



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

*DGZfP-Fachausschuss ZfP im Zeichen der Digitalisierung (FA ZfP 4.0)
Unterausschuss Schnittstellen, Dokumentation, Datenformate*

Merkblatt ZfP 4.0 – 01

DICONDE in der ZfP

WER IST DIE DGZfP?

Als technisch-wissenschaftlicher Verein verfolgt die DGZfP das Ziel der Erforschung, Anwendung und Verbreitung der zerstörungsfreien Prüfverfahren. Zu ihren rund 1.600 Mitgliedern gehören große Konzerne und mittelständische Unternehmen die Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) einsetzen, ebenso Forschungseinrichtungen, Universitäten und Behörden, aber auch einzelne Personen, die sich mit der ZfP beschäftigen.

Die DGZfP organisiert die Kommunikation und den Erfahrungsaustausch zwischen Forschungs- und Entwicklungsinstituten und ZfP-Anwendern, Geräteherstellern und Dienstleistern und informiert über neueste ZfP-Entwicklungen in der Gerätetechnik und den ZfP-Anwendungen.

Zur Lösung spezieller technischer Probleme hat die DGZfP Fachausschüsse eingerichtet. Der praxisnahe Erfahrungsaustausch und die kostenfreie fachliche Weiterbildung finden in regionalen Arbeitskreisen statt.

Die DGZfP veranstaltet regelmäßig Konferenzen und Seminare. Höhepunkt ist die jährliche Jahrestagung mit über 500 Teilnehmenden. Die DGZfP ist Mitglied des EFNDT und ICNDT, der europäischen und der weltweiten Dachorganisation der nationalen ZfP-Gesellschaften.

Weitere Arbeitsgebiete sind die Qualifizierung und Zertifizierung von Prüfpersonal in der Zerstörungsfreien Prüfung. Das Angebot umfasst Schulungen und Qualifizierungsprüfungen nach DIN EN ISO 9712, in allen Produktsektoren, in zehn ZfP-Verfahren und drei Qualifizierungsstufen sowie behördlich anerkannte Ausbildungen im Strahlenschutz entsprechend den Fachkunde-Richtlinien Technik.

Mit Veröffentlichung der europäischen Norm DIN EN 473 im Jahre 1993, ersetzt durch die DIN EN ISO 9712 im Jahr 2013, wurde eine unabhängige DGZfP-Personal-Zertifizierungsstelle (DPZ) eingerichtet.

Die DPZ ist von der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (ZLS) als anerkannte unabhängige Prüfstelle nach der europäischen Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie „DGR“) anerkannt und für den nicht geregelten Bereich von der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) als Zertifizierungsstelle für Personal der Zerstörungsfreien Prüfung akkreditiert. Weiterhin garantieren Verträge mit vielen Ländern Europas und Ländern in Übersee, sowie die Mitgliedschaft im Multilateral Recognition Agreement des EFNDT, dem DGZfP-Zertifikat internationale Anerkennung.

Der Inhalt von DGZfP-Richtlinien und -Merkblätter ist ein von Experten formulierter Stand der Technik, dessen Anwendung empfohlen wird.

Besuchen Sie uns:



Herausgeber:



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

www.dgzfp.de

Max-Planck-Str. 6, 12489 Berlin

Tel.: +49 30 67807-0 | E-Mail: mail@dgzfp.de

ISBN 978-3-947971-30-5

© DGZfP e.V. 06/2023. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung auch in elektronischen Systemen bedarf der schriftlichen Genehmigung der DGZfP e.V.

WEITERE DGZFP-RICHTLINIEN UND MERKBLÄTTER:

(Stand: 05/2023)

