ZERSTÖRUNGSFREIE MATERIALPRÜFUNG

DELTA TEST – Wir finden den Schaden.	Page	2-3	DELTA TEST
Was sind Wirbelströme?	Page	4-5	
DELTA TEST – Wir geben Ihnen Sicherheit. **ROHRPRÜFUNGEN**	Page	6-15	ROHRPRÜFUNGEN
DELTA TEST – Wir machen Oberflächenrisse sichtbar. **OBERFLÄCHENRISSPRÜFUNGEN**	Page	16-21	OFR-PRÜFUNGEN
DELTA TEST – Wir finden eine Lösung für Ihr Prüfproblem. **SPEZIALPRÜFUNGEN**	Page	22-25	SPEZIALPRÜFUNGEN
DELTA TEST – Wir entwickeln die Zukunft mit. **FORSCHUNG, ENTWICKLUNG, PRODUKTION**	Page	26-33	FORSCHUNG, ENTWICKLUNG, PRODUKTION
Kooperationen/Zertifizierung	Page	34	DELTA TEST
DELTA TEST – Was können wir für Sie tun?	Page	35	

DELTA TEST – Wir finden den Schaden.

DELTA TEST – ein Name, der für die qualifizierte, zerstörungsfreie Materialprüfung mithilfe des Wirbelstromverfahrens steht.

Als akkreditiertes Prüflabor sind wir auf alle Arten der Wirbelstromprufung spezialisiert und bieten diese weltweit an. Die Prufungen von paramagnetischen und ferromagnetischen Warmetauscherrohren und Oberflächen haben daran einen wesentlichen Anteil. DELTA TEST garantiert kurze Reaktionszeiten von der Anfrage bis zur Auftragsdurchfuhrung und darüber hinaus optimal kurze Prüfzeiten bei gleichzeitig hoher Qualitat der Prüfergebnisse.

Mit dieser Verlässlichkeit und unserer ständigen Verfügbarkeit erreichen wir ein rundum vertrauensvolles Verhältnis zu unseren Kunden. Hoch motivierte, zertifizierte und qualifizierte Mitarbeiter, modernes Equipment, Entwicklungsgeist und die Fähigkeit, innovative Ideen für Sie und mit Ihnen umzusetzen, bilden das Fundament unseres nationalen und internationalen Erfolges.

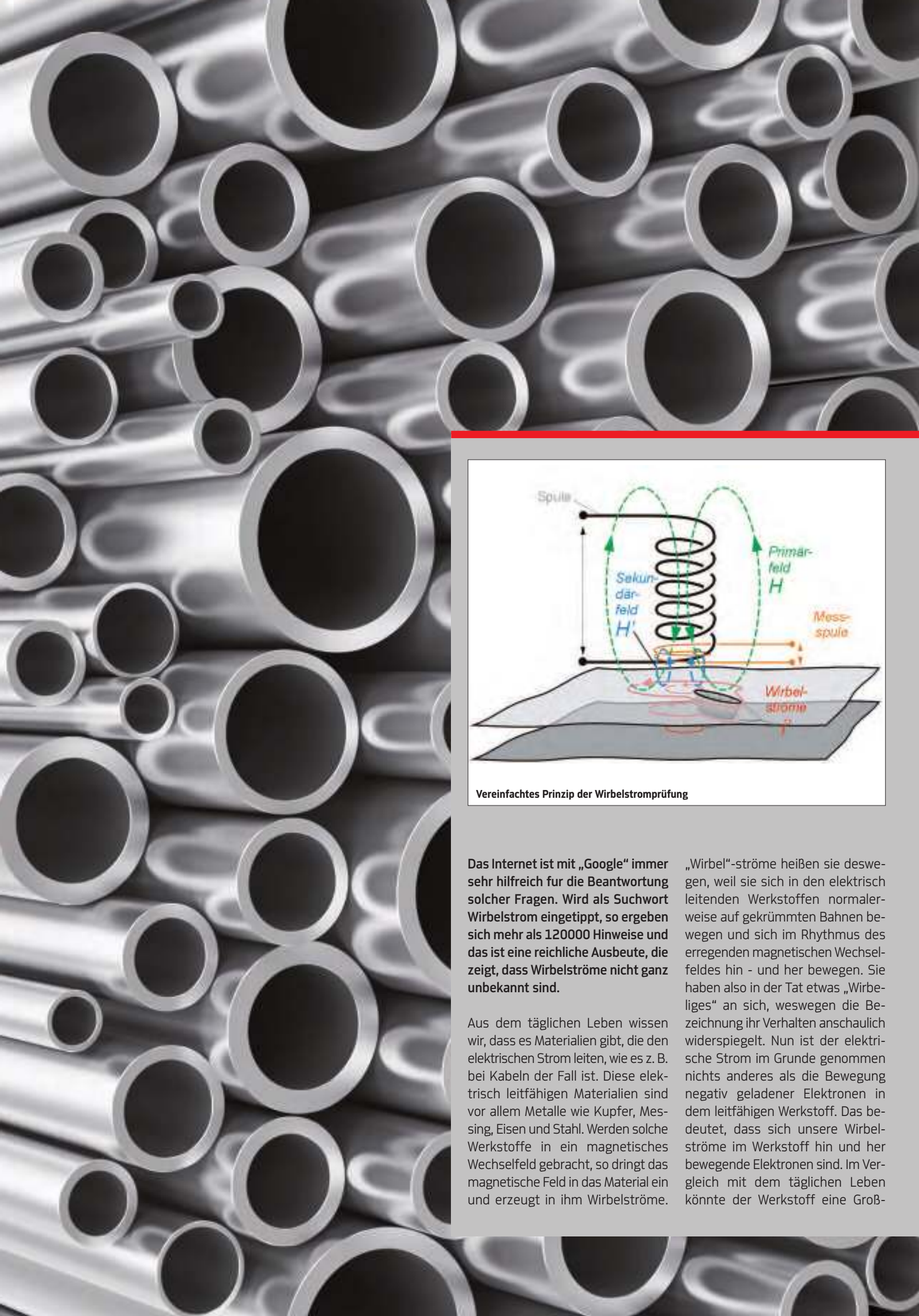
DELTA TEST bietet Ihnen die Sicherheit, die Sie verlangen – schnell, unkompliziert und erfolgreich! >>

Industrien
- Chemische und
- petrochemische Anlagen
- Raffinerien
- Kernkraftwerke
- Konventionelle Kraftwerke
- Müllverbrennungsanlagen
- Zuckerfabriken
- Meerwasser-Entsalzungsanlagen
- Bohrinseln
- Schienenfahrzeuge/Bahn
- Luftfahrtindustrie
- Automobilindustrie
- Druckbehälterindustrie
- Rohrhersteller

Service
- Wärmetauscherprüfungen mit Wirbelstrom
- Mechanisierte Wirbelstromprüfungen mit Molchen und Scannern
- IRIS Prüfungen
- Videoskopie
- Leckageprüfungen an Rohren
- Wirbelstromprüfungen
  - von Hohlwellen
  - von heißen Oberflächen und Weldolets
  - von Dichtflächen
  - von Gewinden und Reaktordruckbehältern (KKW)
  - in beengten Räumen mittels 3-Achs-Manipulator
  - an Ofen- und Kesselrohren
  - von Oberflächenrissen
  - an Turbinenschaufeln
  - an Kugellagern
  - von Bremsscheiben
  - von Bahnschienen
  - mittels Arraytechnik

Unsere umfangreichen Dienstleistungen im Bereich der Wirbelstromprüfung werden von zertifizierten Inspektoren sowohl direkt vor Ort als auch im firmeneigenen Labor durchgeführt.

Selbstverständlich können sich unsere Kunden jederzeit auch mit individuellen Prüfproblemen an uns und unsere Entwicklungsabteilung wenden.



Vereinfachtes Prinzip der Wirbelstromprüfung

Das Internet ist mit „Google" immer sehr hilfreich fur die Beantwortung solcher Fragen. Wird als Suchwort Wirbelstrom eingetippt, so ergeben sich mehr als 120000 Hinweise und das ist eine reichliche Ausbeute, die zeigt, dass Wirbelströme nicht ganz unbekannt sind.

Aus dem täglichen Leben wissen wir, dass es Materialien gibt, die den elektrischen Strom leiten, wie es z. B. bei Kabeln der Fall ist. Diese elektrisch leitfähigen Materialien sind vor allem Metalle wie Kupfer, Messing, Eisen und Stahl. Werden solche Werkstoffe in ein magnetisches Wechselfeld gebracht, so dringt das magnetische Feld in das Material ein und erzeugt in ihm Wirbelströme. „Wirbel"-ströme heißen sie deswegen, weil sie sich in den elektrisch leitenden Werkstoffen normalerweise auf gekrümmten Bahnen bewegen und sich im Rhythmus des erregenden magnetischen Wechselfeldes hin - und her bewegen. Sie haben also in der Tat etwas „Wirbeliges" an sich, weswegen die Bezeichnung ihr Verhalten anschaulich widerspiegelt. Nun ist der elektrische Strom im Grunde genommen nichts anderes als die Bewegung negativ geladener Elektronen in dem leitfähigen Werkstoff. Das bedeutet, dass sich unsere Wirbelströme im Werkstoff hin und her bewegende Elektronen sind. Im Vergleich mit dem täglichen Leben könnte der Werkstoff eine Groß-

Professor Dr.-Ing. Dieter Stegemann

Was sind Wirbelströme?

Bei den zerstörungsfreien Prüfverfahren gewinnt die Wirbelstromtechnik zunehmend an Bedeutung. Der Grund dafür ist, dass sie eine flexibel einsetzbare Prüftechnik ist und ihre Sonden, normalerweise aus Kupferdraht gewickelte Spulen, sehr anpassungsfähig sind und ohne allzu großen Aufwand hergestellt werden können.

stadt sein, in der sich die Elektronen als Menschen hin und her bewegen. Sich bewegende Menschen bewirken üblicherweise etwas. Ist das bei den Elektronen auch so? Die Antwort lautet: Ja. Durch ihre Bewegung, die einen Strom – den Wirbelstrom – darstellt, erzeugen sie ihrerseits ein magnetisches Wechselfeld, das dem erregenden magnetischen Feld entgegengerichtet ist und es abschwächt.

Dieses von den Wirbelströmen erzeugte magnetische Wechselfeld wird als Sekundärfeld bezeichnet, weil es als Folge des erregenden magnetischen Feldes auftritt. Das erregende magnetische Wechselfeld ist das Primärfeld.
Das primäre magnetische Wechselfeld wird in der Regel mit wechselstromdurchflossenen Spulen erzeugt. Diese sorgen dafür, dass das Primärfeld in den Werkstoff eintritt und die Wirbelströme erregt. Dadurch bewegen sich „erregte" Elektronen auf gekrümmten Bahnen hin und her. Je höher die elektrische Leitfähigkeit des Werkstoffs, desto besser funktioniert die Wirbelstromerzeugung. Die Wirbelströme ihrerseits sind nicht untätig und erzeugen infolge ihrer Bewegung ein sekundäres magnetisches Wechselfeld, welches das Primärfeld abschwächt und somit außerhalb des Werkstoffs nachgewiesen werden kann. Über das Sekundärfeld kann damit eine Aussage über das Verhalten der Wirbelströme im Inneren des Werkstoffs gewonnen werden.

Etwas einfacher haben es da die Großstädte, wo die Überwachung des Verkehrs und der Fußgängerströme mit Videokameras erfolgen kann. Doch auch das Sekundärfeld kann sehr empfindlich auf Störungen im Werkstoff reagieren und ist deswegen ein geeignetes Instrument zur Kontrolle.

Warum lassen sich Wirbelströme für zerstörungsfreie Prüfungen einsetzen ?

Wirbelströme sind sich auf gekrümmten Bahnen im Werkstoff hin und her bewegende Elektronen. Diese Elektronen können sozusagen als „Spione" dienen, ob im Werkstoff alles normal verläuft oder ob es irgendwelche störenden Einflüsse gibt. Ein solcher störender Einfluss könnte in einem Metall zum Beispiel ein Riss sein. Für die sich bewegenden Elektronen wäre das ein großes Hindernis, das ihnen den Weg versperrt, sodass sie einen Umweg suchen müssten. Im Vergleich zur Großstadt wäre das z. B. eine gesperrte Straße. Wie äußert sich nun ein solches Hindernis im Werkstoff für die Elektronen?

Im Hindernis kann keine Elektronenbewegung stattfinden und damit existiert auch kein Wirbelstrom an dieser Stelle. Das bedeutet weiterhin, dass am Ort des Hindernisses auch kein sekundäres magnetisches Folgefeld entsteht und als Folge davon findet auch keine Schwächung des primären Erregerfeldes statt. Das bedeutet, dass Fehlstellen in einem elektrisch leitfähigen Werkstoff über die Amplitude des aus der Überlagerung von Erregerfeld und Folgefeld resultierenden magnetischen Wechselfeldes detektiert werden können. Sind die Elektronen gezwungen, wegen des Hindernisses einen Umweg zu machen, der eine Extrazeit benötigt, so bedeutet dies, dass im Vergleich zum ungestörten Fall eine Zeitverschiebung zwischen dem primären und dem sekundären Magnetfeld auftritt. Es wird dann von einer Phasenverschiebung zwischen den beiden Feldern gesprochen. Auch diese ist messbar.

Zum Auffinden von Fehlstellen im Werkstoff stehen somit die Amplituden und Phasen der von den Wirbelströmen ausgelösten Magnetfeldveränderungen zur Verfügung. Unterschiedliche Fehlstellen im Werkstoff bewirken logischerweise auch unterschiedliches Verhalten der Wirbelströme und ihrer Signale, womit die Möglichkeit besteht, zwischen verschiedenartigen Fehlstellen zu unterscheiden. So liefern beispielsweise Materialabtragungen oder Wandschwächungen durch Korrosion andersartige Signalverläufe als die schon erwähnten Risse. Aus diesem Grunde kann die Werkstoffprüfung mit Wirbelströmen sehr vielseitig eingesetzt werden.

Da bei der Wirbelstromtechnik in der Regel mit Mess-Sonden gearbeitet wird, die normalerweise aus einer Sendespule zur Erzeugung des erregenden Primärfeldes und einer Empfängerspule zur Messung des resultierenden Magnetfeldes besteht, ist die Technik der Sondenherstellung relativ einfach und kostengünstig. Gearbeitet wird mit elektrischen Spannungen und Strömen im Frequenzbereich bis einige Megahertz. Die analogen Signale aus den Sonden werden meistens in digitale Signale umgewandelt, sodass die Wirbelstromsignale gut und schnell auswertbar sind.
Da es sich um elektromagnetische Signale handelt, ist ihre Wirkung sehr schnell, wodurch hohe Prüfgeschwindigkeiten erreichbar sind. Die Signale und ihre Verarbeitung und Auswertung erlauben die Erstellung vollständig automatisch arbeitender Wirbelstromprüfanlagen zur On-line- oder In-lineprüfung von Werkstücken während der Fabrikation.

