

Frank Leinenbach

Standardisierte Archivierung von Ultraschall- A-Scans in DICONDE

Fachtagung für Digitalisierung, KI und ZFP4.0

31.1. – 01.02.2024

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Motivation

- Die zerstörungsfreie Prüfung umfasst eine Vielzahl klassischer Prüfverfahren wie Ultraschall, Thermografie oder Wirbelstromprüfung.
- Alle Methoden haben das gleiche Ziel: Qualitätsmerkmale und Fehler qualitativ oder quantitativ zu messen.
- Dabei stieg zusammen mit der Anzahl der Verfahren, Hersteller und Systeme die Anzahl proprietärer Datenformate um die Prüfergebnisse zu speichern
- Gleichzeitig sind Informationen aus ZFP-Datensätzen eine wichtige Datenquelle für verschiedene Anwendungen, sowohl innerhalb der ZFP als auch darüber hinaus.
- Allerdings erschwert die Heterogenität der Daten selbst innerhalb eines bestimmten Prozesses den Erkenntnisgewinn über das Prüfergebnis hinaus.
- Im Sinne der Langzeitarchivierung, der Interoperabilität und des Datenrecyclings besteht ein großer Bedarf an strukturierten, generischen Datenformaten.

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Motivation

- Proprietäre und generische Datenformate haben dabei jeweils ureigene Anwendungsfelder und sollten entsprechend ihrer Stärken und Schwächen eingesetzt werden

■ **Proprietäre Datenformate:**

- (+) Allgemein bessere Performance im eigenen Ökosystem
- (+) Klar beschrieben und strukturiert
- (-) Meistens nur für einen begrenzten Anwendungsfall geeignet
- (-) In der Regel nur von bestimmte Teilsystemen nutzbar

■ **Generische Datenformate:**

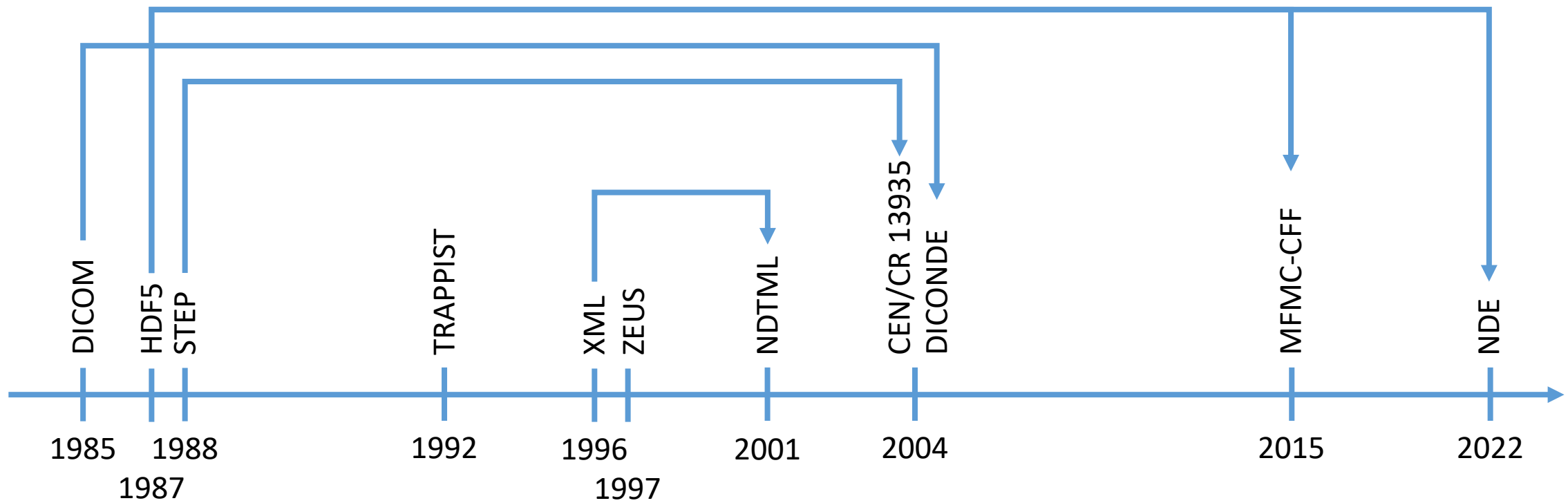
- (+) Herstellerunabhängig und maschinenlesbar
- (+) Anpassbar an individuelle Anwendungsfälle
- (-) Beschreibung und Strukturierung der Datensätze ist erforderlich
- (-) Definition von Tags ist nicht immer eindeutig