- A 01** Richtlinie über die Qualifizierung von Prüfwerkern der Zerstörungsfreien Prüfung
- A 05** Richtlinie für Ausbildungsstätten – Mindestanforderungen an Ausstattung und Organisation
- AT Kom.** Kompendium Schallemissionsprüfung – Grundlagen, Verfahren und praktische Anwendung
- B 02** Zerstörungsfreien Betondeckungsmessung und Bewehrungsartortung an Stahl- und Spannbetonbauteilen
- B 03** Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion
- B 04** Ultraschallverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen
- B 05** Merkblatt über das aktive Thermographieverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen
- B 06** Merkblatt über die Sichtprüfung und Endoskopie als optische Verfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen
- B 08** Merkblatt Seismische Baugrunderkundung
- B 09** Dauerüberwachung von Ingenieurbauwerken
- B 10** Merkblatt über das Radarverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen
- B 11** Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur Zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen
- B 12** Korrosionsmonitoring bei Stahl- und Spannbetonbauwerken
- Bruchortung** Positionspapier – Magnetische Verfahren zur Spannstahlbruchortung
- B-LF 01** Leitfaden zur Erstellung von Prüfanweisungen für die Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen (ZfP Bau)
- D 01** Messung der optischen Dichte in Durchstrahlungsaufnahmen
- D 02** Dunkelkammerverarbeitung von Industrie-a Röntgenfilmen
- D 03** Schweißnahtvermessung bei Zerstörungsfreier Prüfung und Filmkennzeichnung bei Durchstrahlungsprüfungen
- D 04** Ermittlung der Prüfbereichsabmessung für die Durchstrahlungsprüfung von Gussstücken
- D 05** Vergleichs-Durchstrahlungsbilder für Gussstücke aus Gusseisen mit Lamellen- und Kugelgraphit
- D 06** Anforderungen und Rahmenbedingungen für den Einsatz der Röntgencomputertomographie in der Industrie
- DP 01** Richtlinie über die Auswahl eines geeigneten Prüfgases für die Dichtheitsprüfung nach DIN EN 13185
- DP 02** Richtlinie zur Umrechnung der mit Prüfgasen gemessenen Leckgeraten in andere Medien (Gase, Flüssigkeiten)
- DP 03** Merkblatt zur Charakterisierung von Prüfgas-Nachweis-systemen für Dichtheitsprüfungen
- DP 04** Arten von Gasprüflecks und ihre Verwendung bei Dichtheitsprüfverfahren
- DP 05** Messunsicherheit und Messmittelfähigkeit bei der Dichtheitsprüfung
- EM 06** Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszieren-de Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung
- HB PA** Handbuch für die Materialprüfung mit Ultraschall Phased Array
- ISB 02** Zustand der Eisenbahnfahrzeuge – Verfahren zur Bestätigung der Kompetenz einer ZfP-Prüfstelle nach DIN 27201-7 durch eine dritte Seite
- ISB 03** Zustand der Eisenbahnfahrzeuge – Validierung und Überwachung von mechanisierten bzw. automatisierten Prüfanlagen in ZfP-Prüfstellen
- MC 01** Richtlinie für Kriterien zur Auswahl von Härteprüfverfahren mit mobilen Geräten
- MR 01** Metrologische Rückführbarkeit von Hilfsgeräten für die Eindring- und Magnetpulverprüfung
- MTHz 01** Mikrowellenprüfung: Grundlagen und Anwendungen
- OV 01** Merkblatt über Optische Verfahren – Auswahl und Erstprüfung von optischen Sichtprüfgeräten; Überprüfung von optischen Sichtprüfgeräten durch den Anwender
- SE 02** Verifizierung von Schallemissionssensoren und ihrer Ankopplung im Labor
- SHM 01** Strukturprüfung mit geführten Wellen als Sonderform des Ultraschalls
- US 06** Akustische Resonanzverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung
- US 07** Richtlinie zur Festlegung des Prüfrasters bei der automatisierten Ultraschallprüfung großer Schmiedestücke
- US 08 E** Characterization and verification of air-coupled ultrasonic probes
- ZfP 01** Richtlinie Zerstörungsfreie Prüfung entsprechend ASME Boiler and Pressure Vessel Code

Informationen unter: www.dgzfp.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
1.1	Aufbau und Struktur	5
1.2	Implementierung	5
1.3	Dokumentation	5
2	Anwendungsfälle	6
2.1	Speicherung von Prüfdaten verschiedener Prüfmethoden	6
2.2	Auftragskommunikation mit Prüfsystemen	6
2.3	Speicherung von Ergebnissen	6
2.4	Strukturiertes Big-Data-Format für ADR- und KI-Prozesse	7
2.5	Zentrale Archivierung (PACS)	7
3	Vorteile	8
3.1	Reproduzierbarkeit und Rückführbarkeit	8
3.2	Erhöhung der Sicherheit von Prüfergebnissen in der ZfP	8
3.2.1	Sichere Datenübertragung	8
3.2.2	Systemübergreifende Datenkonsistenz	8
3.2.3	Zusammenführung und Historie von Prüfdaten und -ergebnissen	8
3.2.4	Konsistente Darstellung von Prüfdaten	8
3.2.5	Herstellerunabhängige Interoperabilität	8
3.3	Integration in die Industrie 4.0	8
	Anhang 1: Bestehende DICONDE Normen	9
	Anhang 2: Links mit weiterführenden Informationen	10
	Anhang 3: Literaturverzeichnis	11
	Anhang 4: Autoren-/Firmenverzeichnis	12
	Anhang 5: Bildquellennachweis	13
	Glossar	13

