



© Uwe Bellhäuser

Digitalisierung manueller Prüfaufgaben

Schlüsseltechnologien optimieren ZfP-Systeme für Industrie 4.0

Resultate aus manuell durchgeführten zerstörungsfreien Prüfungen liegen nur teilweise oder gar nicht digital vor. Experten am Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken optimierten daher mit Hilfe zweier Schlüsseltechnologien ZfP-Systeme für die moderne Produktion. Dadurch können Ergebnisse solcher Prüfungen virtuell dargestellt und digital dokumentiert werden.

Frank Leinenbach, Dirk Koster und Bernd Sprau

Der digitale Wandel im Zuge der vierten Industriellen Revolution stellt produzierende Unternehmen vor vielschichtige Herausforderungen. Für die Vernetzung der Teilsysteme im Sinne eines industriellen Internet of Things (IIoT)

sind Anforderungen hinsichtlich der Datenübertragung und Verfügbarkeit erforderlich, die bisherige Schnittstellen alleine nicht erfüllen konnten, u.a. wegen deren Spezialisierung innerhalb der Automatisierungspyramide, die nicht für die Vernetzung inner-

halb eines cyber-physikalischen Systems ausgelegt war. Dies erschwert somit die Verfügbarkeit von relevanten Informationen, die wiederum für die Nutzung von Big-Data-Analysen oder beim Einsatz von Machine Learning (ML) erforderlich sind.

Während die umfassende Digitalisierung in vielen Branchen bereits etabliert ist, steht die Umsetzung bei zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) noch aus. Viele Verfahren werden automatisiert oder teilautomatisiert durchgeführt, deren Auswertung meist visuell/manuell durch den Prüfer in handschriftlicher Form erfolgt.

Die Dokumentation und Archivierung der Daten findet oft ohne Interaktion mit Dokumentenmanagement-Systemen (z.B. Enterprise-Resource-Planning, ERP; Manufacturing Execution System, MES; Product-Lifecycle-Management, PLM; Cloud) statt. Die Weitergabe, sowohl der Prüfdaten wie auch der Prüfergebnisse liegt meist in der Hand und Verantwortung des Prüfers. Ebenso ist der Prüfauftrag gewöhnlich nicht in digitaler Form vorhanden.

In diesem Kontext stellen „OPC UA“, eine plattformunabhängige, service-orientierte Architektur und ein Datenaustausch-Standard, sowie „DICONDE“ als herstellerunabhängiges Dateiformat für Röntgenbilder wesentliche Schlüsseltechnologien zur Integration von ZfP-Verfahren in aktuelle Netzstrukturen dar.

Integration von Schlüsseltechnologien in ZfP-Verfahren

OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) ist ein offener Standard zur hersteller- und plattformübergreifenden Kommunikation über verschiedene Ebenen und Automatisierungsgrade (OPC2o).

Dieser Standard wird von vielen Firmen der Automatisierungsbranche eingesetzt (Siemens, KUKA, ABB u.a.) und von einzelnen Fachverbänden (VDMA u.a.) dazu verwendet, um die Vision der Industrie 4.0, d.h. die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Maschinen eines Fertigungsverbands, praktikabel umzusetzen (Axm2o). Dazu wurden vom VDMA und dessen Mitgliedern herstellerunabhängige Informationsmodelle für die Bereiche Robotik und industrielle Bildverarbeitung (Machine Vision) erarbeitet und veröffentlicht (VDM19a, VDM19b). Die Spezifikationen solcher Informationsmodelle werden als Companion Specification (CS) bezeichnet.

Für ZfP-Anwendungen existiert aktuell kein einheitlich übergreifendes Infor-

mationsmodell zur Nutzung von Prüfdaten. Der Automatisierungsgrad schwankt stark in Abhängigkeit der verwendeten Prüftechnik. Während bei der manuellen Prüfung durch einen zertifizierten Prüfer/in keinerlei Automatisierung vorhanden ist, ist eine CT-Prüfzelle vollständig automatisierbar. ZfP-Geräte boten bisher im allgemeinen keine direkte Anbindung an industrielle Kommunikationsstandards, womit die Verwendung von OPC UA hier einen wesentlichen Vorteil gegenüber dem Stand der Technik darstellt.