- Generische, strukturierte Datenformate bieten hier einen Kompromiss aus beiden Welten an:
 - Offene Standards
 - Eindeutige Beschreibung
 - Freiräume für die Definition eigener individueller Tags
 - Verknüpfung verschiedener Datensätze auf der Grundlage einer eindeutigen Beschreibung möglich

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Motivation

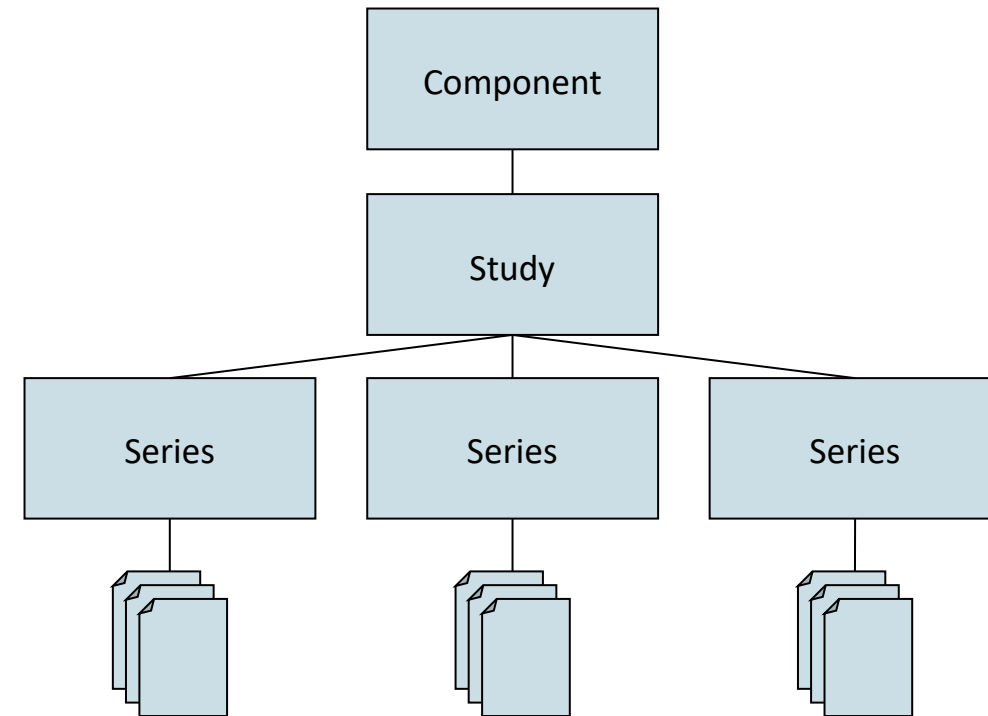
- Übersicht generischer Datenformate der ZFP:



Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Grundlagen DICONDE

- DICONDE¹, basierend auf DICOM², ist ein möglicher Lösungsansatz zur Archivierung von ZFP-Datensätzen
- DICOM 1.0 wurde bereits 1985 veröffentlicht
- „[...] need for standards to facilitate multi-vendor connectivity to promote the development of PACS³ and what is now referred to as Wide Area Networking“ (source dicomstandard.org/faq)
- Gemäß dem DICONDE-Standard ASTM⁴ E2339, die auf DICOM basiert, werden die Felder mit medizinischem Zweck neu definiert, hinzugefügt und für allgemeine Prüfverfahren angepasst.



¹ Digital Imagine and Communications for None destructive Testing

² Digital Imaging and Communications in Medicine

³ American College of Radiologists / National Electrical Manufacturers Association

