

Industrielösungen



Ultraschall

Inhalt

Überblick	3
Methodenentwicklung	4
Ultraschallwandler	6
Ultraschall-Prüfköpfe und -Sensoren	8
Elektronik	10
Software	12
Simulation und Modellierung	14
Augmented Reality	16
Akkreditiertes ZfP-Zentrum	17
Prüfsysteme	18
Technische Ausstattung	22
Kooperationsmodelle	23

»One Stop Shop« für Ultraschall

Ultraschall ist eines der am häufigsten eingesetzten zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) in der Industrie. Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS verbindet langjährige Erfahrungen in der Materialprüfung mit unikalen Kompetenzen im Bereich der Ultraschall-technologien. Als ZfP-Spezialist kann das Institut so neue und effizientere Ultraschall-Prüfmethoden entwickeln. Das IKTS begleitet die Entwicklung kundenspezifischer Ultraschall-Prüfsysteme entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Simulation und Modellierung über die Entwicklung von Wandlern und Sensoren sowie Hochleistungsprüfelektronik bis zur Systemintegration.

Bereits seit den 1960er Jahren, damals noch am Zentralinstitut für Kernforschung in Dresden-Rossendorf, beschäftigt sich das Fraunhofer IKTS mit der Ultraschallprüfung. Heute schafft das größte Keramikforschungsinstitut Europas smarte Lösungen für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung – von der piezoelektrischen Keramik bis zum zertifizierten Ultraschall-Prüfsystem.

Herzstück eines jeden Prüfsystems sind die Sensoren. Für Spezialanwendungen liefert das Fraunhofer IKTS eigens entwickelte Sensoren, die auf Geometrien, Materialien und an akustische Parameter optimal angepasst werden können. Kundenspezifische Prüfsysteme werden mit einer modularen und sehr leistungsfähigen Elektronik (PCUS® *pro*-Gerätserie) sowie einer flexiblen Software (PCUS® *pro* Lab) bestückt.

Stetig treibt das IKTS die Optimierung und Weiterentwicklung von Ultraschall-Prüfsystemen und Prüfverfahren voran. Dies erfolgt mit Simulationstechniken, die auch für neue Messansätze herangezogen werden. Abgerundet wird das Portfolio durch wissenschaftliche Beratungen bei grundlegenden Fragen zum Ultraschall im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung sowie durch die Umsetzung und Begleitung kompletter FuE-Projekte.



Ultraschall-Prüfkopf scannt einen Wafer.

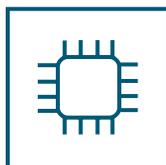
Ultraschallmethoden und -technologien für ZfP, Materialdiagnostik und Werkstoffcharakterisierung



Methodenentwicklung



Wandler und Sensor



Elektronik



Software



Simulation und Modellierung



Akkreditierte ZfP für Ultraschall



Ultraschall-Prüfsysteme

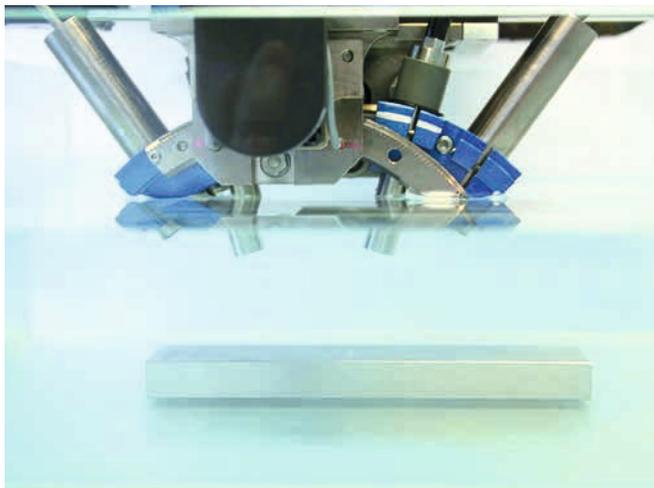
Methodenentwicklung

Neue Fertigungsverfahren, komplexere Bauteile und steigende Anforderungen an die Qualität konfrontieren Unternehmen immer häufiger mit Fragestellungen, die mit etablierten Ultraschallansätzen nicht mehr gelöst werden können. Als ZfP-Spezialist entwickelt das Fraunhofer IKTS »out of the box« neue und effektive Prüfmethode für industrielle Ultraschallanwendungen und kann diese bei Bedarf mit einer zugeschnittenen Mess- und Auswertetechnik komplettieren.

Charakterisierung von Randschichten

Zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften, wie Schwingfestigkeit, Steifigkeit, Belastbarkeit und Dauerfestigkeit, werden stark beanspruchte Bauteile wie Nockenwellen, Zahnräder, Biege- und Presswerkzeuge aber auch Triebwerkskomponenten in ihren Randbereichen hinsichtlich ihrer mechanischen und thermischen Parameter modifiziert. Dies kann durch Kugelstrahlen von Metallen zur Gefügemodifikation (Kaltverfestigung) oder zur Einbringung von Oberflächendruckspannungen erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist das Randschichthärteten. Mit diesen Modifikationen gehen häufig aber auch negative Änderungen, wie die Oberflächendegradation durch Mikrorissbildung, einher.

In jedem Fall ist eine zerstörungsfreie Charakterisierung des Werkstoffzustands von Interesse. Mittels v-Wellen können die gewünschten Informationen gewonnen werden. Diese Ultraschall-Wellen werden dabei an die Oberfläche des Bauteils geführt und tauchen je nach Frequenz unterschiedlich tief ein.



HUGO-III-System des IKTS zur schnellen und zerstörungsfreien Charakterisierung von gehärteten und kugelgestrahlten Metallen.

Die frequenzabhängige Schallgeschwindigkeit (Dispersion) liefert eine Information über den Tiefengradienten der jeweiligen Eigenschaften. Über den akustoelastischen Effekt, der Abhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit von den elastischen Spannungen, ist ein Eigenspannungs(-tiefen-)gradient erfassbar. Zur zerstörungsfreien Charakterisierung von Randschichten hat sich die laseroptische Bestimmung der Rayleigh-Wellendispersion als eine sehr genaue Charakterisierungsmethode etabliert, die jedoch aufwändig und mechanisch wenig robust ist.

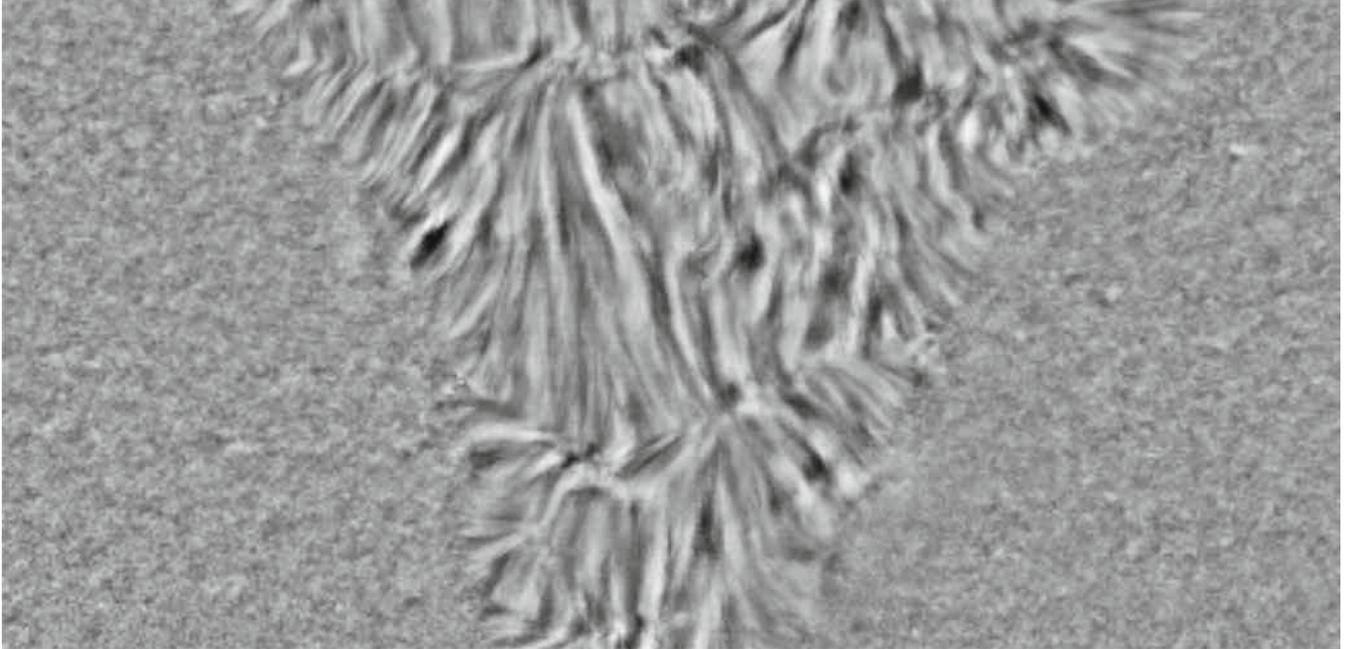
Das Fraunhofer IKTS hat deshalb nach einer Alternative gesucht, um Eigenspannungen in kugelgestrahlten Metallen zu charakterisieren. Mit Hilfe des am Institut entwickelten »High Resolution Ultrasound Goniometer« (HUGO) wird das Spektrum des in Immersionstechnik reflektierten Signals über den Winkel dargestellt, woraus sich eine Dispersionskurve generieren lässt.

Mit diesem Ansatz konnten die Forschenden des Fraunhofer IKTS erfolgreich in mehreren Kundenprojekten den Zustand der Eigenspannung von gehärteten und kugelgestrahlten Metallen schnell und zerstörungsfrei charakterisieren. Darüber hinaus kann das Prüfgerät zur Bestimmung von Schichtdicken und Oberflächendegradationen eingesetzt werden.

Darstellung von Volumenabbildern

Mit hochfrequenter Ultraschall-Immersionstechnik, auch Ultraschallmikroskopie oder Scanning Acoustic Microscopy (SAM) genannt, können Volumenabbilder dargestellt werden. Diese Methode ist ideal für Objekte mit kleinen Fehlstellen (Streuern) geeignet, jedoch sehr ungenau in der Detektion von schrägliegenden flächigen Inhomogenitäten wie Rissen.

Mit einer neu entwickelten Messmethodik und Auswertesoftware für die Ultraschallmikroskopie löst das Fraunhofer IKTS diese Problematik. Die SAM-Tomography leistet für Objekte mit einer ebenen Einkopplfläche deutlich mehr als die übliche



Mittels GIUM dargestellte Kornstruktur einer austenitischen Schweißnaht.

Ultraschallmikroskopie, da sie auch schräg liegende flächige Defekte korrekt detektieren und darstellen kann.

Vermessung der Ultraschallausbreitung

Die Optimierung von Ultraschallprüfverfahren setzt eine detaillierte Kenntnis der Ultraschallwellenausbreitung voraus. Als Werkzeug kommt dabei die numerische Simulation zum Einsatz, die jedoch mit zunehmender Komplexität, z. B. fehlende oder ungenaue Eingangsparameter, nicht mehr gewinnbringend eingesetzt werden kann. Experimentelle Methoden zum Kenntniserwerb sind dann unverzichtbar.

