



FOTOS UND GRAFIKEN: FRAUNHOFER IZFP

Mobile mechanisierte Ultraschallprüfung an einer Großkomponente aus Gusseisen.

Kurz und schmerzlos: Zerstörungsfreie Prüfung von Gusswerkstoffen am Fraunhofer IZFP

Der Einsatz der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) ist aus der Qualitätssicherung moderner Industrieunternehmen kaum noch wegzudenken. Wer sich an das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken wendet, hat meist komplizierte Prüfaufgaben, die mit konventionellen Herangehensweisen nicht zu bewältigen sind. Häufig sind spezielle Sensoren, neuartige Messprinzipien, mobile Prüftechnik, ein hoher Automatisierungsgrad oder besondere Dokumentation gefragt.

Wenn 100 % der Produktion zu prüfen sind, ist der Einsatz zerstörender Verfahren ausgeschlossen. Das Fraunhofer IZFP, das seit 1972 in Saarbrücken anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung betreibt, befasst sich mit nahezu allen zerstörungsfreien Prüfverfahren für alle Größenordnungen und Materialien von Prüfobjekten. Industrieunternehmen, die mit dem Ziel der Ressourcenschonung und Gewichtsersparnis immer knappere Sicherheitszuschläge beim Bauteildesign ansetzen müssen, benötigen leistungsfähige Prüfverfahren in der Materialentwicklung und Qualitätssicherung“, sagt Klaus Zielasko, Leiter der Abteilung Materialcharakterisierung am Fraunhofer IZFP. Durch die langjährige Bearbeitung von Themen der Reaktorsicherheitsforschung gehören Lösungen für die Prüfung von Großkomponenten aus Metall zum Know-how des Fraunhofer IZFP. Schwerpunkte bilden dabei ultraschallbasierte und magnetische Prüfverfahren für Stahl, Eisen und Nichteisenmetalle wie z. B. Aluminium. Auch Kunststoffe, Faserverbundstoffe, Beton und Hybridmaterialien geraten zunehmend in den Brennpunkt des Interesses.

Aktiv entlang des gesamten Produktlebenszyklus

Die fünf wissenschaftlichen Abteilungen des Fraunhofer IZFP mit insgesamt ca. 180 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern orientieren sich dabei am Produktlebenszyklus, beginnend mit Rohstoffen, über Materialien, Produktentwicklung, Produktion, Produkte, Handel, Betrieb bis hin zum Recycling (Bild 1). In jedem Stadium des Produktlebens sind unterschiedliche technische und wissenschaftliche Randbedingungen für die zerstörungsfreie Prüfung gegeben und werden vom Fraunhofer IZFP abgedeckt. Beispielsweise erfordern Materialcharakterisierung und -entwicklung eine umfangreiche Palette von Verfahren und grundlegendes Methodenverständnis, während in der fertigungsintegrierten ZfP höchste Anforderungen an Geschwindigkeit, Robustheit und Zuverlässigkeit der Geräte gestellt werden. Für die automatisierte Prüfung kompliziert geformter Bauteile und Komponenten ist oft Robotertechnik erforderlich, und man benötigt spezielles Know-how zur Verarbeitung und Bewertung der entstehenden dreidimensionalen Daten. Zustandsüberwachung und Lebensdauermanagement im Betrieb befindlicher Komponenten stellen hingegen besondere Anforderungen an Mobilität, Langzeit-



Bild 1: Die Tätigkeit des Fraunhofer IZFP orientiert sich am Prüfbedarf entlang des gesamten Produktlebenszyklus.

stabilität und Energiebedarf der Prüftechnik. Um in allen Bereichen flexibel agieren zu können und den Anforderungen gerecht zu werden, betreibt das Fraunhofer IZFP zudem eine eigene Elektronikentwicklung für ZfP-Systeme.

Flexible Akkreditierung

Mit seinem nach DIN EN ISO/IEC 17025 flexibel akkreditierten Prüflabor besitzt das Fraunhofer IZFP beste Voraussetzungen für die rasche Praxiseinführung seiner Entwicklungen. Die Akkreditierung bescheinigt dem Institut die Kompetenz zur qualifizierten Entwicklung, Validierung und Anwendung innovativer zerstörungsfreier Prüfverfahren, die auf diese Weise schnell in die industrielle Anwendung gelangen können. Während nach dem grundlegenden Machbarkeitsnachweis normalerweise Jahre bis zur Leistungserbringung nach Normung vergehen, sind dank der flexiblen Akkreditierung wenige Wochen ausreichend, bis ein Verfahren nach Spezifikation und Validierung ungenormt in die Applikation überführt werden kann. Eine spätere Normung wird erleichtert, indem frühzeitig eine solide Daten- und Erfahrungsbasis geschaffen wird.