⁴ Picture Archiving Communication Systems

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

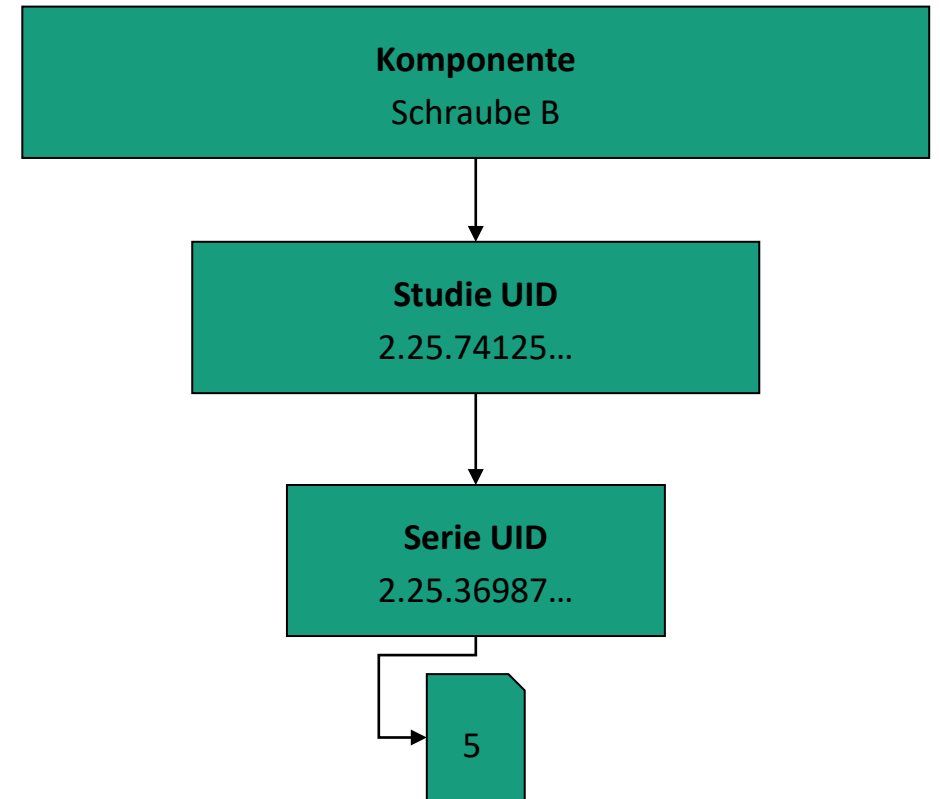
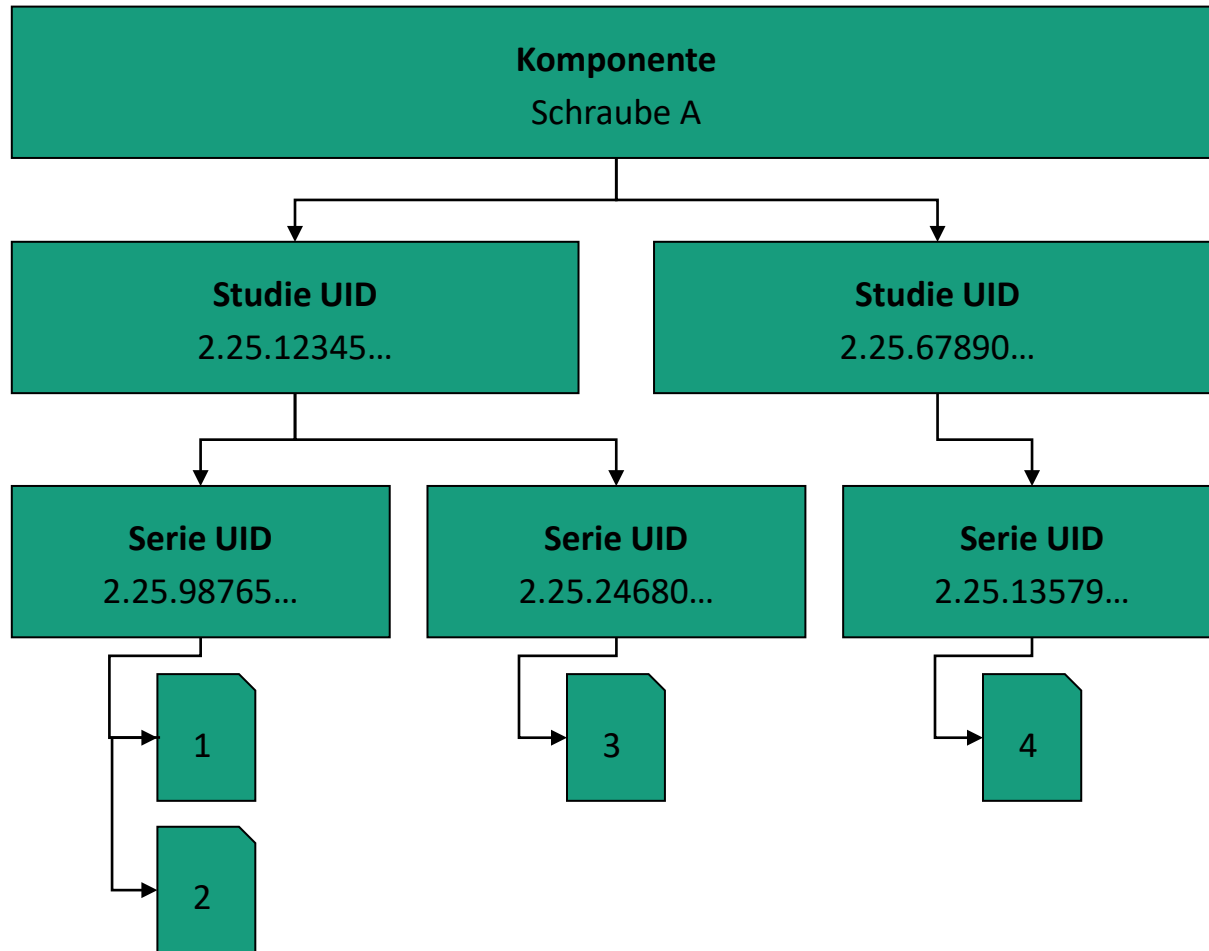
Grundlagen DICONDE