Die Forschenden des IKTS verfügen über langjährige Erfahrungen in der Vermessung von Ultraschall-Wellenfeldern mit verschiedensten Methoden. Als besonders geeignet hat sich dabei die laservibrometrische Vermessung der Ultraschallausbreitung an Oberflächen oder Querschnitten erwiesen. Diese vollkommen rückwirkungsfrei arbeitende Methode liefert Schnappschüsse und Filme der Wellenausbreitung und eignet sich insbesondere für faserverstärkte oder elastisch stark anisotrope Materialien, wie austenitische Schweißnähte. Zudem lassen sich auch für defektbasierte Wechselwirkungen entscheidende Erkenntnisse bezüglich der Ultraschall-Wellenausbreitung gewinnen.

Mikrostrukturbestimmung

Eine sich entlang einer Oberfläche ausbreitende Ultraschallwelle trägt nicht nur Informationen über die makroskopisch variierenden elastischen Eigenschaften mit sich, sie enthält auch Informationen zur Mikrostruktur des zu untersuchenden Objekts. Den Forschenden am Fraunhofer IKTS ist es gelungen, mittels laservibrometrischer Vermessung von streifenden Ultraschallwellen die Mikrostruktur sichtbar zu machen.

Diese neue Art von elastodynamischer Nahfeldmikroskopie, »Grazing Incidence Ultrasound Microscopy« (GIUM), stellt für Kornstrukturanalysen eine Alternative zur Metallographie dar und kommt ohne das Ätzen aus. Im Vergleich zur Elektronenrückstreuung (EBSD) verzichtet GIUM auf ein Vakuum und erlaubt deutlich größere Proben.

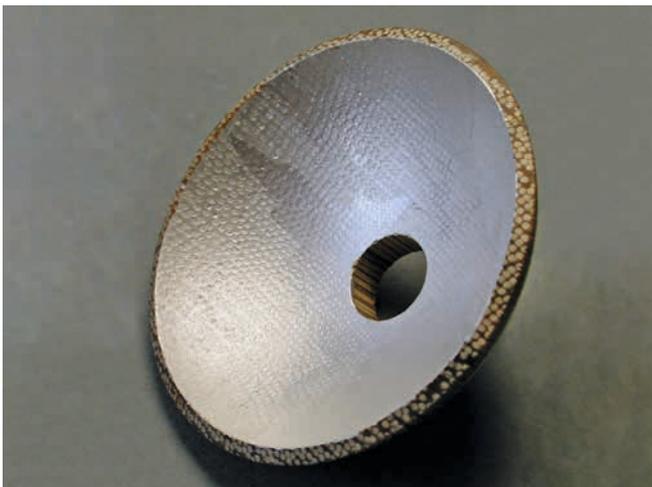
Leistungsangebot

Das Fraunhofer IKTS bietet für industrielle Aufgabenstellungen innovative Lösungsansätze mit Ultraschallmethoden an. Darüber hinaus stehen weitere ZfP-Verfahren zur Verfügung, die je nach Fragestellung folgende Schritte komplett oder teilweise durchlaufen:

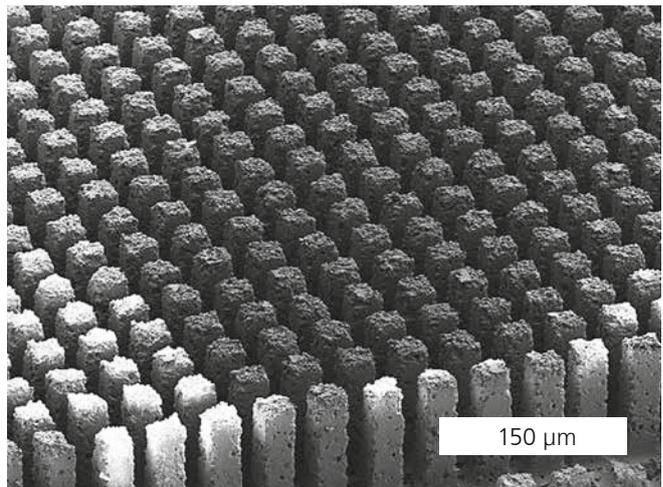
- Analyse der Fragestellung
- Suche nach bekannten Lösungen oder Lösungsansätzen
- Modellierung des Sachverhalts
- Experimentelle Untersuchungen
- Demonstration der Machbarkeit
- Entwicklung/Adaption von Sensorik und/oder Elektronik
- Entwicklung von Software
- Dienstleistungsmessungen oder Lieferung eines Prüfsystems

Ultraschallwandler

Der Ultraschallwandler ist die wichtigste Komponente des Ultraschallprüfkopfs. Auf Basis seiner Material- und Fertigungskompetenz bietet das Fraunhofer IKTS unikale Lösungen für spezifische Wandler und innovative Prüfanwendungen.



Fokussierender Ultraschallwandler auf Basis eines Piezofaser-Komposits.



Gesägte Piezokeramik zur Herstellung von 1-3-Piezokompositen.

Piezofaser-Komposite

Die Kombination aus piezokeramischen Elementen und Polymeren ermöglicht eine große Auswahl an Hochleistungsultraschallwandlern. Zur effizienten Herstellung werden sowohl die genutzten piezokeramischen Komponenten als auch die daraus abgeleiteten piezoelektrischen Komposite auf die individuellen Anwendungen zugeschnitten.

Am Fraunhofer IKTS werden piezokeramische Fasern mit Hilfe eines Spinnverfahrens hergestellt. Damit steht eine leistungsfähige Technologie zur Herstellung faserförmiger piezokeramischer Komponenten zur Verfügung, die in regulärer oder beliebiger Verteilung in sogenannte 1-3-Piezokomposite integriert werden können. Somit lassen sich die Ultraschallwandler an die spezifischen Anforderungen anpassen:

- Hochfrequenz/Niederfrequenz
- Fokussiert/nicht fokussiert
- Einzelelement/segmentiert

Resonanzfrequenz	40 kHz bis 8 MHz
Kopplungskoeffizient	0,60
Akustische Impedanz	15 bis 25 MRayl
Faserdurchmesser	100 bis 800 μm
Max. Wandlerabmessung	60 x 60 mm

Dice-and-Fill-Komposite

1-3-Piezokomposite werden überwiegend mit der Dice-and-Fill-Technologie gefertigt. Dabei werden in einen gesinterten und gepolten piezokeramischen Block senkrechte Schnitte eingebracht. Die entstandenen Gräben werden mit einem Polymer verfüllt und der Bodenkörper sowie das überschüssige Polymer durch Schleifen entfernt. Die piezokeramischen Stäbchen haben einen rechteckigen Querschnitt. Gegenüber üblichen Vollkeramiken bieten 1-3-Piezokomposite folgende Vorteile:

- Niedrigere akustische Impedanz Z_a
- Höherer Kopplungskoeffizient k_t
- Höhere Bandbreite B
- Niedrigerer mechanischer Qualitätsfaktor Q_m

Das piezokeramische Material wird entsprechend den Anforderungen ausgewählt. Für hochsensitive Ultraschallwandler eignen sich besonders einkristalline Werkstoffe wie PMN-PT.

Resonanzfrequenz	1 bis 15 MHz
Kopplungskoeffizient	0,68 (Keramik), 0,75 (Einkristall)
Akustische Impedanz	18 bis 22 MRayl
Min. Elementgröße	50 µm
Min. Zwischenraum	20 µm
Max. Wandlerabmessung	60 x 60 mm

Phased-Arrays zu konzipieren. Die Siebdrucktechnologie kann darüber hinaus auch bei zylinderförmigen Substraten eingesetzt werden.

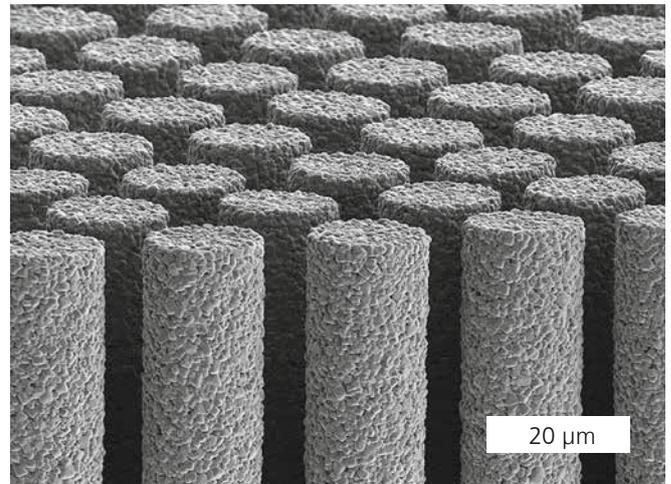
Resonanzfrequenz	5 bis 35 MHz
Kopplungskoeffizient	-
Akustische Impedanz	-
Min. Elementgröße	70 µm
Min. Zwischenraum	50 µm
Max. Wandlerabmessung	100 x 100 mm

Soft-Mold-Komposite

Die Herstellung von Hochfrequenz-Ultraschallwandlern für Frequenzbereiche größer 10 MHz gestaltet sich aufgrund der möglichen Grabenbreite und Sprödigkeit des piezokeramischen Trägermaterials als sehr herausfordernd. Mit dem Soft-Mold-Prozess hat das Fraunhofer IKTS eine Technologie entwickelt, mit der sich nun noch kleinere Abstandsgrößen und ein freies Design der piezokeramischen Stäbchen realisieren lassen.

Beim Soft-Mold-Prozess nutzt das Fraunhofer IKTS Urformen, die mit Hilfe von Mikrosystemtechniken, wie dem reaktiven Ionenätzen von Siliziumwafern, strukturiert werden. Von diesen werden Polymerformen abgenommen und anschließend mit einem keramischen Schlicker verfüllt. Nach der Trocknung, Entformung und Sinterung entstehen feinskalige piezokeramische Arrays, die mit einem Polymer aufgefüllt und zur gewünschten Dicke abgeschliffen werden können.

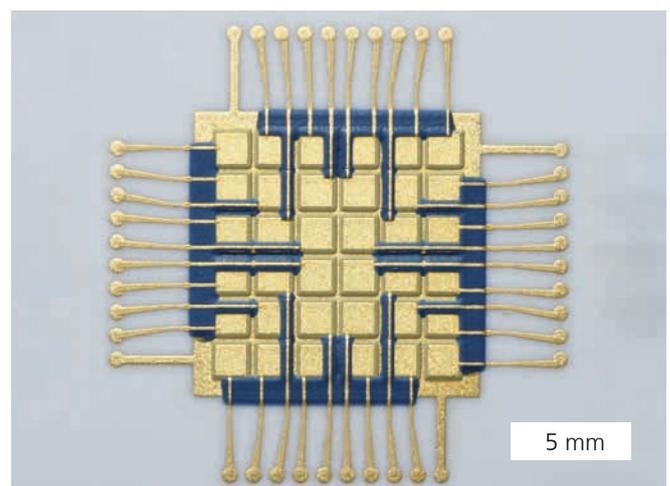
Resonanzfrequenz	5 bis 40 MHz
Kopplungskoeffizient	0,60
Akustische Impedanz	10 bis 20 MRayl
Min. Elementgröße	15 µm
Min. Zwischenraum	5 µm
Max. Wandlerabmessung	10 x 10 mm



Gesinterte piezokeramische Stäbchen für die Herstellung von 1-3-Piezokompositen.