Erhöhte Sicherheit und Ressourcenschonung

Prinzipiell ist die Entstehung von Ungängen wie Lunker oder Dross in Gießprozessen kaum vermeidbar. Daher sind zerstörungsfreie Prüftechniken unerlässlich, um

qualitätsrelevante Fehler von unvermeidlichen Imperfektionen zu trennen. Die in Frage kommenden Verfahren unterscheiden sich in der betrachteten Werkstofftiefe: Während magnetische Verfahren die ersten Millimeter ausgehend von der Oberfläche analysieren, senden Ultraschallverfahren eine elastische Welle bis tief ins Werkstoffinnere und erlauben anhand empfangener Echos Rückschlüsse auf innere Ungängen, die sehr anschaulich als dreidimensionales Bild darstellbar sind. Um die Vorteile beider Techniken zu erhalten, entwickelt das Fraunhofer IZFP Hybridverfahren, die sensorseitige Synergien nutzen, um leistungsstarke und kosteneffiziente Prüftechnik aufbauen zu können. Durch die Kombination der Verfahren wird einerseits sichergestellt, dass alle relevanten Arten von Ungängen auffindbar sind, andererseits wird eine erhöhte Zuverlässigkeit und Präzision in der Charakterisierung, Lokalisierung und Vermessung erzielt. Die erhaltenen Ergebnisse können unmittelbar qualitätsentscheidende Fehler aufdecken, sie liefern aber auch die entscheidenden geometrischen Informationen für Konzepte zur Bewertung der Festigkeitskennwerte und Lebensdauer von Gussbauteilen, was letztendlich zu einer erhöhten Sicherheit, aber auch zur Ressourcenschonung durch angemessene Sicherheitszuschläge führt. Das Fraunhofer IZFP hat sich daher sowohl innerhalb als auch außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft mit Experten der Betriebsfestigkeitsanalyse, Bruchmechanik und Lebensdauersimulation vernetzt.

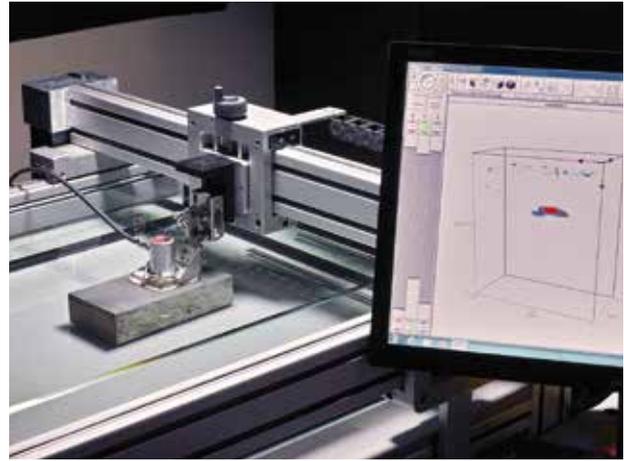
Von der klassischen ZfP hin zum Monitoring in einer digitalen Welt

Die zerstörungsfreie Prüfung erlebt derzeit einen Paradigmenwechsel, der von der klassischen ZfP hin zu einer zunehmend kontinuierlichen Überwachung und digitalen Dokumentation der Materialeigenschaften bzw. des Komponenten- und Bauteilzustands (Monitoring) führt. Während bislang hauptsächlich die Qualitätsbewertung am Ende der Produktion oder die wiederkehrende Prüfung betriebsbelasteter Bauteile, Komponenten und Strukturen im Fokus standen, sieht sich das Fraunhofer IZFP zunehmend als Anbieter maßgeschneiderter Sensoren und Analysetechniken für die digitale Produktion von morgen. Hierbei werden alle Stadien des Produktlebens abgedeckt. Es werden beispielsweise Techniken verfolgt, die Risse nicht nur detektieren, sondern auch bei Risswachstum warnen und sogar die Risslänge messen können. Neben der Instrumentierung experimenteller Betriebssimulationsversuche besitzen solche Ansätze ein enormes Potenzial für die Zustandsüberwachung von Großkomponenten. Derzeit entwickelt das Fraunhofer IZFP hierfür die Monitoring-Plattform *MoniDAQ*, die eine Kombination verschiedener ZfP-Verfahren energiesparend durchführt und auf diese Weise batterie- oder solarbetriebene eine Langzeitüberwachung hochbelasteter Bauteilabschnitte gestattet. Durch eine modulare Bauweise ist *MoniDAQ* für Anwendungen an Großkomponenten, in der Anlagentechnik, aber auch in Infrastrukturbauten von hohem Interesse.

