODERN – Franco-German infrastructure inspection with unmanned air systems

International Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition (IMAV2013), 17.-20.09.13, Toulouse, France, 9 Seiten

Szielasko, Klaus; Tschuncky, Ralf; Altpeter, Iris; Dobmann, Gerd; Boller, Christian

Real-time monitoring of crack growth behaviour during impact and compact tension test with non-destructive testing

Electromagnetic Nondestructive Evaluation (XVI), ed. by Rebello, Joao M.A., IOS Press, 2014, pp. 238-246

Rabung, Madalina; Altpeter, Iris; Boller, Christian; Herrmann, Hans-Georg

Non-destructive evaluation of the micro residual stresses of IIIrd order by using micro magnetic methods

NDT & E International, Vol. 63, April 2014, S. 7–10

Szielasko, Klaus; Kopp, Melanie; Tschuncky, Ralf; Herrmann, Hans-Georg

Zerstörungsfreie Bestimmung von Werkstoffeigenschaften mit mikromagnetischen Multiparameter-Prüfverfahren

Werkstoffe in der Fertigung, Die Werkstoffwelt von Morgen, Ausgabe 1/Februar 2014, S. 45-47

Kurz, Jochen Horst; Moryson, Ralf; Eschmann, Christian; Burrier, George; Chassard, Carsten; Wundsam, Timo; Exner, Jan-Phillip

CURe MODERN - Initiative moderne Bauwerksprüfung, Stadt- und Regionalplanung

Deutsch-Französische Fachtagung »Grenzüberschreitende Infrastrukturerhaltung – heute und morgen«,

2014, Vortrag 1, 14 Seiten

Szielasko, Klaus; Tschuncky, Ralf; Rabung, Madalina; Seiler, Georg; Altpeter, Iris; Dobmann, Gerd; Herrmann, Hans-Georg; Boller, Christian

Early detection of critical material degradation by means of electromagnetic multi-parametric NDE

40th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, AIP Proceedings 1581,

ed. by Chimenti, Dale E. et al., 2014, S. 711-718

Uhlmann, Norman; Volland, Virginia; Salamon, Michael; Hebele, Stefan; Boehnel, Michael; Reims, Nils; Schmitt, Michael; Kasperl, Stefan; Hanke, Randolph

Metrology, applications and methods with high energy CT systems

40th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, AIP Proceedings 1581,

ed. by Chimenti, Dale E. et al., 2014, S. 1778-1785

Salamon, Michael; Reims, Nils; Errmann, Gerald; Boehnel, Michael; Uhlmann, Norman; Kasperl, Stefan; Volland, Virginia; Schmitt, Michael; Hanke, Randolph

XXL-CT, unique CT capabilities for industrial applications

iCT2014 - Conference on Industrial Computed Tomography, ed. by Kastner, Johann, 2014, S. 241-242

Schorr, Christian; Maisl, Michael

A ray-length-based ROI-correction for computed laminography

iCT2014 - Conference on Industrial Computed Tomography, ed. by Kastner, Johann, 2014, S. 253-258

Gelz, Andreas; Porsch, Felix; Rehak, Markus

Computertomographieautomat SeedInspector zur automatischen Bewertung von Saatgut

ZfP-Zeitung, Vol. 139, Nr. 4, April 2014, S. 50-53

Sklarczyk, Christoph

Determination of material properties like permittivity and density with microwaves

Journal of Modern Physics, April 2014, DOI: 10.4236/jmp.2014.56043

Conrad, Christian

PHS process monitoring & product quality control with 3MA

Compact Training on »Hot Stamping Technology«, 2nd General Motors PHS Suppliers Forum, Grundig Akademie, 2014, S. 173-179

Eschmann, Christian

Mit Flugrobotern erkunden Materialforscher Bauschäden an Hochhäusern und Brücken

dIALOG Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, hrsg. DGM, Oberursel, 2014, S. 70-72

Kappes, Wolfgang

Zerstörungsfreie Prüfung an Radsatzkomponenten von Schienenfahrzeugen

Ingenieurspiegel: Fachmagazin für Ingenieure, Volume 2, 2014, S. 51-53

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Hirsekorn, Sigrun

Determination of the easy axes of small ferromagnetic precipitates in a bulk material by combined magnetic force microscopy and electron backscatter diffraction techniques