Siebgedruckte Ultraschallwandler

Das Fraunhofer IKTS liefert spezielle, durch Siebdruck gefertigte Ultraschallwandler. Strukturierte PZT-Dickschichten mit einer typischen Dicke von 30 bis 150 µm können einfach auf übliche elektronische Substrate, wie Al_2O_3 , LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics), Silizium und ausgewählte Stahlsorten, aufgebracht werden. So werden kompakte Geräte mit piezoelektrischer Funktion und Elektronik in Serienfertigung auf Wafer-Ebene hergestellt. Diese erfüllen alle Anforderungen hinsichtlich Miniaturisierung und Integration. Durch die Strukturierung von piezokeramischen Dickschicht- und Elektrodenanordnungen ist es möglich, Ultraschallwandler als



2D-Ultraschallwandler auf Al_2O_3 -Substrat.

Ultraschall-Prüfköpfe und -Sensoren

Ultraschall-Prüfköpfe werden in vielen Industriezweigen bei der zerstörungsfreien Prüfung eingesetzt. Sie ermöglichen eine präzise Bestimmung der Lage von Fehlern und somit eine sichere Qualitäts- und Zuverlässigkeitsbewertung. Das IKTS bietet eine große Auswahl an Prüfköpfen mit unterschiedlichen Frequenzen, Konfigurationen, Anschlüssen und Kabeltypen.



Mechanisch fokussierender Phased-Array-Prüfkopf.

Fokussierende Phased-Array-Prüfköpfe

Für Ultraschallanwendungen an gekrümmten Bauteilen, Rohren und Löchern fertigt das Fraunhofer IKTS Spezialwandler. Der gekrümmte Phased-Array-Prüfkopf erzielt eine geometrische Fokussierung des Schallfelds und verbessert so die Schallübertragung in das Prüfobjekt.

Einschwinger-Prüfköpfe

Die Messung mit einem Einschwinger-Prüfkopf ermöglicht, in Verbindung mit der Auswertung der Laufzeit zwischen zwei aufeinander folgenden Rückwandechos, eine hohe Genauigkeit ohne systematische Fehler. Das Fraunhofer IKTS liefert Einschwinger-Prüfköpfe für Tauchtechnik, zum Beispiel mit einer Wasserdichtheit bis 2 m Wassersäule und bis zu 9 m Kabellänge.

Hochempfindliche Phased-Array-Prüfköpfe

Das Fraunhofer IKTS entwickelt für Ultraschallprüfungen an Punktschweißnähten in stark anisotropen Materialien, vor allem in der Automobilindustrie, hochempfindliche Phased-Array-Prüfköpfe auf PMN-PT-Basis. Die Empfindlichkeit ist bis zu 10 dB höher als bei PZT-basierten Prüfköpfen. Außerdem verbessert sich die relative Bandbreite um ca. 20 Prozent.

Zylinderförmige Prüfköpfe

Für Kanäle in Wärmetauschern oder kleineren Rohren bietet das IKTS Sonderprüfköpfe, die durch Runddruck von PZT-Dickschichtpasten auf zylindrische Trägermaterialien hergestellt werden. Diese können als Gruppenstrahler oder als linienfokussierte Prüfköpfe ausgelegt sein. Damit ergeben sich bei kleinen Innenradien (10 bis 30 mm) neue Möglichkeiten der Ultraschallprüfung.

Prüfköpfe	Fokussierende Phased-Array-Prüfköpfe	Einschwinger-Prüfköpfe
Elementanzahl	16 bis 64	1
Sensormaterial	Komposit	Komposit
Anschluss	Hypertronics oder Olympus	LEMO oder Kundenwunsch
Kabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel
Arbeitsfrequenz	2 bis 15 MHz	2 bis 15 MHz
Elementdurchmesser	Linien-Arrays nach Kundenwunsch	3 bis 50 mm
Max. Temperatur	40 °C	40 °C
Gehäuse	Edelstahl	Edelstahl
Membran	-	-
Anpassungsmedium	Nach Kundenwunsch	Nach Kundenwunsch



Schallemissionswandler.



Hochtemperatur-Prüfköpfe.

Hochfrequenz-Prüfköpfe

Auf Basis eines Aluminiumnitrid-Dünnschichtschwingers fertigt das Fraunhofer IKTS Prüfköpfe mit einer Frequenz von 100 bis 250 MHz. Diese Hochfrequenz-Prüfköpfe werden für die Ultraschallmikroskopie als fokussierende oder nicht fokussierende Ausführung eingesetzt.

Schallemissionswandler

Die aktive und passive Strukturüberwachung von Stahlrohren, Dampfleitungen, Großtankböden oder Brückenkonstruktionen wird je nach Kundenanforderung und benötigter Temperaturstabilität mit Schallemissionswandlern für den typischen Frequenzbereich von 100 bis 700 kHz realisiert.

Hochtemperatur-Prüfköpfe

Für Messungen von Bauteilen, flüssigen Medien und Prüflingen aus Stahl, Nichteisen-Metallen, Aluminium mit Legierungen, Kunststoffen, Keramik und Glas bietet das Fraunhofer IKTS geeignete Spezial-Prüfköpfe. Die Prüfköpfe können für unterschiedlichste Applikationen bei Temperaturen bis 200 °C zum Einsatz kommen und werden für Prüfungen in Aufsetz- oder Tauchtechnik ausgelegt und hergestellt.

Prüfköpfe	Hochempfindliche Phased-Array-Prüfköpfe	Zylinderförmige Prüfköpfe	Hochfrequenz-Prüfköpfe	Schallemissionswandler	Hochtemperatur-Prüfköpfe
Elementanzahl	16	16	1	1	1
Sensormaterial	Komposit (Einkristall)	PZT-Dickschicht	AlN-Dünnschicht	PZT-Keramik	PZT-Keramik
Anschluss	Hypertronics oder Kundenwunsch	Hypertronics oder Kundenwunsch	UHF, Microdot	LEMO	LEMO
Kabel	Koaxialkabel	Koaxialkabel	-	Teflon-Koaxialkabel	Teflon-Koaxialkabel
Arbeitsfrequenz	2 bis 10 MHz	10 MHz	100 bis 250 MHz	100 bis 600 kHz	1 bis 10 MHz
Elementdurchmesser	Linien-Arrays nach Kundenwunsch	Linien-Arrays	2 bis 5 mm	3 mm	3 bis 12 mm
Max. Temperatur	40 °C	60 °C	60 °C	150 °C	200 °C
Gehäuse	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl
Membran	-	-	-	Stahlmembran	Keramik-Vorlauf
Anpassungsmedium	Nach Kundenwunsch	Nach Kundenwunsch	Quarz	-	-

Elektronik

Eine leistungsfähige modulare Elektronik und Software ermöglicht es, die maximale Leistung der Sensorik auszunutzen. Mit der PCUS® pro-Gerätefamilie bietet das Fraunhofer IKTS eine Ultraschall-Elektronik, die für den Einsatz von der Ultraschall-Handprüfung bis zum automatisierten Ultraschall-Prüfsystem geeignet ist.

Alle PCUS® pro-Geräte sind kompakt, energieeffizient und erfüllen die jeweils relevanten Teile der Ultraschallnorm ISO 22232-1 bzw. ISO 18563-1. Der modulare Aufbau erlaubt die Anpassung an die entsprechende Prüfaufgabe mit geringem Entwicklungsaufwand. Der Anschluss einer beliebigen Anzahl von PCUS® pro-Geräten an PC, Laptop oder Tablet gelingt mit USB problemlos. Die kompakte Bauform erlaubt sensornahe Applikationen.

PCUS® pro Single

PCUS® pro Single ist ein Ultraschall-Frontend für manuelle oder automatisierte Prüfungen mit einem konventionellen Prüfkopf (Einzel- oder Doppelement). Die kosteneffiziente Lösung verwandelt jeden PC oder Laptop mit Windows-Betriebssystem in ein vollwertiges Ultraschallprüfsystem.

Produktdetails

- Kompakte Elektronik für manuelle und mechanisierte Ultraschallprüfung mit einem Kanal
- Stromversorgung und Datentransfer über USB 2.0
- Optionales externes Encoder-Interface für vier Achsen
- Für IE/SE-Prüfköpfe im Frequenzbereich von 500 kHz bis 30 MHz
- Rauscharme A/D-Wandlung mit 14-Bit-Auflösung und Abtastraten bis zu 100 MS/s

PCUS® pro Multi

PCUS® pro Multi ist ein 16-kanaliges Ultraschall-Frontend für vollautomatisierte Ultraschallprüfungen mit mehreren Prüfköpfen. Durch die USB 2.0-Schnittstelle und die Möglichkeit der Komprimierung der Messdaten sind sehr schnelle Prüfungen im industriellen Umfeld möglich, z. B. in der Blechprüfung oder Hohlwellenprüfung bei Schienenfahrzeugen. PCUS® pro Multi lässt sich durch den modularen Aufbau an nahezu jede Prüfaufgabe anpassen.

Produktdetails

- Kompakte Ultraschallelektronik für automatisierte Prüfung mit bis zu 16 Prüfköpfen
- Für IE/SE-Prüfköpfe im Frequenzbereich von 500 kHz bis 30 MHz
- Rauscharme A/D-Wandlung mit 14-Bit-Auflösung und Abtastraten bis zu 80 MS/s
- Bis zu 300 V Sendespannung
- Integriertes Encoder-Interface für vier Achsen

PCUS® pro Array

Mit PCUS® pro Array sind schnelle automatisierte Phased-Array-Ultraschallprüfungen im industriellen Umfeld möglich, z. B. im Schienenfahrzeug- oder Automobilbau. Das Prüfsystem ist für Schweißnähte, Klebungen oder andere schwer zugängliche Prüfbereiche bestens geeignet. Durch die große Bandbreite und die hohe Abtastrate lassen sich auch CFK- und GFK-Strukturen prüfen.

Produktdetails

- Mehrere Phased-Array-Prüfköpfe an einer Elektronik möglich
- Kompakte Ultraschall-Elektronik für automatisierte Prüfung mit Phased-Array-Prüfköpfen bis 64 Elemente (16:64)
- 64 parallele Sender für flexibles Beamforming
- Für Phased-Array-Prüfköpfe im Frequenzbereich von 500 kHz bis 30 MHz
- Konventionelles Phased-Array, Full Matrix Capture, Total Focussing Method und SAFT möglich
- Integriertes Encoder-Interface für vier Achsen

PCUS® pro Array II

PCUS® pro Array II ist die Weiterentwicklung der PCUS® pro Array-Elektronik für besonders schnelle Phased-Array-Prüfungen mit vielen Elementen. Durch das voll parallele Design und die USB 3.0-SuperSpeed-Schnittstelle können höchste

Taktraten erreicht werden. Der bipolare Sendeimpuls ermöglicht ein nochmals verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis.

Produktdetails

- Kompakte Elektronik für automatisierte Ultraschallprüfung mit Phased-Array-Prüfköpfen bis 128 Elemente (128:128)
- Mehrere Phased-Array-Prüfköpfe an einer Elektronik möglich
- Für Phased-Array-Prüfköpfe im Frequenzbereich von 500 kHz bis 30 MHz
- Rauscharme A/D-Wandlung mit 14-Bit-Auflösung und Abtastraten bis zu 125 MS/s
- Bipolarer Sendeimpuls für bestes Signal-Rausch-Verhältnis
- Konventionelles Phased-Array, Full Matrix Capture, Total Focussing Method und SAFT möglich
- Integriertes Encoder-Interface für vier Achsen
- Selbsttest und Eigendiagnose für höchste Zuverlässigkeit

PCUS® pro HF

PCUS® pro HF schließt die Lücke zwischen klassischer Ultraschallprüfung und akustischer Mikroskopie. Das inline-fähige Frontend ermöglicht die automatisierte Prüfung von Dünnblechen, Verbundwerkstoffen, komplexen Verbindungen oder elektronischen Bauteilen. Dank der extrem kompakten Bauweise und des sehr geringen Stromverbrauchs kann das Gerät direkt in der Nähe des Prüfkopfs montiert werden.