Zwei Beispiele für Prüfsysteme, die mit OPC UA als Schnittstelle ausgestattet wurden, sind inspECT-PRO und 3MA II, beides Produkte des Fraunhofer IZFP.

Das wirbelstrombasierte Prüfsystem inspECT-PRO kann Bauteileigenschaften sehr schnell detektieren und eine Sortierung in Echtzeit vornehmen. Das System ist prädestiniert zur Prüfung von Masseteilen auf Fehler wie Rissen, Kerben und Schlagstellen oder zur Ermittlung von Materialeigenschaften wie Zusammensetzung oder Vergütungszustand (Härtung). Eine lückenlose Dokumentation jedes

Bauteils sowie die Bereitstellung aller Informationen für weitere Anlagen in der Produktionslinie eröffnet ein hohes Potenzial zur Optimierung der Wertschöpfungskette.

Beim 3MA II-Prüfsystem handelt es sich um eine Kombination von vier mikromagnetischen Prüfverfahren, mit denen 41 Kenngrößen ausgewertet werden können (Bild 1). Dadurch werden Eigenschaften wie Härte und Zugfestigkeit von ferromagnetischen Bauteilen und Materialien erfasst.

Durch OPC UA ist es möglich, das Prüfverfahren sowohl automatisiert in die Fertigung zu integrieren (z. B. als Werkzeug eines Industrieroboters) oder die Ergebnisse direkt in den Fertigungsprozess zurückzuführen, um Prozessparameter zu optimieren.

Digitale Dokumentation von Prüfergebnissen

Die zweite Technologie DICONDE (Digital Imaging and Communications for Nondestructive Testing) leitet sich von dem in der Medizintechnik seit 1985 bekannten »»



Bild 1. OPC UA-basierte, robotergestützte Materialcharakterisierung von Blechen mittels mikromagnetischer Prüfverfahren

© Uwe Bellhäuser

ACR/NEMA-Format (American College of Radiology, ACR, und National Electrical Manufacturers Association, NEMA) ab, das seit 1993 als „DICOM“ bekannt ist. Die medizinische Variante fand in den 90er und 2000er Jahren eine weite Verbreitung und viele Erweiterungen für benötigte Verfahren wie Ultraschall oder Röntgen, die auch in der Zerstörungsfreien Prüfung von Belang sind, wurden bereits integriert.

Für DICONDE existiert eine Reihe zusätzlicher Erweiterungen, die sich an die Anwendungen aus der Medizin anlehnen und verschiedene Felder umbenennen, erweitern bzw. um neue Möglichkeiten ergänzen.

Im industriellen Kontext tritt ein konkretes Prüfobjekt an die Stelle des Patienten. Der DICONDE-Standard gibt vor, welche Werte zwingend durch den Anwender auszufüllen sind und welche optional oder bedingt optional sind. Diese sind beispielsweise für die Wirbelstrom-, die Ultraschall- sowie die Röntgenprüftechnik beschrieben (AST15, AST18a, AST 18b).

Alle Anwender greifen auf ein Datenformat zurück

Die Vorteile eines standardisierten und weit verbreiteten Protokolls betreffen u.a. die Einbettungen in größere Industrieanlagen sowie neue Möglichkeiten der cross-modalen Datenauswertung und revisions-sicheren Speicherung über standardisierte Wege. Dies senkt sowohl die Integrationskosten wie auch die Fehleranfälligkeit, da alle Teilnehmer auf ein strukturiertes, eindeutiges Datenformat zurückgreifen.

Der DICONDE-Support wird derzeit in verschiedenen Softwarelösungen und verschiedenen Modalitäten implementiert, unter anderem in der Phased-Array-Ultraschall-Messung, der Wirbelstromprüfung sowie der Thermografie. Der aktuelle Stand der Technik in diesen Bereichen sieht vor, dass die Ergebnisse der Prüfungen mit diversen Software-Tools erfasst und in deren meist zueinander inkompatiblen Formaten gespeichert werden. Auch die Dokumentation und etwaige Bildaufnahmen werden oft in Excel, Word oder als PDF gespeichert und zudem nur auf lokalen Laufwerken abgelegt.