Ultramicroscopy, Vol. 146, 2014, S. 17-26

Gabi, Yasmine; Wolter, Bernd; Gerbershagen, Andreas; Ewen, M.; Braun, Peter; Martins, Olivier

FEM simulations of incremental permeability signals of a multi-layer steel with consideration of the hysteretic behaviour of each layer

IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 50, No. 4, April 2014, 7026504

Netzelmann, Udo

Flying-spot lock-in thermography and its application to thickness measurement and crack detection

12th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, Bordeaux, QIRT-2014-064

Diersch, Norman; Kind, Thomas; Taffe, Alexander; Kurz, Jochen Horst

Untersuchung vorgespannter Brückenplatten unter Verkehr mit zerstörungsfreien Prüfverfahren / Investigation of prestressed bridgedecks under traffic using non-destructive-testing methods

Beton- und Stahlbetonbau, Vol. 109, Nr. 7, 2014, S. 444-452

Kurz, Jochen Horst; Dugan, Sandra; Jüngert, Anne

Reliability considerations of NDT by probability of detection (POD) determination using ultrasound phased array – results from a project in frame of German nuclear safety research program

5th European-American Workshop on Reliability of NDE, ed. by DGZfP, Berlin, Lecture 16

Eschmann, Christian

Der Überflieger

FORUM – das Wochenmagazin, Saarbrücken, 18. 07.2014, S. 35-36

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Altpeter, Iris; Hirsekorn, Sigrun; Dobmann, Gerd

On the mechanism of nondestructive evaluation of cementite content in steels using a combination of magnetic Barkhausen noise and magnetic force microscopy techniques

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 354, 2014, S. 248–256

Szielasko, Klaus; Youssef, Sargon; Niese, Frank; Weikert, Miriam; Sourkov, Alexander; Altpeter, Iris; Herrmann, Hans-Georg; Dobmann, Gerd; Boller, Christian

Multi-method probe design for the electromagnetic characterization of advanced high strength steel

17th International Conference on Electromagnetic Nondestructive Evaluation, ed. by Capova, Klara, 2014, S. 52-59

Sheikh Amiri, Meisam; Thielen, Matthias; Rabung, Madalina; Marx, Michael; Szielasko, Klaus; Boller, Christian

On the role of crystal and stress anisotropy in magnetic Barkhausen noise

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 372, 2014, S. 16–22

Szielasko, Klaus; Youssef, Sargon; Wolter, Bernd; Schuppmann, Martin; Rodner, Christoph; Weingard, Christoph; Kopp, Harald; Elzatma, Mohammed; Mironenko, Ivan; Kiselmann, Ifrit

High-Speed-3MA zur mikromagnetischen Werkstoffcharakterisierung in schnellen Produktionsprozessen

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mo.3.A.4

Netzelmann, Udo

Thermographische Prüfung von Solarzellen auf Risse und Kontaktierungsfehler

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.3.C.1

Youssef, Sargon; Szielasko, Klaus; Birringer, Rainer; Kurz, Jochen Horst; Surkov, Alexander; Pushkarev, Sergej
BetoFlux: Mobiles Streufluss-Prüfsystem zur Detektion von Korrosionsschäden an Spannbetonmasten
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.1.C.2

Schorr, Christian; Maisl, Michael
Artefaktkorrektur in der Computerlaminographie durch Nutzung von Vorwissen über die Objektgeometrie
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.2.A.3

Kurz, Jochen Horst; Bleicher, Christoph; Bulavinov, Andrey; Heinrietz, Andre; Maisl, Ute; Maisl, Michael; Pinchuk, Roman; Pudovikov, Sergey; Tsyban, Alexandra
Untersuchungen von Schwindungsporositäten mittels mechanisierter Ultraschallprüfung mit Sampling Phased Array Technik an Sphäroguss von Windkraftanlagenkomponenten zur Abschätzung ihrer Schwingfestigkeit
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mi.1.B.2

Szielasko, Klaus; Rabung, Madalina; Tschuncky, Ralf; Kopp, Melanie; Hans, Michael; Weber, Fabian; Sheikh Amiri, Meisam; Richert, Hendryk; Schmidt, Heidemarie; Kreller, Martin; Fischer, Carsten; Eigemann, Bernd
Ortsauflösende Charakterisierung ferro- und ferrimagnetischer Schichten für magneto-resistive und magnetooptische Sensoren
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.1.B.4