Produktdetails

- Kompaktes Hochfrequenz-Ultraschallfrontend für Prüfungen im Frequenzbereich von 5 bis 150 MHz
- 1 Kanal IE oder SE
- 500 MS/s rauscharme Analog-Digital-Wandlung
- Einstellbarer Rechteck-Sender
- USB 3.0 für bis zu 320 MB/s Datenübertragungsrate
- Integriertes Encoder-Interface für vier Achsen

PCUS® pro LF

PCUS® pro LF kann für die luftgekoppelte Ultraschallprüfung und -auswertung von Sonderwerkstoffen wie Holz, CFK oder Beton mit Niederfrequenzprüfköpfen eingesetzt werden. Das Frontend ermöglicht so auch die automatisierte Prüfung von geklebten CFK- oder Metall-Bauteilen mit Robotern oder Scannern.

Produktdetails

- Kompaktes Niederfrequenz-Ultraschallfrontend für Prüfungen im Frequenzbereich von 50 kHz bis 10 MHz
- 1 Kanal IE oder SE
- 80 MS/s rauscharme Analog-Digital-Wandlung
- Bipolar-Rechteck-Sender mit Burst-Funktion
- USB 3.0 für bis zu 320 MB/s Datenübertragungsrate
- Integriertes Encoder-Interface für vier Achsen



PCUS® pro Multi.

Software

Software ist elementarer Bestandteil von Prüfsystemen im industriellen Umfeld. Anwender definieren die für sie notwendigen Features und setzen eine intuitive Bedienbarkeit voraus. Software muss innovativ und schnell verfügbar sein, ohne an Flexibilität für zukünftige Änderungen und Erweiterungen zu verlieren.

Mit PCUS® *pro* Lab hat das Fraunhofer IKTS eine Software-Suite entwickelt, die passend zur PCUS® *pro*-Gerätefamilie eine leichte Durchführung und Visualisierung automatischer und halbautomatischer Ultraschallprüfungen mit Einzel- oder Gruppenstrahlern unterstützt.

Der Anspruch der Software-Suite PCUS® *pro* Lab definiert sich dabei stets über die Bedürfnisse der Anwender. Themen wie Industrie 4.0 und die stetig zunehmenden Anforderungen an die Integration, Effizienz und Vernetzung der eingesetzten Komponenten im industriellen Umfeld von Ultraschall-Prüfsystemen stehen hierbei im Fokus.

PCUS® *pro* Lab

PCUS® *pro* Lab ist eine modulare Software-Suite für zerstörungsfreie Prüfaufgaben. Angepasst auf die jeweilige Prüfaufgabe werden schnell und flexibel automatisierte, halbautomatisierte und manuelle Lösungen erstellt.

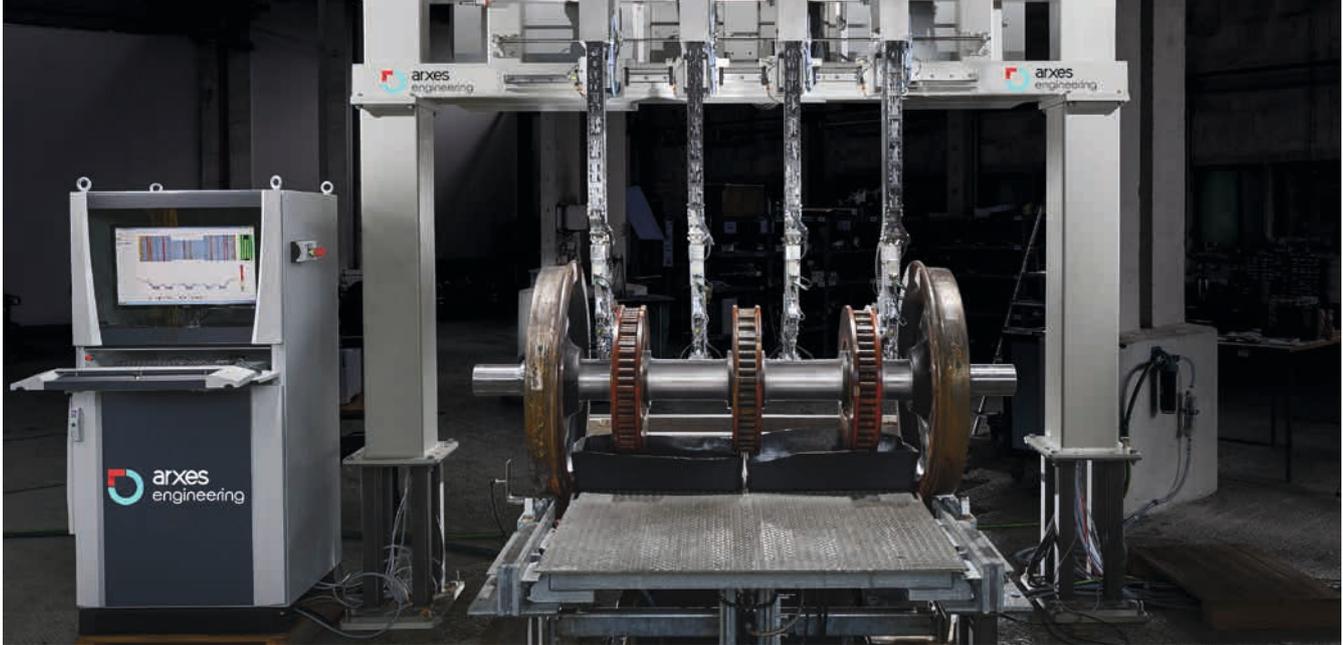
Die Bedienbarkeit und Nutzerakzeptanz stehen bei der normkonformen Umsetzung komplexer Prüfzenarien im Fokus der Softwareentwicklung. Dabei helfen definierte Schnittstellen und Module zur Integration bestehender Automatisierungskonzepte des Kunden. PCUS® *pro* Lab garantiert dadurch eine bestmögliche Zusammenführung mit bestehenden industriellen Fertigungsstrecken und -technologien.

Die Software unterstützt die Erstellung von Parametrierungen für die Aktorik- und Sensoriksteuerung, Visualisierung und Auswertung. Im flexibel anpassbaren Revisionssystem erfolgt die Organisation und Verwaltung der Daten.

Die Methoden der agilen Softwareentwicklung garantieren einen nachvollziehbaren Entwicklungsprozess, der Hand in Hand mit dem Kunden erfolgt. Wünsche und Anforderungen werden schnell und sicher umgesetzt, um ein Höchstmaß an Qualität und Sicherheit zu garantieren. Benutzeroberflächen und Ablaufsteuerungen können individuell und prozessorientiert angepasst werden..

Features

- 64-Bit-Anwendung
- Lauffähig auf allen gängigen Windows-Systemen
- Touchfähig
- Intuitive Bedienung durch eine moderne, zugängliche und leicht anpassbare Benutzeroberfläche
- Industrie 4.0 – vollständig vernetzte Integration in bestehende Fertigungskonzepte
- Einfacher Übergang von der Labor- zur Industrieumgebung durch einheitliche Software für alle Anwendungsgebiete
- Kombination beliebiger Geräte und Techniken in einer Prüfung für höchstmögliche Effizienz
- Umfangreich konfigurierbare Darstellung gängiger Volumenbilder (B, C, D, S, L, TD etc.)
- Professionelle Umsetzung von kundenspezifischen Anforderungen durch modulares Konzept im Bereich Parametrierung, Prüfablauf und Analyse (z. B. vollständig an Prüfvorgang angepasste Benutzeroberfläche)
- Abbildung komplexer Prüfanforderungen an beliebigen Geometrien
- Echtzeit-Darstellung der Volumenbilder während der Datenaufnahme
- Unterstützung bei der Inbetriebnahme durch flexible Kalibriermodi
- Speicherung von Messdaten als Rohdaten mit optionaler verlustfreier Komprimierung oder als reduzierte Bilddaten
- Integrierte Prüfprotokollierung und -archivierung
- Schnelle Einbindung externer Module zur Steuerung vielfältigster Aktorik und Sensorik
- Erfassung und Management sehr großer Prüfdatenmengen
- Nachträgliche Parameter-Anpassungen sämtlicher aufzeichnungsunabhängiger Werte (u. a. Visualisierungen, Blenden)
- Individuelle Fehlerprotokoll und -berichterstellung nach Kundenbedarf
- Vielseitige Optionen zur einfachen Rechtfreigabe per Windows-Nutzerkontensteuerung
- Einheitliches Software Development Kit (SDK) für gesamte PCUS® *pro*-Gerätefamilie zur Einbindung der PCUS® *pro*-Hardware in kundeneigene Software



Gruppenstrahler-Prüfsystem für Radsatzvollwellen mit Ultraschall-Elektronik und -Software des Fraunhofer IKTS.
(Quelle: arxes engineering GmbH)

Modulares Design

- Freie Zusammenstellung der benötigten Funktionen
- Integration kundeneigener Module in die Oberfläche
- Einfache Feature-Kopplung an Benutzerprofile
- Umfassende Stammdatenbank für Sensoren, Materialien, Prüftechniken, Layouts etc.
- Managementsystem zur komfortablen Verwaltung von Prüfergebnissen und -daten

Parametrierung/Justierung

- Modulare, bibliotheksorientierte Parametrierung zur schnellen, einfachen Erweiterung, Modifikation und Weiterverwendung
- Bis zu vier frei konfigurierbare Koordinatenachsen
- Simulation sämtlicher Koordinatenachsen zur Abstimmung der Aktorik mit dem Prüfablauf
- Justage sämtlicher Prüfkopf- und Materialparameter
- Unbegrenzte Anzahl an Sendemodulierungen
- Umfangreiche Standardbibliotheken
- xml-Export für kundenspezifisches Layout
- Nutzerfreundliche Plausibilitätsprüfung der Eingaben zur Parametrierung sowie automatische Bedienhilfen per Tooltip

Prüfung

- Schnelle Einbindung in automatisierte Produktionsprozesse
- Beliebige Kombination und Anzahl von Geräten
- Mit USB 3.0 bis zu 300 MB/s Datenübertragungsraten
- Koordinaten-, zeit- oder extern getriggerte Prüfungen
- Live-Darstellung der Volumenbilder während der Prüfung