Quelle:
Der Einsatz von Wirbelströmen für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
Dieter Stegemann,
em. ord. Professor Dr.-Ing.
Fakultät für Maschinenbau
Leibniz Universität Hannover

DELTA TEST – Wir geben Ihnen Sicherheit.

Vertrauen ist zu wenig, Kontrolle unverzichtbar!

Wenn es um die Sicherheit und das fehlerfreie Funktionieren Ihrer Wärmetauscherrohre geht, könnte das Ihr Leitsatz sein! Denn in der Industrie, genau wie in der Medizin, ist das rechtzeitige Erkennen von Problemen überaus hilfreich und sogar erforderlich, um schwerwiegende Folgeschäden zu vermeiden.

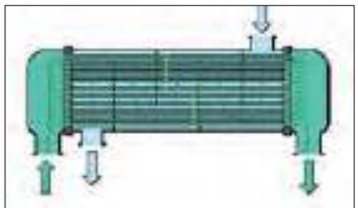
DELTA TEST hilft Ihnen durch gezielte Nutzung der Wirbelstromprüfung dabei, immer auf der sicheren Seite zu sein und zum Beispiel außerplanmäßige Stillstände zu verhindern.

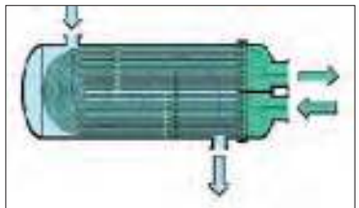
Vermeiden Sie durch regelmäßige Prüfungen alle Risiken, und gewinnen Sie stattdessen alle Sicherheiten! >>

Wärmetauscherrohre

Häufig sind Wärmetauscherrohre aus unterschiedlichen Materialien durch Korrosion belastet.
Die Folge können Leckagen sein, die wiederum die Gefahr von Folgeschäden wie längere Lecksuchzeiten und Leistungsrückgang der Anlage enthalten. Im schlimmsten Fall droht eine Schädigung der Umwelt. Der damit verbundene erhebliche finanzielle Schaden für das Unternehmen ist kaum zu ermessen. Mit dem von DELTA TEST verwendeten Wirbelstromprüfverfahren steht unseren Kunden eine problemorientierte Erfassung von Rohrschäden zur Verfügung. Unsere kompetenten Techniker und Ingenieure schaffen unter Anwendung modernster Computertechnologie einen Überblick des Ist-Zustandes jedes Wärmetauschersystems, und der Kunde kann abhängig von der jeweiligen Schadenart die erforderlichen Maßnahmen zur Reparatur in die Wege leiten. Durch wiederholte Prüfungen werden darüber hinaus Schadensverfolgungen ermöglicht, die sowohl den Erfolg von eingeleiteten Schutzmaßnahmen bestätigen als auch eine Lebensdauerabschätzung erlauben.

Wärmetauscherrohre sind überaus wichtige Komponenten, welche in allen Arten von industriellen Anlagen wie z. B. Kraftwerken oder Chemiekomplexen zu finden sind.
Ein reibungsloses und fehlerfreies Funktionieren dieser Komponenten ist „lebenswichtig" für ganze Anlagenteile. DELTA TEST bietet seinen Kunden Sicherheit! So können durch regelmäßige Prüfungen von Wärmetauschern außerplanmäßige Stillstände (Breakdowns) um 95 % verringert und komplette Neuberohrungen von Wärmetauschern und das Lagern von Austauschrohren auf ein Minimum verringert werden. Hinzu kommt die Risikobegrenzung im Umweltbereich genauso wie eine weitere Vermeidung finanzieller Schäden durch Produktionsausfall.
Die Wahrscheinlichkeit der Detektierbarkeit (POD, Probability Of Detection) liegt bei Verwendung unseres Prüfsystems bei über 80 %, was im Vergleich zu anderen Prüfmethoden wie IRIS, RFT oder MFL eine deutlich höhere Zuverlässigkeit darstellt.
Darüber hinaus sorgen erweiterte Prüfsystemmodule wie die automatische Signalauswertung im Hintergrund und ein präzises Positionserfassungssystem für maximale Sicherheit. Zudem bieten wir unseren Kunden besondere Expertisen bei der Prüfung von ferromagnetischen Wärmetauscherrohren (z. B. C-Stahl, Duplex, Monel) an.
Die Prüfung findet in der Regel im eingebauten Zustand des Prüfobjekts statt, kann aber auch für lose Rohre angewandt werden. Prüfungsergebnisse stehen unseren Kunden durch die sofortige Signalauswertung unmittelbar zur Verfügung. Dadurch können eventuelle weitere Reparaturmaßnahmen sofort und ohne Zeitverlust durchgeführt werden.

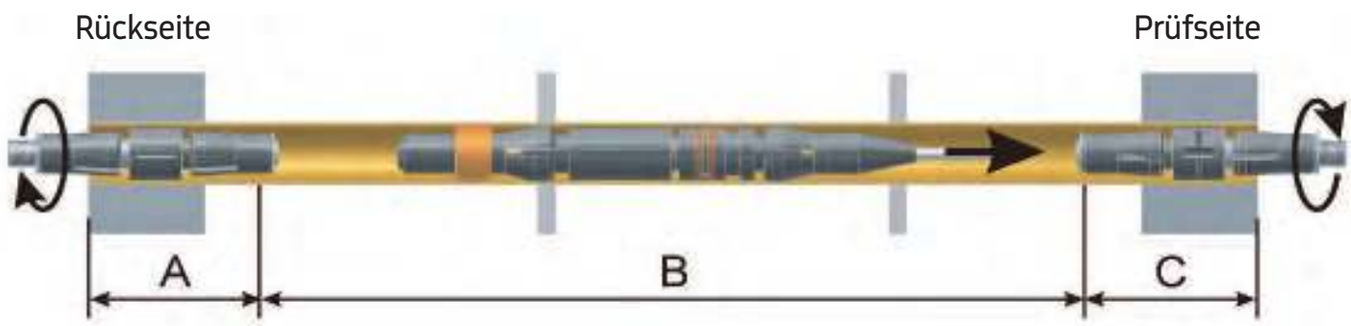

Geradrohr-Wärmetauscher


U-Rohr-Wärmetauscher

Anwendungsgebiete der Rohrprüfung
- Ferromagnetische Rohre
- Kondensatorrohre
- Luftkühlerrohre
- Hochdruckrohre
- gebogene Rohre
- Einwalzzone von Wärmetauschern
- Ofen- und Kesselrohre

Wärmetauscher

Standard-Wirbelstromsonde



Wirbelstromprüfungen über die Rohrlänge eines Wärmetauschers

Prüfung von ferromagnetischen Rohren

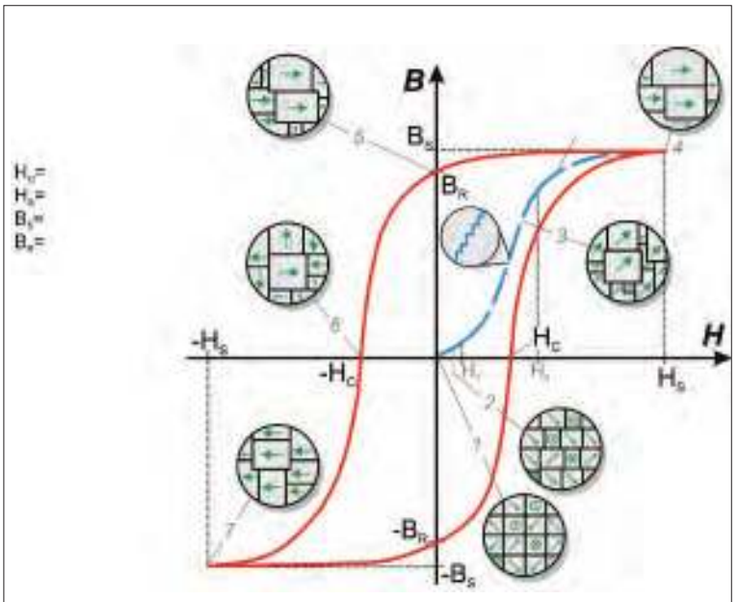
Stahl- und Eisenwerkstoffe wie auch nickelhaltige Legierungen sind im technisch relevanten Temperaturbereich, also unterhalb der Curie-Temperatur, ferromagnetisch. Das bedeutet, dass ein Festkörper nach Abschalten eines äußeren Magnetfeldes weiterhin messbare magnetische Eigenschaften, eine Restmagnetisierung oder Remanenz aufweist. Dieses Fortdauern einer Wirkung nach dem Wegfall der Ursache wird Hysterese genannt. Hysteretische Eigenschaften ferromagnetischer Werkstoffe erschweren die Wirbelstromprüfung stark. DELTA TEST verfügt hierfür über das nötige Know-how.

Die Magnetisierung eines Körpers hängt ab vom äußeren, ihn magnetisierenden Feld. Dabei unterscheiden sich in ihrem Verhalten paramagnetische Werkstoffe, wie zum Beispiel Zink und Aluminium, und ferromagnetische Werkstoffe, wie beispielsweise Eisen, Kobalt und Nickel, in ihrer Durchlässigkeit (Permeabilität) und in ihrer Reaktion nach dem Abschalten der Magnetisierung. Die Permeabilität von ferromagnetischen Werkstoffen ist bei der Rohrprüfung ein entscheidender Störfaktor, welcher zunächst auf ein möglichst geringes Maß minimiert werden muss.

Beim Paramagnetismus werden die Elementarmagnete durch ein äußeres Magnetfeld so ausgerichtet, dass ihre Ausrichtung mit der des äußeren erregenden Magnetfeldes übereinstimmt. Befindet sich der paramagnetische Stoff in einer Spule, werden die Elementarmagnete in die Richtung des äußeren Feldes verdreht. Nach dem Abschalten des äußeren Feldes kehren die Elementarmagnete wieder in ihre Ausgangsposition zurück, und der Festkörper weist nach außen keine verbleibenden magnetischen Eigenschaften auf.

Bei ferromagnetischen Werkstoffen findet ebenfalls eine fast vollständige Ausrichtung der Elementarmagnete statt, die aber teilweise irreversibel, also unumkehrbar ist. Diese Restmagnetisierung kann erst durch Anlegen eines äußeren Gegenfeldes mit einer materialabhängigen Feldstärke, der Koerzitivfeldstärke, entfernt werden. Den Kreislauf von Magnetisierung, Remanenz, Koerzitivfeldstärke und Gegenmagnetisierung zeigt anschaulich die Hysteresekurve oben.

DELTA TEST hat ein Verfahren entwickelt, mit dem die Wirbelstromprüfung auch bei ferromagnetischen Werkstoffen wie zum Beispiel Stahlrohren erfolgreich durchgeführt werden kann. Dies gelingt mithilfe der Anwendung von Vormagnetisierungsverfahren. Hierbei werden speziell entwickelte Sonden verwendet, welche die ferromagnetischen Eigenschaften – die Permeabilität – des Werkstoffes auf ein möglichst geringes und konstantes Level minimieren. Ziel ist es, die materialabhängige relative Permeabilität μr auf einen Wert nahezu 1 zu bringen. Dadurch wird erreicht, dass sich die Wirbelströme im Material ähnlich wie in paramagnetischen Werkstoffen verhalten. So ist eine Auswertung der Wirbelstromsignale durch besonders erfahrenes und geschultes Personal möglich. Darüber hinaus können durch technische Hilfsmittel wie automatische Positionsgeber spezielle Wirbelstrom-Visualisierungssoftware und intelligente automatische Signalauswertung genaue Prüfergebnisse erzielt werden, die denen der konventionellen Wirbelstromprüftechnik für paramagnetische Rohre kaum nachstehen.



Hysteresekurve

Vergleich von Methoden zur Prüfung von ferromagnetischer Wärmetauscher-Berohrung

Anwendungsbereich der Wirbelstromtechnik mit Vormagetisierung

Wirbelstromprüfverfahren mit Vormagnetisierung sind für die Detektierung von Innen- und Außenschäden bei Rohren aus ferromagnetischen Werkstoffen wie C-Stahl, Duplex oder Nickellegierungen entwickelt worden. Maßgebend hierfür sind speziell für diese Herausforderung entwickelte Prüfsonden, mit denen lokale sowie großflächige Korrosion, Risse und alle bekannten Erosionsarten ermittelt werden können und zwischen ihnen unterschieden werden kann.
Auch Schäden an oder unter gefährdeten Stützblechbereichen können festgestellt und deren Tiefe mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Gerade dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber konkurrierenden ZfP-Verfahren wie zum Beispiel der Fernfeldtechnik. Erreichbar sind Prüfgeschwindigkeiten von bis zu 70 Rohren pro Stunde (Durchschnitt: 30 bis 40 Rohre pro Stunde). Mit speziellen Rotiersonden werden auch Schäden wie Risse und Korrosion im Rohrbodenbereich aufgespürt. Die Reinigung der Rohre ist zwar notwendig, allerdings nicht von so entscheidender Bedeutung wie beispielsweise bei der IRIS-Prüfung. Lediglich magnetische und elektrisch leitende Ablagerungen müssen von der Rohrinnenseite entfernt werden – auf der gesamten Rohrlänge muss ein Sondendurchgang mit 1 mm Untermaß gewährleistet sein.

Voraussetzungen/Einschränkungen:
Mehrere gleichzeitig vorhandene Schadensarten erschweren die Interpretation der Wirbelstromsignale. Es ist daher erfahrenes Prüfpersonal notwendig. Die Schadenstiefe von Außenfehlern kann im Gegensatz zum konventionellen Wirbelstrom nur anhand von Signalamplituden ermittelt werden. Die daraus resultierende Prüfgenauigkeit kann unter Umständen (je nach Material, Rohrdimension und Schadensart) etwas unter der von konventionellen Wirbelstromtechniken liegen.

