

Stundenplan für die Ausbildung Digitale Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:09-2022

Tag	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
UE 1	5.1 T Einführung, Geschichte, Begriffe	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (IP, DDA, LDA)	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 2	5.9 T ISO 9712	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (IP, DDA, LDA)	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 3	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (IP, DDA, LDA)	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 4	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (IP, DDA, LDA)	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 5	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (Isotope)	5.4 T Ausrüstung (Zubehör)	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	5.4 P <i>Ausrüstung (Röntgenröhren)</i>
UE 6	5.2 T Physikalische Grundlagen	5.4 T Ausrüstung (Isotope)	5.4 P <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>	5.4 P <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>	5.3 + 5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>
UE 7	5.4 T Ausrüstung (Röntgenröhren)	5.4 P <i>Ausrüstung (Isotope)</i>	5.4 P <i>Arbeiten mit Isotop</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>
UE 8	5.4 T Ausrüstung (Röntgenröhren)	5.4 P <i>Arbeiten mit Isotop</i>	5.4 P <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>

!!! Die zeitliche Abfolge der Themen kann bei den verschiedenen Schulungsstätten und / oder aufgrund unterschiedlicher Dozenten von dem abgebildeten Stundenplan abweichen!
 UE = Unterrichtseinheiten (60 min), Schrift gerade = Theorie, *Schrift kursiv = Praxis*

Stundenplan für die Ausbildung Digitale Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:09-2022

Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	11. Tag
UE 1	5.5 T Prüfungsinformationen	5.7 T Berichterstellung, Bildinterpretation	5.8 T Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	5.9 T Prüfanweisung	5.7 T Berichterstellung, Bildinterpretation	Qualifikationsprüfung
UE 2	5.5 T Prüfungsinformationen	5.7 T Berichterstellung, Bildinterpretation	5.8 T Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	5.9 T Prüfanweisung	5.5 T Prüfungsinformationen	
UE 3	5.5 T Prüfungsinformationen	5.7 T Berichterstellung, Bildinterpretation	5.8 T Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	5.9 T Prüfanweisung	5.5 T Prüfungsinformationen	
UE 4	5.5 T Prüfungsinformationen	5.7 T Berichterstellung, Bildinterpretation	5.8 T Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	5.10 T Sondertechniken	5.3 T Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	
UE 5	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 6	5.3 + 5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.7 P <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 7	5.3 P <i>Objektumfang</i>	5.7 P <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 8	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.7 P <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	5.6 P <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	

!!! Die zeitliche Abfolge der Themen kann bei den verschiedenen Schulungsstätten und / oder aufgrund unterschiedlicher Dozenten von dem abgebildeten Stundenplan abweichen!
 UE = Unterrichtseinheiten (60 min), Schrift gerade = Theorie, *Schrift kursiv = Praxis*

Stundenplan für die Ausbildung Digitale Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:09-2022

Legende Digitale Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-D 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
5.1	<p>Einführung in die Geschichte, Entwicklung und Anwendung der ZfP: <u>Ziele der ZfP:</u> Aufgaben der ZfP, Zeitpunkte der Prüfung an einem Produkt, Prüfer, Übersicht der wichtigsten Prüfverfahren, Welchen Mehrwert liefert die ZfP? <u>Digitale Radiographie:</u> Definition, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen <u>Begriffe:</u> Elektromagnetische Strahlung, Energie, Dosis, Dosisleistung, Wellenlänge, Intensität, Dosisleistungskonstante, Aktivität <u>Regelwerke:</u> Produkt- und Durchführungsnormen, Bildgütenormen, Bewertungsnormen</p>	0,8	-
5.2	<p>Physikalische Prinzipien des Verfahrens: <u>Grundlagen:</u> Atomaufbau, Elektromagnetisches Spektrum, Strahlenquellen und ihre Merkmale (Röntgenröhren, radioaktive Isotope), Röntgenspektrum von Röntgenröhren und Isotopen, Wichtige Einstellparameter (Spannung, Strom und Aktivität), Brennfleck, Dosis, Dosisleistung und Dosisleistungskonstante, Vorfilter <u>Strahlenschwächung:</u> Photoelektrischer Effekt, Compton Effekt, Paarbildung; Halbwerts- und Zehntelwertsschicht, Schwächungsgesetz, Strahlenaufhärtung, Streustrahlung und Aufbaufaktor, Filterfunktionen und Maskierung <u>Strahlenkontrast und Rauschen:</u> Kontrast, spezifischer Kontrast, Rauschen, Auflösung, Einfluss von Streustrahlung, Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) und Normalisiertes SNRn, Kontrast-Rausch-Verhältnis (CNR), Basisortsauflösung, Pixelgröße <u>Bildoptimierung /-bearbeitung:</u> Schutzmaßnahmen gegen Streustrahlung, Kompensationsprinzipien (CP I bis CP III), maximale / optimale Röntgenspannung <u>Geometrische Einflussgrößen:</u> Innere und geometrische Unschärfe, Vergrößerungseffekte, geometrische Vergrößerung, Optimale Vergrößerung, Abstandsquadratgesetz, Unterschiede zwischen Radiographie und Radioskopie <u>Bildgüteprüfkörper:</u></p>	8	-