Auswertung

- Beliebige Projektionsebenen des Prüfkörpers
- Gleichzeitige Anzeige mehrerer Prüfgruppen
- Parallele Anzeige verschiedener Prüfungen und Dateien
- Automatische oder manuelle Ermittlung und Anwendung der Transferkorrektur
- Maßeinheiten des metrischen und des angloamerikanischen Systems
- Zoomfunktion in allen Ebenen
- Intelligente Algorithmik, z. B. Ausblendung von Störanzeigen, Maximasuche, Flächenermittlung oder dynamischer Beschnitt der Prüfdaten an der Objektgeometrie
- Individuell anpassbare Layouts und Messwertdarstellung
- Nachträgliche Einstellung von Offline-Blenden
- Flexible Bericht- und Protokollerstellung
- xml-Export der Fehlerberichte für kundeneigenes Protokolllayout
- Vielfältige Vermessungstools in allen Volumenbildern
- Umfangreiche und leicht anzupassende Farbpaletten
- Frei anpassbare Offline-Visualisierungen (B, C, D, S, L, TD etc.)
- Export von Rohdaten in gängige Textformate
- Im Rahmen der vorhandenen Speicherkapazität unbegrenzte Prüfdatenmenge
- Komfortable anlagen- und nutzerübergreifende Verwendung von Basisparametrierungen

Simulation und Modellierung

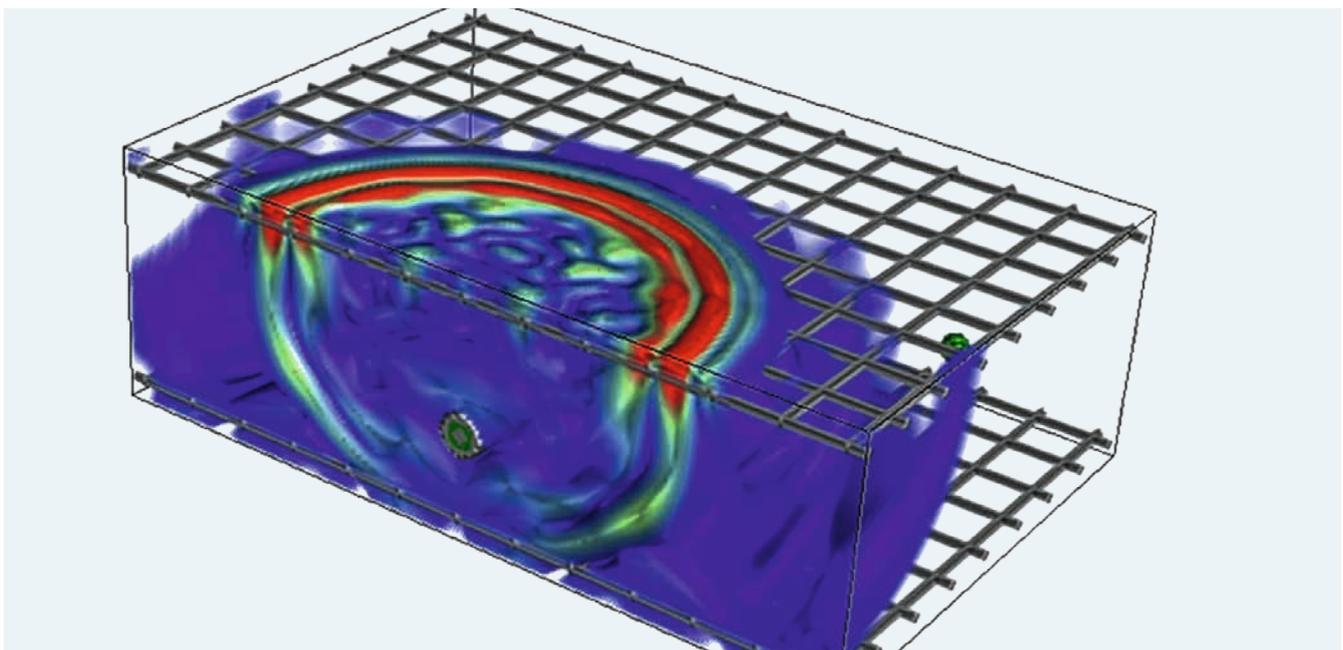
Zur Optimierung von Ultraschall-Prüfsystemen sowie zur Entwicklung neuer Messansätze sind Simulationstechniken heutzutage essenziell. Sie erlauben es, die physikalische Plausibilität des Verfahrens zu prüfen sowie die bestmöglichen Mess- und Prüfkopfparameter zu ermitteln, noch bevor der erste Messaufbau realisiert wird. Dies spart Zeit und Geld bei der Entwicklung und führt zu Prüfsystemen mit deutlich verbesserten Leistungsparametern.

Eine simulationsgestützte Modellierung wird am Fraunhofer IKTS sowohl mit kommerziellen als auch mit eigenentwickelten, speziell für den Ultraschallbereich konzipierten numerischen Verfahren durchgeführt.

Die Eigenentwicklungen basieren auf der Elastodynamischen Finiten Integrationstechnik (EFIT) und erlauben eine vollständige wellenphysikalische Simulation von Prüfsystemen unter expliziter Berücksichtigung von Beugung, Interferenzen, Modenumwandlungen und Mehrfachstreuungen.

Es können sowohl isotrope und anisotrope als auch homogene und heterogene Materialien modelliert werden. Auch gekoppelte Modelle aus Festkörpern und fluiden Medien lassen sich realisieren.

Elastische Wellen in einem Stahlbetonkörper nach mechanischem Impakt.

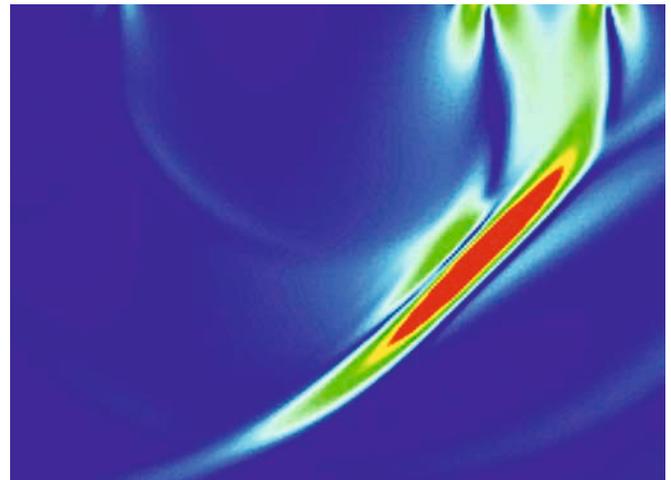
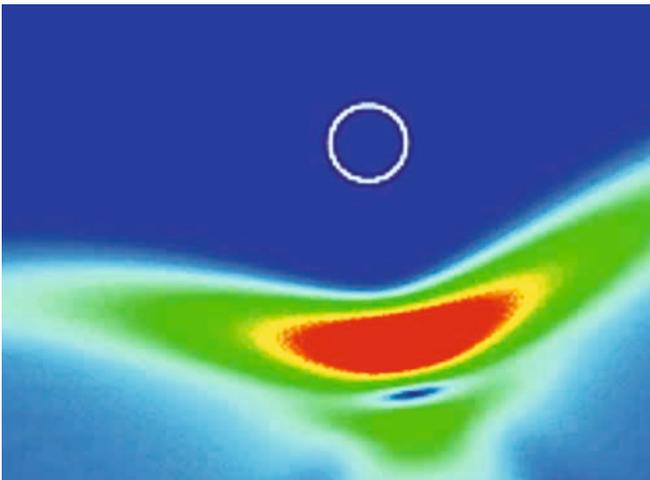


Die Simulationsergebnisse werden in Form von Zeitsignalen, B- und C-Bildern, Sektorbildern, Wellenfrontschnappschüssen oder Videoanimationen zur Verfügung gestellt.

Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten simulationsgestützter Verfahren sind sehr vielfältig. Das Fraunhofer IKTS nutzt simulationsgestützte Werkzeuge seit vielen Jahren erfolgreich in zahlreichen Ultraschall- und Akustikprojekten aus Industrie und Forschung:

- Simulationsgestützte Optimierung von Prüfkopfwellenfeldern inklusive Phased-Array
- Optimierung von Prüfaufbauten und Sensorkonfigurationen
- Ermittlung modellgestützter POD-Kurven (Probability of Detection) für die Ultraschallprüfung
- Untersuchung geführter Wellen für die Zustandsüberwachung (Structural Health Monitoring)



Fokussiertes Schallfeld eines Ultraschall-Phased-Array-Prüfkopfs. Schallfeld eines Ultraschall-Winkelprüfkopfs.

- Anwendungen auf Basis von Oberflächenwellen sowie Laser- und Luft-Ultraschall
- Akustische Problemstellungen (Raumakustik, Schallemission, Lärmschutz etc.)

Leistungsmerkmale

- Eigenentwickelte numerische Ultraschall-Solver
- Wellenphysikalische Simulation
- Berücksichtigung von Beugung, Interferenz, Modenumwandlung, Mehrfachstreuung etc.
- Isotrope und anisotrope, homogene und heterogene Materialien
- Festkörper und fluide Medien
- 2D- und 3D-Modelle
- Zeitsignale, Wellenfrontschnappschüsse, Videoanimationen

Das Fraunhofer IKTS verfügt über eine umfangreiche und flexible Modulbibliothek für verschiedenste Anwendungen in Forschung und Entwicklung.

Für die Bearbeitung neuer Projekte wird das jeweils am besten passende, bereits vorhandene Simulationsmodul ausgewählt und an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst, optimiert und weiterentwickelt. Der Entwicklungsaufwand einzelner Module sowie die damit verbundenen Entwicklungskosten halten sich daher in Grenzen und erste Ergebnisse stehen sehr schnell zur Verfügung.

Durch die enge Kooperation mit den experimentell arbeitenden Arbeitsgruppen am Fraunhofer IKTS wird sichergestellt, dass die Simulationen realistisch und anwendungsbezogen sind.

Leistungsangebot

- Grundlagenuntersuchungen (speziell für neue Prüfansätze)
- Machbarkeitsstudien
- Versuchsplanung und -begleitung
- Ergebnisinterpretation (bei unklaren Messergebnissen)
- Systemoptimierung (einschließlich Prüfköpfe und Sensoren)
- Visualisierung und Bildgebung
- Demonstration und Schulung (u. a. didaktische Einführung in die Ultraschallphysik und -ZfP mittels Wellenfrontbildern und Animationen)
- Simulationsdienstleistungen (Simulationsergebnisse und deren Interpretation auf Basis der vom Kunden spezifizierten Aufgabenstellung)
- Entwicklung anwendungsspezifischer Simulationstools für Kunden, die eigene Simulationen durchführen möchten
- Ergänzung durch und Kopplung mit kommerzielle(n) Solver(n) (z. B. CIVA, ANSYS, Comsol etc.)

Mission

Das Fraunhofer IKTS ist als Ideengeber und Innovationstreiber strategisch daran interessiert, die Simulationswerkzeuge permanent weiterzuentwickeln.

Für die Realisierung dieser Vorhaben werden Partnerschaften mit anderen Forschungseinrichtungen und Unternehmen im Rahmen von öffentlich geförderten nationalen und internationalen Projekten angestrebt.