	ECT Konventioneller Wirbelstrom		ECA Konventionelles Wirbelstrom-Array		PSEC Wirbelstrom mit magnetischer Sättigung		IRIS Internal Rotating Inspection System		RFT Fernfeldtechnik		NFT Nahfeldtechnik		MFL Magnetische Streuflußprüfung	
	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.	Detektion	Quant.
Reinigung	normale Reinigung		saubere Oberfläche		normale Reinigung		kritisch		unkritisch		unkritisch		normale Reinigung	
Vorbereitung	gering		gering		gering		intensiv		gering		gering		gering	
relative Prüfgeschwindigkeit							sehr langsam							
nicht-ferromagnetisches Material					5)	5)	6)	6)						
ferromagnetisches Material														
Wandstärke < 2 mm														
Wandstärke > 2 mm < 4 mm														
Wandstärke > 4 mm														
Rippenrohre														
Unterscheidbarkeit Innen-/Außenfehler														
Innenpittings									3)	3)				
Innenrisse axial	1)	1)												
Innenrisse radial														
allgemeiner Innenabtrag/Verschleiß														
Außenpittings			2)	2)					3)	3)				
Außenrisse axial			2)	2)										
Außenrisse radial			2)	2)										
allgemeiner Außenabtrag/Verschleiß														
Fehler im Rohrbodenbereich	1)	1)												
Fehler im Stützblechbereich									4)	4)				

sehr gut
gut
limitiert
nicht geeignet

1) mit rotierender Sonde
2) limitiert durch Material und Wandstärke
3) voluminöse Fehler
4) nur wenn der Fehlertyp bekannt ist, spezielle Sonden notwendig
5) zur Analyse falls Delta-Ferrite Störsignale hervorrufen
6) nur sinnvoll,falls ECT nicht eingesetzt werden kann

Schädigungen durch Korrosion/Erosion

Korrosion

Die Schädigung von Wärmetauschern kann durch eine große Zahl von Faktoren ausgelöst werden.
Als eine der Hauptursachen für die Beschädigung – im schlimmsten Fall Leckage – eines Wärmetauschers muss die **Korrosion** angesehen werden.
Die DIN EN ISO 8044 beschreibt die Korrosion als „die Reaktion eines metallischen Werkstoffs mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffs bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion (…) führen kann“. Die Norm definiert u.a. 37 Korrosionsarten, darunter **Lochfraßkorrosion, Spannungsrisskorrosion** und **Erosionskorrosion**.
Lochfraßkorrosion entsteht vor allem bei passivierten Werkstoffen unter Vorhandensein eines Elektrolyten. Das Auftreten wird stark beeinflusst von hohen Temperaturen, niedrigem Elektrodenpotenzial des Werkstoffs sowie einem niedrigen pH-Wert des Elektrolyten, d.h. des Fluids, und einer geringen Sauerstoffkonzentration im Elektrolyt.

Für das Auftreten von **Spannungsrisskorrosion** ist die Erfüllung von drei Bedingungen notwendig: Zum einen muss der Werkstoff empfindlich gegen Spannungsrisskorrosion sein. Außerdem müssen Zugspannungen vorliegen in Form von Eigenspannungen oder extern aufgebrachten Spannungen. Darüber hinaus muss ein spezifisches Angriffsmittel vorhanden sein; dies sind bei austenitischen Stählen chloridhaltige Fluide und bei Kupfer-Zink-Legierungen u.a. Ammoniak, Amine, Nitrite oder Nitrate.

Korrosion/Erosion

- Pittingkorrosion
- Spannungsrisskorrosion
- Einlaufende Erosion
- Erosion an Einbauten und Stützblechen
- Dampf- und Nassdampferosion
- Tropfenschlagerosion

Die **Erosionskorrosion** ist nicht nur von den mechanischen Werkstoffeigenschaften abhängig, sondern auch von den Strömungsbedingungen, also Geschwindigkeit und Geometrie, sowie von eventuellen besonderen Stoffbedingungen wie z.B. gelösten Festkörperteilchen in Fluiden oder Tröpfchenbildung in Gasen, die zu abrasivem Abtrag führen können.

Erosion

Erosion oder auch Verschleiß ist per Definition der fortschreitende Verlust von Material aus der Oberfläche eines festen Körpers. Wirken auf diesen Grundkörper mechanische Kräfte ein, das heißt Kontakt- und Relativbewegungen eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers, entsteht Erosion.

Diese unerwünschte Veränderung der Oberfläche tritt unter anderem an Rohren oder Rohrleitungen auf. Verschleiß ist einer der Hauptgründe für Rohrschädigungen und Ursache für die damit verbundenen Ausfälle von Wärmetauschern und den mit ihnen zusammenhängenden Komponenten. Erosion an Rohren tritt in vielfältigen Formen auf, deren Folgen mehr oder weniger schwerwiegend sind.

Erosion an Stützblechen
Bei dieser Art der Rohrschädigung handelt es sich um eine Erosionsform, die durch an die Rohre schlagende Stütz- und Einbaubleche verursacht wird. Stützbleche halten und stabilisieren in herkömmlichen Wärmetauschern die eingebauten Rohre. Unter bestimmten Umständen, zum Beispiel wenn zwischen Bohrung und Rohr Spiel ist oder andere thermische und mechanische Einflüsse gegeben sind, können die Rohre in den Stützblechen vibrieren und durch das Anschlagen beschädigt und damit verschlissen werden. Dies führt sehr schnell zu ungewollten Leckagen, womit neben finanziellen auch Umweltschäden verbunden sein können.

Einlauferosion
Gerade die ersten Zentimeter eines Wärmetauscherrohres sind starken Erosions-Belastungen ausgesetzt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die einströmenden Medien auf den ersten Zentimetern starken Verwirbelungen und Turbulenzen ausgesetzt sind. Diese wiederum können zu gefährlichen Ausdünnungen des Einlaufbereichs führen, es entsteht Erosion.
Dampf- und Nassdampferosion
Dampferosion ist vor allem an der Außenseite von Wärmetauscherrohren, die von Dampf oder Kondensat angeströmt werden, zu finden. Je nach Bauweise des Kühlers kann es zu starken Dampfkonzentrationen an den Stützblechen oder den freien Rohrbereichen kommen, was ebenfalls zu Leckagen führt.

Erosion durch Ablagerungen und Fremdeinschlüsse in Rohren
Setzen sich Ablagerungen oder Fremdkörper in einem Rohr fest, werden diese von dem einströmenden Medium umspült. Dadurch kommt es zu Verwirbelungen und Turbulenzen direkt hinter der den freien Fluss blockierenden Stelle. In Zusammenhang mit Wasser oder abrasiven Teilchen kann sich hier dann starker Verschleiß entwickeln.

Tropfenschlagerosion
Die Tropfenschlagerosion tritt besonders an Kraftwerkskondensatoren auf. Dabei bilden sich durch die Kondensation mikroskopisch kleine Wasserdampftröpfchen, die mit einer enorm hohen Geschwindigkeit und Energie auf die äußere Oberfläche von Rohren auftreffen. Diese Energie der Tröpfchen kann unter Umständen so hoch sein, dass die Rohroberfläche mit winzig kleinen Einschüssen bis hin zur Leckage beschädigt wird.

Anwendungen von Rohrprüfungen

Kondensatorrohre

Kondensatoren werden in Kraftwerken, in chemischen Anlagen sowie auch in diversen anderen Industrieanlagen eingesetzt. Die dort meist vorhandenen paramagnetischen Rohre aus Messing, Kupfernickel, Edelstahl oder Titan werden hocheffizient mittels Wirbelstrom geprüft (bis zu 700 Rohre pro Schicht/Team). Die Genauigkeit der Prüfergebnisse liegt bei ± 10 %. Zusätzlich kann die in Kraftwerken vorkommende Tropfenschlagerosion mit einer Nachweisgrenze von ca. 0,2 mm Fehlerdurchmesser durch hochsensible Sonden erkannt werden.

Luftkühlerrohre

Luftkühler sind in nahezu allen chemischen Anlagen zu finden. Wo andere Prüfverfahren wie IRIS oder Fernfeld (RFT) an der Prüfung berippter Kühlrohre scheitern, kann DELTA TEST Prüfungsaufgaben kompetent durchführen. Der Vorteil dieser Prüfmethode besteht darin, dass die Vorkammer des Luftkühlers für eine Prüfung nicht demontiert werden muss. Sehr genaue Prüfergebnisse werden bei Messungen von C-Stahl-Rohren erzielt, da die Kühlrippen keine Prüfbeeinträchtigung darstellen.

Luftkühlerrohr

Hochdruckrohre

DELTA TEST hat speziell für Hochdruckrohre – Edelstahlrohre mit Wandstärken über 5 mm – ein Prüfsystem zur lückenlosen Kontrolle realisiert. Dabei werden in einem Arbeitsdurchgang Risse und Materialinhomogenitäten von der Innen- und Außenoberfläche des Rohres detektiert und positionsgenau per C-Scan dokumentiert. Hierfür steht in unserem Labor eine anpassbare und mobile Prüfeinrichtung zur Verfügung.

Rohrbögen und U-Rohrwärmetauscher

Die von DELTA TEST entwickelten Sondensysteme ermöglichen den Schadensnachweis an schwer zugänglichen Bogenbereichen.
Hierbei kommen sowohl rotierende als auch integrale Sonden an einem flexiblen Führungssystem zum Einsatz. Das Sondensystem ist in der Lage, mehrere Rohrbögen zu durchfahren und Veränderungen des Rohrinnendurchmessers (Swaging) zu überwinden. Dies ist mit anderen ZfP-Verfahren nur sehr schwer zu realisieren.
Die Prüfung von U-Rohr-Wärmetauschern ist aufgrund der unterschiedlich stark gekrümmten Bogenbereiche sehr schwierig. Die Krümmung lässt den Einsatz von Standardsensoren nicht zu, sondern verlangt nach speziell an diese Aufgabe angepassten flexiblen Sensoren. Außerdem können U-Rohr-Kühler in ihrem Mantel verbleiben, sodass deutlich geringere Kosten für die Demontage anfallen.

Rohr-Einwalzbereiche

Die Prüfung von Rohrenden im Einwalz- oder Rohrbodenbereich stellt für die integralen Standard-Wirbelstromsonden ein großes Problem dar. Eigens für diese Herausforderung hat DELTA TEST ein rotierendes Sondensystem entwickelt. Denn damit sind wir in der Lage, sowohl paramagnetische als auch ferromagnetische Rohre im Bereich des Rohrbodens auf Risse, Korrosion oder andere Inhomogenitäten zu prüfen. Die Prüfung der Rohrenden ist sehr effizient, wobei bis zu 2500 Rohrenden pro Schicht/Team geprüft, ausgewertet und dokumentiert werden können. Dieses Rotiersondensystem steht natürlich auch für die Prüfung der gesamten Rohrlänge zur Verfügung, auch für gebogene Rohre.

Rohrboden

Wirbelstromrotiersonde

Flossenrohre

Sonde für Kesselrohrprüfung

Kessel- und Ofenrohre

Infolge eines schwerwiegenden Dampfkesselzerknalls im Oktober 1994 in Bonn, bei dem sechs Todesopfer zu beklagen waren, wurden von den zuständigen Landesbehörden außerordentliche Prüfungen an Kesselrohren gefordert.

Danach sollten mindestens alle Steigrohre bis inklusive der ersten Bögen einer visuellen Innenprüfung – ergänzt durch Endoskopie – unterzogen werden. Zusätzlich sollte an 20 % der Bögen eine Durchstrahlungsprüfung vorgenommen werden. Wegen der meistens vorhandenen Beläge (Schutzschicht, Kalkablagerungen etc.) konnte bei der Endoskopie nicht immer die geforderte Erkennbarkeit des für den Bonner Unfall typischen Schadensbildes – längsorientierte dehnungsinduzierte Risskorrosion – erreicht werden. Auch die Durchstrahlungsprüfung sowie die Ultraschallprüfung waren wegen erschwerter örtlicher Zugänglichkeit nicht immer in ausreichendem Umfang durchführbar. Ein Nachteil dieser Prüfverfahren ist, dass die Isolierung entfernt werden muss, damit die Prüfung ordnungsgemäß durchgeführt werden kann, und dass die resultierenden Messwerte nicht die erforderliche Auflösung erbringen.

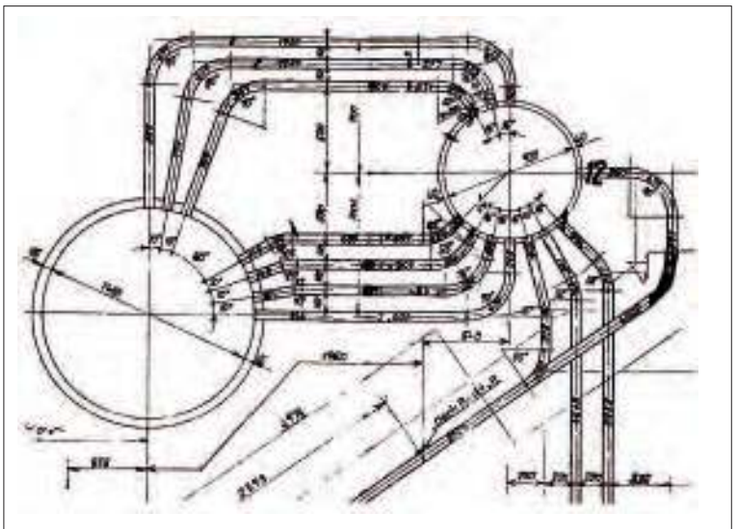
Kesselrohrprüfung

Die Ultraschallprüfung (z.B. mit dem IRIS-System) setzt voraus, dass das IRIS-System genau zentriert in das Rohr eingesetzt und dass das zu prüfende Rohr komplett mit Wasser gefüllt wird, um eine genaue Ankoppelung zu gewährleisten. Diese Bedingungen können besonders in gebogenen Abschnitten nicht erfüllt werden.

Aus den genannten Gründen hat DELTA TEST in Zusammenarbeit mit dem TÜV Süddeutschland ein Innenprüfsystem, basierend auf dem Wirbelstromverfahren, entwickelt und bereits bei weit über 10.000 Rohren erfolgreich eingesetzt.

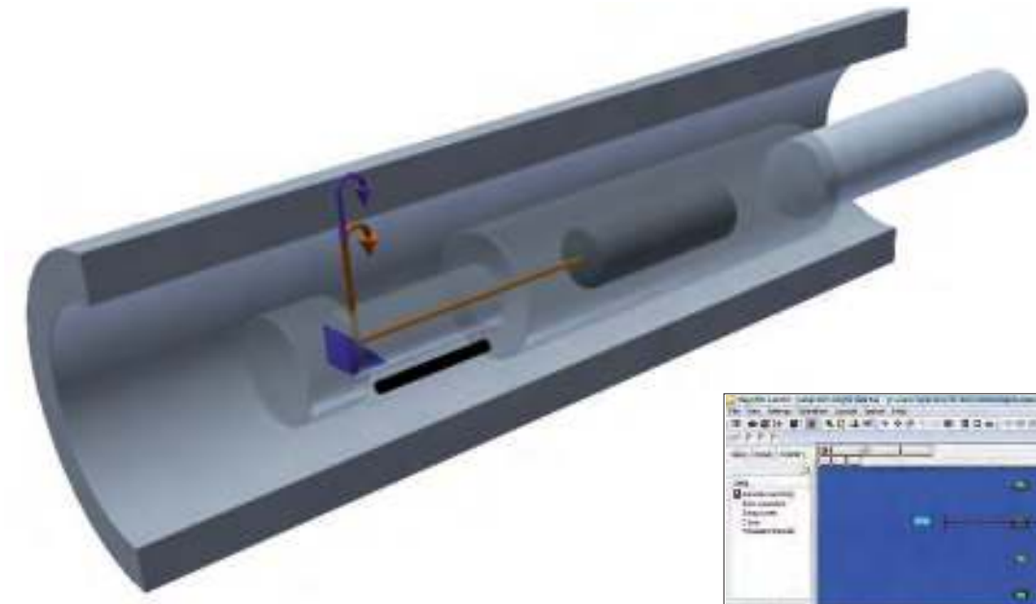
Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine Wirbelstromrotiersondentechnik, die lückenlos die Innenoberfläche der Rohre bis zu einer Einfahrtiefe von ca. 20 m abtastet. Dabei werden die ersten beiden Rohrbögen vollständig erfasst. Auch Veränderungen des Rohrinnendurchmessers (Swaging) können durch unsere flexiblen Sondensysteme durchfahren werden. Normale fest haftende Schutzschichten stören die Prüfung nicht. Nur grob inhomogene Ablagerungen müssen ggf. vor der Prüfung mittels Wasserstrahlverfahren entfernt werden. Die Wirbelstromsonde wurde speziell für den nachzuweisenden Fehlertyp ausgelegt, es können somit längsorientierte rissartige Fehler ab einer Fehlertiefe von ca. 0,5 mm sicher erkannt werden. Zusätzlich werden auch kleine Korrosionsnarben detektiert. Die bisherigen Ergebnisse der Prüfungen an über 10.000 Rohren bestätigen die hervorragende Nachweisempfindlichkeit und gute Interpretierbarkeit des Wirbelstromrotiersondenverfahrens. Wir halten deshalb das Wirbelstromverfahren für geeignet, die Bewertungssicherheit über die Integrität der Kesselrohre wesentlich zu erhöhen.

