

National Aerospace NDT Board

NANDTB-GERMANY

Stoffpläne/ Syllabuses

Ergänzung in 2016: RT NonFilm Stufe 1, 2 und 3; PAUT Stufe 2.

April 2016

NANDTB-G_R008_C

Eindringprüfung Stufe 1 (≥16h)		
Grundlagen der Eindringprüfung	Grundprinzip der Eindringprüfung	
	Physikalische Grundlagen	Oberflächenspannung Benetzung Kapillarität
	Einteilung der Eindringmittel nach Norm	Farbeindringmittel Fluoreszierende Eindringmittel Fluoreszierende Farbeindringmittel
	Zwischenreinigungsverfahren	Zwischenreinigen mit Wasser Zwischenreinigen mit lipophilem Emulgator Zwischenreinigen mit Lösemitteln Zwischenreinigen mit hydrophilem Emulgator Zwischenreinigen mit Wasser und Lösemittel
	Entwicklerarten	Trockenentwickler Nassentwickler wasserlöslich Nassentwickler wassersuspendiert Nassentwickler auf Lösemittelbasis Nassentwickler für spezielle Anwendungen
Eigenschaften des menschlichen Auges		Die Schärfleistung Das Farbunterscheidungsvermögen Die Kontrastempfindlichkeit Die Hell-Dunkeladaption Astigmatismus
Prüfobjekte		Voraussetzung an das Prüfobjekt Vorbehandlung des Prüfobjektes
Anwendungstechniken der Eindringprüfung		Farbeindringprüfung Fluoreszierende Eindringprüfung Fluoreszierende Farbeindringprüfung Spezielle Anwendungstechniken Durchdringungsprüfung
Durchführung der Prüfung	Ablauf der Eindringprüfung	Wahl der Prüftechnik Reinigen vor der Prüfung Trocknen vor dem Eindringvorgang Aufbringung des Eindringmittels Eindringdauer Zwischenreinigen Trocknung nach der Zwischenreinigung Aufbringung des Entwicklers Entwicklungsdauer Inspektionsbeginn Abschließende Inspektion Bezeichnung von Anzeigen Reinigen nach der Inspektion Konservieren der Bauteile Anzeigenbeispiele

Eindringprüfung Stufe 1 (≥16h)		
Prüfeinrichtungen und Verfahrensüberwachung	Verfahrensüberwachung	Einsatz von Kontrollkörper Kontrollkörper in der Mobilen Prüfung
	Prüfeinrichtungen	<p>Vorbehandlungsbereiche</p> <p>Trocknungsanlagen</p> <p>Verfahrensüberwachung an Trocknungsöfen</p> <p>Bereich zum Auftr. des Eindringmittels</p> <p>Badanlagen</p> <p>Abtropfstation</p> <p>Überwachung der Eindringmittel</p> <p>Zwischenreinigung</p> <p>Wassertauchbehälter</p> <p>Wassersprüheinrichtung</p> <p>Emulgierbereiche</p> <p>Überwachung des Emulgators</p> <p>Entwickler</p> <p>Aufbringmöglichkeiten für Trockenentwickler</p> <p>Nassentwickler auf Lösemittelbasis</p> <p>Überwachung der Entwickler</p> <p>Arbeitsbereiche</p> <p>Wasserspüleinrichtung Temperatur und Druck</p> <p>UV-A Strahlung</p> <p>Beleuchtungsstärken</p> <p>Hilfsmittel</p> <p>Lupen</p> <p>Endoskope</p>
Auswertung und Bewertung		<p>Auswertung von Prüfteilen</p> <p>Bewertung von Prüfteilen</p> <p>Dokumentation einer Prüfung</p>
Werkstoffkunde		<p>Entstehung von Werkstofffehlern bei Herstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einschlüsse • Poren • Lunker • Seigerungen • Risse <p>Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Walz- und Schmiedefehler • Fehler beim Drehen, Schleifen • Fehler durch Härten <p>Fehler durch Betriebsbeanspruchung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risse • Korrosion