Legende Digitale Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-D 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
	Draht-Typ, Stufe-Loch-Typ, Doppel-Draht-Typ, ASTM-Bildgüteprüfkörper, Bestimmung der Basisortsauflösung, Bestimmung der Unschärfe über Linienpaare		
5.3	<p>Produktkenntnis und Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Arbeitstechniken: Fehlerarten, Fehlergröße, Orientierung des Fehlers, Einfluss der Einstrahlrichtung auf die Fehlerauffindwahrscheinlichkeit</p> <p><u>Übersicht über Produktherstellungsmethoden:</u> Gießen, Schmieden, Schweißen, Rohre und Rohrleitungen, Walzerzeugnisse, Verbundwerkstoffe</p> <p>Materialeigenschaften, Ursprung von Defekten, Auswertung</p> <p><u>Einflüsse auf Fehlernachweis:</u> Anzahl der Aufnahmen, Wanddickenzunahme, Objektumfang für Röhre und Isotope, Einstrahlwinkel bei Rohren</p>	10	2
5.4	<p>Ausrüstung:</p> <p><u>Röntgenröhren:</u> Bauarten stationär und mobil, Aufbau von Röntgenröhren und deren Funktionsweise, Kühlvorrichtungen, Bedienung von Anlagen, Einstellparameter (Strom, Spannung, Brennfleckgröße), Einpol- oder Zweipolröhren, Hochvoltanlagen, Parametermessung / Bestimmung</p> <p><u>Radioaktive Isotope:</u> Transportbehälter und der Umgang/Transport, Aufbauanordnung und Kollimatoren, Parameter (Isotopentypen, Spektrum, Energie, Aktivität, Strahlergröße, Halbwertszeit), Konstruktion von Behältern und Besonderheiten</p> <p><u>Speicherfolien:</u> Aufbau und Funktion, Scannersysteme und Ihre Klassifizierung, Qualitätskontrollen (CR-Phantom), Belichtungsbedingungen, Belichtungsdiagramme, Pflege und Lagerung, Systemauswahl</p> <p><u>Digitale Flächendetektoren (DDA):</u> Aufbau und Funktionsprinzip (direkte-, Indirekte Methode, CCD, amorphes Silizium, Szintillator) , Bedienung, Kontrastumwandlung (Negatives o. Positives Bild), Detektoreinstellungen, Qualitätskontrolle, Aufnahmebedingungen</p> <p><u>Digitale Zeilendetektoren (LDA):</u> Aufbau und Funktionsprinzip, Bedienung, Anwendungsbereiche, Vergleich mit DDA´s, Qualitätskontrolle, Aufnahmebedingungen</p>	9	7

Legende Digitale Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-D 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
	<u>Zubehör:</u> Bleibuchstaben und Bleimaßbänder, Haltemagnete, Bleiabschirmung, Blenden und Masken, Strahlenschutzzubehör, Gummibänder <u>Datenerfassung und Detektoreinstellungen:</u> A/D-Schnittstelle, Computeraufbau (Prozessor, Speicher, BUS, Festplatte), Laden und Speichern von Daten, Bildformate, Bildintegration über Zeit oder Anzahl von Einzelbildern, optimale Detektoreinstellungen / Optimierung, Einfluss der Anzahl von Bildern oder Zeit bei der Integration Klassifizierung der Filmdigitalisierung		
5.5	Informationen vor einer Prüfung: <u>Informationen über das Prüfobjekt:</u> Prüfgegenstand, Herstellungsverfahren, Prüfumfang, Bewertungsanforderungen, Fehlerkatalog <u>Prüfbedingungen und Anwendung von Regelwerken:</u> Zugänglichkeit, örtliche Gegebenheiten, Prüfen unter besonderen Bedingungen, Anwendungsnormen, Fertigungszustand bei Prüfung, Produktnormen, Anforderungen an das Prüfpersonal, Zulässigkeitsgrenzen <u>Prüftechniken und Prüfablauf:</u> Oberflächenzustand, Vorbereitung der Oberfläche, Dokumentation nach der Prüfung <u>Prüfanweisungen:</u> Erstellen einer Prüfanweisung	6,4	-
5.6	Prüfung: <u>Technikauswahl:</u> Unterschiedliche Aufnahmeanordnungen, Bildinterpretation, Auswertung von Anzeigen, Umgang mit Normen und Regelwerken sowie Fehlerkatalogen, Vermessen von Unregelmäßigkeiten, Arbeiten nach einer schriftlichen Prüfanweisung	-	20
5.7	Auswertung und Berichterstellung: <u>Grundlagen der Bewertung:</u> Betrachtungsbedingungen (Umgebungsbedingungen, Betrachtungszeit, Helligkeit) <u>Physikalische Faktoren:</u> Sehvermögen <u>Auswertung von Röntgenbildern:</u>	5	3