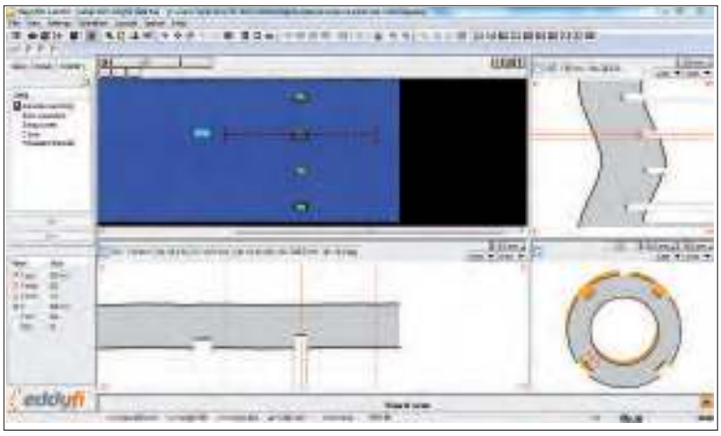
Das Sondensystem besteht aus einer Anzahl von Zentrierelementen auf einem flexiblen Schlauch und dem Rotiersensor selbst. Diese Zentrierelemente weisen ein System bei der automatischen Selbstpositionierung auf der zu prüfenden Oberfläche auf. Während der Prüfung werden die erfassten Daten mit den Daten der Kalibrierungskörper verglichen. Die Ergebnisse der Analyse werden sowohl in Tabellenform als auch in der DELTA TEST-Dokumentationssoftware gespeichert.



Technisches Schaubild eines typischen Prüfobjekts

Alternative Rohrprüfungsmethoden





IRIS – Internal Rotating Inspection System

IRIS ist eine auf Ultraschall basierende Technologie zur Prüfung ferritischer und nicht-ferritischer Rohre. Selbst elektrisch nicht leitende Materialien wie z. B. Kunststoff lassen sich mit dieser Technik prüfen. Mit IRIS wird die absolute verbleibende Wanddicke der Rohe über die gesamte Rohrlänge präzise gemessen. IRIS ist genauer als andere Rohrprüfmethoden und hat den Vorteil, die Fehlergeometrie sichtbar zu machen. Lokale Unregelmäßigkeiten und Wandstärkenveränderungen können sowohl von der Rohrinnen- als auch von der Rohraußenseite sehr genau gemessen werden. Schäden unter Stützblechen können ohne Einschränkungen detektiert werden. Der Arbeitsbereich des IRIS-Systems erstreckt sich über eine große Spanne von Rohrabmessungen. So sind Rohrinnendurchmesser von 14,5 – 76,0 mm (0,57“ – 3,00“) und Wandstärken von 1,25 – 8,00 mm (0,06“ – 0,31“) ohne Weiteres prüfbar.

Anwendungsgebiete
IRIS wird hauptsächlich als Analyseverfahren in Kombination mit weiteren Prüfmethoden wie Wirbelstrom verwendet. Aufgrund der geringen Prüfgeschwindigkeit von ca. 6 - 12 Rohren pro Stunde ist es sinnvoll, lediglich wenige, ausgewählte Rohre zu prüfen, um andere zfp-Prüftechniken zu validieren. Weiterhin ist IRIS die einzig anwendbare Technik, um Fehlstellen im Bereich der Rohrböden von C-Stahl-Wärmetauschern (z. B. Luftkühler) zu detektieren.

Theorie
Der IRIS-Sensor (Prüfkopf) besteht im wesentlichen aus einer Zentriereinheit, einem Ultraschall-Transduktor und einem rotierenden Spiegelprisma. Ein Ultraschall-Impuls wird im axial angebrachten Signalgeber erzeugt und über einen auf 45° angeordneten, rotierenden Spiegel in Richtung Rohrinnenwand geleitet. Als nächstes findet eine Reflexion (Echo) an der Rohrinnenwand und weiter an der Rohraußenwand statt. Diese Echos werden über den rotierenden Spiegel an das System zurück reflektiert und weiterverarbeitet. Die Laufzeit zwischen den beiden Echos entspricht der verbleibenden Restwandstärke des Rohres. Die bekannte Schallgeschwindigkeit im zu untersuchenden Material ermöglicht die präzise Berechnung der verbleibenden Rohrwandstärke. Um das Spiegelprisma in Rotation zu versetzen sowie zur Kopplung des Ultraschalls wird gefiltertes Wasser verwendet.
Ein Referenzrohr mit gleichen Materialeigenschaften wie Dimension und Schallgeschwindigkeit wird benötigt, um das System für die Prüfung zu kalibrieren. Nach der Prüfung wird dem Kunden ein detaillierter „On-Site-Report“ mit dem Zustand jedes geprüften Rohres zur Verfügung gestellt.

Einschränkungen
IRIS eignet sich nicht, um kleine Pittings oder Risse in Rohren festzustellen. Weiterhin ist IRIS kaum oder nur sehr schwer in beengten Räumen anwendbar. Gebogene Rohre (U-Rohre, Rohrbögen) können nicht geprüft werden, da das System zu jeder Zeit zentriert geführt werden muss. Die zu prüfenden Rohre müssen einwandfrei gereinigt (metallisch blank) sein, um adäquate Messergebnisse erzielen zu können.

Videoskopie / Leckage

Videoskopie / Reinigungszustand

Videoskopie von Rohren

Unter der visuellen Inspektion (VT = visual testing) versteht man die optisch-visuelle Überprüfung eines Produkts (z. B. Rohr, Behälter, Schweißnaht) durch qualifizierte und nach ISO 9712 zertifizierte Inspektoren. Die Art der visuellen Überprüfung kann je nach Kundenanforderung definiert und angepasst werden. Zum Beispiel kann eine Inspektion nach bestimmten Kriterien durchgeführt werden, um Inhomogenitäten wie Korrosion, Risse und Leckagen aufzuspüren oder auch den Reinigungszustand festzustellen.

Die visuelle Inspektion ist eines der wichtigsten Instrumente für die Ursachenanalyse von Fehlern und Defekten. Sie wird genutzt, um die Lage und Geometrie von Fehlern festzustellen und einen Eindruck vom Schadensmechanismus zu bekommen.

Die visuelle Inspektion bietet hervorragende Möglichkeiten, um mit anderen ZfP-Methoden wie Wirbelstrom oder Ultraschall zuvor festgestellte Schäden und Indikationen mit aussagekräftigen Bildern zu bestätigen.

Aufgrund der Tatsache, dass integrale ZfP-Methoden wie die Wirbelstromprüfung oder IRIS deutlich sinnvoller für eine umfassende Prüfung sind, wird die visuelle Inspektion nur zur Verifikation von Indikationen und Defekten oder zur Reinigungskontrolle herangezogen.

Die Anwendung der visuellen Inspektion macht es möglich, Rohre oder andere Komponenten zu überprüfen, wo konventionelle Methoden keine brauchbaren Ergebnisse liefern können.

Mit Hilfe modernster Videotechnik in Verbindung mit qualifiziertem und nach ISO 9712 zertifiziertem Personal garantiert DELTA TEST seinen Kunden eine kompetente visuelle Inspektion, Fehleranalyse und Dokumentation.

Videosonde

Videoeinheit

Leckagetest von Rohren

Da keine der bevorzugten Prüfmethoden zur Untersuchung von Rohren Leckagen nachweisen kann, hat DELTA TEST ein spezielles System entwickelt, welches durch „Abdrücken" der Rohre kleinste Leckagen mit sehr großer Genauigkeit nachweisen bzw. ausschließen kann.
Die Rohre werden bei diesem Verfahren durch Schnellverschlussstopfen an beiden Rohrenden abgedichtet und anschließend mit ca. 1900 mbar (Luft) abgedrückt.
Die von DELTA TEST entwickelten Stopfen dichten das zu prüfende Rohr zu 100 % sicher ab und haben eine Widerstandskraft bis zu einem Überdruck von ca. 6 bar. An der Prüfseite des Systems ist eine hochsensible digitale Messuhr angebracht, welche im Fall einer Leckage einen Druckabfall im Millibar-Bereich unverzüglich wahrnehmen kann. In wenigen Sekunden wird nun das zu prüfende Rohr mit Luft im Überdruck von max. 1,9 bar befülllt („abgedrückt"). Wenn das Rohr eine Leckage aufweist, wird unmittelbar ein Druckabfall feststellbar sein. Andernfalls bleibt der angelegte Luftdruck durch Ventile im Prüfsystem konstant. Aufgrund der extrem schnellen Ansprechzeit dieses Systems können Prüfgeschwindigkeiten von über 100 Rohren pro Stunde erreicht werden.

DELTA TEST verwendet ebenfalls Vakuumtest-Geräte zur Detektion von Leckagen in Rohren. Im Vergleich zum „Abdrücken" mit Überdruck ist die Verwendung dieses Dichtheitsprüfgeräts deutlich sicherer. Bei der Verwendung einer Vakuum-Pistole wird innerhalb von Sekunden ein Vakuum von ca. - 0,9 bar erzeugt. Bei Verwendung des Vakuum-Testers kann die Dichtheitsprüfung etwas schneller durchgeführt werden als mit dem Überdruck-Modell. In Abhängigkeit vom inneren Rohrvolumen und der Leckrate (Empfindlichkeit) können bis zu 120 Rohre pro Stunde getestet werden. Das System kann sehr einfach angewandt werden und erfordert keine speziellen Vorbereitungen. Für die Verwendung des Systems wird lediglich ein Luftanschluss mit 4 - 6 bar Systemdruck benötigt.

DELTA TEST – Wir machen Oberflächenrisse sichtbar.

Die zerstörungsfreie Prüfung auf Oberflächenrisse ist gerade in hoch belasteten Bereichen erforderlich. Dazu gehören Oberflächenrissprüfungen (OFR) unter anderem an Rohrleitungen, Kesseln, Reaktoren und Turbinenschaufeln im Sekundär- und Primärbereich von Kernkraftwerken, Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) sowie allen anderen Industrieanlagen.

DELTA TEST ist in diesem schwierigen Bereich in der Lage, selbst kleinste Fehler an unzugänglichen Prüfstellen zuverlässig nachzuweisen und aussagekräftig zu dokumentieren. Zusätzlich zum Einsatz modernster Wirbelstromtechnik setzen wir dabei spezielle, hochauflösende Sensorsysteme ein.

Vertrauen Sie DELTA TEST, wenn es um sichere Oberflächen geht. »

Turbine

Anwendungen:

- Prüfung von
  - Turbinenschaufeln
  - Schweißnähten
  - Dichtflächen
  - Oberflächen und Behältern
  - "Weldolets" und heißen Oberflächen
  - Kugellagern
  - Bremsscheiben
  - Schienen und Radreifen
- Wirbelstrom-Array-Technik

Turbinenschaufeln

DELTA TEST ist seit vielen Jahren mit der Prüfung von Turbinenschaufeln in Kraftwerken oder Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) vertraut. Die zerstörungsfreie Prüfung von Turbinenschaufeln ist insbesondere in den hoch belasteten Bereichen kleiner Querschnitte, also an den Kanten, erforderlich. Durch die Einbringung von notwendigen Kühlungssystemen wird das tragfähige Volumen nochmals reduziert, sodass die Belastungen und die Anrisswahrscheinlichkeit weiter ansteigen können. Während die großen Schaufelflächen problemlos mit den herkömmlichen Wirbelstromprüfsystemen der Oberflächenrissprüfung inspiziert werden können, sind für die hoch belasteten Kanten besondere Sensorsysteme unverzichtbar.

Mithilfe von speziellen Wirbelstromsensoren werden die Kanten der Turbinenschaufeln im eingebauten Zustand auf Anrisse geprüft und die Risstiefen der gefundenen Fehlstellen bestimmt. Die Dokumentation kann in einfacher Listenform mit Gut-Schlecht-Kategorisierung oder durch grafische Darstellung erfolgen.

Schweißnähte

Schweißnähte stellen eine künstliche feste Verbindung zwischen zwei Bauteilen dar.
Aufgrund von vielfältigen Spannungen und komplexen Belastungsvorgängen ist der Bereich von Schweißnähten besonders gefährdet, Risse zu entwickeln und Bauteile versagen zu lassen.

Sowohl beschliffene als auch unbeschliffene Schweißnähte können mithilfe der an die Oberflächengeometrie angepassten Wirbelstromsonden geprüft werden. Wandstärken bis zu 20 mm (materialabhängig) und Risstiefen ab 0,1 mm können mit geeigneten Prüfsystemen zuverlässig detektiert werden.

Schweißverbindungen aus C-Stahl, Edelstahl sowie Inoxyda wurden durch DELTA TEST bereits erfolgreich geprüft. Selbst Heißprüfungen bis 600 °C können mit unserem Prüfsystem und einer entsprechenden persönlichen Schutzausrüstung (PSA) realisiert werden.

Dichtflächen

Die Prüfung von Flanschdichtflächen auf Risse und die Bestimmung der Risstiefe gehören ebenfalls zum Dienstleistungsumfang von DELTA TEST. Für die Prüfdurchführung ist es unerlässlich, das Sondensystem planparallel zur Prüfoberfläche und in einem stets gleichen Abstand zu führen. Hierbei werden Flanschdurchmesser im Bereich von DN 50 mm bis DN 750 mm, deren Orientierung und Lage beliebig sein kann, untersucht. Diese Vielfalt an Aufgaben wurde durch die Kombination eines Sondenhalterungs- und Führungsprinizps mit einer sehr effektiven Sensorführung gelöst – mittels der Überlagerung von translatorischer und rotatorischer Bewegung des Sensors wird die Detektion beliebig orientierter Fehler sichergestellt.

Kugellager

Bauteile der Automobilindustrie unterliegen höchsten Qualitätsansprüchen. Hier hat DELTA TEST hochsensible, problembezogene Prüftechniken entwickelt um kleinste Materialinhomogenitäten bereits vor der Produktion zu entdecken.

Wir prüfen Kugellager (Werkstoff 100Cr6) im Bereich der Stirn- und Laufflächen auf Rissfreiheit. Registrierschwelle für Risse = 50µm.