- DICONDE als Standard strukturiert jede einzelne DCM-Datei nach dem genannten Muster
- D.h., dass jede DCM-Datei die Meta-Information hinsichtlich ihrer zugeordneten Serie, Studie und Komponente beinhaltet, und dadurch immer in Verbindung mit anderen DCM-Dateien gesetzt werden können

Attribut	Tag	DCM-Datei 1	DCM-Datei 2	DCM-Datei 3	DCM-Datei 4	DCM-Datei 5
Komponenten-Name	(0010,0010)	Schraube A	Schraube A	Schraube A	Schraube A	Schraube B
Study Instance UID	(0020,000D)	2.25.12345...	2.25.12345...	2.25.12345...	2.25.67890...	2.25.74125...
Series Instance UID	(0020,000E)	2.25.98765...	2.25.98765...	2.25.24680...	2.25.13579...	2.25.36987...

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Grundlagen DICONDE



Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Grundlagen DICONDE

- Spezifikationen für verschiedene Anwendungsbereiche sind bereits definiert:

Dokument	Beschreibung
ASTM E3169	Standard Guide for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation
ASTM E3147	Standard Practice for Evaluating DICONDE Interoperability of Nondestructive Testing and Inspection Systems
ASTM E2339	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation
ASTM E1316	Standard Terminology for Nondestructive Examinations
ASTM E3267	Standard Guide for Building Information Models and Archiving for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation
ASTM E2738	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Computed Radiography (CR) Test Methods
ASTM E2699	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Digital Radiographic (DR) Test Methods
ASTM E2767	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for X-ray Computed Tomography (CT) Test Methods
ASTM E2663	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Ultrasonic Test Methods
ASTM E2934	Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Eddy Current (EC) Test Methods

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Die Grenzen des bisherigen UT-Standards E2663

- Derzeit ist nur die Archivierung von Einzel- und Mehrfachbildern in der Ultraschallprüfung genormt.

US-MF Image Information Object Definition

DICOM Module	DICONDE Module	Reference	Usage
Patient	Component	E2339, Section 7	M
Clinical Trial Subject	Not Applicable		
General Study	Component Study	E2339, Section 7	M
Patient Study	Not Applicable		
Clinical Trial Study	Not Applicable		
General Series	Component Series	E2339, Section 7	M
Clinical Trial Series	Not Applicable		
General Equipment	NDE Equipment	E2339, Section 7	M
Contrast / blolous	Not Applicable		
Specimen	Not Applicable		
US Image	NDE US Image	E2663, Section 7.1	M
US Region Calibration	Not Applicable		
	NDE US Equipment	E2663, Section 7.2	U
	NDE US Equipment Settings	E2663, Section 7.3	U
	NDE Indication	E2339, Section 7	U
	NDE Geometry	E2339, Section 7	U