Dieser Prozess wird durch die Verwendung von DICONDE umfänglich optimiert. So ist für die spätere Auswertung oder

Analyse nicht mehr die Software erforderlich, mit der die Daten erhoben wurden. Da sowohl Roh- als auch ausgewertete Daten in DICONDE gespeichert werden, kann die aufnehmende Software alle nötigen Bilder selbst berechnen (z. B. Schnittbilder oder C-Bilder) und diese direkt aus der Software in das DICONDE-Archiv laden.

Des Weiteren bietet DICONDE für KI- bzw. ML-Ansätze mit dazugehörigen Serverstrukturen den Vorteil einer strukturierten Abfragesyntax, die es ermöglicht, einzelne Features aus großen Datensätzen zu filtern bzw. aus vielen Datensätzen jene herauszufiltern, die für einen lernenden Ansatz am erfolgversprechendsten sind. Diese Ansätze werden aktuell am Beispiel der Ultraschallprüftechnik umgesetzt.

Technologien eröffnen der ZfP neue Möglichkeiten

Mit OPC UA und DICONDE kommen zwei Technologien zusammen, die ZfP-Systeme für die moderne Produktion optimieren. Während OPC UA einen durchgängigen Informationsfluss vom Sensorsystem bis zur ERP-Ebene und Automatisierung erlaubt, ermöglicht DICONDE die Erfassung, Dokumentation und Archivierung von qualitätsrelevanten Prüf- und Metadaten im Sinne von Big Data. Darüber hinaus bietet dies neuartige (Kombinations-) Möglichkeiten hinsichtlich der Digitalisierung, Optimierung sowie Modernisierung bestehender Prüfaufgaben.

Manuelle Prüfungen, in denen Digitalisierung bisher kaum eine Rolle spielte, können nun über OPC UA ihre Prüfanweisung erhalten, den Prüfprozess mittels DICONDE dokumentieren und relevante Meta-Daten wieder über OPC UA freigeben. Des Weiteren bietet dies die Chance, weitere Verfahren automatisiert in die Produktion zu integrieren. Der Ansatz unterstützt die Entwicklung und Anwendung von hybriden Prüftechnologien, wobei durch die Applikation mehrerer ZfP-Verfahren bestmögliche Ergebnisse erzielt werden.

Der Unterausschuss „Schnittstellen und Dokumentation“ der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) treibt das Thema weiter voran und entwickelt weitere Standards, z. B. ein einheitliches Informationsmodell der ZfP für OPC UA. ■

INFORMATION & SERVICE

- 1 **AST15, ASTM E2339–15:** Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE). (2015)
- 2 **AST18a, ASTM E2663–14:** Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Ultrasonic Test Methods. (2018)
- 3 **AST18b, ASTM E2767–13:** Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for X-ray Computed Tomography (CT) Test Methods. (2018)
- 4 **OPC20:** Website der OPC Foundation: <https://opcfoundation.org> (abgerufen am 19. Mai 2020)
- 5 **VDM19a, VDMA 40010–1:** OPC UA Companion Specification for Robotics (OPC Robotics) – Part 1: Vertical integration. (2019)
- 6 **VDM19b, VDMA 40100–1:** OPC UA for Machine Vision (OPC Machine Vision) – Part 1: Control, configuration management, recipe management, result management. (2019)

AUTOREN

Frank Leinenbach, M. Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter,

Dirk Koster, M. Sc., Gruppenleiter und Themenkoordinator und

Bernd Sprau, M. Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken. Das Fraunhofer IZFP ist Mitglied bei Fraunhofer Vision, einem Zusammenschluss von Fraunhofer-Instituten im Bereich der Bildverarbeitung und der optischen Mess- und Prüftechnik.

KONTAKT

Frank Leinenbach, M. Sc.
T 0681 9302 3627
frank.leinenbach@izfp.fraunhofer.de