Bremsscheiben

Ein weiterer Bereich der zerstörungsfreien Prüfung in der Automobilindustrie ist die Prüfung von sicherheitskritischen Bauteilen.

DELTA TEST hat seit 2012 ein Verfahren zur effizienten Prüfung von C-Stahl Bremsscheiben auf verdeckte Fehler im Portfolio.

Heißprüfung mit spezieller PSA

Heißprüfungen/Weldoletprüfungen

Als „Weldolets“ werden Stumpfnahtverbindungen bezeichnet, die der Minimierung von Spannungsspitzen wie auch der integralen Verstärkung dienen.
Die ferritischen Schweißnähte werden auf Risse von außen geprüft, wobei die oftmals hohe Betriebstemperatur von bis zu 540 °C eine besondere Herausforderung an das Prüfsystem und die Inspektoren darstellt.

Für die Durchführung der Prüfung wurde von DELTA TEST ein einfaches und robustes System entwickelt, das als Sondenführung dient und eine 3-Achsen-Positionsverfolgung ermöglicht. Die Positionsdaten und die Wirbelstromprüfdaten werden dem System zugeführt und dort als C-Scan verarbeitet.

Der entscheidende Vorteil ist, dass diese Prüfung während des Anlagenbetriebs möglich ist. Abkühl- und Anfahrphasen können vermieden werden und die Prüfung ist unabhängig von Stillstandsphasen.

Manipulator zur Prüfung von heißen Rohrleitungen

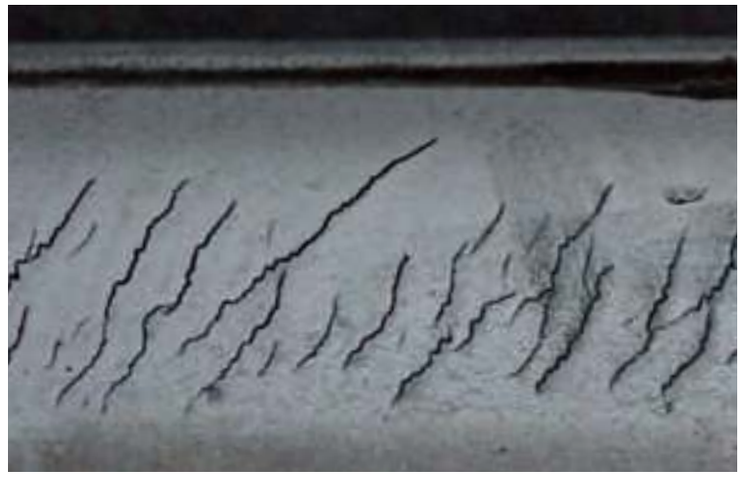
Dieser Manipulator wurde zur Prüfung von bis zu 515° Celsius heißen Oberflächen von gebogenen Rohrleitungen mit einem Durchmesser von 6 – 8 Zoll entwickelt. Er kann für austenitische sowie ferritische Werkstoffe verwendet werden. Oberflächennahe Fehler sowie Fehler unter der Oberfläche (nur bei austenitischem Werkstoff) können innerhalb des Basismaterials sowie innerhalb der Schweißnaht detektiert werden.

Schienenprüfung

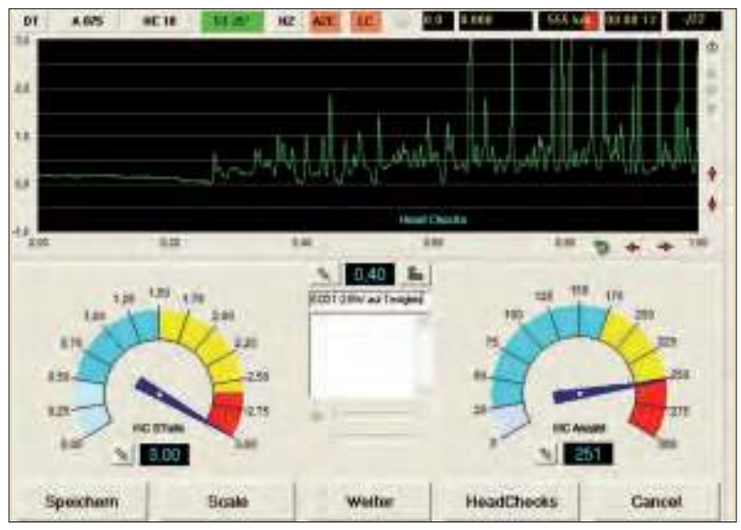
Aufgabenstellung
Eisenbahnschienen müssen im Betrieb den unterschiedlichsten Ansprüchen gerecht werden. Der Fahrgast erwartet einen sicheren, leisen, komfortablen und preisgünstigen Transport. Um den Kostenrahmen niedrig zu halten, ist der Betreiber auf geringe Lebenszykluskosten und lange Liegedauer der Schienen angewiesen.
Außerdem sollte der Instandhaltungsaufwand für den Fahrweg möglichst gering bleiben. Die Lebensdauer der Schiene wird jedoch aufgrund von Rissbildung und Materialermüdung signifikant verkürzt. Mit Einführung der neuen Richtlinie 821.2007 im Jahr 2007 sind Wirbelstromprüfungen zur Detektion von kritischen Oberflächenfehlern (Head Checks, Squats etc.) zwingend vorgeschrieben.

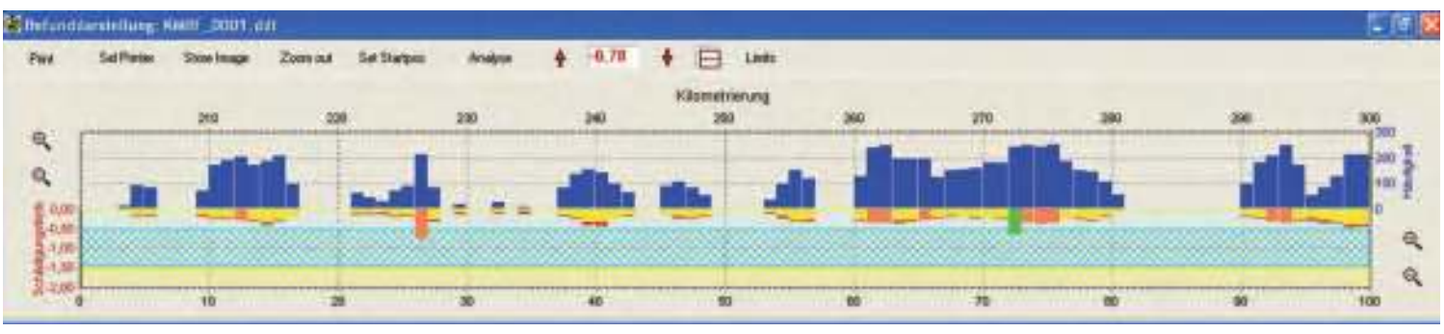
Lösungsansatz
Das Wirbelstromprüfverfahren ist eine sinnvolle Ergänzung zu der bewährten Ultraschallprüfung. Die Wirbelstromprüfung ist in der Lage, den Oberflächenbereich der Schiene zu prüfen. Der Ultraschall hat in diesem Bereich – physikalisch bedingt – keine Möglichkeit, Oberflächenfehler nachzuweisen. Genau betrachtet handelt es sich um den Oberflächenbereich bis ca. 2,7 mm Tiefe, sowohl auf der Lauffläche und an der Fahrkante, der als „Tote Zone" im Ultraschall gilt und als sehr kritisch für Oberflächenfehler wie Head Checks, Squats und Belgrospis angesehen wird.

Verwendete Prüftechnik
Mit eigenen Messdraisinen der Firma PLR (WPG II) ist DELTA TEST in der Lage, auf freier Strecke und in Weichen, diese oberflächennahen Fehler in gefährdeten Bereichen zu ermitteln und zu dokumentieren.
Head Checks werden in Anzahl und Tiefe auf 1 m-Bereiche in 100 m langen Auswertestrecken zerlegt über Weg- bzw. Tachometeranzeigen graphisch dargestellt. Ein GPS Empfänger ermöglicht die Zuordnung zu genauen Ortsangaben. Die Auswertesoftware bietet die Möglichkeit, die Daten on- oder offline zu beurteilen. Durch Verschleiß- und Nulllinienausgleich können unterschiedlichste Schienentypen sicher bewertet werden – egal ob neuwertig oder bereits betriebsbeansprucht. Ein Höchstmaß an Mobilität gewährleistet der Akkubetrieb sowie die einfache Handhabung der aus Aluminium und CFK gefertigten Prüfausstattung (Draisine).



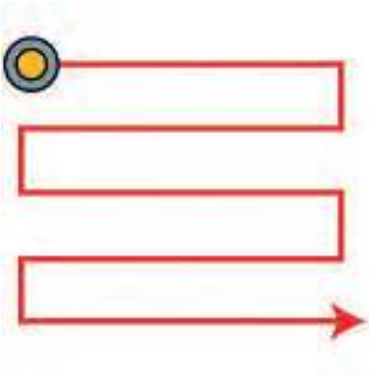
Aufgebrochener Fehler im Schienenquerschnitt



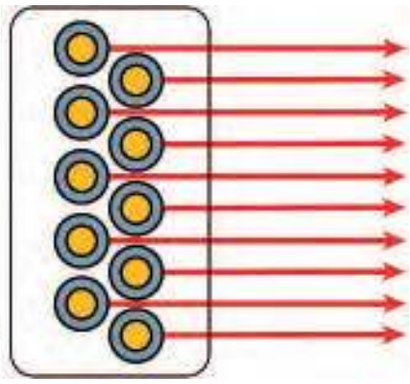


Wirbelstrom-Array-Technik (ECA)

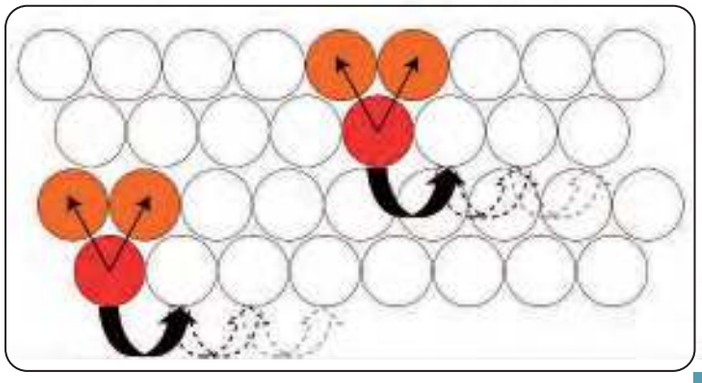
Die Wirbelstrom-Array-Technik (ECA) ist eine Weiterentwicklung der konventionellen Wirbelstromprüfung und baut auf den gleichen elektromagnetischen/induktiven Grundprinzipien des Wirbelstroms auf. Das Wort "Array" (übersetzt: "Reihe / Matrix") bedeutet, dass im Gegensatz zu einer Einzelspule viele nebeneinander liegende Wirbelstromspulen eine zusammenhängende Sonden-Einheit bilden. Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass Array-Sonden eine wesentlich größere Wirkbreite besitzen als Sonden mit Einzelspulen, woraus sich ein schnelleres und für den Kunden wirtschaftlicheres Abtasten der zu prüfenden Oberfläche ergibt.



Konventioneller Wirbelstrom vs.



Array-Technik



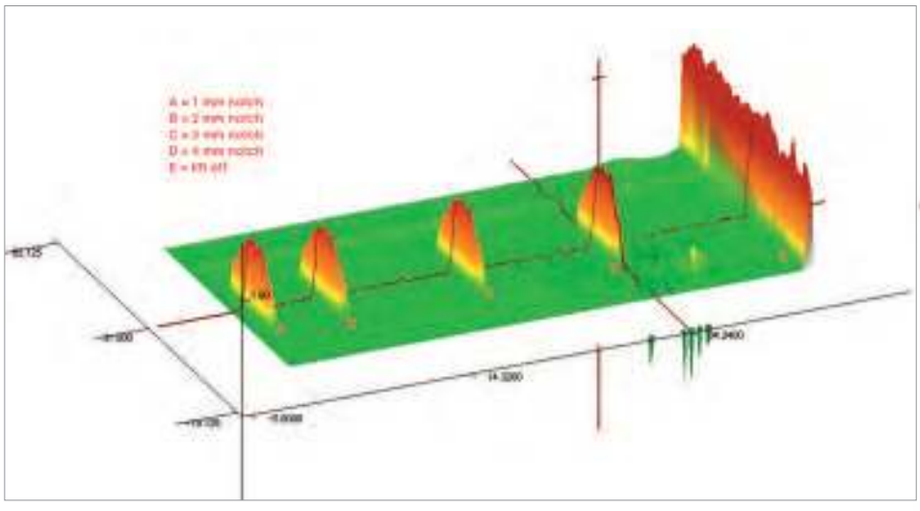
Array-Technik S/E-Verschaltungs-Modus

Bei der Wirbelstrom-Array-Technik werden mithilfe eines Multiplexers (MUX) die einzelnen Spulenelemente der Sonde nach einem festgelegten Schema sequenziell angeregt. Dieser Vorgang (Multiplexen) verhindert die gegenseitige Induktion zwischen nebeneinander liegenden Spulen, wodurch Störeffekte minimiert werden.

Ein weiterer Vorteil der ECA-Technik ist, dass jedes Spulenelement dazu in der Lage ist, Wirbelströme sowohl zu senden als auch zu empfangen (Sender/Empfänger Schaltung). Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Verschaltungs-Modi zwischen Sendern und Empfängern realisieren, um Materialtrennungen sowie Korrosion unabhängig von ihrer Orientierung detektieren zu können. Die Daten-Akquisition erfolgt unter Anwendung von Positions-Encodern. Dadurch wird eine hohe Reproduzierbarkeit der Prüfung erreicht, wobei gleichzeitig das Risiko ungeprüfter Bereiche reduziert wird. Eine lückenlose 2D oder 3D C-Scan-Dokumentation der geprüften Bereiche ist ein weiteres Merkmal der ECA-Technik.

Vorteile der Wirbelstrom-Array-Technik

- Hohe Prüfgeschwindigkeit
- Hohe Prüffeldabdeckung und somit hohe Prüfzuverlässigkeit durch hohe Sondenwirkbreite
- Fehlerorientierungsunabhängig durch intelligente Schaltung
- Array-Sonden können an komplexe Geometrien angepasst werden
- Prüfung ohne mechanische Bewegung möglich
- Verschiedene Prüfungen in nur einem Prüfdurchgang möglich
- Aussagekräftige 2D und 3D C-Scan-Bilder zur lückenlosen Dokumentation der geprüften Bereiche
- Sehr gute Reproduzierbarkeit
- Encoder-gestützte Datenaufnahme



DELTA TEST –
Wir finden eine Lösung für Ihr Prüfproblem.

Besondere Aufgaben erfordern besondere Lösungen. Deshalb ist DELTA TEST auf dem Gebiet der Sonderprüfungen Ihr kompetenter Partner, der Ihren individuellen Anforderungen mit zuverlässigen Lösungen entgegenkommt.