Batista, Leonardo; Rabe, Ute; Hirsekorn, Sigrun
Materialcharakterisierung und Anwendung von bleifreien Keramiken auf Bismut-Basis
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.1.B.3

Kurz, Jochen Horst; Szielasko, Klaus; Niese, Frank; Tschuncky, Ralf; Pushkarev, Sergey
FilameNDT: bedarfsorientierte Inspektion von Spannkabeln, Spannseilen und Erdankern
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.2.C.4

Tschuncky, Ralf; Szielasko, Klaus; Weber, Fabian; Hübschen, Gerhard
Instrumentierung des Dreipunktbiegeversuchs zur in situ Rissverfolgung
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Di.3.B.3

Niese, Frank; Both, Norbert; Hans, Michael; Jäckel, Patrick; Neuschwander, Rainer
Pipe-Corrosion-Screening: Ein System zur schnellen Detektion von Korrosionsschäden in Rohrwänden
DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Poster 64

Heinrich, Matthias; Grabowski, Barbara; Rabe, Ute; Hirsekorn, Sigrun

Abschätzung der Ist-Abmessungen eines Körpers anhand seiner zerstörungsfrei bestimmten Eigenfrequenzen mit multipler Regressionsanalyse

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Poster 31

Tschuncky, Ralf; Hübschen, Gerhard; Weber, Fabian; Szielasko, Klaus

Materialcharakterisierung mittels elektromagnetisch angeregten Ultraschallwandlern

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Poster 40

Jäckel, Patrick; Niese, Frank; Boller, Christian

Anwendungen und Chancen bei der quantitativen Korrosionsdetektion mittels Nutzung des charakteristischen Phasenverhaltens geführter Ultraschallwellenmoden in Transmissionsanordnung

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mi.1.A.2

Porsch, Felix; Maisl, Michael; Rehak, Markus

Computertomographie-Automat zur automatischen Bewertung von Saatgut

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Poster 22

Schorr, Christian; Maisl, Michael; Porsch, Felix

CLARA – eine innovative Computerlaminographieanlage

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Poster 32

Walle, Günter; Sklarczyk, Christoph; Müller, Torsten; Netzelmann, Udo

Prüfung von grüner Sanitärkeramik als Mittel zur Ressourceneffizienz

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mi.3.B.4

Weikert, Miriam; Niese, Frank; Szielasko, Klaus

Neue Ansätze zur Charakterisierung hochfester Stähle mittels geführter Ultraschallwellen

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mi.2.B.4

Ebensperger, Thomas; Rimbach, Charlotte; Zabler, Simon; Hanke, Randolph

Influences on 3D image quality in a high-resolution X-ray laminography system

Journal of Instrumentation, Vol. 9, Nr. 5, 2014, Art. C05030, 10 Seiten

Stahlhut, Philipp; Ebensperger, Thomas; Zabler, Simon; Hanke, Rudolf

A laboratory X-ray microscopy setup using a field emission electron source and micro-structured reflection targets

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Volume 324, 1 April 2014, Pages 4-10

Rabung, Madalina; Kuhn, Bernd

Analysis of microstructural changes during high temperature exposure by means of non-destructive micro-magnetic methods

10th Liège Conference: Materials for Advanced Power Engineering, ed. by Lecomte-Beckers, Jacqueline, Université de Liège, 2014, S. 447-455

Schorr, Christian

Optimierung iterativer Rekonstruktionsverfahren bei unvollständigen Daten zur Anwendung in der Computerlaminographie

ZfP-Zeitung, Ausgabe 141, 2014, S. 51-54

Gabi, Yasmine; Wolter, Bernd; Martins, Olivier; Gerbershagen, Andreas

Electromagnetic examination of hardened depth of steel using 2D nonlinear hysteresis FEM analysis

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 204

Hirse Korn, Sigrun

Theoretical description of ultrasonic propagation and scattering phenomena in polycrystalline structures aiming for simulations on nondestructive materials characterization and defect detection

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 331

Manavipour, Maryam

The effect of water aging on cured-in-place pipe (CIPP) samples using non-destructive tests

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 317

Jäckel, Patrick; Niese, Frank

EMAT application: corrosion detection with guided waves in rods, pipes and plates

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 326

Osman, Ahmad; Kaftandjian, Valérie; Haßler, Ulf

Improving the reliability of NDT inspection through information fusion applications in X-ray and ultrasound modalities