Normen und Vorschriften		Normen Prüfanweisungen Firmeninterne Vorschriften
Sicherheitsbestimmungen		Allgemeine Sicherheitsbestimmungen Umgang mit Prüfmitteln und Prüfgerät
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Eindringprüfung Stufe 2 (≥16h)		
Grundlagen	Grundprinzip der Eindringprüfung	
	Prüfmittelsysteme	Eindringmittel Zwischenreiniger Entwickler Klassifizierung der Prüfmittel
Verfahrensablauf	Vorreinigungsverfahren	Arten der Vorreinigung
	Mechanische Vorreinigung	Mechanische Vorreinigung Einfluss der mech. Vorreinigung Einfluss auf die Anzeigen nach Honen Einfluss auf die Anz. nach Schleif. 180K Einfluss auf die Anz. nach Schleif. 240K Einfluss auf die Anz. nach Kugelstr. Beizen Notwendige Beizabträge
	Chemische Vorreinigung	Chemische Vorreinigung Wässrige Entfettung Abkochentfettung Elektrolytische Entfettung Entrostungsmittel Entlackungsmittel Entzunderung
	Eindringvorgang	Der Eindringvorgang Prüftemp. nach versch. Regelwerken Aufbringung des Eindringmittels Benetzung Eindringdauer
	Zwischenreinigung	mit Wasser mit lipophilem Emulgator mit Lösemittel mit hydrophilem Emulgator mit Wasser und Lösemittel
	Trocknung	Trocknung nach der Vorreinigung Trocknung nach der Zwischenreinigung
	Entwicklung	Entwicklung mit Trockenentwickler wasserlöslicher Nassentwickler wassersuspendierter Entwickler Lösemittelsuspendierter Entwickler spezielle Entwickler
	Auswahl des Prüfmittelsystems	Prüfmittel für normale Anforderungen Prüfmittel für hohe Anforderungen Prüfmittel für Höchste Anforderungen Spezielle Prüfmittelsysteme

Feststellung der Prüfmiteileigenschaften	Prüfungen nach EN3452	Musterprüfung Chargenprüfung Überwachung durch den Anwender
	zu prüfende Eigenschaften	Dichte Oberflächenspann. Metalle, Kunststoffe Benetzung / Randwinkel Viskosität Flammpunkt Dampfdruck UV-Beständigkeit Korrosive Bestandteile Prüfung von Nichtmetallen Eigenschaften von Entwicklern Korngrößenbest.
Kontrolle des Anzeigevermögens		Kontrollkörper nach DIN EN ISO 3452-3 Empfindlichkeitsklassen JIS Kontrollkörper PSM 5 Kontrollkörper Reinigung/Lagerung der Kontrollkörper
Auswahl des Oberflächenprüfverfahrens		Gestaltung von Prüfabläufen Sicherheitsrelevanz der Prüfteile Festzustellende Fehlerart Werkstoff des zu prüf. Gegenstands Form/Oberflächenbeschaff. des P.G. Arbeitsplatzbedingungen Prüftemperaturbereich Stückzahl der zu prüf. Teile
Geräte und Anlagen		Reinigungsanlagen Vor-und Zwisch.rein. Trocknungsmöglichkeiten Entwicklerauftragseinrichtungen Inspektionseinrichtungen
Besondere Prüfbedingungen		Prüfung bei niedrigen Temperaturen Prüfung bei hohen Temperaturen Prüfung bei verschiedenen Oberflächen Mobile Eindringprüfung Prüfung bei Inst. Und Wartung
Objektkunde		Anzeigenform und Fehlerart Prüfung nichtmetallischer Werkstoffe Prüfung von Keramischen Werkst. Prüfung von Kunststoffen
Normen, Regelwerke Spezifikationen		Prüftechnische Regelwerke Objektbezogene Regelwerke Bestellvereinbarungen, Spezifikationen Leitfaden für eine Prüfanweisung