NDE US Image Module Attributes

Attribute Name	Tag	VR	VM	Type
Samples Per Pixel	(0028,0002)	US	1	1
Photometric Interpretation	(0028,0004)	CS	1	1
Bits Allocated	(0028,0100)	US	1	1
Bits Stored	(0028,0101)	US	1	1
High Bit	(0028,0102)	US	1	1
Planar Configuration	(0028,0006)	US	1	1c
Pixel Represenation	(0028,0103)	US	1	1
Frame Increment Pointer	(0028,0009)	AT	1-n	1c
Image Type	(0008,0008)	CS	1-n	1
Lossy Image Compression	(0028,2110)	CS	1	1c

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Die Grenzen des bisherigen UT-Standards E2663

- Dies ermöglicht bereits die Aufzeichnung von Ultraschalluntersuchungen, aber nur die "rekonstruierten" Daten werden gespeichert, und die Dimensionen sind begrenzt (x | y | Amplitude).
- Die Rekonstruktion verschiedener komplexer Ultraschallverfahren würde die Speicherung von einzelnen A-Scans (ohne Nachbearbeitung) erfordern.
- Die folgenden Beispiele sollen die Notwendigkeit einer variablen Anzahl von Dimensionen verdeutlichen;

Einzelner Prüfkopf, Scannen in eine Richtung

- Dimension:
 - Scan-Position (Index oder Abstand)

➤ Anzahl benötigter Dimensionen: 1

Phased-Array-Sektorscan mit Manipulator

- Dimensionen:
 - Scan-Position (x)
 - Index-Position (z)
 - Phased-Array-Winkel (α)

➤ Anzahl benötigter Dimensionen: 3

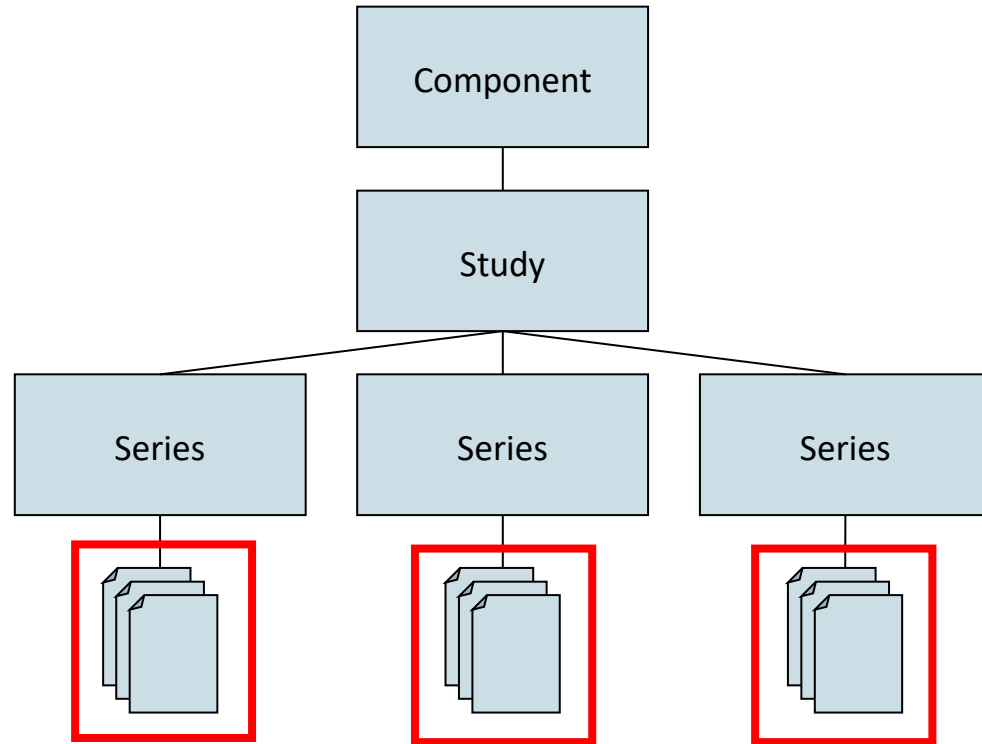
Komplexe robotergestützte 3D-Voll-Matrix-Erfassung mit multiplen Prüfköpfen

- Dimensionen:
 - 3 Raum-Dimensionen (x, y, z)
 - 3 Winkel-Dimensionen (α , β , γ)
 - Transmitter ID
 - Receiver ID
 - Prüfkopf ID
 - [...]