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 419

Porsch, Felix; Maisl, Michael; Rehak, Markus

An automated CT scanner system for quality control

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 334

Maisl, Michael; Marsalek, Lukas; Schorr, Christian; Horacek, Jan; Slusallek, Philipp

GPU-accelerated computed laminography with application to non-destructive testing

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 329

Cosarinsky, Guillermo; Kopp, Melanie; Rabung, Madalina; Seiler, Georg; Petragalli, Alicia; Vega, Daniel; Sheikh Amiri, Meisam; Ruch, Marta; Boller, Christian

Non-destructive characterisation of laser-hardened steels

Insight, Volume 56, Nr. 10, Oktober 2014, S. 553-559

Bousquet, Marie; Batista, Leonardo; Dellis, Jean Luc; Boule, Alexandre; Rabe, Ute; Durand-Drouhin, Olivier; Gagou, Yaovi; Dupont, Loic; Viallet, Virginie; Zeinert, Andreas; Hirsekorn, Sigrun; Lemée, Nathalie

Structural and electrical properties of Bi_{0.5}Na_{0.5}TiO₃ based superlattices grown by pulsed laser deposition

Journal of Applied Physics, 116, 2014 <http://dx.doi.org/10.1063/1.4901931>

Ehrhart, Bastien; Ecault, Romain; Touchard, Fabienne; Boustie, Michel; Berthe, Laurent; Bockenheimer, Clemens; Valeske, Bernd

Development of a laser shock adhesion test for the assessment of weak adhesive bonded CFRP structures

International Journal of Adhesion and Adhesives, Vol. 52, 2014, p. 57-65

Kappes, Wolfgang; Bähr, Werner; Schäfer, Wolfgang; Schwender, Thomas; Knam, Andreas; Knapp, Frank

Innovative solution for ultrasonic fabrication test of railroad wheels

2014 IEEE Far East Forum on Nondestructive Evaluation/Testing (FENDT), 2014, p. 340-344

Strass, Benjamin; Wagner, Guntram; Conrad, Christian; Wolter, Bernd; Benfer, Sigrid; Fürbeth, Wolfram

Realization of Al/Mg-hybrid-joints by ultrasound supported friction stir welding - mechanical properties, microstructure and corrosion behavior

Advanced Materials Research, Volume 966-967, 2014, Pages 521-535

Kappes, Wolfgang

Potential improvements of the presently applied in-service inspection of wheelset axles

Advances in Durability Analysis and Maintenance, ESIS TC24 Meeting, 1-2 October, 2014, POLIMI (Milano), S. 299-324

Ewen, Michaela; Blaes, Nikolaus; Bokelmann, Dieter; Braun, Peter; Conrad, Christian; Gabi, Yasmine; Kern, Rolf; Kopp, Harald; Wolter, Bernd

Nondestructive determination of mechanical properties of open-die forgings and potentials for full implementation in production process chain

ECNDT 2014, European Conference on NDT (11), Prague, 2014, Beitrag 431

Kurz, Jochen Horst; Wolter, Bernd; Herrmann, Hans-Georg; Szielasko, Klaus; Tschuncky, Ralf

Qualitätsrelevante Kennwertermittlung mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren – neue Entwicklungen und Trends

Fortschritte in der Werkstoffprüfung für Forschung und Praxis, hrsg. von Grellmann, Wolfgang; Frenz, Holger, DVM, Berlin, 2014, S. 41-48

Niese, Frank; Jäckel, Patrick; Hans, Michael; Herrmann, Peter

Innovative EMUS-Wandlerentwicklungen für neue Prüfaufgaben

DGZfP-Jahrestagung 2014 »Zerstörungsfreie Materialprüfung«, DGZfP-Berichtsband 148-CD, Berlin, Mi.1.A.4

Wolf, Julia; Mielentz, Frank; Milmann, Boris; Helmerich, Rosemarie; Köpp, Christian; Wiggenhauser, Herbert; Kurz, Jochen Horst; Moryson, Ralf; Samokrutov, Andrey; Alekhin, Sergey; Alver, Ninel; Sazak, Hasan-Özerk

An ultrasound monitoring system for concrete components

iBridge 2014, Istanbul Bridge Conference, <http://istanbulbridgeconference.org/2014/ISBN978-605-64131-6-2/>, paper 32