1 Einleitung

DICONDE (Digital Imaging and Communication in Non-Destructive Evaluation) ist ein offener internationaler Standard zur Speicherung und zum Austausch industrieller Prüfdaten und prozessbezogener Informationen. Der DICONDE-Standard definiert sowohl die Semantik für eine strukturierte Speicherung von Daten als auch die netzwerkbasierte Kommunikation zwischen zwei Endpunkten. Damit lassen sich viele Vorgänge von Prüfprozessen digital und sicher abbilden und gleichzeitig normative Anforderungen wie eine Rückführbarkeit zum Prüfer und Prüfobjekt sowie eine Reproduzierbarkeit von Prüfergebnissen erfüllen.

Der Standard stellt sicher, dass die Daten auch nach Jahren und Jahrzehnten noch lesbar sind. Neben den eigentlichen Prüfdaten werden alle erforderlichen Metadaten zum Prüfverfahren und den Prüfbedingungen gespeichert, die für eine Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse notwendig sind. Auch die Prüfberichte lassen sich gemeinsam mit den Prüfdaten ablegen.

DICONDE ist von der ASTM International, ehemals „American Society for Testing and Material“, aus dem medizinischen DICOM-Standard (Digital Imaging and Communication in Medicine) abgeleitet worden. DICOM wurde von der „National Electrical Manufacturers Association“ (NEMA) ursprünglich für die Radiologie in der Medizin entwickelt, hat sich seitdem stetig weiterentwickelt und deckt heute alle bei medizinischen Untersuchungen und Planungen entstehenden Daten ab. Sowohl DICOM als auch DICONDE haben eine große Anwendungsbreite und werden kontinuierlich aktualisiert und an neue Verfahren angepasst. Alle im Folgenden beschriebenen Eigenschaften von DICOM sind identisch in DICONDE vorhanden.

Die ASTM-Standards zu DICONDE sind derzeit für Prüfverfahren wie RT, RT-D, RT-CT, UT, ET definiert und erweitern Datentypen des Basisstandards DICOM nur wo dies notwendig oder angezeigt ist. Zur Speicherung von Prüfergebnissen aus dem Bereich der visuellen Prüfungen (VT, PT, MT) wird auf die im Basisstandard DICOM definierten Objekttypen zurückgegriffen. Darin sind neben vielen bildartigen Datentypen z. B. auch Signal-, Video- und 3D-Daten (Volumen, Oberflächen) definiert.

Genau wie DICOM entwickelt sich der DICONDE-Standard permanent weiter, z. B. um Roh- und Metadaten aus UT und ET herstellerunabhängig speichern zu können oder um die in DICOM definierte Basis für thermographische oder mikroskopische Testverfahren auf industrielle Anwendungen zu erweitern.

Als weitere wichtige Eigenschaft erbt DICONDE vom DICOM-Standard die explizite Eignung als Langzeit-Speicherformat. Eine Langzeitkompatibilität der Daten, wie sie auch für Systeme gefordert werden, die Teil der kritischen Infrastruktur (KRITIS) sind, kann durch DICONDE erfüllt werden. In einigen Bereichen ist DICONDE bereits international als Standard etabliert.

DICONDE stellt neben OPC UA eine wichtige Schlüsseltechnologie für die Umsetzung digitaler Prozesse der ZfP in der Industrie 4.0 dar. So können DICONDE-Daten wichtige Teilinformationen zu einem Digitalen Zwilling liefern, wie im Kapitel zu Anwendungsfällen beschrieben ist.

Im Jahre 2020 hat der DGZfP-Unterausschuss Schnittstellen die Nutzung des DICONDE Standards empfohlen /ZfP-Zeitung/.