Mithilfe von modernstem technischem Equipment können wir alle vorgeschriebenen und gewünschten Prüfungen an speziellen Bauteilen vornehmen – von der Zylinderbohrung bis zur Schraubverbindung.

Dafür nutzen wir zum Beispiel kabelgebundene Molche, die exakt steuer- und positionierbar sind und mit unterschiedlichsten Werkzeug- und Prüfköpfen eingesetzt werden können.

So können Sie sicher sein, dass wir für jedes Ihrer Bauteile eine optimale Prüfung finden. >>

Crawler / Molchsysteme zur Innenrohrprüfung

Das Molchsystem dient zur halbautomatischen mechanisierten Prüfung von Rohrinnen- und -außenflächen in Rohrleitungen – in Abhängigkeit von Material und Wandstärke. Es gewährleistet die Sicherheit durch Früherkennung von Rohrleitungsfehlern wie Fehlern an beschliffenen Schweißnähten und angrenzenden Wärmeeinflusszonen sowie Fehlern im Grundwerkstoff (Korrosion, Erosion, Risse und Ablagerungen). Dank der kompakten Bauweise ist das Durchfahren und die Inspektion von Rohrleitungen mit maximal 4 Bögen möglich. In den geraden Abschnitten beträgt die maximale Reichweite 70 Meter.

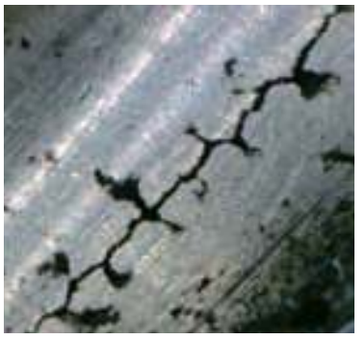
Der Manipulator (Molch) wird in das Prüfobjekt über vorhandene Öffnungen eingesetzt und mit 6 Achsen über Druckluft im Rohrinneren festgespannt. Jede Achse verfügt über einen eigenen Antrieb, die es dem Molch ermöglicht, sich im Rohr in axialer Richtung zu bewegen.

Eigenschaften

- Verfügbarer Durchmesserbereich: DN80 – DN500
- für austenitische und ferritische Rohrwerkstoffe
- Einbringung z.B. an Ventilen oder Anschlüssen
- kann durch Encoder exakt positioniert werden
- kann auch über Abzweigungen hinweg bewegt werden
- erlaubt die Montage und den Betrieb verschiedener Werkzeuge und Prüfmittel:
  - Schleifwerkzeug
  - Säubern und Absaugen interne visuelle Inspektion/ Videoskopie
  - Wirbelstromprüfung

Eigenschaften eines Wirbelstromprüfsystems

- die Sensoraufnahme ist modular gestaltet und leicht montierbar und damit universell in Molchsystemen einsetzbar
- automatischer Rückzug der (Prüf-)Werkzeuge bei Energieausfall
- Ovalitäten der Rohrinnenseitenoberfläche werden durch ein automatisches Nachführsystem ausgeglichen
- Fehler können ab einer Tiefe von 1 mm unabhängig von ihrer Orientierung detektiert werden
- sehr gute Signaltrennung von Oberflächeneffekten (Störsignale) und Fehlersignalen
- Prüffläche = 100% der Rohrinnenseitenoberfläche
- Exakte Positionier- und Reproduzierbarkeit durch Positions-Encoder
- zusätzliche Einbindung eines Videosystems am Molch
- regelbare Beleuchtung für Orientierungskamera / visuelle Prüfung.



Chemical-Injection-Line (CIL)-Prüfung

Die Prüfung von Chemical-Injection-Lines (CIL) mit Wirbelstrom dient der Absicherung gegen Riefen, Risse und mechanische Beschädigungen während der Halbzeug- und Endfertigung und wird von DELTA TEST bereits seit mehr als zehn Jahren erfolgreich durchgeführt.
Die Prüfvorrichtung ist dahingehend konzipiert, dass die Leitung während des Auf- oder Abwickelvorgangs als Initial- oder Wartungsprüfung ohne Behinderung des normalen Arbeitsflusses untersucht werden kann. Dazu wird die Prüfung mit mehreren Sensoren sowie Wegaufnehmern ausgeführt, damit auch nachträglich die Position von Defekten ermittelt werden kann.

DELTA TEST stellt ein Sondensystem mit starken, austauschbaren Außenspulen zur Prüfung von sog. „Coil Tubings“ zur Verfügung, die hauptsächlich in der Öl- und Gasindustrie verwendet werden. Coil Tubings haben ein ähnliches Design wie Chemical-Injection-Lines, jedoch einen größeren Durchmesser. Unser Sondensystem ist nutzbar für einen Durchmesserbereich von 19,05 – 50,8 mm (3/4“ – 2“).

Antriebswellen, Achswellen, Hohlwellen

Die Prüfung von Hohlwellen (z.B. für Hubschrauberantriebe) wird durch den Einsatz von Rotations-Manipulatoren durchgeführt. Dabei können gerade Halbzeuge – Wellen und Rohre – vollautomatisch durch zwei getrennt voneinander navigierbare Sondensysteme auf Innen- und Außenfehler lückenlos geprüft werden.

Beide Systeme erlauben die Erzeugung von C-Scans der gesamten geprüften Fläche. Prüfgegenstände bis zu 3 m Länge können geprüft werden. Die Prüfvorrichtung ist universell ausgelegt, sodass bei geringem Adaptionsaufwand ähnliche Prüfobjekte geprüft werden können.

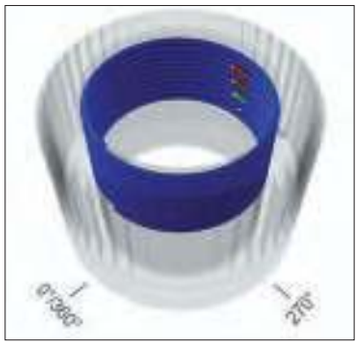
Bolzenmanipulator im Labor

Reaktordruckbehälter (RDB)-Schraubverbindungen

Aufgrund von behördlichen Richtlinien in Kernkraftanlagen (KTA 32014) ist die wiederkehrende Prüfung von bestimmten Komponenten, z.B. Schraubverbindungen am Reaktordruckbehälter (RDB), vorgeschrieben.
Dazu gehören die Bolzen, deren Schaft und Gewinde sowie die Muttern und das Gewindesackloch.

Wegen der erschwerten Prüfbedingungen werden vollautomatische Manipulatoren eingesetzt, welche eine qualifizierte Prüfung des Bauteils und die bildhafte Dokumentation per C-Scan ermöglichen.

Das gesamte Prüfequipment wurde von DELTA TEST entwickelt und gefertigt.



Wellrohrkompensator-Prüfung

Ein Wellrohrkompensator ist ein flexibles, zylinderförmiges Element aus dünnem Blech zum Ausgleich von Bewegungen in Rohrleitungen, die insbesondere durch Vibrationen oder thermische Dehnungen bzw. Verkürzungen entstehen. Aufgrund der ständigen Wechselbelastungen können Schäden in Form von Rissen auftreten, welche das Bauteil zum Versagen bringen und kritische Leckagen verursachen können. Zur Prüfung dieser komplexen Geometrie hat DELTA TEST ein Sondensystem angefertigt, welches Risse und andere Materialinhomogenitäten in den gefährdeten Bereichen detektiert.

Flächen und Behälter

Um größere Flächen unabhängig von ihrer Geometrie vollständig auf Oberflächenfehler prüfen zu können, empfiehlt sich der Einsatz eines Scanners. Hierbei handelt es sich z.B. um die Oberflächen von Kesseln, Behältern oder Reaktoren. Unsere Scanner können auf ebenen, zylindrischen und sphärischen Flächen eingesetzt werden und benötigen ca. zwei bzw. vier Minuten für den Scan der Nennflächengröße A4 oder A3. Ihre Hochtemperatur-Saugfüße sind bei Temperaturen bis zu 200 °C dauerhaft einsetzbar. Die Prüfergebnisse werden als aussagekräftige C-Scan-Bilder dargestellt und analysiert. Bis zu 8 m² Fläche pro Schicht/Team können dabei geprüft werden.

DELTA TEST – Wir entwickeln die Zukunft mit.

DELTA TEST ist neben seinem Dienstleistungsangebot auf dem Gebiet der Wirbelstromtechnik auch in Forschung und Entwicklung erfolgreich. Deshalb können wir Ihnen eine breite Palette von Produkten und Dienstleistungen anbieten, die wir individuell für Sie entwickeln.

Unsere Ingenieure arbeiten in einem kontinuierlichen Entwicklungsprozess daran, unsere Prüftechniken, Datenbank- und Dokumentationslösungen den hohen Anforderungen der Industrie anzupassen. Intelligente Lösungen sowie einfache Bedienung und Effizienz bei der Hard- und Software sind kennzeichnend für unsere Prüftechnik.

Um allen Aufgaben auch in Zukunft gewachsen zu sein, stehen uns in den entsprechenden Fachabteilungen für Elektrotechnik, Mechanik und Softwareentwicklung hochqualifizierte Mitarbeiter und Ingenieure zur Verfügung. Alle arbeiten an der Verwirklichung unseres wichtigsten Zieles: das Beste für unsere Kunden zu erreichen! »

Wirbelstromprüfsonden

DELTA TEST fertigt für den eigenen Bedarf und nach Kundenspezifikation Wirbelstromsonden für die Prüfung von Wärmetauscherrohren aus para- und ferromagnetischen Werkstoffen. Dazu gehören u.a. Austenite, Kupfer-Nickel-Legierungen, Titan-Legierungen, Messing-Legierungen und ferromagnetische Werkstoffe wie Stahl, Duplexstähle, „Monel".

Darüber hinaus werden auch Rotierprüfsonden und verschiedene Spezialprüfsonden wie z.B. flexible Innendurchlaufsonden für die Bogenprüfung von U-Rohr-Wärmetauschern hergestellt.

- Wirbelstromprüfsonden
- Equipment für spezielle Anforderungen
- Stopfen für Wärmetauscher- und Kondensatorrohre
- Zertifizierte Vergleichsfehler für Wirbelstrom- und Ultra schallprüfungen
- Prüfsoftware für die Wirbelstromprüfung mit fortschrittlichen Algorithmen für die automatische Signalanalyse
- Dokumentationssoftware zur Erstellung von aussagekräftigen Berichten für die Rohr- und Oberflächenrissprüfung

Konventionelle Wirbelstromprüfsonde

Multidifferenz-Wirbelstromsonde

Wirbelstromsonde mit Gleichfeld- Vormagnetisierung

Konventionelle Wirbelstromprüfsonde, flexibel

Rotiersonde

Integrale Außenspule mit Gleichfeld-Vormagnetisierung

Rotierende Wirbelstromprüfsonde für Rohrdurchmesser 97 – 103 mm

Wirbelstromprüfsonden für die Oberflächenprüfung

OFR-Sonde

Stiftsonde

verstellbare Tastsonde (S/E)

verstellbare Tastsonde (S/E)

konkave Tastsonde mit permanenter Vormagnetisierung

konkave Tastsonde mit permanenter Vormagnetisierung

Hochtemperatur Tastsonde

Stiftsonde für schwer zugängliche Bereiche

Spezielle Prüfvorrichtungen

Individuelle Prüfprobleme verlangen nach individuell entwickelten Prüfsystemen. Für den Fall, dass kein entsprechendes Prüfsystem für Ihre Aufgabenstellung zur Verfügung steht, konzipieren und entwickeln wir neue Prüfsysteme nach Ihren Anforderungen. Hierzu stehen wir mit unseren hochqualifizierten Mitarbeitern in den entsprechenden Fachabteilungen für Elektrotechnik, Mechanik und Softwareentwicklung jederzeit gern zur Verfügung.

Molch Di 80 mm

Equipment zur Flansch-/Gewinde-/Bohrungsprüfung

Leistungsfähiger Sondenantrieb Di 60

Flexible Rotiersonde Di 35 – 70 mm

Rotiereinheit 27 mm

Rotiereinheit 18 mm

Universelles Netzteil und Schnittstelle zwischen DELTA TEST Equipment und Fremdhersteller-Wirbelstromgeräten

Molch Di 150–250 mm

Stopfen für Wärmetauscher- und Kondensatorrohre

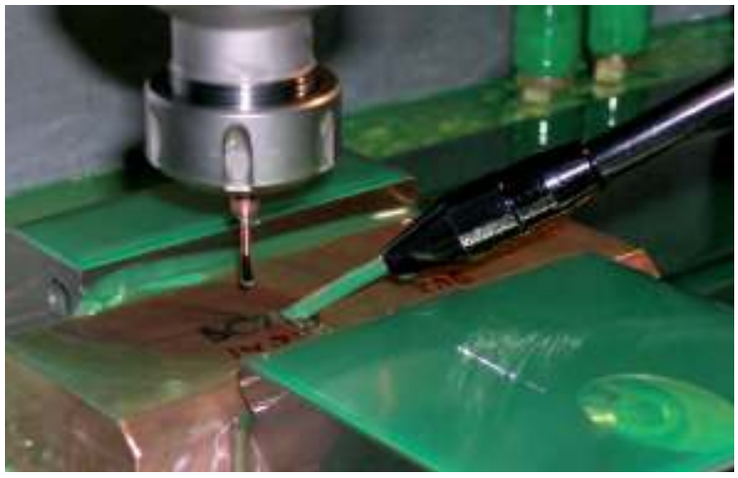
Sollte ein Rohr aufgrund der Inspektion als stark beschädigt befunden werden, muss es entweder ausgetauscht oder verschlossen, „gestopft" werden.
Herkömmliche Verschließmöglichkeiten beinhalten zumeist das Zuschweißen betroffener Rohre sowie das Einschlagen bzw. das Einschrauben von Stopfen.
DELTA TEST bietet seinen Kunden ein Stopfensystem bis max. 140°C Betriebstemperatur an, welches erlaubt, die Stopfen schnell und einfach einzusetzen und nachträglich ohne weitere Beschädigung der Rohre oder des Wärmetauschers zu entfernen.

Das Einbringen der Stopfen zum sicheren Verschließen der Rohre ist schnell und unkompliziert, auf spezielles Werkzeug oder Personal kann verzichtet werden. Auf Kundenwunsch verschließen wir schadhafte Rohre direkt nach der Prüfung.

Zertifizierte Vergleichskörper

Für die Kalibrierung der Prüfsysteme, sowohl bei Wirbelstromprüfungen als auch bei anderen ZfP-Verfahren, werden Vergleichskörper mit definierten Justierfehlern benötigt.
Hierzu stellt DELTA TEST zertifizierte Vergleichskörper aus metallischen Werkstoffen mittels funkenerosiver Bearbeitung für den Eigenbedarf und auch im Kundenauftrag her.

Die Ausprägungen der künstlich eingebrachten Fehler erfolgt individuell nach Kundenvorgabe und kann den zu erwartenden Schäden angepasst werden. Für diese Arbeiten stehen eine moderne 3-achsige CNC-Erodiermaschine und qualifiziertes Fachpersonal zur Verfügung.



