

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

Tag	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
UE 1	<b>5.1 T</b> Einführung, Geschichte, Begriffe	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenröhren)	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 2	<b>5.9 T</b> ISO 9712	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenfilme)	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 3	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenfilme)	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 4	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenfilme)	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken
UE 5	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Isotope)	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenfilme)	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	<b>5.4 P</b> <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>
UE 6	<b>5.2 T</b> Physikalische Grundlagen	<b>5.4 P</b> <i>Ausrüstung (Isotope)</i>	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Zubehör)	<b>5.4 P</b> <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>
UE 7	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenröhren)	<b>5.4 P</b> <i>Ausrüstung (Isotope)</i>	<b>5.4 P</b> <i>Arbeiten mit Isotop</i>	<b>5.3 P</b> <i>Bildgüteprüfkörper</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>
UE 8	<b>5.4 T</b> Ausrüstung (Röntgenröhren)	<b>5.4 P</b> <i>Arbeiten mit Isotop</i>	<b>5.4 P</b> <i>Arbeiten mit Geräten und Zubehör</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <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 Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:2022-09

Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	11. Tag
UE 1	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	<b>5.7 T</b> Berichterstellung, Bildinterpretation	<b>5.8 T</b> Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	<b>5.9 T</b> Prüfanweisung	<b>5.7 T</b> Berichterstellung, Bildinterpretation	Qualifikationsprüfung
UE 2	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	<b>5.7 T</b> Berichterstellung, Bildinterpretation	<b>5.8 T</b> Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	<b>5.9 T</b> Prüfanweisung	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	
UE 3	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	<b>5.7 T</b> Berichterstellung, Bildinterpretation	<b>5.8 T</b> Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	<b>5.9 T</b> Prüfanweisung	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	
UE 4	<b>5.5 T</b> Prüfungsinformationen	<b>5.7 T</b> Berichterstellung, Bildinterpretation	<b>5.8 T</b> Anzeigenklassifizierung und Beurteilung	<b>5.10 T</b> Sondertechniken	<b>5.3 T</b> Produktkenntnisse / Arbeitstechniken	
UE 5	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 6	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.7 P</b> <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 7	<b>5.3 P</b> <i>Objektumfang</i>	<b>5.7 P</b> <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	
UE 8	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.7 P</b> <i>Bildgüte, Bildinterpretation</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <i>Arbeiten nach Prüfanweisung</i>	<b>5.6 P</b> <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 Durchstrahlungsprüfung, Stufe 2 nach DIN EN ISO 9712:2022-09

Legende Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-F 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
5.1	<p><b>Einführung in die Geschichte und Terminologie der Durchstrahlungsprüfung:</b>  <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>Radiographie:</u>            Definition, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen  <u>Begriffe:</u>            Elektromagnetische Strahlung, Energie, Dosis, Dosisleistung, Wellenlänge, Intensität, Dosisleistungskonstante, Aktivität  <u>Regelwerke:</u>            Produktnormen, Bewertungsnormen, Bildgüte- und Durchführungsnormen</p>	0,8	-
5.2	<p><b>Physikalische Prinzipien des Verfahrens:</b>  <u>Grundlagen:</u>            Atomaufbau, Elektromagnetisches Spektrum, Strahlenquellen und ihre Merkmale (Röntgenröhren, radioaktive Isotope), Energiespektrum 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, Röntgenfluoreszenz  <u>Strahlenkontrast und Rauschen:</u>            Kontrast, spezifischer Kontrast, Rauschen, Auflösung, Einfluss von Streustrahlung  <u>Bildoptimierung /-bearbeitung:</u>            Schutzmaßnahmen gegen Streustrahlung, maximale / optimale Röntgenspannung  <u>Geometrische Einflussgrößen:</u>            Innere und geometrische Unschärfe, Vergrößerungseffekte, geometrische Vergrößerung, Abstandsquadratgesetz, Unterschiede zwischen Radiographie und Radioskopie  <u>Bildgüteprüfkörper:</u></p>	8	-

Legende Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-F 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
	Draht-Typ, Stufe-Loch-Typ, Doppel-Draht-Typ, ASTM-Bildgüteprüfkörper, Bestimmung der Ortsauflösung		
5.3	<p><b>Produktkenntnis und Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Arbeitstechniken:</b> 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, Objekttumfang für Röhre und Isotope, Einstrahlwinkel bei Rohren</p>	10	2
5.4	<p><b>Ausrüstung:</b></p> <p><u>Röntgenröhren:</u> Bauarten stationär und mobil, Aufbau von Röntgenröhren und deren Funktionsweise, Erzeugung der Hochspannung, 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, Kollimatoren, Darstellung von Unregelmäßigkeiten, Parameter (Isotopentypen, Spektrum, Energie, Aktivität, Strahlergröße, Halbwertszeit), Handhabung der Behälter, Konstruktion von Behältern und Besonderheiten</p> <p><u>Röntgenfilme:</u> Aufbau (Trägerfolie, Silberbromidschicht, Korngröße, Kornform), latente Bildinformationen, Filmverarbeitung (Filmsysteme und ihre Eigenschaften, Schwärzungskurven, Filmgradient, Kontrast, Geschwindigkeit, Detailerkennbarkeit, Einfluss der Filmentwicklung, Empfindlichkeit, Körnung) Einteilung der Filmsystemklassen, PMC-Streifen, Filmfolien (innere Unschärfe, Verstärkerwirkung, Filterfunktion, Folien für Co60 und Linearbeschleuniger), Belichtungsdiagramme und deren Anwendung</p> <p><u>Filmentwicklung und Dunkelräume:</u> Aufbau und Anforderungen an eine Dunkelkammer, manuelle und automatische Filmentwicklung, Entwicklungsschemie, Entwicklungsprozess (Grundlagen der Filmentwicklung, Zubehör und Anforderungen, Prüfung des Prozesses, Lagerung von unbelichteten Röntgenfilmen, Test der Dunkelkammerbeleuchtung, Schleierschwärzung überprüfen, Anwendung von PMC-Streifen, Klärzeit bestimmen, Checklisten)</p> <p><u>Zubehör:</u></p>	9	7