1.1 Aufbau und Struktur

Die Objektzuordnung im DICONDE-Standard ist hierarchisch in vier logischen Ebenen strukturiert:

In Anlehnung an die in Abbildung 1 dargestellte Datenhierarchie in den Prozessen der Prüftechnik wird das DICONDE-Datenmodell als *Real World Information Model* bezeichnet. Ein definierter Mechanismus von weltweit eindeutigen Kennzeichnern sorgt dafür, dass einmal erzeugte Datenobjekte in einem Archiv („Picture Archiving and Communication System“, PACS) nicht überschrieben werden.

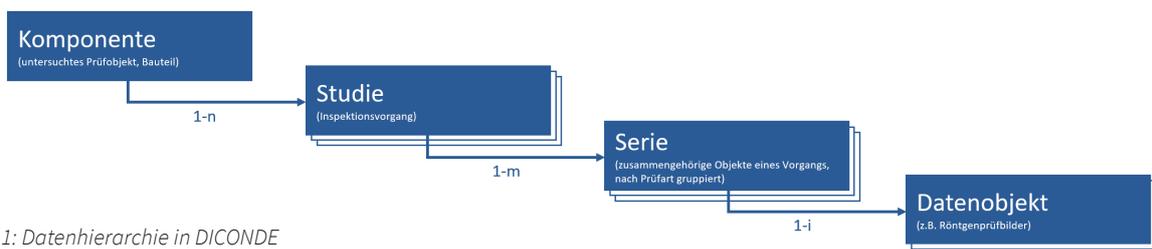


Abb. 1: Datenhierarchie in DICONDE

1.2 Implementierung

Die weltweite Verbreitung und Nutzung des Basisstandards DICOM hat den großen Vorteil, dass es eine Vielzahl von Werkzeugen zur Erstellung von DICONDE Objekten und eine große Anzahl von (z. T. frei verfügbaren) Programmen zur Betrachtung gibt. Es sind Programmierschnittstellen für viele Betriebssysteme, Programmiersprachen und Hardwareplattformen verfügbar. Die ASTM empfiehlt das Tool „DVTK“ zur Validierung von Datenobjekten /DVTK/.

1.3 Dokumentation

Produkte, die den DICONDE-Standard implementieren, gewährleisten durch geeignete Dokumente (Conformance Statements) ihre Interoperabilität. Diese führen alle unterstützten Prüfverfahren und Dienste im Netzwerk auf.

2 Anwendungsfälle

Der DICONDE-Standard wird hauptsächlich für die folgenden Anwendungsfälle eingesetzt:

2.1 Speicherung von Prüfdaten verschiedener Prüfmethoden

Mit Hilfe von DICONDE lassen sich die unterschiedlichsten Prüfdatenformate standardisiert kodieren. Aufbauend auf dem Basisdokument E2339 definiert die ASTM spezielle Formate, siehe auch Anhang 1:

- RT (CR: E2738 DR: E2699)
- RT-CT (E2767)
- ET (E2934)
- UT (E2663)

Die Weiterentwicklung von DICONDE wird durch das ASTM E07.11 Committee betreut [/link/](#). Durch die Ableitung vom DICOM Standard sind aber auch alle in DICOM definierten Objekttypen für die Verwendung in DICONDE erlaubt. So ist eine strukturierte Speicherung von Daten aus Sichtprüfung (VT), Magnetpulverprüfung (MT), Farbeindringprüfung (PT), Thermografie (TT) und weiteren Prüfverfahren möglich, auch wenn dazu noch keine spezielle Definition in DICONDE existiert.

2.2 Auftragskommunikation mit Prüfsystemen

Der DICONDE-Standard definiert ein Protokoll zur Kommunikation von Auftragsdaten (*DICOM Modality Worklist*) aus Planungssystemen (ERP, MES, etc.) direkt an Prüfsysteme oder deren Steuersoftware. Ein typischer Eintrag einer solchen Auftragsliste enthält dabei essenzielle Daten zum Prüfobjekt und zum Prüfprozess. Konkret sind dies Angaben wie

- eine eindeutige Identifikationsnummer
- eine Bezeichnung des Prüfobjektes
- eine Auftragsnummer
- eine Beschreibung der Prüfung
- der Einbauort
- die geplante Prüfmethode

und weitere Parameter, die im Kontext des Vorgangs wichtig sind. Die *DICOM Modality Worklist* ist genauso wie das im vorherigen Abschnitt beschriebene DICOM Storage Protokoll eine netzwerkbasierte Datenübertragung. Die einzelnen Prüfsysteme rufen dabei die Prüfaufträge von einem bereitstellenden System ab. Der Einsatz der Auftragsliste ist sowohl für manuelle als auch für automatisierte Prüfvorgänge vorgesehen.