Dokumentation und Protokollierung		Bedeutung der Dokumentation Dokumentation für den Kunden Dokumentation für die QS Aufbau von Protokollen Bedeutung eines Koordinatensystems Hilfsmittel zur Dokumentation
Umweltschutz und Sicherheitsbestimmungen		Zusammensetzung der Prüfmittel Entsorgung von Prüfmitteln Eindringmittel Zwischenreiniger Entwickler Sicherheitsbestimmungen Gefahrstoffverordnung Gefahrenkennzeichen EG Sicherheitsdatenblätter Allg. Umgangsvorschr. mit Gefahrstoffen
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Eindringprüfung Stufe 3		
Physikalische Grundlagen	Grundprinzip	Grundprinzip der Eindringprüfung
	Eigenschaften von Prüfmitteln	Dicht von Flüssigkeiten Oberflächenspannung von Flüssigkeiten Oberflächenspannung von Festkörpern Benetzung Randwinkel Kapillarität Viskosität Flammpunkt Dampfdruck Beständigkeit von Eindringmitteln Lagerfähigkeit Prüfung auf Korrosive Bestandteile Empfindlichkeit von Eindringmitteln Eigenschaften von Zwischenreinigern Eigenschaften von Entwicklern
Auswahlkriterien für die Anwendung des Eindringverfahrens	Abgrenzung zu anderen Oberflächenverfahren	VT Sichtprüfung MT Magnetische Verfahren ET Wirbelstrom Verfahren Spezielle Eindring Verfahren Anwendungstechniken
Verfahrensablauf	Vorbereitung der Prüfteile	Mögliche Oberflächenverunreinigungen Vorreinigungsmethoden Einfluss mech.. Oberflächenbehandlung Einfluss des Honens als Oberflächenbeh. Einfluss des Schleifens als Oberflächenbeh. Trocknung nach der Vorbehandlung Trocknungstemperaturen versch. Regelwerke
	Aufbringen des Eindringmittels	Methoden zur Aufbringung des Eindringmittels
	Zwischenreinigung	Besonderheiten bei der Zwischenreinigung Zwischenreinigungsverfahren
	Trocknung	Trocknung nach der Zwischenreinigung Trocknungstemperaturen versch. Regelwerke
	Entwickleraufbringung	Methoden zur Aufbringung des Entwicklers Entwicklungsdauer
	Inspektion	Inspektion
Eindringanlagen		Aufbau von Eindringanlagen Komponenten von Eindringanlagen Manuelle Anlagen halbautomatische Anlagen Vollautomatische Anlagen

Verfahrenskontrollen		Kontrollen durch den Anwender Kontrolle des Bauteils Kontrolle der Umgebungsbedingungen Kontrolle des Prüfmittelsystems Kontrolle der Prüfanlagen Kontrolle der Prüfereignung
Kontrollkörper für die Eindringprüfung		Kontrollkörper 1 DIN EN ISO 3452-3 Kontrollkörper 2 DIN EN ISO 3452-3 Kontrollkörper A DIN 54152 T3 Kontrollkörper B DIN 54152 T3 Kontrollkörper PSM 5 TAM JIS Kontrollkörper Kontrollkörper nach ASME V Article 6 Testkörper mit natürlichen Rissen Testk. zur Überwachung der Abwaschbarkeit Reinigung der Kontrollkörper Lagerung der Kontrollkörper
Prüfmittelsysteme		Bezeichnung nach DIN EN3452-1 Qualifizierung Zulassung Zertifizierung von Prüfmittelsystemen
Prozessüberwachung		Allgemeine Überwachung Prozessüberwachungsschritte
Interpretation und Bewertung von Anzeigen		Anzeigenarten Bewertung bei versch. Luftfahrtsherstellern Bewertung nach einem Triebwerkshersteller
Regelwerke/ Prüfanweisungen		Allgemeines zu Regelwerken und Prüfanweisung Werksnormen und Anweisungen Vergl. nation. und internationaler Regelwerke
Fallstudien für Prüfanweisungen		Forderung an eine Prüfanweisung Erstellung einer Prüfanweisung Prüfanw. Beschlag Seitenleitwerksschale Prüfanweisung Fräsbeschlag Prüfanweisung nach Vorgabe