Dobmann, Gerd; Boller, Christian; Herrmann, Hans-Georg; Altpeter, Iris

Micromagnetic and electromagnetic NDT for lifetime management by monitoring ageing of structural materials

International Journal of microstructure and materials properties, Vol. 9, Nos. 3/4/5, 2014, S. 348-358

Gabi, Yasmine; Wolter, Bernd; Martins, Olivier; Gerbershagen, Andreas

FEM simulation tool for electromagnetic NDT system in different inspection situation and visualization platform

Flux Conference 2014, Munich, paper 07

Kurz, Jochen Horst; Moryson, Ralf; Eschmann, Christian; Burrier, George; Chassard, Carsten; Wundsam, Timo; Exner, Jan-Phillip

CURe MODERN - Initiative moderne Bauwerksprüfung, Stadt- und Regionalplanung

Schriftenreihe zum Symposium »Grenzüberschreitende Infrastrukturerhaltung – heute und morgen 1, urn:nbn:de:hbz:386-kluedo-39299, 2014, 14 Seiten

Herrmann, Hans-Georg; Maisl, Michael; Conrad, Christian; Rabe, Ute; Helfen, Thomas

Non-destructive evaluation for advanced lightweight structures

3rd Commercial Vehicle Technology Symposium, CVT 2014, ed. by Berns, Karsten et al., 2014, S. 471-476

2013

Michael Kröning, Dieter Hentschel, Ludwig von Bernus, Andrey Bulavinov, Krishna Mohan Reddy

Verfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung eines Prüfkörpers durch Speichern und Offline-Auswerten mit einem Array-Sensor erfassten Echosignal

CA, US

Michael Kröning, Jorj Nichiforencu, Andrey Bulavinov

Vorrichtung und Verfahren zur Materialprüfung und/oder Dickenmessung an einem wenigstens elektrisch leitende und ferromagnetische Materialanteile aufweisenden Prüfobjekt

CA

Walter K. Arnold, Kerstin Meder, Ute Rabe

Vorrichtung zur Schwingungsanregung eines einseitig in einem Rasterkraftmikroskop befestigten Federbalkens

US

Michael Kröning, Andrey Bulavinov, Roman Pinchuk

Verfahren und Vorrichtung zum orts aufgelösten Erfassen und Rekonstruieren von Objekten mittels Mikrowellen

DE

Frank Niese

EMUS-Wandlersystem sowie ein Verfahren zur Erzeugung linear polarisierter Transversalwellen mit variabel vorgebarbarer Polarisationsrichtung innerhalb eines Prüfkörpers

US

Frank Niese

Elektromagnetischer Ultraschallwandler

EP, DE, FR, GB, (US 2014)

Matthias Bastuck, Friedhelm Walte

Verfahren zur Ermittlung der Viskosität eines strömenden oder ruhenden Fluids

DE

2014

Ralf Tschuncky, Gerhard Hübschen, Fabian Weber

Verfahren zur Herstellung einer ferromagnetisches Material aufweisenden, kammartig ausgebildeten Tragstruktur für eine HF-Spulenordnung

DE

Michael Kröning, Andrey Bulavinov, Krishna Mohan Reddy, Ludwig von Bernus

Verfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung eines Prüfkörpers mittels Ultraschall

CA

Klaus Szielasko

Vorrichtung und Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen

EP, FR, GB

Michael Kröning, Andrey Bulavinov, Krishna Mohan Reddy, Ludwig von Bernus

Verfahren und Vorrichtung zur zerstörungsfreien Prüfkörperuntersuchung mittels Ultraschall längs einer nicht ebenen Prüfkörperoberfläche

EP, DE

Iris Altpeter, Klaus Szielasko

Spannungsunabhängige Mikrogefügecharakterisierung

EP, DE

Hans-Jürgen Salzburger, Frank Niese

Verfahren zum Auswerten von Empfangssignalen, die bei einer zerstörungsfreien Ultraschallwellenprüfung gewonnen werden sowie Vorrichtung für eine zerstörungsfreie Ultraschallwellenprüfung an einem Prüfkörper

US

Gerd Dobmann, Frank Niese

Magnetisches Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Klebeverbindungen

EP, DE

Norbert Both, Frank Niese

Ultraschallprüfkopf und Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung eines flächig ausgebildeten Prüfkörpers