➤ Anzahl benötigter Dimensionen: ≥ 9

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Vorschlag zur Erweiterung der E2663 hinsichtlich Rohdaten

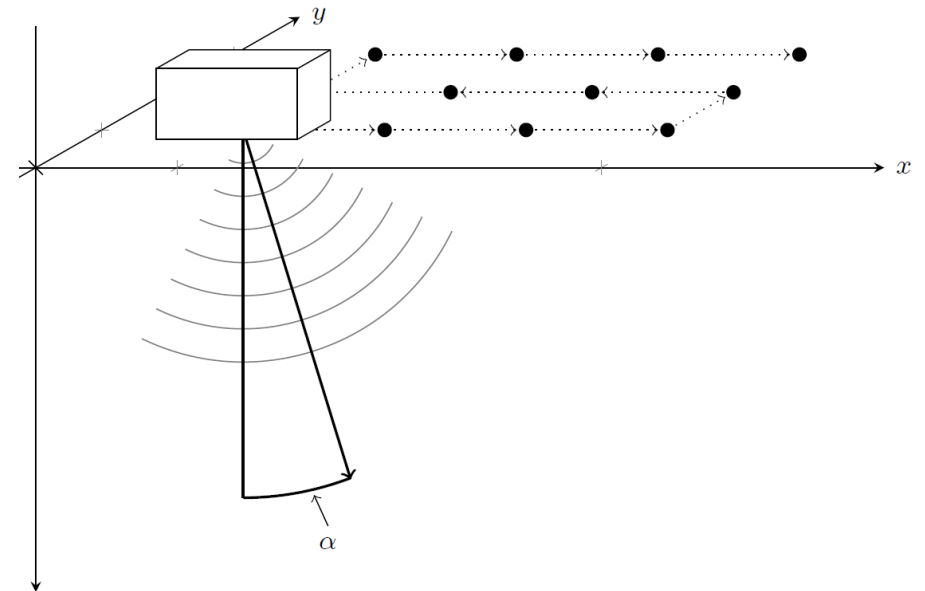


IE	Module	Reference	Usage
Component	Component	E2339, Section 7	M
	NDE Indication	E2339, Section 7	U
	NDE Geometry	E2339, Section 7	U
Study	General Study	E2339, Section 7	M
Series	General Series	E2339, Section 7	M
Equipment	NDE Equipment	E2339, Section 7	M
	NDE US Equip- ment	E2339, Section 7.2	U
	NDE Equipment Settings	E2339, Section 7.3	U
Image	NDE US Image	E2663, Section 7.1	M
Ultrasonic Waveform	Ultrasonic Wave- form	Section 3	M

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Vorschlag zur Erweiterung der E2663 hinsichtlich Rohdaten