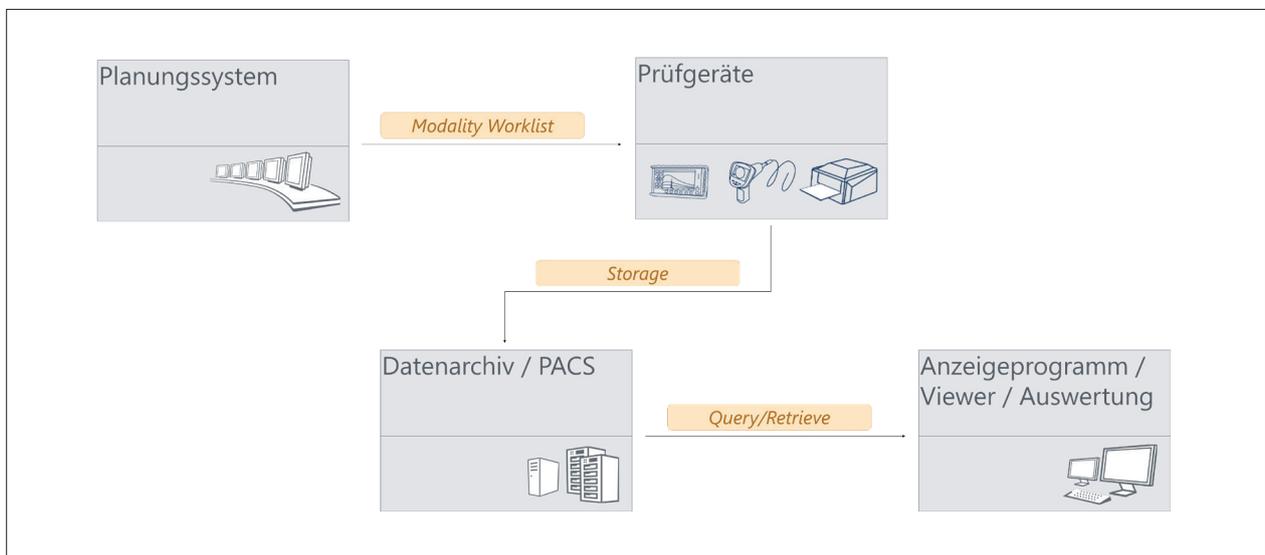


Abb. 2: DICONDE Kommunikation im Prüfprozess

2.3 Speicherung von Ergebnissen

Neben den Prüfdaten (Bild-, Signal-, Videodaten, etc.) definiert der DICONDE-Standard auch Optionen zur Speicherung der zugehörigen Ergebnisse. Im einfachsten Fall wird ein Prüfbericht als PDF in einem DICOM Objekt gespeichert. DICONDE kennt aber auch maschinenlesbare Formate (*Structured Reports*).

Das System, welches z. B. den Prüfbericht erstellt, muss dabei nicht dasselbe sein, wie die Quelle der Prüfdaten. Ergebnisse können zu einem späteren Zeitpunkt eindeutig den Prüfdaten zugeordnet werden.

Zusätzlich definiert die ASTM eine weitere Möglichkeit, das Ergebnis einer Prüfung in die Metadaten des Prüfobjektes selbst zu schreiben (z. B. IO/NIO).

Darüber hinaus definiert der Standard eine strukturierte Speicherung von Annotationen, die im Rahmen der Auswertung vom Prüfer oder einem Prüfsystem erzeugt werden. Diese werden in separaten *DICOM Presentation State* Objekten abgelegt und verweisen auf die zugehörigen Objekte mit Prüfdaten. Somit ist sichergestellt, dass letztere immer unveränderlich bleiben und z. B. nicht Teile eines RT-Bildes durch eingezeichnete Markierungen unwiderruflich überlagert werden.

Grundgedanke des DICONDE-Standards ist dabei, dass Prüfdaten, Annotationen und Ergebnisse in einer Studie (= ein Prüfungsvorgang) abgelegt werden und eine Einheit bilden.