Magnetpulverprüfung Stufe 1 (≥16h)		
Physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung	Magnetismus	Auswirkung des Magnetismus Magnetfelder von Dauermagneten
	Magnetfelder an und um elektrische Leiter	Magnetfelder an elektrischen Leitern Magnetfelder von Gleichströmen Magnetfelder von Wechselströmen
	Materie im magn. Feld	Materie im magnetischen Feld die magnetische Leitfähigkeit Die Hysteresekurve
	Magnetisierung Entmagnetisierung Eigenschaften des menschlichen Auges	Erforderliche Magnetisierung Entmagnetisierung Entmagnetisierungsmethoden Die Schärfleistung Das Farbumscheidungsvermögen Die Kontrastempfindlichkeit Die Hell-Dunkeladaption Astigmatismus
Prüfobjekte		Voraussetzungen an das Prüfobjekt Vorbereitung des Prüfobjektes
Anwendungstechniken	Übersicht	Übersicht
	Kreismagnetisierung	Selbstdurchflutung Hilfsdurchflutung
	Längsmagnetisierung	Jochmagnetisierung Spulenmagnetisierung Induktionsdurchflutung
	Kombinierte Techniken	Kombination von 2 Gleichfeldern Kombination von Gleich- und Wechselfeld Kombination von 2 Wechselfeldern Phasenverschobene Wechselfelder
Prüfdurchführung	Allgemeines	Allgemeines zur Prüfdurchführung Voraussetzung an Prüfgegenst. und Prüfgerät
	Ablauf	Wahl der Magnetisierungsmethode Vorbereiten und Einspannen des Bauteils Magnetisierung des Bauteils zeitliche Abfolge der Prüfschritte Auswertung und Bewertung von MP Anzeigen Reinigen und Konservieren nach der Prüfung

Verfahrensüberwachung	Überwach. der Magnetisierungseinrichtungen	Stationäre Geräte Mobile Magnetisierungseinrichtung Überwachung der Geräte
	Entmagnetisierungsgeräte	Überwach. der Entmagnetisierungseinrichtung Entmagnetisierungsspulen Entmagnetisierung an stat. Anlagen Verfahrensüberwachung Ent.Mag. Geräten
	Rissprüfmittel	Ansatz von Rissprüfmitteln Überwachung der Konzentration Überwachung der Anzeigenfähigkeit
	Beleuchtung und Bestrahlung	Beleuchtungs- und Bestrahlungseinrichtungen Messung der UV-A Bestrahlung Messung des Weißlichtes Verfahrensüberwachung der UV-A-Strahlung
	Messung der Feldstärke	Messung der Feldstärke Tangentialfeldstärkenmessung Messungen mit dem Bertholdtestkörper Remanenzmessgeräte
Auswertung Bewertung und Dokumentation		Auswertung von Prüfteilen Scheitfehler Relevante Fehler Bewertung Dokumentation in der Fertigung Dokumentation in der Wartung
Werkstoffkunde	Entsteh. von Werkstofffehlern bei Herstellung	Einschlüsse Poren Lunker Seigerungen Risse
	Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung	Walz- und Schmiedefehler Fehler beim Drehen, Schleifen Fehler durch Härten
	Fehler durch Betriebsbeanspruchung	Risse Korrosion
Normen und Vorschriften		Normen Prüfanweisungen Firmeninterne Vorschriften
Sicherheitsbestimmungen		Allgemeine Sicherheitsbestimmungen Umgang mit Prüfmitteln und Prüfgerät
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Magnetpulverprüfung Stufe 2 (≥16h)		
Physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung	Elektrische Größen	elektrische Spannung elektrischer Strom die Frequenz elektrischer Widerstand Phasenverschiebung Elektrische Leistung Wirkungen des elektrischen Stroms
	magnetische Grundlagen	Ferromagnetismus Magnetische Felder magnetische Durchflutung magnetische Feldstärke Permeabilität magnetische Flussdichte (Induktion) magnetischer Fluss Magnetisierungskurven (Hysteresekurven) erforderliche Feldstärken
	Elektromagnetische Induktion	Der Transformator Der Skinneffekt
	Magnetfelder um elektrische Leiter	Feldstärke Flussdichte in und um den Leiter
	Ferromagnetische Werkstoffe im Magnetfeld	magn. Scherung bei Spulenmagnetisierung Besonderheiten bei der Jochmagnetisierung
	Nachweis ausreichender Feldstärken	Feldstärkenmessung
	Kombinierte Verfahren	Kombination von 2 Gleichfeldern Kombination von Gleich- und Wechselfeld Kombination von 2 Wechselfeldern Phasenverschobene Wechselfelder
	Entmagnetisierung	Entmagnetisierungsmöglichkeiten fachgerechte Messung der Restfeldstärke
	UV-A-Strahlung	UV-A- Bestrahlungseinrichtungen Spektralbereiche der UV-A-Strahler Betrachtungsbedingungen
	Eigenschaften des menschlichen Auges	Die Schärfleistung Das Farbunterscheidungsvermögen Die Kontrastempfindlichkeit Die Hell-Dunkeladaption Astigmatismus