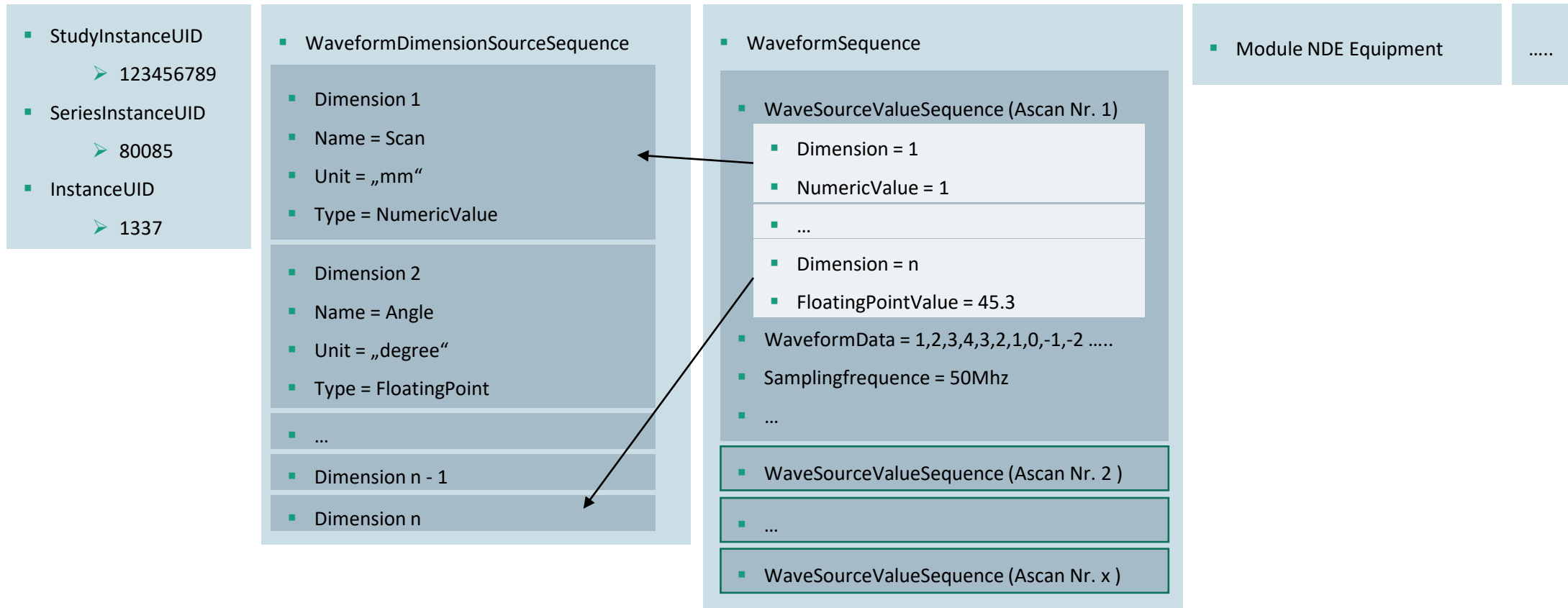
- Ein A-Scan beschreibt eine eindimensionale Anordnung von digitalisierten Ultraschallamplituden.
 - Dieser A-Scan hat einen Ursprungspunkt (x,y,z) und eine Richtung/Winkel
 - Der Abstand zwischen den Abtastpunkten ist durch die Abtaste (Konstante) und die Schallgeschwindigkeit des Materials gegeben
 - Letztere kann nicht konstant sein, wenn z. B. geschichtete Materialien geprüft werden.
-
- Basierend auf diesen Randbedingungen beinhaltet die geplante Ultrasound Waveform IOD (Information Object Definition) folgende Elemente:
 - Waveform (array of int16 values)
 - Position / Dimension information
 - Scan
 - Index
 - Angle of Attack
 - Sender / Receiver ID (for FMC)
 - ProbeID (wenn mehrere Prüfköpfe gleichzeitig Daten erfassen)



Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Beispiel für eine Instanz von einer Ultraschallwellenform IOD mit "n" Dimensionen und "x" A-Scans

- Beispieltags zur Speicherung von A-Scans



Ultrasonic Waveform IOD

Bernd Sprau M.Sc.
Christian Wirth M.Sc.
Frank Leinenbach M.Sc.

March 17, 2023

1 Abstract

The **DICONDE**¹ Standard offers a lot for saving result pictures, which are already rendered, but lacks a little bit when it comes to RAW-Data. This Proposal introduces a new IOD, combining the Ultrasonic IOD and the Waveform IOD from the **DICOM**². It was developed at the Fraunhofer IZFP in Saarbrücken from the named Authors and is currently **WORK IN PROGRESS!**

We aim to standardize our proposal at the ASTM, but this is not yet done! So use this at your own risk! This may or may not change, and may or may not be standardized in the future.

Draft

¹Digital Imaging and Communication in Non Destructive Evaluation
²Digital Imaging and Communications in Medicine

Standardisierte Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE

Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

- Erster Entwurf für die Archivierung von Ultraschall-A-Scans in DICONDE wurde vorgestellt
- Der Entwurf deckt Ultraschallverfahren von "einfachen" Prüfaufgaben mit einem Prüfkopf, Phased Array, bis hin zu komplexen robotergestützten Scans mit FMC und multiplen Prüfköpfen ab
- Der Entwurf wurde diversen Gremien vorgestellt und anhand von deren Feedback angepasst
- Innerhalb der ASTM wurde die Anwendung des Entwurfs auf weitere Verfahren wie EC diskutiert
- Aktuell werden hierzu konkrete Anpassungen an den Standards 2663 und 2934 vorgenommen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

- info@izfp.fraunhofer.de
- www.izfp.fraunhofer.de

Kontakt

Frank Leinenbach, M. Sc.
Chief Scientist Datenräume und Datenökosysteme
Telefon +49 681 9302-3627
frank.leinenbach@izfp.fraunhofer.de

Fraunhofer IZFP
Campus E3.1
66123 Saarbrücken
www.izfp.fraunhofer.de



Sensor- und Datensysteme für
Sicherheit, Nachhaltigkeit und Effizienz