US

Klaus Szielasko, Jochen Kurz, Wajahat Hussain

Mobiles Trägersystem für mindestens ein zur zerstörungsfreien Prüfung ausgebildetes Sensorelement

DE

Postadresse

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Campus E3 1
66123 Saarbrücken

Telefon: +49 681 9302 0

info@izfp.fraunhofer.de
www.izfp.fraunhofer.de

Anfahrt

Auto

Aus Richtung Koblenz, Trier Autobahn A1/A8 bis Kreuz »Göttelborner Höhe« (1), von dort zum Autobahndreieck Friedrichsthal (2), dort auf die A623 bis Stadtrand Saarbrücken, dort der linken Abzweigung »Rodenhof« (3) folgen, aber auf der Autobahn bleiben bis sie in innerstädtische Straßen übergeht. Nach etwa 1,5 km Abfahrt links »Meerwiesertalweg« (4) bis zur Universität, an der Universität vorbei bis Ausfahrt Universität-Ost (5), am Ende der Ausfahrt nach links, und nach etwa 500 Metern nach rechts zum Institut (6).

Aus Richtung Mannheim, Kaiserslautern Autobahn A6 bis Ausfahrt St. Ingbert-West (7), Hinweisschildern »Universität« folgen, bis Ausfahrt Universität-Ost (nach etwa 5 km, rechte Abzweigung). Ab hier ist das Fraunhofer IZFP ausgeschildert, die Zufahrt ist nach ungefähr 500 m rechts.

Flugzeug

Ab Saarbrücken Flughafen nur mit Taxi; etwa 20 – 30 Minuten

Bahn

ICE, IC und EC von Frankfurt oder Stuttgart kommend (meist via Mannheim); Schnell- bzw. Eilzüge aus Richtung Koblenz via Trier bis Saarbrücken Hauptbahnhof. Von dort mit Taxi bis zum Institut (ca. 15 min). Alternativ per Bus:

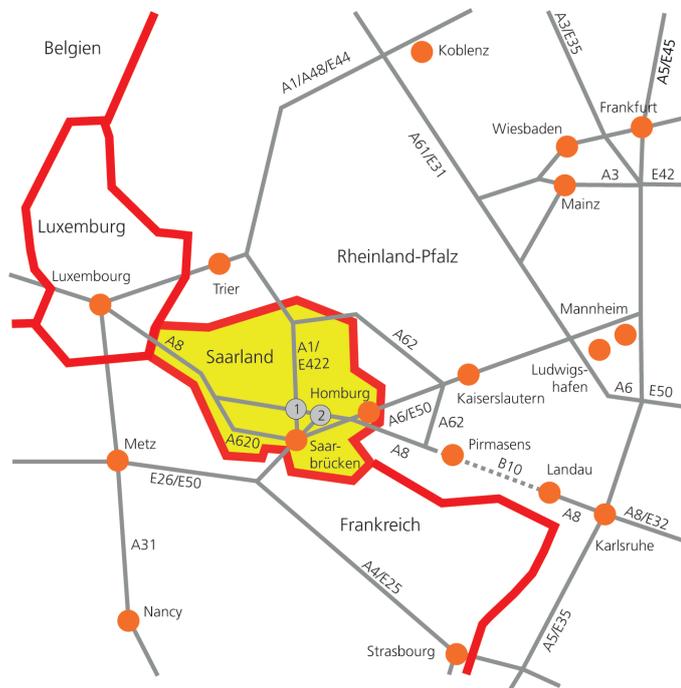
Buslinien 102 und 124, direkt vor dem Bahnhof an der Europa-Galerie (bis Universität, Haltestelle Busterminal, unmittelbar vor unserem Haus);

Buslinie 109 ab Rathaus (mit Saarbahn ab Bahnhofsvorplatz bis Haltestelle Johanneskirche, von dort 100 Meter zu Fuß bis Rathaus), ebenfalls bis Haltestelle Busterminal;