Augmented Reality für die schnelle Entwicklung und den einfachen Betrieb von Prüfgeräten

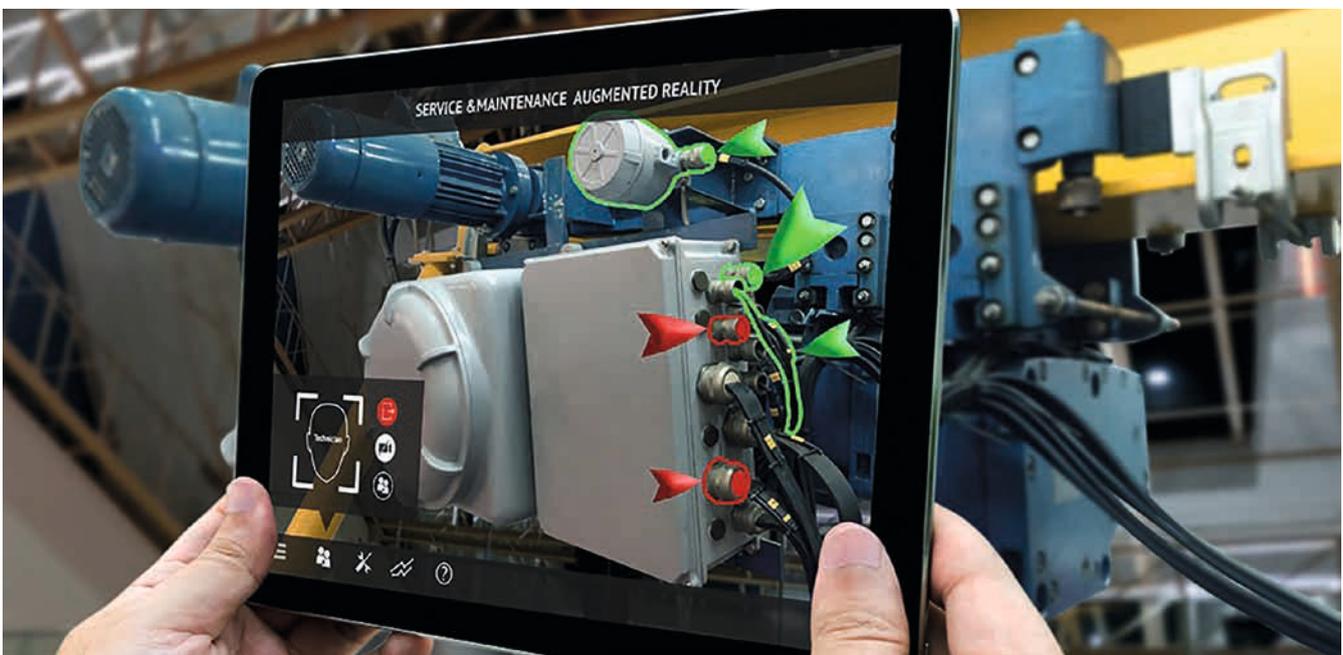
Am Fraunhofer IKTS wird die Entwicklung von Prüfgeräten durch einen Usability-Engineering-Prozess eng begleitet. So ist sichergestellt, dass die Prüfsysteme am Ende des Entwicklungsprozesses den Kundenbedürfnissen entsprechen, an den kundenspezifischen Anwendungsfall angepasst und intuitiv bedienbar sind. Dafür werden bereits in einem frühen Entwicklungsstadium visuelle Modelle über Virtual Reality genutzt. Die hierfür entwickelten nutzerzentrierten Designkonzepte werden durch unterschiedliche Prototypstufen auf Usability und Utility eruiert. Mit Augmented-Reality-Datenbrillen (Mixed Reality) können so bereits vor der physischen Herstellung des Prüfgeräts Interaktions- und Bedienweisen demonstriert und ggf. im Voraus Problemstellen aufgezeigt und gelöst werden.

Aber auch nach der Inbetriebnahme des Prüfgeräts bieten vom IKTS erarbeitete Nutzungskonzepte für Augmented-Reality-Datenbrillen einen erkennbaren Mehrwert im Hinblick auf Industrie 4.0. Dabei steht die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine im Vordergrund. Mit Hilfe eines digitalen Zwillings (Digital Twin) lassen sich Bedienungsanweisungen direkt aufzeigen, was beidhändiges Arbeiten oder virtuelle Trainings-szenarien ermöglicht. Dazu können auch arbeitsrelevante Daten und Informationen wie Kontrollzyklen oder Prüfungsanweisungen bei Instandhaltungsarbeiten eingeblendet werden. Dafür werden Interfaces, die auf die Arbeitsschritte und Befugnisse der Bedienenden angepasst sind, realisiert.

Leistungsangebot

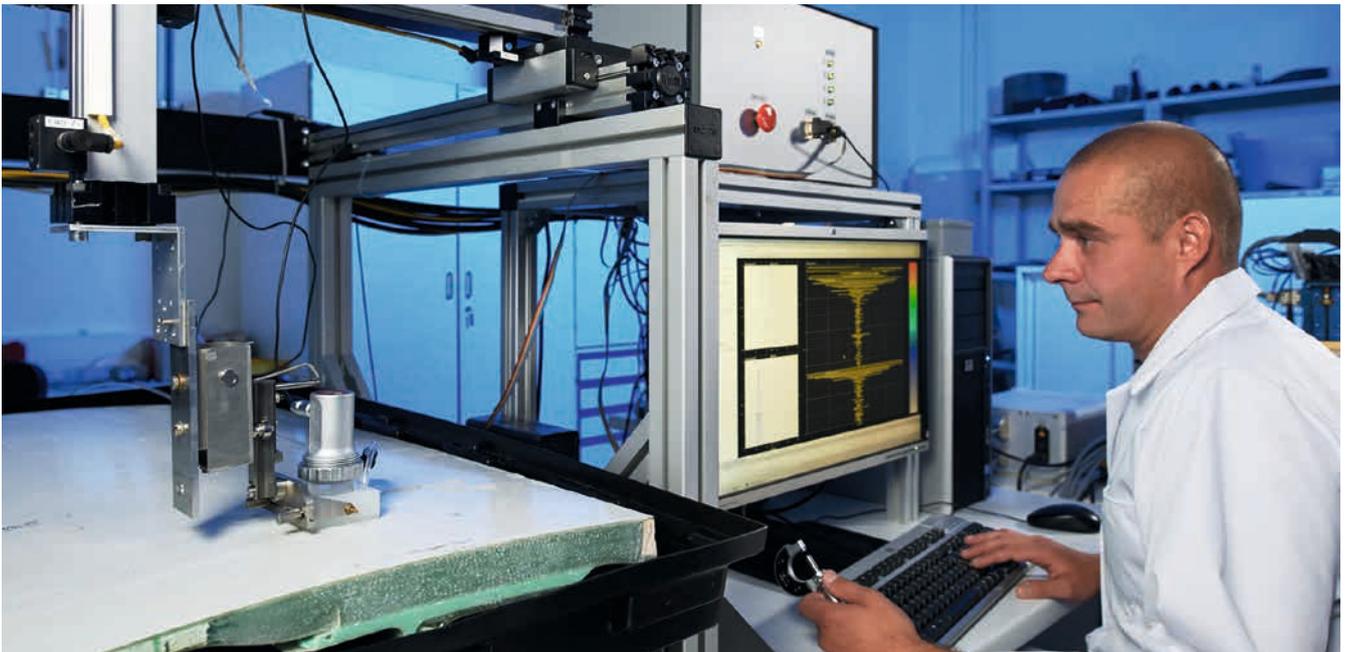
- Erstellung eines digitalen Zwillings für die Nutzung in Augmented-Reality-Datenbrillen
- Integration und Optimierung von CAD-/virtuellen Modellen an die Anforderungen der Endgeräte
- Animation und Interaktion entsprechend den Nutzeranforderungen
- Beleuchtungsanpassung und Rendering der einzelnen Animationen oder Videosequenzen
- Erstellung von nutzerzentrierten Benutzeroberflächen
- Visualisierung von Prüfdaten verschiedener ZfP-Verfahren

Neue Nutzungskonzepte für Augmented Reality (AR): Mit einem digitalen Zwilling (Digital Twin) lassen sich Hinweise direkt aufzeigen, beispielsweise bei der Wartung von Maschinen und Anlagen.



Akkreditiertes ZfP-Zentrum

Zur reproduzierbaren Durchführung von zerstörungsfreien Prüfungen gehört Know-how und Erfahrung. Eine Vielzahl internationaler Standards bestimmt die Regeln. Die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAKKS) hat dem ZfP-Zentrum des Fraunhofer IKTS die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Bereich Ultraschallprüfung ausgesprochen.



Fehlerprüfung an einer GFK-Probe mit Ultraschall.

Das Akkreditierte ZfP-Zentrum am IKTS führt klassische zerstörungsfreie Prüfungen für metallische, nichtmetallische, keramische und Verbundwerkstoffe durch. Dabei kommen alle relevanten genormten Verfahren zum Einsatz. Das IKTS unterstützt darüber hinaus auch bei der Lösung von ungewöhnlichen und hochspezialisierten Mess- und Prüfproblemen.

Das Spektrum des ZfP-Zentrums reicht von der Einzelteilprüfung über die Prüfung von großen Stückzahlen bis hin zum Aufbau individueller teilautomatisierter Prüfanlagen für spezielle Fragestellungen. Das Prüfzentrum untersucht Bauteile verschiedenster Materialien, Geometrien und Bauteilgrößen auf Fehler, unabhängig von der Komplexität oder Sicherheitsrelevanz und bedient sich dabei einer großen Palette an Verfahren.

Prüfkompetenz

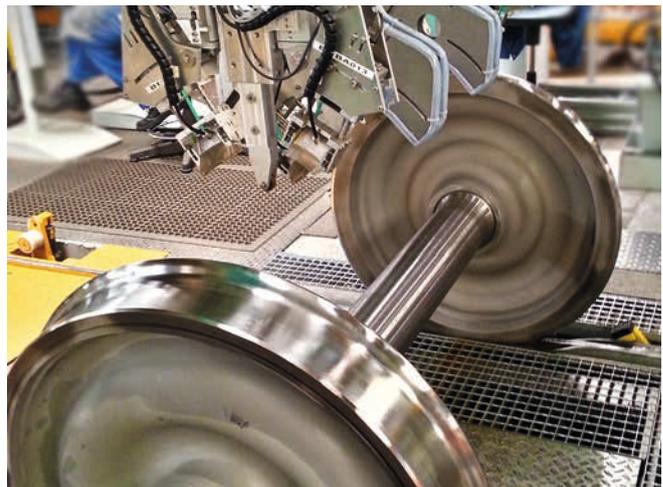
- **Material** (Stahl, Titanlegierungen, Nichteisenmetalle, Polymere, Keramik-Verbundwerkstoffe, Polymerkomposite, Naturfaserstoffe)
- **Materialverbund** (Schweißverbindungen, Sandwich/Lagen, Halbzeuge, Niet- und Bolzenverbindungen, Klebeverbindungen, Lötverbindungen)
- **Geometrie** (voluminöse Körper, komplexe Geometrien, flache Bleche etc.)
- **Bauteilgröße** (je nach Fragestellung von wenigen Millimetern bis mehreren Metern)
- **Fehlerbild** (Risse, Poren, Delaminationen, Geometriefehler, Einschlüsse etc.)

Prüfsysteme

Das Fraunhofer IKTS entwickelt kundenspezifische Ultraschall-Prüfsysteme für Labor- sowie Industrieanwendungen und setzt die Installation und Inbetriebnahme, inklusive Mitarbeiterschulung, je nach Kundenwunsch um.



Laborsystem des Ultraschall-Scanners VARIUS zur Detektion von Hohlräumen und Rissen in Schweiß- oder Klebverbindungen und weiteren Fehlern in Verbundwerkstoffen.