2.4 Strukturiertes Big-Data-Format für ADR- und KI-Prozesse

Werden Annotationen (z. B. als *DICOM Presentation States*) im gleichen Archiv gespeichert, ergibt sich in Kombination mit den Metadaten der Prüfdaten-Objekte eine ideale Basis für das Anlernen von Softwaresystemen zur Datennachverarbeitung per Künstlicher Intelligenz („Annotated Data“). Die Daten lassen sich zu diesem Zweck auch anonymisiert, z. B. ohne Hersteller- und Bauteilbezeichnung, zur Auswertung bereitstellen.

Eine Zuordnung von Ergebnissen aus fertig trainierten, KI-gestützten Systemen oder Systemen mit Automated oder Assisted Defect Recognition (ADR) erfolgt idealerweise wieder als *DICOM Structured Reports* an das DICONDE Archiv. Dies ermöglicht eine Ansicht von KI-Ergebnissen in jeder DICONDE-kompatiblen Anzeige-Software sowie eine Archivierung zusammen mit den Prüfdaten.

2.5 Zentrale Archivierung (PACS)

Je nach Anforderung und Bauteil müssen Prüfergebnisse und die zugrundeliegenden Prüfdaten archiviert werden. Aufbauend auf DICOM, welches seit mehr als 25 Jahren als Langzeitarchivformat genutzt wird und per Design Abwärtskompatibilität garantiert, ist auch DICONDE für die revisionssichere Speicherung von Daten über einen langen Zeitraum entworfen /VOI/. Eine zentrale Indizierung und Ablage aller Prüfdaten und -ergebnisse in einem System und deren schnelle Wiederauffindbarkeit sind sicher-gestellt. In DICONDE gespeicherte Daten sind immer eindeutig und unveränderlich.

Die Anwendung von DICONDE in Verbindung mit einem PACS ermöglicht eine

- konsolidierte,
- strukturierte,
- nicht-proprietäre und
- zentrale

Ablage von Prüfdaten.

Zusätzlich bietet DICONDE die Möglichkeit, Daten in einer definierten Struktur auf externen Datenträgern zu speichern. Neben einer Kostenreduktion in der Archivierung ergeben sich viele weitere Vorteile, siehe folgender Abschnitt.

3 Vorteile

3.1 Reproduzierbarkeit und Rückführbarkeit

Viele Normen und Verordnungen im Bereich der Werkstoffprüfung, Qualitätssicherung und Produktion (z. B. ISO 17020, ISO 17025, IATF 16949) verlangen eine nachweisbare Rückführbarkeit von Prüfergebnissen zum Prüfobjekt, Prüfauftrag, Prüfer, Prüfsystem sowie zum Prüfungsvorgang selbst. Ebenso wird eine Reproduzierbarkeit von Ergebnissen gefordert.

Die technisch korrekte Umsetzung der Digitalisierung analoger Prüfprozesse ist herausfordernd. Mit bestehender Software, vorhandener Netzwerkinfrastruktur und etablierten Datenformaten (z. B. JPG, TIFF, STL) können die normativen Anforderungen oft nicht hinreichend erfüllt werden.

Der DICONDE-Standard unterstützt die strukturierte Speicherung aller relevanten Informationen und ermöglicht somit die geforderte Reproduzierbarkeit und Rückführbarkeit.

3.2 Verbesserung der Qualitätssicherung von Prüfprozessen in der ZfP

Die Anwendung des DICONDE Standards erhöht in vielerlei Hinsicht die Qualität von Prüfprozessen in der Werkstoffprüfung.

3.2.1 Sichere Datenübertragung

Die Übergabe von Daten mittels Speichermedium ist bis heute verbreitet, da erst durch moderne Kommunikationstechnologien Prüfergebnisse vollständig, schnell und ausreichend verschlüsselt übertragen werden können. Die Verwendung von Speichermedien erlaubt zwar ebenfalls eine ausreichende Sicherheit hinsichtlich der Datenverschlüsselung, gleichzeitig ist die Übertragung von Ergebnissen und Daten auf diesem Wege langwierig und birgt die Gefahr, dass die Daten während des Transports verloren gehen. Um diese Gefahr zu umgehen, enthält DICONDE eine netzwerkbasierte Datenübertragung mit Verschlüsselung, welche gewährleistet, dass Daten unveränderlich kommuniziert und gespeichert werden.