Magnetisierungstechniken	Grundlagen der Magnetisierungstechnik	Allgemeines Jochmagnetisierung Spulenmagnetisierung Selbstdurchflutung Hilfsdurchflutung Induktionsdurchflutung Kombinierte Techniken Sonstige Magnetisierungstechniken
Prüfgeräte und Hilfsmittel	Geräte	Transportable Geräte Zusatzeinrichtungen Entmagnetisierungsspulen
	Prüfmittel	fluoreszierende und farbige Prüfmittel Ansetzen von Prüfmittelsuspensionen
	Bestrahlungseinrichtung Kontrollkörper und Geräte	UV-A- Bestrahlungseinrichtungen Messgeräte für Beleuchtung und Bestrahlung Kontrollkörper für die Prüfmittelüberwachung Kontrollkörper für die Geräteüberwachung
	Messung der Tangentialfeldstärke	Feldstärkenmessgeräte Berthold Testkörper Testkörper zur Magnetisierungskontrolle
Verfahrensüberwachung	Beleuchtungs- und Bestrahlungsmessung	UV-A- Bestrahlungsmessung Weißlichtmessung
	Überwachung des Prüfsystems	Überwachung der Prüfmittelkonzentration Überwachung des Prüfgerätes auf Funktion Überwachung der Tangentialfeldstärke
Auswertung Bewertung Dokumentation Prüfanweisung		Auswertung Bewertung Prüfprotokoll Aufbau einer Prüfanweisung Prüfanweisung nach ASTM E1444 Fallstudien
Normen und Vorschriften		Normen Prüfanweisungen Firmeninterne Vorschriften
Abgrenzung zu andern Prüfverfahren		Vergleich mit anderen Oberflächenverfahren Auffindbare Fehlergrößen andere ZfP Verfahren

Werkstoffkunde	Entsteh. von Werkstofffehlern bei Herstellung	Einschlüsse Poren Lunker Seigerungen Risse
	Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung	Walz- und Schmiedefehler Fehler beim Drehen, Schleifen Fehler durch Härten
	Fehler durch Betriebsbeanspruchung	Risse Korrosion
Konstruktionskonzepte		Safe live Fail Safe Damage Tolerance
Umweltschutz und Sicherheits- Bestimmungen		Zusammensetzung der Prüfmittel Entsorgung von Prüfmitteln Eindringmittel Zwischenreiniger Entwickler Sicherheitsbestimmungen Gefahrstoffverordnung Gefahrenkennzeichen EG Sicherheitsdatenblätter Allg. Umgangsvorschr. mit Gefahrstoffen
Praktische Übungen		Prüfung von Luftfahrt relevanten Bauteilen Verfahrensüberwachung