Legende Digitale Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-D 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
	<p>Überprüfen der Bildqualität, Dokumentation von Unregelmäßigkeiten</p> <p><u>Prüfbericht / Dokumentation:</u> Erfüllung der normativen Anforderungen, Ermittlung / Überprüfung der geforderten Bildqualität, Prüfung des Erreichens der Prüfklasse und des Prüfumfanges</p> <p><u>Digitale Bildverarbeitung:</u> Scanmodus, Integrationszeit, Grauwerte, Kontrast, Schärfe, Bildkorrekturen (digitale Filter), Arbeiten mit Histogramm und LUT, Filterfunktion (Hochpass, Kantenextraktion, Median), Glätten und Verbessern des SNR, Vermessungstools der Software (Einstellungen, Linienprofil, Messen von Längen, Breiten und Tiefen, Flächenmessung), Rohdatenkorrekturen (Grundlagen)</p> <p><u>Automatischen Bildauswertung:</u> Funktionsprinzip, Messung von Anzeigen</p>		
5.8	<p>Beurteilung: <u>Fehlereinteilung:</u> Art /Typ der Anzeige, Größe, Lage, Häufigkeit, Einfluss von Material und Herstellung</p>	4	-
5.9	<p>Qualitätsaspekte: <u>Personalqualifikation:</u> ISO 9712</p> <p><u>Dokumentation:</u> Entwicklung einer Prüfanweisungen, Rückverfolgbarkeit von Dokumenten, Überprüfung von Messergebnissen</p> <p><u>Kenntnis der anwendbaren NDT- Anwendungs- und Produktstandards:</u> Korrekte Auswahl der Prüftechnik, Anwendung der korrekten Prüfparameter, objektbezogene Ausbildung, Überprüfung der Ausrüstung</p>	4	-
5.10	<p>Entwicklungen: <u>Sondertechniken:</u> Stereoaufnahmen, Computertomographie (Einführung, Aufnahmetechniken, Zubehör), Vergleich Filmtechnik mit Digitaler Technik</p>	0,8	-
Summe Unterrichtseinheiten (UE)		48	32

Legende Digitale Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-D 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
Gesamtsumme Unterrichtseinheiten (UE)			80

Regelwerke für die Ausbildung Digitale Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:09-2022

Regelwerke

DIN EN ISO 9712 – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der ZfP
DIN EN ISO 17635 – ZfP – Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe
DIN EN ISO 17636-2 – ZfP von Schweißverbindungen – Durchstrahlungsprüfung – Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlentechniken mit digitalen Detektoren
DIN EN 12681-2 – Gießereiwesen – Durchstrahlungsprüfung – Teil 2: Technik mit digitalen Detektoren
DIN EN ISO 19232-1 – ZfP – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen – Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper
DIN EN ISO 19232-2 – ZfP – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen – Teil 2: Ermittlung der Bildgütezahl mit Stufe/Loch-Typ-Bildgüteprüfkörper
DIN EN ISO 19232-3 – ZfP – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen – Teil 3: Bildgüteklassen
DIN EN ISO 19232-4 – ZfP – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen – Teil 4: Experimentelle Ermittlung von Bildgütezahlen und Bildgütetabellen
DIN EN ISO 19232-5 – ZfP – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen – Teil 5: Bestimmung der Bildunschärfezahl mit Doppeldraht-Typ-Bildgüteprüfkörpern
DIN EN ISO 10675-1 – Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen
DIN EN ISO 10675-2 – Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 2: Aluminium und seine Legierungen
DIN EN ISO 6520-1 – Schweißen und verwandte Prozesse - Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen - Teil 1: Schmelzschweißen
ASTM E 446 – Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (50.8 mm) in Thickness
ASTM E 155 – Bezugsdurchstrahlungsbilder für die Prüfung von Gussstücken aus Aluminium und Magnesium
AD 2000-Merkblatt HP 0 – Herstellung und Prüfung von Druckbehältern - Allgemeine Grundsätze für Auslegung, Herstellung und damit verbundene Prüfungen
AD 2000-Merkblatt HP 5/3 – Herstellung und Prüfung von Druckbehältern - ZfP der Schweißverbindungen