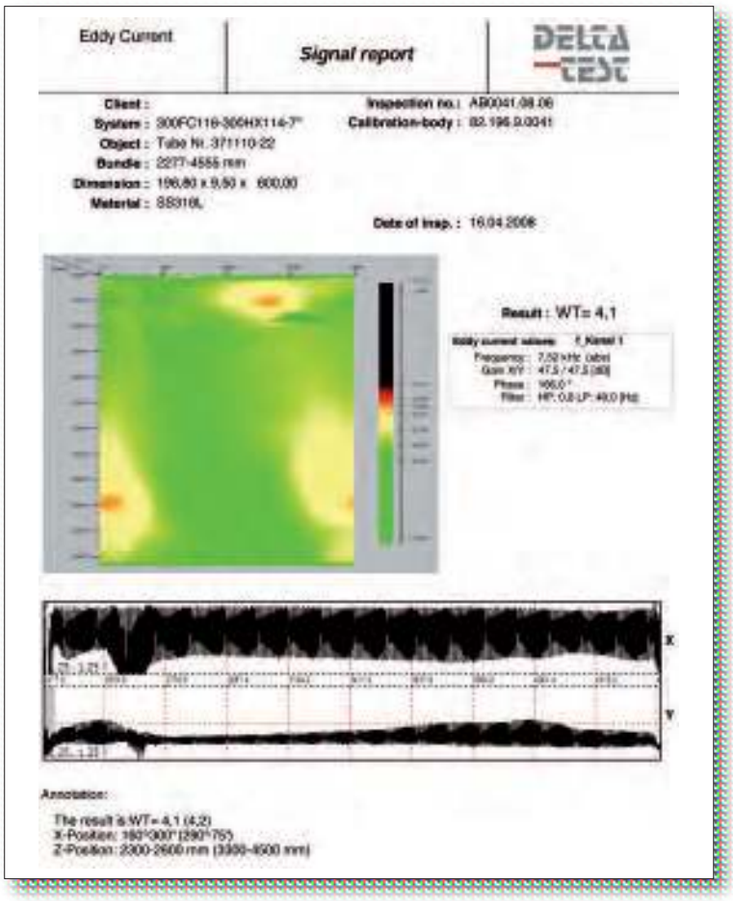
Prüfsoftware zur automatischen Wirbelstrom-Signalanalyse

Im Bereich der Softwareentwicklung arbeitet DELTA TEST stets an leistungsfähiger und hochentwickelter Software zur Signal-Visualisierung und automatischen Analyse von Wirbelstromsignalen.

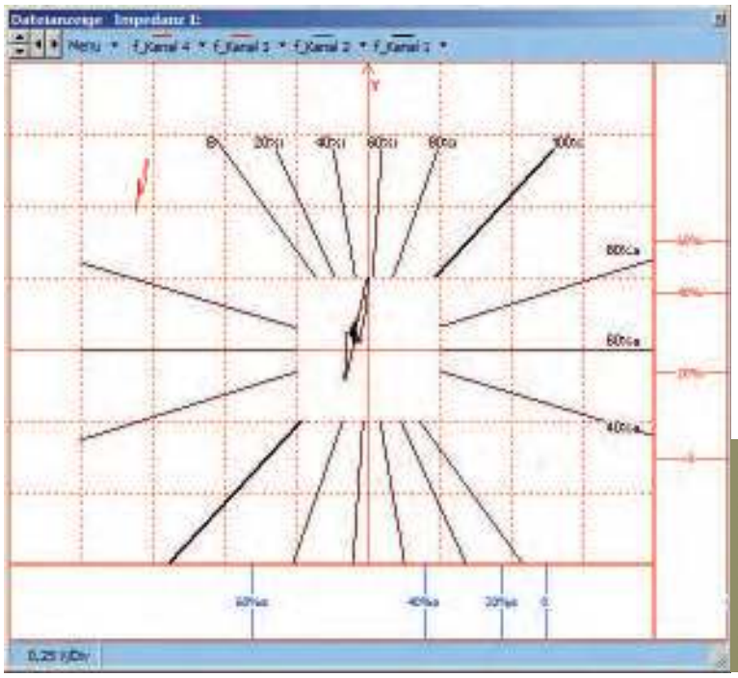
Die von uns entwickelte Prüfsoftware analysiert in Echtzeit und im Hintergrund die vorliegenden Wirbelstrom-Urdaten und steht dem Prüfer als intelligentes und zuverlässiges Werkzeug zur Verfügung. So wird die Prüfung von Wärmetauschern noch zuverlässiger.

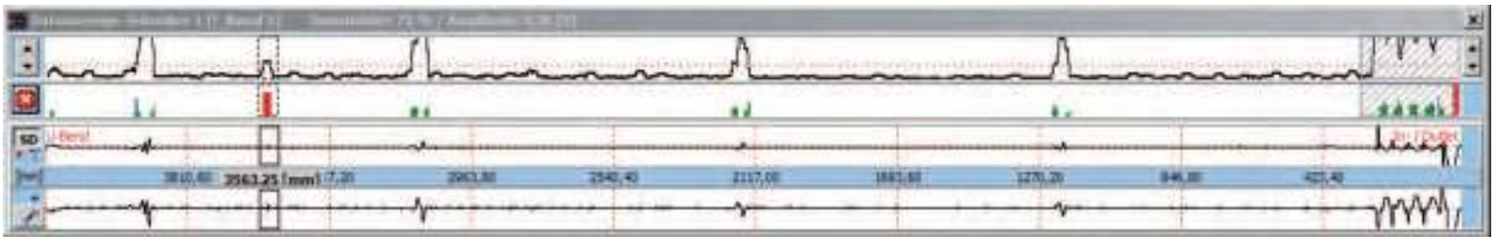
Menschliche Fehler oder schwer interpretierbare Signale können somit auf ein Minimum reduziert werden.

Die automatische Signalsauswertung bei der Prüfung paramagnetischer Rohre gehört für DELTA TEST seit Jahren zum Standard und wird nach Möglichkeit grundsätzlich angewendet. Hierbei kommt eine spezielle Software mit künstlicher Intelligenz zur Anwendung, welche durch den Prüfer Bewertungs- und Entscheidungskriterien lernt. Die Software wertet dabei im Hintergrund alle zur Verfügung stehenden Prüfkanäle in Echtzeit aus und bewertet anhand einer selbstständig lernenden Software-Algorithmik. Dadurch werden selbst bei der herausfordernden Prüfung von ferromagnetischen Rohren (C-Stahl, Duplex, Superduplex usw.) bestmögliche Prüfergebnisse erzielt und das menschliche Fehlerrisiko auf ein Minimum reduziert.



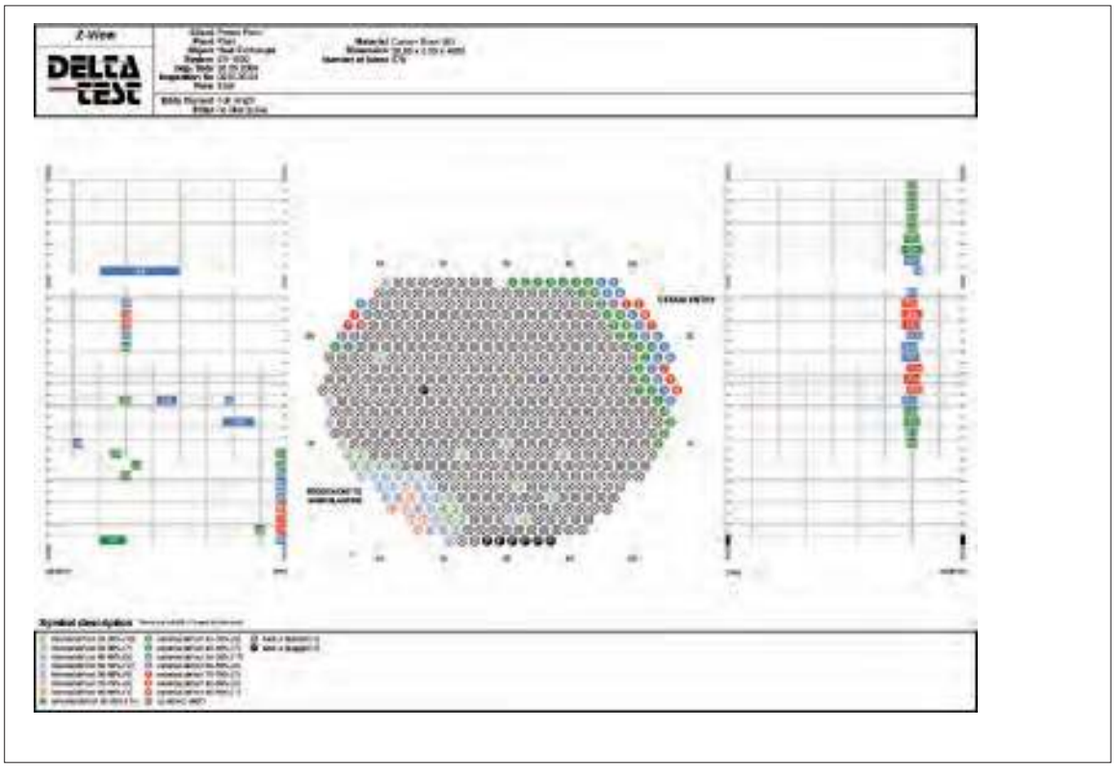
Wirbelstrom-Signalverarbeitungs- und visualisierungssoftware





Y/t-Diagramm mit automatischer Signalauswertung

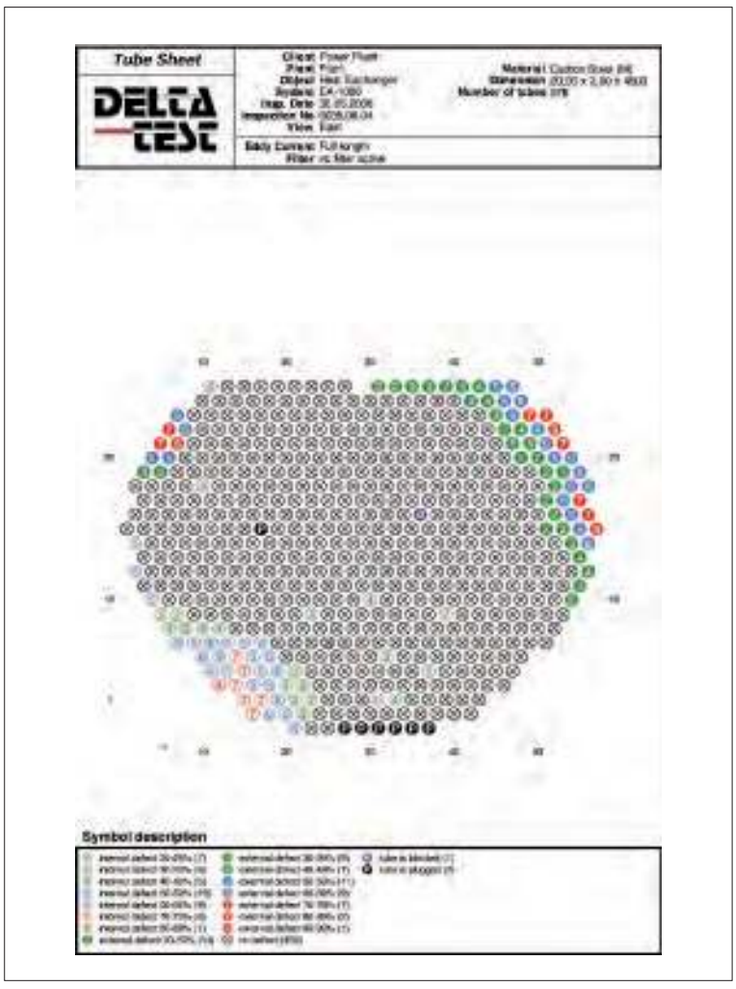
Dokumentation von Wärmetauscherprüfungen

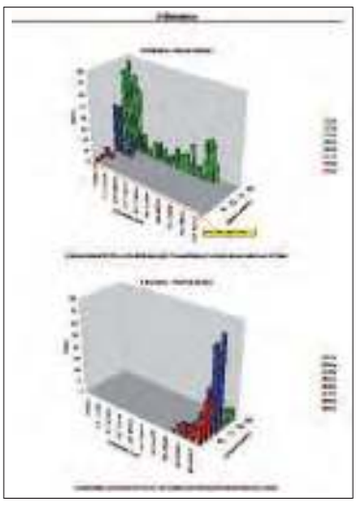


DELTA TEST legt im Sinne seiner Kunden besonderen Wert auf die Dokumentation von Wirbelstromprüfdaten.
Die Auswertung und Berichterstellung der Rohrprüfungen wird durch unsere leistungsfähige Dokumentationssoftware sichergestellt.
Zahlreiche Dokumentationsformen wie Statistiken, Rohrpläne, 2-D-Ansichten, Listen und erweiterte Vergleiche stehen während der Prüfung jederzeit zur Verfügung.
OFR-Prüfungen an Rohrleitungen oder Schweißnähten werden in aussagekräftigen und flexiblen 3-D-Dokumentationen sichtbar gemacht. Alle Dokumente liegen sowohl in Papierform als auch elektronisch als PDF vor.

Die Dokumentation einer Wärmetauscherprüfung wird durch die von DELTA TEST entwickelte und permanent angepasste Software gewährleistet. Diese wurde in erster Linie auf eine einfache Bedienbarkeit ausgerichtet, sodass der Prüfer vor Ort einen schnellen und sicheren Überblick über die Prüfergebnisse hat. Somit können Kundenwünsche über Teilergebnisse der Prüfung schnell erfüllt werden. Alle prüfungsrelevanten Daten werden in einem offenen Datenbankformat gespeichert und dem Kunden bei Bedarf zur weiteren Verarbeitung (z. B. in Excel oder Access) mit der Dokumentation überreicht.

Zusätzliche Funktionen können zeitnah durch unser Entwicklungsteam realisiert werden.