ZfP für Volumen und Oberfläche

Eines der industriell meistgenutzten und bekanntesten zerstörungsfreien Prüfverfahren ist die Ultraschallprüfung. Die händische Ultraschallprüfung ist beispielsweise in der Qualitätssicherung von Stahlguss gängige Praxis. Das Fraunhofer IZFP entwickelt innovative, meist mechanisierte Ultraschall-Prüftechnik, die sowohl stationär an kleineren Bauteilen als auch mobil an Großkomponenten einsetzbar ist (**Bild 2**). Die leistungsstarke Software erstellt dreidimensionale Abbildungen, auf denen sich Ort und Abmessungen innerer Ungängen im Volumen äußerst genau vermessen lassen. Ein großer Vorteil ist neben der geometrisch treffenden Darstellung die vollständige Dokumentation der Befunde. Da die Entstehung von Ungängen beim Gießen nie vollständig vermeidbar ist, kommt der genaue Kenntnis von Abmessungen und Lage der Imperfektio-

Bild 2: Nachweis von Ungängen in Gusswerkstoffen mit innovativer Ultraschallprüfung.



nen entscheidende Bedeutung zu. Neben der Bestimmung von Gefügeklassen können diese Informationen in Bemessungskonzepte und Lebensdauerberechnungen einfließen, aber auch ein gezieltes Nacharbeiten gestatten, wie es z. B. im Falle von Großkomponenten aus Stahlguss meist notwendig ist. Zur Validierung der Ergebnisse der Ultraschallprüfung werden Röntgen-Computer-tomographie (CT) und Röntgen-Durchstrahlungsprüfung eingesetzt. Das Fraunhofer IZFP besitzt Gerätschaften und langjährige eigene Kompetenz in der Röntgentechnik und ist darüber hinaus eng mit dem Fraunhofer-Entwicklungszentrum für Röntgentechnik (EZRT), einem Bereich des Fraunhofer IIS in Zusammenarbeit mit dem IZFP, vernetzt. Die zur Prüfung großer Wanddicken an Gussbauteilen nötigen Hochenergie-Röntgenquellen sind am Fraunhofer EZRT vorhanden. Selbstverständlich werden Röntgen-CT und Durchstrahlungsprüfung auch als Dienstleistung angeboten.

Mikromagnetische Prüfverfahren charakterisieren die oberflächennahen Materialeigenschaften der Prüfobjekte und können dabei eine hohe Ortsauflösung erreichen. Sie beruhen auf Ähnlichkeiten des magnetischen und des mechanischen Materialverhaltens, die durch die Mikrostruktur bedingt sind. Im Falle von Gusskomponenten gestatten diese Verfahren beispielsweise die Prüfung und Charakterisierung von Dross hinsichtlich Verteilung und Art. Die Quantifizierung von Eigen- und Lastspannungen, Härte und Festigkeit sowie die Identifikation unerwünschter Gefügebestandteile wie z. B. Zementit (Weißeinstrahlung) zählen zu den weiteren Leistungen mikromagnetischer Verfahren. Mittels magnetischer Streuflussprüfung sind oberflächennahe Risse und Poren nachweis- und lokalisierbar. Besondere Vorteile dieses bildgebenden Verfahrens im Vergleich zur industriell verbreiteten Magnetpulverprüfung sind die elektronische Dokumenta-

tion der Befunde und das hohe Automatisierungspotenzial.

Alles aus einer Hand – One-Stop-Shop für maßgeschneiderte ZfP-Lösungen

Industrielle Anbieter zerstörungsfreier Prüftechnik, meist kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), müssen sich aus wirtschaftlichen Gründen oft auf ein bestimmtes Prüfverfahren oder gar eine bestimmte technische Umsetzung spezialisieren und können ihre Produkte wegen geringer F&E-Kapazitäten nur in geringem Maße an die Kundenbedürfnisse anpassen. Das Fraunhofer IZFP entwickelt mit und für KMU, aber auch in bilateraler Zusammenarbeit mit Endkunden wie z. B. Gießereien, überwiegend maßgeschneiderte Lösungen und verfügt über die nötige tiefgehende Kompetenz zur Identifikation und technisch-wissenschaftlichen Umsetzung der jeweils zielführenden Herangehensweise und Techniken. Dies schlägt sich in einem vergleichsweise großen Anteil von Industriemitteln in Höhe von ca. 50 % des Gesamtbudgets nieder, der den Erfolg des Instituts als One-Stop-Shop für Prüf- und Monitoring-Technik belegt. Ob als Projektpartner oder Auftragnehmer – das Fraunhofer IZFP begleitet den Kunden von der Machbarkeitsstudie über die Entwicklung von Demonstrator-Systemen bis hin zur langfristigen Geschäftspartnerschaft, wo es als Lizenzgeber des entwickelten Know-hows agiert.

Weitere Informationen:

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
 Dr.-Ing. Klaus Szielasko
 Campus E3.1
 66123 Saarbrücken
 Tel.: +49 681 9302 3888
 Fax.: +49 681 9302 11 3888
 E-Mail: klaus.szielasko@izfp.fraunhofer.de
 www.izfp.fraunhofer.de