Gruppenstrahler-Prüfsystem für Radsatzvollwellen. (Quelle: arxes engineering GmbH)

Prüfsysteme für Laboranwendungen

Das Fraunhofer IKTS entwickelt hochspezialisierte Ultraschall-Prüfsysteme für Bereiche, die durch die aktuellen Angebote von Prüfgeräteherstellern nicht vollständig abgedeckt werden.

Ausgangspunkt eines jeden Prüfsystems ist eine kundenindividuelle Analyse der Anforderungen hinsichtlich maximalem Scanbereich, notwendiger Genauigkeit, Elektronik und Auswertesoftware. Auf dieser Grundlage können im Rahmen von Verbund- oder bilateralen Projekten anforderungsgerechte Ultraschall-Prüfsysteme für Laboranwendungen, z. B. zur stichprobenartigen Qualitätsprüfung von Materialien oder Produkten, entwickelt werden.

Als Leistungsschwerpunkt liefert und implementiert das IKTS speziell für Hersteller von Ultraschallwandlern Messsysteme für Schallfelder und weitere Wandlerparameter wie Mittenfrequenz und Bandbreite. Auch Systemerweiterungen bei neu entwickelten Messverfahren, die bereits für feste Wandlerpositionen erprobt wurden und nun um eine Scanoption erweitert werden sollen, setzt das IKTS um.

Leistungsangebot

- Aufbau von Mehrachsscannern nach Kundenanforderung
- Integration von Ultraschall-Elektronik aus der PCUS® pro-Reihe des Fraunhofer IKTS oder Second-Source-Anbietern
- Ansteuerung von Einzelprüfköpfen und/oder Phased-Array-Prüfköpfen
- Signalanalyseoptionen und Dynamic Depth Focussing
- Adaption von alternativen Sensoren möglich (z. B. Laser-vibrometer, Kleinmanipulatoren wie HUGO III)

Prüfsysteme für Industrieanwendungen

Industrielle Prüfsysteme werden bei der intervallbasierten Inspektion und Wartung sowie bei der integrierten Qualitätssicherung innerhalb der Fertigungslinie eingesetzt. Die dafür notwendigen Anforderungen hinsichtlich robuster Hardware und intuitiver Software variieren je nach Einsatz. Das IKTS baut neben eigenentwickelten Anlagen auch kundenindividuelle Prüfsysteme für Fertigungsprozesse aus kommerziell verfügbaren Industrierobotern auf.

Ultraschall-Prüfsysteme für Schienenfahrzeuge und Bahninfrastruktur

Die vom Fraunhofer IKTS konzipierten Prüfsysteme kommen besonders häufig im sicherheitsrelevanten Bereich der Schienenfahrzeuge zum Einsatz. Einen Schwerpunkt bilden Systeme für die Prüfung hochbelasteter Komponenten wie Achsen und Räder, die in Kooperation mit Industriepartnern entwickelt und weltweit erfolgreich vermarktet werden.

Die Prüfsysteme hat das IKTS mit der hauseigenen Leistungselektronik aus der PCUS® *pro*-Reihe sowie der intuitiv bedienbaren Software PCUS® *pro* Lab ausgestattet, die dem Prüfer eine verwechslungssichere Prüfung ermöglichen.

Hohlwellen-Prüfsystem für Hochgeschwindigkeitszüge

Für einen optimierten Prüfprozess, z. B. zum Auffinden von Querrissen in Radsatzwellen, hat das Fraunhofer IKTS gemeinsam mit Partnern aus der Industrie ein Hohlwellen-Prüfsystem für Hochgeschwindigkeitszüge wie ICE, TGV, Shinkansen oder Bombardier Zefiro entwickelt. Die leistungsstarke PCUS® *pro*-Elektronik garantiert aufgrund der hohen Datenraten und des parallelen FPGA-Designs schnelle und flexible Parametrierungen und damit eine sichere Prüfung der Achsen.

Leistungsparameter

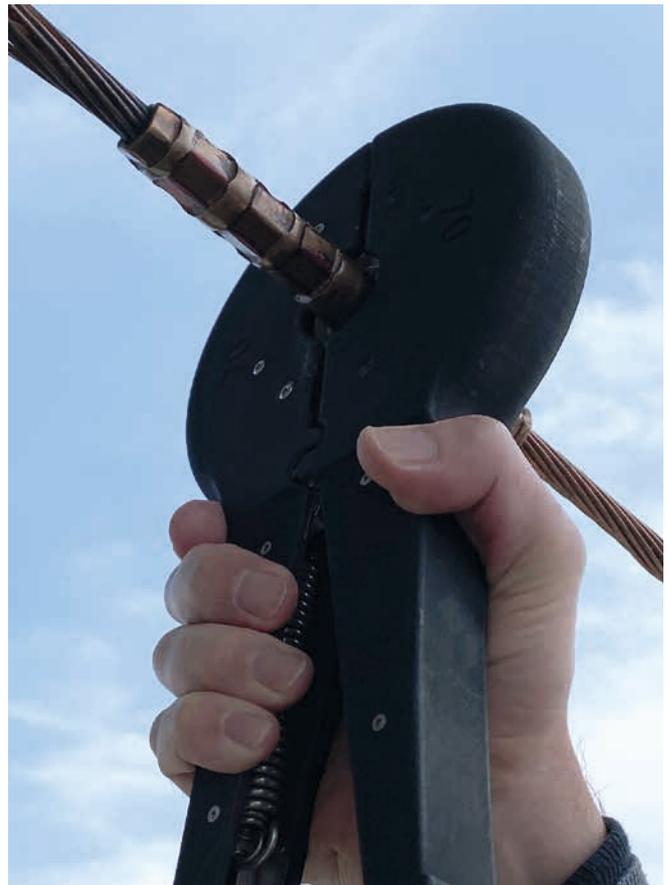
- System mit sieben unabhängigen Einzelschwingerprüfköpfen
- Basiert auf Ultraschall-Elektronik PCUS® *pro* Multi und Software PCUS® *pro* Lab
- Vollautomatischer Betrieb und Analysemodus
- Adapter zum Andocken an unterschiedliche Wellentypen
- Schnelle, verwechslungssichere Prüfung von nur einer Seite

Vollwellen-Prüfsystem für Güterzüge

Das Vollwellen-Prüfsystem für Achsen von Güterzügen ergänzt das Portfolio der am Fraunhofer IKTS entwickelten Ultraschall-Prüfsysteme für Schienenfahrzeuge. Auf Basis von Ultraschall-Phased-Array können beschichtete Radsatzvollwellen in anrissgefährdeten Bereichen wie Querschnittsübergängen auf Oberflächenfehler geprüft werden.

Leistungsparameter

- Prüfung von beschichteten Radsatzvollwellen
- Taktzeit unter vier Minuten
- Darstellung der Prüfergebnisse in Echtzeit
- Gleichzeitige Nutzung von bis zu acht Gruppenstrahler-Prüfköpfen (32 Elemente)
- Vollautomatischer Betrieb und Analysemodus
- Drei PCUS® *pro* Array-Elektroniken im Parallelbetrieb



Prüfzange zur ultraschallbasierten Prüfung von Pressverbindern an Fahrdradleitungen.

Prüfsystem für zugfeste Pressverbinder an Oberleitungen

Das Ultraschall-Prüfsystem ermöglicht es, Risse frühzeitig zu erkennen. Mit einer Prüfzange, die dem sechseckigen Querschnitt des Pressverbinders angepasst ist, wird eine Ultraschallsonde auf die Pressverbindung gedrückt. Mit einem entsprechenden Keil werden die Ultraschallwellen zu den inneren Rissen geführt, um in der Reflexion Echosignale zu erzeugen und eine stabile Ankopplung zu gewährleisten. Der Prototyp besteht aus sechs Ultraschallsonden, die in die Prüfzange integriert sind, so dass eine komplette Pressverbindung geprüft werden kann, ohne die Zange zu drehen.

Leistungsparameter

- Mechanische Prüfzange zur Arretierung von 6 Prüfköpfen am Pressverbinder für 70 mm²- bzw. 50 mm²-Querschnitte
- Ultraschall-Elektronik PCUS[®] pro Single mit MUX-Erweiterung und Outdoor-USB-Anschlüssen (IP 65)
- Integrierter Hall-Sensor zur Schließüberwachung
- Ultraschall-Software basierend auf PCUS[®] pro Lab
- Tablet mit einfacher Touch-Bedienoberfläche

Mobiles Schienenprüfsystem – SoniQ Rail Explorer (SRE)

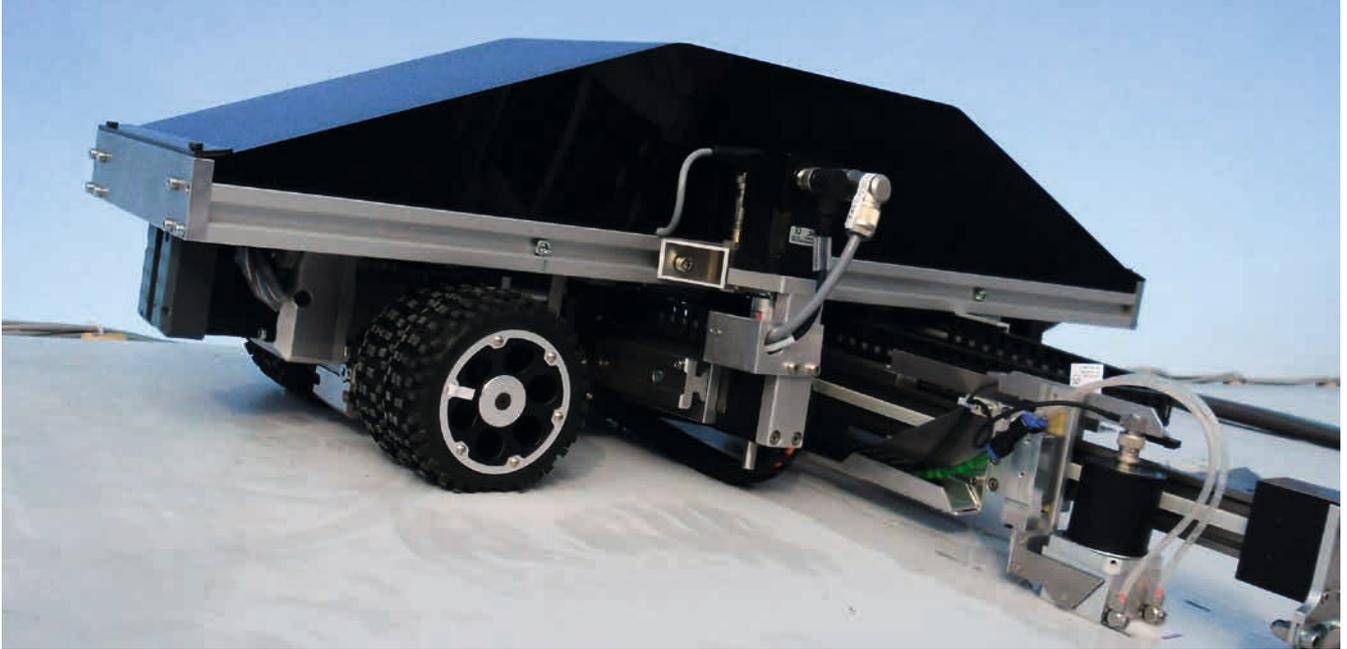
Das PCUS[®]-basierte, mobile Schienenprüfsystem wird eingesetzt, um Unregelmäßigkeiten im Schieneninneren, Korrosion am Schienenfuß oder Fehler im Volumen zu erkennen. Der SRE bietet dem Anwender mehr Sicherheit bei der Datenanalyse und -interpretation und ermöglicht zudem die Integration der Prüfergebnisse in die digitalisierten Prozessketten des Bahnunternehmens oder des Prüfdienstleisters.