Legende Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-F 2, multisektoriell			
Nr.	Thema	UE	
		T	P
	Bleibuchstaben und Bleimaßbänder, Haltemagnete, Bleiabschirmung, Blenden und Masken, Strahlenschutzzubehör, Gummibänder <u>Digitalisierung von Röntgenfilmen:</u> Scannersysteme (Kamerabasiert, Linienscanner, Laserscanner), Phantom-Prüfkörper, Anwendung und Archivierung, Einteilung		
5.5	<b>Informationen vor einer Prüfung:</b> <u>Informationen über das Prüfobjekt:</u> Prüfgegenstand, Herstellungsverfahren, Prüfungsumfang, 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	<b>Prüfung:</b> <u>Technikauswahl:</u> Unterschiedliche Aufnahmeanordnungen, Filminterpretation, Auswertung von Anzeigen, Umgang mit Normen u. Regelwerken sowie Fehlerkatalogen, Vermessen von Unregelmäßigkeiten, Arbeiten nach einer schriftlichen Prüfanweisung	-	20
5.7	<b>Auswertung und Berichterstellung:</b> <u>Grundlagen der Bewertung:</u> Betrachtungsbedingungen (Umgebungsbedingungen, Betrachtungszeit, verstrichene Zeit nach Blendung, Helligkeit, Messen der optischen Dichte, Mach'scher Effekt) Filmbetrachtung (minimale Leuchtdichte, Gleichmäßigkeitsfaktor) <u>Physikalische Faktoren:</u> Sehvermögen, Adaption vor der Betrachtung <u>Auswertung von Röntgenbildern:</u>	5	3

<b>Legende Durchstrahlungsprüfung Ausbildung RT-F 2, multisektoriell</b>			
<b>Nr.</b>	<b>Thema</b>	<b>UE</b>	
		<b>T</b>	<b>P</b>
	Überprüfen der Bildqualität, Dokumentation von Unregelmäßigkeiten <u>Prüfbericht / Dokumentation:</u> Erfüllung der normativen Anforderungen, Ermittlung / Überprüfung der geforderten Bildqualität, Prüfung des Erreichens der Prüfklasse und des Prüfumfanges		
<b>5.8</b>	<b>Beurteilung:</b> <u>Fehlereinteilung:</u> Art /Typ der Anzeige, Größe, Lage, Häufigkeit, Einfluss von Material und Herstellung	<b>4</b>	-
<b>5.9</b>	<b>Qualitätsaspekte:</b> <u>Personalqualifikation:</u> ISO 9712 <u>Dokumentation:</u> Entwicklung einer Prüfanweisungen, Rückverfolgbarkeit von Dokumenten, Überprüfung von Messergebnissen <u>Kenntnis der anwendbaren NDT- Anwendungs- und Produktstandards:</u> Korrekte Auswahl der Prüftechnik, Anwendung der korrekten Prüfparameter, objektbezogene Ausbildung, Überprüfung der Ausrüstung	<b>4</b>	-
<b>5.10</b>	<b>Entwicklungen:</b> <u>Sondertechniken:</u> Stereoaufnahmen, Vergleich Filmtechnik mit Digitaler Technik	<b>0,8</b>	-
<b>Summe Unterrichtseinheiten (UE)</b>		<b>48</b>	<b>32</b>
<b>Gesamtsumme Unterrichtseinheiten (UE)</b>		<b>80</b>	

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

### Regelwerke

DIN EN ISO 9712 – Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung

DIN EN ISO 5579 – Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen - Grundlagen

DIN EN ISO 17635 – ZfP von Schweißverbindungen - Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe

DIN EN ISO 17636-1 – Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen

DIN EN ISO 11699-1 – Zerstörungsfreie Prüfung - Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Klassifizierung von Filmsystemen für die industrielle Durchstrahlungsprüfung

DIN EN ISO 11669-2 – Zerstörungsfreie Prüfung - Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 2: Kontrolle der Filmverarbeitung mit Hilfe von Referenzwerten

DIN EN ISO 19232-1 – Zerstörungsfreie Prüfung - Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper

DIN EN ISO 19232-2 – Zerstörungsfreie Prüfung - Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 2: Ermittlung der Bildgütezahl mit Stufe/Loch-Typ-Bildgüteprüfkörper

DIN EN ISO 19232-3 – Zerstörungsfreie Prüfung - Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 3: Bildgüteklassen

DIN EN ISO 19232-4 – Zerstörungsfreie Prüfung - Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 4: Experimentelle Ermittlung von Bildgütezahlen und Bildgütetabellen

DIN EN ISO 19232-5 – Zerstörungsfreie Prüfung - 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

DIN EN 12681-1 – Gießereiwesen - Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Filmtechniken

DIN EN 25580 – Zerstörungsfreie Prüfung; Betrachtungsgeräte für die industrielle Radiographie; Minimale Anforderungen

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