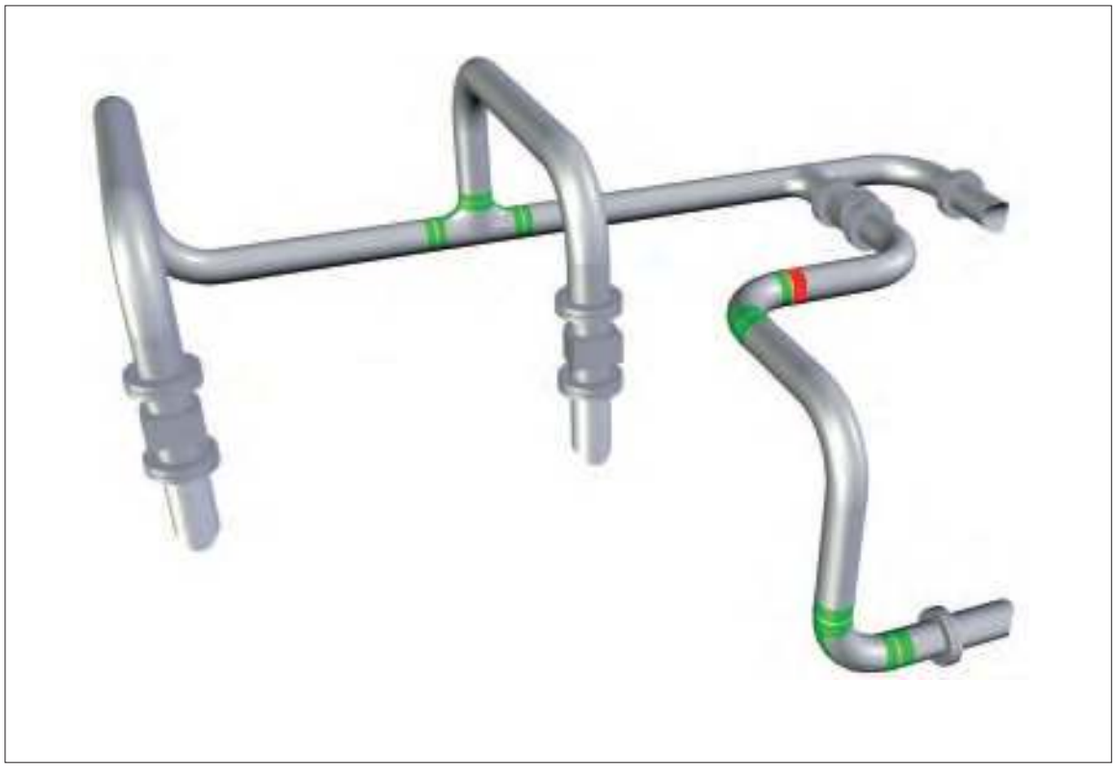


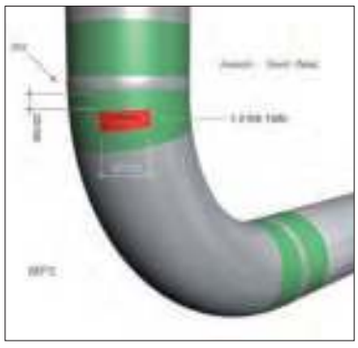


Dokumentation einer Wärmetauscherprüfung durch die von DELTA TEST entwickelte und in jahrelanger Feinarbeit speziell angepasste Software „VirtualTube".

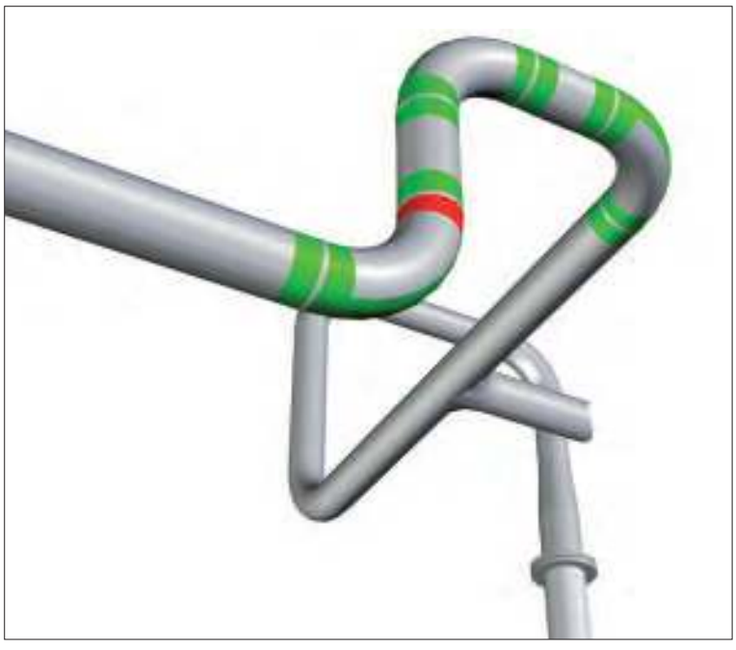
3D-Dokumentation von Oberflächenrissprüfungen

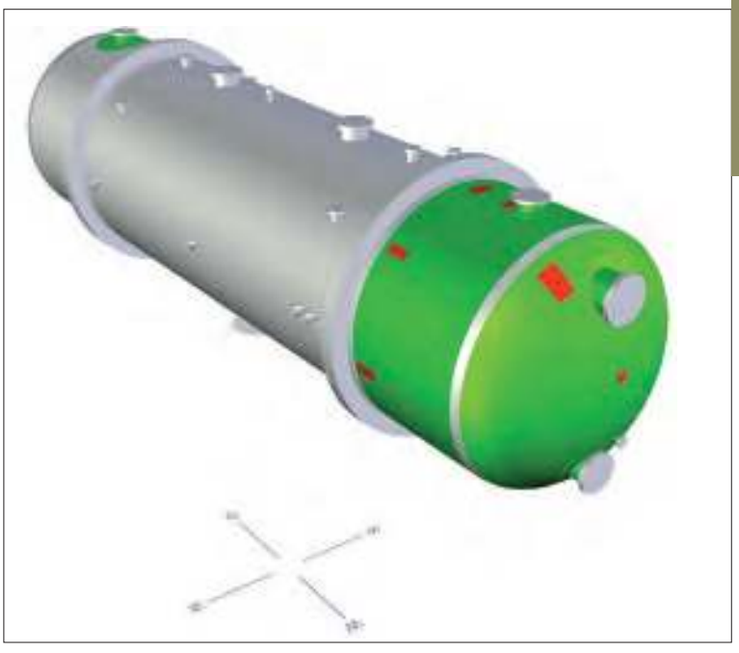
Auch die Dokumentation von OFR-Prüfungen an Rohrleitungen oder Schweißnähten wird in aussagekräftigen und flexiblen 3-D-Dokumentationen erstellt.
Diese sind über jeden Internet-Browser abrufbar und somit problemlos übertragbar.





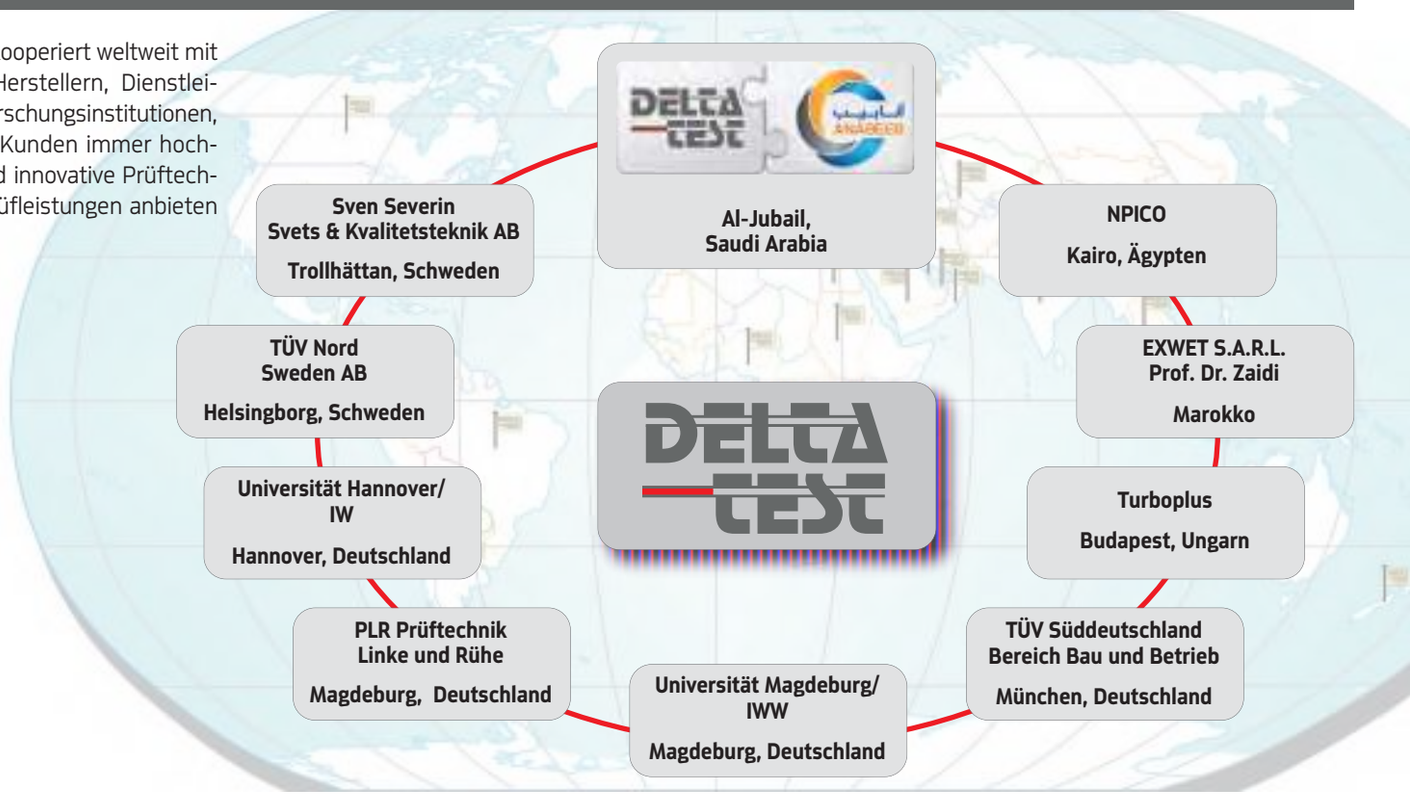
3-D-Dokumentation von Rohrleitungen und Behältern mittels frei skalierbarer CAD-Zeichnungen. Die Dokumentation kann vom Kunden per Internet-Browser geöffnet und ausgedruckt werden.
Dabei ist es möglich, die gezeigten Prüfobjekte mithilfe der Maus zu drehen und zu vergrößern. Detailfotos werden per Mausklick geöffnet.





Weltweit im Einsatz

DELTA TEST kooperiert weltweit mit namhaften Herstellern, Dienstleistern und Forschungsinstitutionen, um unseren Kunden immer hochwertigste und innovative Prüftechniken und Prüfleistungen anbieten zu können.



Unsere Zertifizierungen

DELTA TEST ist Mitglied bei der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) und zertifiziert nach:

- ISO 9001
- Akkreditierung ISO/IEC 17025
- SCC
- OHSAS 18001
- KTA 1401
- Anerkennungsurkunde
- Deutsche Bahn
- Prequalification Sellihca
- Lieferantenqualifizierung Connexio
- Zertifikat ISNetworld (Nordamerika, Kanada)

Auf einen Blick

Gründungsjahr
1988

Rechtsform
GmbH

Geschäftsführer
Eckard Köllner
Stefan Köllner
Daniela Sprakties

Mitarbeiter
60

Handelsregister
Amtsgericht Lüneburg,
HRB 100387

Ust.-IdNr.
DE 115117580

Gerichtsstand
Celle

DELTA TEST GMBH
Brigitta 15
D-29313 Hambühren
Telefon: +49 (0)5084/9301-0
Telefax: +49 (0)5084/9301-20
www.deltatest.de
contact@deltatest.de

DELTA TEST – Was können wir für Sie tun?

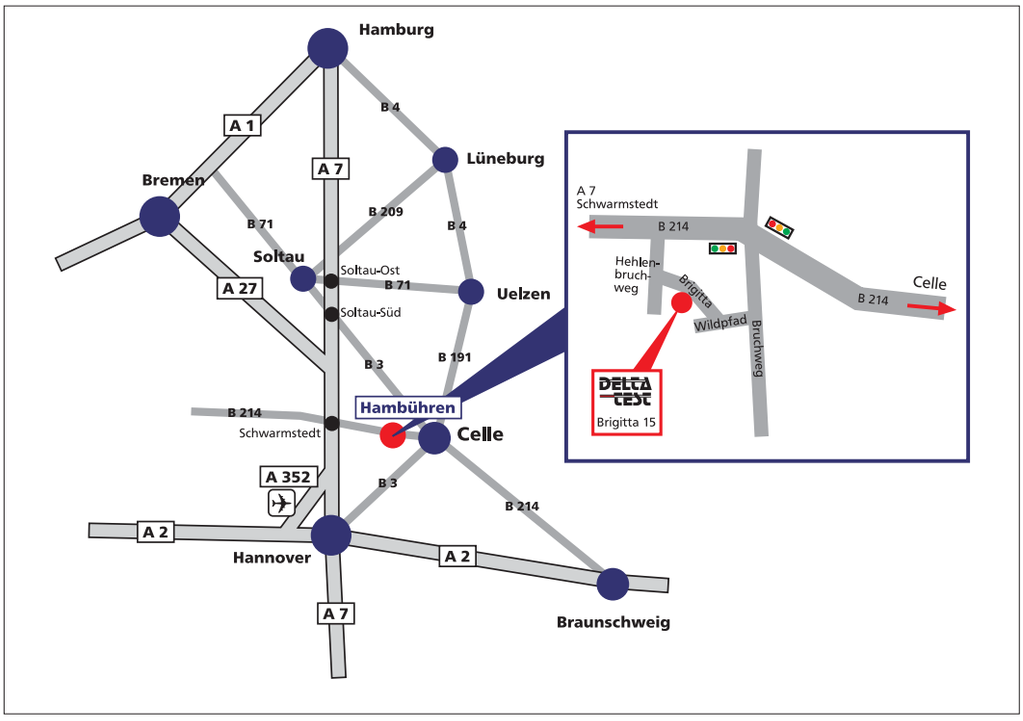
DELTA TEST – ein Name, der seit der Gründung im Jahr 1988 für die qualifizierte, zerstörungsfreie Materialprüfung mithilfe des Wirbelstromverfahrens steht.

Als akkreditiertes Prüflabor sind wir auf alle Arten der Wirbelstromprüfung spezialisiert und bieten diese weltweit an. Die Prüfungen von paramagnetischen und ferromagnetischen Wärmetauscherrohren und Oberflächen haben daran einen wesentlichen Anteil. DELTA TEST garantiert kurze Reaktionszeiten von der Anfrage bis zur Auftragsdurchführung und darüber hinaus optimal kurze Prüfzeiten bei gleichzeitig hoher Qualität der Prüfergebnisse.

Unser Ziel ist es, durch hochwertige und zuverlässige Prüfergebnisse Informationen zu liefern, die helfen, Ihre Kosten für Wartung und Instandhaltung langfristig zu senken. Mit dieser Verlässlichkeit und unserer ständigen Verfügbarkeit erreichen wir ein rundum vertrauensvolles Verhältnis zu unseren Kunden.

Hoch motivierte, zertifizierte und qualifizierte Mitarbeiter und modernes Equipment, Entwicklungsgeist und die Fähigkeit, innovative Ideen für und mit Ihnen umzusetzen, bilden das Fundament unseres nationalen und internationalen Erfolges.

Wir freuen uns auf eine Zusammenarbeit mit Ihnen!

NOTES

DELTA TEST GMBH
Brigitta 15
D-29313 Hambühren
GERMANY
Telefon: +49 (0)5084/9301-0
Telefax: +49 (0)5084/9301-20
www.deltatest.de
contact@deltatest.de