Leistungsparameter

- Einsatz von leistungsfähiger, modularer Prüfelektronik und Software aus der PCUS[®] pro-Familie
- KI-gestützte Algorithmen zur Fehlerklassifizierung und Unterstützung des Prüfers
- Detektion von oberflächennahen Unregelmäßigkeiten und Volumenfehlern in Kopf, Steg und Schienenfuß gemäß DIN EN 16729-1 in Echtzeit



Das mobile Schienenprüfsystem SRE ist bereit für den Einsatz am Gleis und bietet durch seine ergonomische Gestaltung hohen Prüfkofort. (Quelle: Vossloh Rail Services)



Ultraschall-Messungen mit Scanwagen über dem GFK-Gurtbereich eines Rotorblatts einer Windkraftanlage.

Inline-Prüfsysteme für die Elektrodenfertigung von Lithium-Ionen-Batterien

Um Produktionsfehler frühzeitig zu erkennen, entwickelt das Fraunhofer IKTS produktionsintegrierte Prüfsysteme, die im »Anwendungszentrum Batterietechnik« validiert und optimiert werden. Die Forschenden setzen dabei zerstörungsfreie optische, akustische und elektromagnetische Verfahren ein und passen sie je nach Anforderung an die einzelnen Produktionsschritte an. Zur Auswertung der dabei anfallenden Datenmengen werden KI-basierte Konzepte zur intelligenten Aggregation, Strukturierung und Auswertung angewandt. So können Fehlermuster erkannt, Produktionsprozesse optimiert und ein ganzheitliches Produktionsdatenmanagement etabliert werden. Dies eröffnet die Definition völlig neuer Qualitätskriterien und Standards in der Batteriezellenproduktion.

Mit den inline-fähigen Prüfsystemen wird es künftig möglich sein, die Elektroden bereits während ihrer Herstellung zerstörungsfrei auf Defekte, funktionelle Veränderungen der Materialzusammensetzung und daraus resultierende Eigenschaften oder den maßhaltigen Zellaufbau zu prüfen.

Für die Bewertung von Batterieslurry-Mischprozessen wurde ein Prüfsystem entwickelt, das Wirbelstrom- und Ultraschallverfahren miteinander kombiniert. Damit können gleichzeitig elektrische, dielektrische und mechanische Materialeigenschaften erfasst werden. Dieses Parameterspektrum bietet einen hohen Informationsgehalt. Durch die kompakte Bauweise des Prüfsystems kann es flexibel in Anlagen integriert werden.

Ultraschall-Inspektionsroboter

Servicerobotik vereinfacht schwer durchführbare Inspektionsmaßnahmen. Zudem werden die Sicherheit für das Servicepersonal erhöht und Kosten durch Zeiteinsparungseffekte gesenkt. Die Prüfmanipulatoren müssen jedoch robust sein und fehlerunanfällig arbeiten.

Dies gilt vor allem für die Prüfelektronik, die das Fraunhofer IKTS speziell für den Einsatz in harschen Umgebungen entwickelt hat und gemeinsam mit der PCUS® *pro*-Software u. a. in sogenannten Crawlern bzw. Prüfmolchen einsetzt. Diese arbeiten in schwer zugänglichen, meist erdverlegten oder sich in großer Höhe befindlichen Rohrleitungen.

Mit dem Ultraschall-Scanwagen hat das IKTS einen Prüfroboter für Inspektions- und Wartungsarbeiten von Rotorblättern an Windkraftanlagen entwickelt, der ebenso mit der PCUS® *pro*-Elektronik ausgestattet ist. Dieser Inspektionsroboter – mit einer Spannweite von bis zu einem Meter und adaptierbaren Ultraschall-Prüfköpfen – kann schnell und ohne Risiko Rotorblätter automatisiert abfahren und abschnappen.

Technische Ausstattung

Robotermesszelle

- Schnelle Umsetzung verschiedener Messverfahren und Messsysteme
- Adaption verschiedener Werkzeuge zum Scannen, Ritzen, Schneiden, Bohren, Schweißen oder Kleben
- Genauigkeit Roboter: 80 µm Zielpunktdifferenz
- Genauigkeit Kamera: 20 µm Verzerrung bei 800 mm Fokus
- Oberflächen-Prescan (optisch): Stereokamera und Software
- Bahnplanung: mit Software (parametrisch mit Steigung, Ausgleich, Nachlaufwinkel, Richtungswinkel etc.)
- Messgeschwindigkeit: ca. 500 mm/s bei 0,25 mm Pitch
- Impedanzbild: 100 x 100 mm bei 0,25 mm Pitch: 3 min

Ultraschall-Mikroskop

- Scan-Bereich: bis 310 x 310 mm
- Positionsgenauigkeit und Auflösung: < 10 µm
- Laterale Auflösung: < 15 µm
- Vertikale Auflösung: < 30 nm (Rissdicke)



Robotermesszelle des Fraunhofer IKTS.

- Ultraschallfrequenz: bis 200 MHz
- Impuls-Echo- und Durchschallungstechnik
- Einzelproben und Probenserien

Ultraschall-Scanwagen

- Automatisiertes Abfahren von Flächen
- Flächenhafter Scan über Messbereiche von bis zu 1 m Spannweite
- Verwendung von verschiedenen Ultraschall-Prüfköpfen
- Frequenzbereich der Prüfköpfe bestimmt Auflösung

Vier-Achs-Manipulator für Sonderprüfaufgaben

- Drei lineare Achsen, ein Drehteller, verschiedene (drehbare) Tauchbecken
- Tauchttechnik und Kontakttechnik
- Realisierbare Objektparameter:
 - Gewicht: < 100 kg
 - Geometrie: < 500 x 300 x 300 mm
- Verschiedene Ultraschall-Elektronik mit diversen Parametern
- Freier Zugriff auf Rohdaten (verschiedenste Auswertalgorithmen möglich)
- Adaptierbar für viele Sensoren und mechanische Konfigurationen
- Methoden der Schallfeldcharakterisierung: Kugel im Wasserbad und elektrodynamische Sonden

Ultraschall-Goniometer HUGO III

- Untersuchung von Rayleighwellen-Dispersion in geschichteten Materialien
- Untersuchung von Lambwellen an dünnen Strukturen
- Bestimmung von Schichtdicken
- Experimente mit Volumenwellen

Schallintensitäts-Messsystem (AIMS)

- Schallfeldbestimmung im Wasserbad
- Fünfsichtige hydrophone Positionierung
- Geeignet für die Charakterisierung und Validierung von Ultraschallwandlern

Kooperationsmodelle

Innovation und Entwicklung sind Bausteine für eine erfolgsversprechende Unternehmenszukunft. Um Wettbewerbsvorteile zu generieren, bietet Fraunhofer maßgeschneiderte Kooperationsmöglichkeiten für die bestmögliche Form der Zusammenarbeit für kleine und mittlere Unternehmen. Damit können Entwicklungskompetenzen vom Kunden kurzfristig und bedarfsorientiert abgerufen und genutzt werden.

Einzelaufträge

Der klassische Fall einer Kooperation ist der Einzelauftrag. Das Unternehmen sieht einen Forschungs- oder Entwicklungsbedarf. Das Fraunhofer IKTS entwickelt entsprechend der Anforderungen des Unternehmens eine termin- und qualitätsgerechte Lösung.

Verbundprojekte

Manche Problemstellungen sind so komplex, dass mehrere Partner die Lösung entwickeln müssen. Dann steht das gesamte Umfeld der Fraunhofer-Institute zur Verfügung. Auch externe Partner können hinzugezogen werden.

Strategische Partnerschaften und Innovationscluster

Aus Vorlaufforschung, die zunächst unabhängig von Aufträgen erfolgt, ergeben sich häufig lang andauernde Partnerschaften mit Unternehmen auf regionaler und internationaler Ebene.

Ausgründungen

Fraunhofer-Mitarbeiter machen sich oft mit einer Neuentwicklung selbstständig, an der sich die Fraunhofer-Gesellschaft beteiligen kann. Im Einzelfall sind sogar strategische Beteiligungen und Joint Ventures möglich. Auch die Auftraggeber einer neuen Entwicklung können Teilhaber des Spin-off-Unternehmens werden.

Lizenzierungsmodelle

Lizenzen räumen Dritten ein Nutzungsrecht an gewerblichen Schutzrechten unter definierten Bedingungen ein. Damit können Innovationen genutzt werden, wenn die eigene Weiterentwicklung zu hohe Kosten verursachen würde, die Kapazitäten zur Markteinführung nicht ausreichen oder die Innovation nicht in das bestehende Leistungsprogramm passen würde. Das Fraunhofer IKTS bietet flexible Lizenzmodelle an, die zum unternehmensweiten Einsatz, zur Optimierung des eigenen Angebots oder der Vermarktung an Endkunden genutzt werden können.



Kurzporträt des Fraunhofer IKTS

Seit mehr als 30 Jahren demonstriert das Fraunhofer IKTS das Potenzial keramischer Werkstoffe in einer stetig wachsenden Breite von Anwendungsgebieten. Aus den Bedarfen von neun markt-orientierten Geschäftsfeldern leiten sich unsere Entwicklungsarbeiten ab – ergänzt durch eine strategische Vorlauforschung auf höchstem wissenschaftlichen Niveau. Als Forschungs- und Technologiedienstleister entwickeln wir moderne keramische Hochleistungswerkstoffe, industrie-relevante Herstellungsverfahren sowie prototypische Bauteile und Systeme in vollständigen Fertigungslinien bis in den Pilotmaßstab.

Darüber hinaus umfasst das Forschungsportfolio Kompetenzen zur Werkstoffdiagnose und -prüfung. Die Prüfverfahren aus den Bereichen Akustik, Elektromagnetik, Optik und Mikroskopie tragen maßgeblich zur Qualitätssicherung von Produkten und Anlagen bei. Unser Antrieb ist es, ganzheitliche Systemlösungen und Dienstleistungen zu entwickeln, aber auch spezifische Herausforderungen innerhalb der Prozesse unserer Partner aus Industrie und Wissenschaft zu lösen. Durch unsere Expertise in der Charakterisierung und Analyse von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen entlang ihres Lebenszyklus verfügen wir über einen einzigartigen Datenpool, um Neuentwicklungen effizienter und schneller durchführen zu können.

Das alles qualifiziert das Fraunhofer IKTS als Anlaufpunkt für Unternehmen und Forschungs-partner, um keramische Werkstoffe und zerstörungsfreie Prüfverfahren für neue Branchen, Produktideen und Märkte zu erschließen.

Folgen Sie uns



linkedin.com/company/fraunhoferikts

youtube.com/fraunhoferikts

instagram.com/fraunhoferikts

Kontakt

Industrielösungen Ultraschall

Prof. Dr.-Ing. Henning Heuer
Telefon +49 351 88815-630
henning.heuer@ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische
Technologien und Systeme IKTS
Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden

Piezoelektrische Materialien, Komponenten und Wandler

Dr.-Ing. Holger Neubert
Telefon +49 351 2553-7615
holger.neubert@ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische
Technologien und Systeme IKTS
Winterbergstr. 28
01277 Dresden