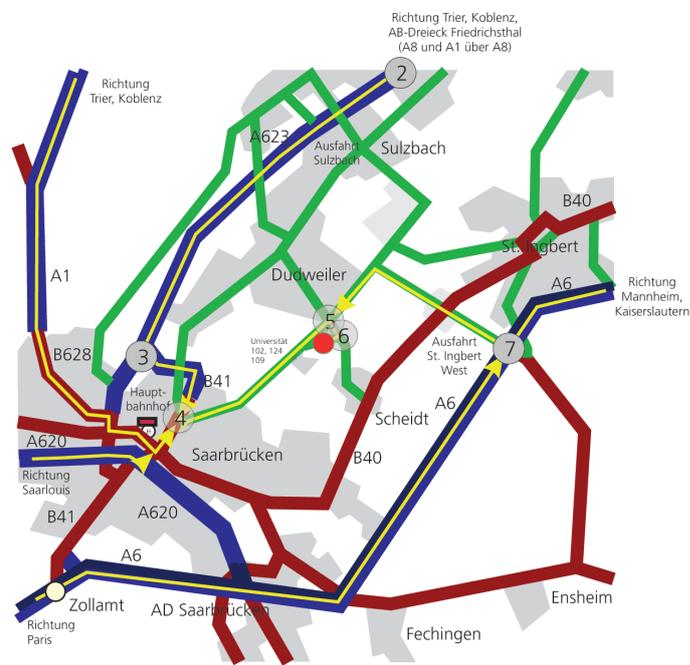
während der Vorlesungszeit der Universität fährt auch die Buslinie 111 (wie Linie 109 ab Rathaus) bis zum Campus



Fraunhofer IZFP

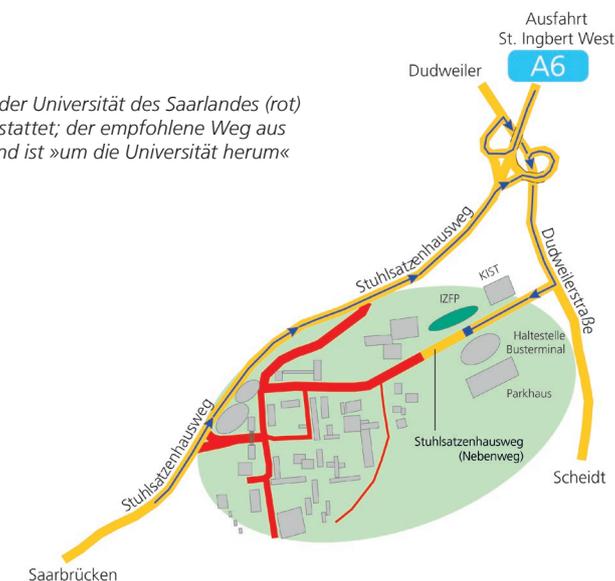


Karte Großraum Saarland und Umgebung



Karte Saarbrücken und Umgebung

Die Zufahrt über den Campus der Universität des Saarlandes (rot) ist nur mit Einfahrplaketten gestattet; der empfohlene Weg aus Richtung Saarbrücken kommend ist »um die Universität herum« (blaue Pfeile)



Karte Universität des Saarlandes und Umgebung

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Campus E3 1
66123 Saarbrücken

Telefon: +49 681 9302 0

info@izfp.fraunhofer.de
www.izfp.fraunhofer.de

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke
(Geschäftsführender Institutsleiter)

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Dipl.-Übers. Sabine Poitevin-Burbes
+49 681 9302 3869
sabine.poitevin-burbes@izfp.fraunhofer.de



Redaktionsteam

Dip.-Übers. Sabine Poitevin-Burbes
Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herrmann
Roger Pfau

Layout, Satz, Bildverarbeitung

Roger Pfau

Druck

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Fraunhofer-Verlag

Bildquellen

- © DLR / ESA: Umschlag – Titelseite und Rückseite, Seite 17
- © Uwe Bellhäuser: Seiten 5, 10 (außer oben links), 21, 28, 31, 38, 41, 51, 58, 61, 65, 68, 76, 104
- © Foto Glasow: Portraits Prof. Dr.-Ing. Randolph Hanke Seiten 5, 10
- © Oliver Dietze, Seite 13, linkes Bild
- © CEREMA: Seite 14 rechtes Bild
- © Kurt Fuchs: Seite 18 rechtes Bild
- © ZF: Seite 45, 9-Gang-Automatikgetriebe
- © Main-Post, Berthold Diem, Seite 64

Alle weiteren Bilder und Graphiken: © Fraunhofer IZFP,
Fraunhofer-Gesellschaft

Abdruck und Vervielfältigung jeder Art nur mit Genehmigung des
Herausgebers

© 2015 Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren
IZFP, Saarbrücken

Dokumentenummer izfp15.04.1.1.de