3.2.2 Systemübergreifende Datenkonsistenz

DICONDE ermöglicht die Konsistenz der Daten in allen am digitalen Prüfprozess beteiligten Systemen, indem es entsprechende Metadaten zum Prüfobjekt, Prüfauftrag, Prüfsystem und Prüfer hinterlegt.

Das Ziel ist es, Fehler durch manuelle Dateneingabe zu vermeiden. Deswegen sollen zukünftige Implementierungen die digitalen Schnittstellendienste des DICONDE-Standards (*Modality Worklist, Storage*) durchgängig verwenden.

3.2.3 Zusammenführung und Historie von Prüfdaten und -ergebnissen

Durch das hierarchische Modell (s. Abb. 1) macht es DICONDE einfach, Daten mehrerer Verfahren zusammenzuführen, wenn ein Bauteil bzw. eine Komponente mit unterschiedlichen Prüfarten getestet wurde. Dies erlaubt eine prozessinterne Verknüpfung von Datenquellen und eine zeitgleiche Visualisierung in einer geeigneten Software.

Speziell im Bereich der Instandhaltung erfüllt DICONDE die Anforderung, eine Historie der Prüfdaten und -ergebnisse desselben Bauteils im zeitlichen Verlauf zu betrachten. Damit liefert der Standard einen wichtigen Beitrag zur Verfolgung von Materialalterungsprozessen sowie zur vorausschauenden Instandhaltung (Predictive Maintenance) und zur risikobasierten Inspektionsplanung (Risk-Based Inspection).

3.2.4 Konsistente Darstellung von Prüfdaten

Der DICOM-Standard definiert grundlegende Regeln zur Darstellung von Daten im Rahmen der Auswertung. Dadurch wird sichergestellt, dass Prüfergebnisse unabhängig von der verwendeten Auswertesoftware und der Hardware identisch dargestellt werden (z. B. Helligkeit, Kontrast, Grauwertdynamik, Ausschnitt bei Bildern). Diese Regeln sind für alle Arten von Objekttypen definiert und gewährleisten die Reproduzierbarkeit von Prüfergebnissen.

3.2.5 Herstellerunabhängige Interoperabilität

Die umfassenden und eindeutigen Definitionen der Daten- und Metastrukturen des DICONDE-Standards garantieren, dass Produkte verschiedener Hersteller problemlos miteinander kommunizieren können. Die ASTM bietet hierzu regelmäßig Veranstaltungen an, bei denen die Interoperabilität getestet und dokumentiert wird.

Prüfsystem, Auswertesoftware und Archivsoftware werden durch DICONDE unabhängig voneinander austauschbar. Auf diesem Wege trägt der Standard zur Investitionssicherheit und Kostenreduktion in der ZfP 4.0 bei.

Anhang 1: Bestehende DICONDE Normen

Von der ASTM International existiert die folgende internationale Normenreihe, die den grundlegenden Aufbau und die Anwendung von DICONDE bei der zerstörungsfreien Prüfung regelt. Dabei können folgende allgemein gültige Normen unterschieden werden:

- ASTM E2339 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE), ASTM International, 2021
- ASTM E3147 Standard Practice for Evaluating DICONDE Interoperability of Nondestructive Testing and Inspection Systems, ASTM International, 2018
- ASTM E3169 Standard Guide for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE), ASTM International, 2018
- ASTM E3267 Standard Guide for Building Information Models and Archiving Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE), ASTM International, 2021

Für ausgewählte zerstörungsfreie Verfahren bestehen separate DICONDE-Normen:

- ASTM E2663 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Ultrasonic (US) Test Methods, ASTM International, 2018
- ASTM E2699 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Digital Radiographic (DR) Test Methods, ASTM International, 2020
- ASTM E2738 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Computed Radiography (CR) Test Methods, ASTM International, 2018
- ASTM E2767 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for X-ray Computed Tomography (CT) Test Methods, ASTM International, 2021
- ASTM E2934 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Eddy Current (EC) Test Methods, ASTM International, 2022

Anhang 2: Links mit weiterführenden Informationen

Alle Links verifiziert am 04.10.2022:

DCLUNIE	Informationen und Dokumentationen zum aktuellen Stand des DICOM Standards: https://www.dclunie.com
INNOLITICS	Online Browser für DICOM Tags und Semantik: https://dicom.innolitics.com/ciods
WIKIDICOM	https://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Imaging_and_Communications_in_Medicine
WIKIPACS	https://de.wikipedia.org/wiki/Picture_Archiving_and_Communication_System
WIKIDICONDE	https://de.wikipedia.org/wiki/DICONDE
DVTK	Freies Toolkit zur Validierung von DICOM Daten: https://www.dvtk.org
VOI	Merksätze des VOI zur reversionssicheren elektronischen Aufbewahrung (05/2019): https://www.voi.de/downloads/top-10-downloads
TMF	TMF Rechtsgutachten zur elektronischen Archivierung in der Medizin: https://www.tmf-ev.de/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Method=attachment&Command=Core_Download&EntryId=1425&PortalId=0
ASTM E07.11	ASTM Subcommittee E07.11 on Digital Imaging and Communication in Non-destructive Evaluation (DICONDE): https://www.astm.org/get-involved/technical-committees/committee-e07/subcommittee-e07/jurisdiction-e0711
VIEWER	Alphabetisch: File Viewer Plus https://fileviewerplus.com MicroDicom https://www.microdicom.com Weasis https://nroduit.github.io
AG DICONDE	Arbeitsgruppe DICONDE im Unterausschuss Schnittstellen im Fachausschuss ZfP 4.0 der DGZfP https://www.dgzfp.de/Fachausschuesse/ZfP-40/UA-Schnittstellen-Dokumentation/AG-DICONDE

Anhang 3: Literaturverzeichnis**DICOM**

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Standard, National Electrical Manufacturers Association (NEMA), Rosslyn, VA, USA (available free at <http://www.dicomstandard.org/current>)

Revet

Bas Revet, DICOM Cook Book, Philips Medical Systems Nederland B. V., 1996, 1997, 2012 (available free at http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/8916819/DICOM_CookBook.pdf%3Ffunc%3Ddoc.Fetch%26no-deid%3D8916819)

DIN EN ISO 12052

DIN EN ISO 12052 (2017-12): Medizinische Informatik – Digitale Bildverarbeitung und Kommunikation in der Medizin (DICOM) inkl. Workflow und Datenmanagement

PIANYKH

Pianyk, O.: Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide, 2012, Springer

ZfP-Zeitung

J. Vrana: Erste Empfehlungen für Datenformate und Schnittstellen, ZfP-Zeitung 170, 11-12 (2020), DGZfP

Anhang 4: Autoren-/Firmenverzeichnis

Ralf Casperson	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Daniela Engert	GMH Prüftechnik GmbH
Stephan Heilmann	Fraunhofer IKTS
Dr. Frank Herold	VisiConsult X-ray Systems & Solutions GmbH
Dr. Dirk Hofmann	Fraunhofer IKTS
Heiko Kuchler	Evident Europe GmbH
Frank Leinenbach	Fraunhofer IZFP
Sebastian Lorenz	Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe
Jens Martin	DIMATE GmbH
Jörg Rehbein	Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe
Bernd Sprau	Fraunhofer IZFP
Dr. Alexander Suppes	Baker Hughes Digital Solutions GmbH
Dr. Johannes Vrana	Vrana GmbH
Dr. Eric Wild	DB Systemtechnik GmbH

Anhang 5: Bildquellennachweis

Abb. 1	AG DICONDE, Jens Martin
Abb. 2	AG DICONDE, Jens Martin

Glossar

ADR	Automated Defect Recognition
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DICONDE	Digital Imaging and Communication in Non-Destructive Examination
ERP	Enterprise Resource Planning
ET	Eddy Current Testing (Wirbelstromprüfung)
MES	Manufacturing Execution System
MT	Magnet Particle Testing (Magnetpulverprüfung)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture
PACS	Picture Archiving and Communication System
PT	Penetration Testing (Farbeindringprüfung)
RBI	Risk-Based Inspection
RT	Radiography Testing (Durchstrahlungsprüfung)
RT-D	Digital Radiography Testing (Digitale Durchstrahlungsprüfung)
RT-CT	Computed Tomography based Radiographic Testing (Computertomografie)
TT	Thermography Testing (Thermografie)
UT	Ultrasonic Testing (Ultraschallprüfung)
VT	Visual Testing (Sichtprüfung)