Magnetpulverprüfung Stufe 3		
Physikalische Grundlagen der Magnetpulverprüfung	Elektrische Größen	elektrische Spannung elektrischer Strom die Frequenz elektrischer Widerstand Phasenverschiebung Elektrische Leistung Wirkungen des elektrischen Stroms
	Grundlagen des Magnetismus	Ferromagnetismus Magnetische Felder magnetische Durchflutung magnetische Feldstärke Permeabilität magnetische Flussdichte (Induktion) magnetischer Fluss Magnetisierungskurven (Hysteresekurven) erforderliche Feldstärken
	Elektromagnetische Induktion	Der Transformator Der Skineneffekt
	Magnetfelder um elektrische Leiter	Magn. Feldstärke in und um elektrische Leiter Magn. Flussdichte in u. um elektrische Leiter
	Ferromagnetische Werkst. Im Magnetfeld	magn. Scherung bei Spulenmagnetisierung Besonderheiten bei der Jochmagnetisierung Nachweis ausreichender Magnetisierung
	Vergleich magn. Gleich und Wechselfelder und deren Überlagerung	Gleich- und Wechselstrommagnetisierung Kombination von Gleich und Wechselfeldern Komb. von phasenverschobenen Feldern
	Entmagnetisierung	Geräte zur Entmagnetisierung Messung der Restfeldstärke
	Betrachtungsbedingungen	UV-A- Strahlung UV-A- Strahler Betrachtungsbedingungen bei der MP Prüfung
	Eigenschaften des menschlichen Auges	Die Schärfleistung Das Farbumscheidungsvermögen Die Kontrastempfindlichkeit Die Hell-Dunkeladaption Astigmatismus

Anwendung des Verfahrens	Stromdurchflutungstechniken	Selbstdurchflutung Hilfsdurchflutung Induktionsdurchflutung
	Polmagnetisierungstechniken	Spulenmagnetisierung Jochmagnetisierung
	Prüfung der Magnetisierung	Feldstärkenmessung mit Hallsonde Weitere Feldstärkenanzeiger Messung der Flusssdichte
Verfahrensablauf	Vorbereitung der Prüfgegenstände	Einspannen der Prüfgegenstände Festlegen der ausreichenden Magnetisierung Magnetisierung / Bepülung Auswertung / Bewertung
Anlagen und Prüfmittel	Magnetpulverprüfanlagen	Mobile Anlagen stationäre Anlagen
	Beleuchtungs- und Bestrahlungseinrichtung	Weißlichtbetrachtung Betrachtung unter UV-A-Strahlung
Kontrollkörper		Zweck von Kontrollkörpern Kontrollkörper zur Prüfmittelüberwachung Kontrollkörper zur Prüfung der Magn. Richt. Kontrollkörper zur Prüfung des ges. Systems
Prüfmittel		Einteilung der Prüfmittel Fluoreszierende Prüfmittel Farbige Prüfmittel Untergrundfarben Heißprüfmittel
Interpretation der Anzeigen und Bewertung		Einzelanzeigen Anzeigen in unregelmäßiger Verteilung Anzeigen in Reihe
Vergleich von Regelwerken		Regelwerke allgemein Werksnormen Werksanweisungen Verfahrensanweisungen Arbeitsanweisungen Vergleich nationaler und Internat. Regelwerke
Fallstudien für Prüfanweisungen		Inhalte von Prüfanweisungen Forderung nach ASTM E 1444 Fallbeispiele Übungen zur Erstell. von Prüfanweisungen
Fallstudien für Prüfanweisungen		Prüfanw. Beschlag Seitenleitwerksschale Prüfanweisung Fräsbeschlag Prüfanweisung nach Vorgabe

Wirbelstromprüfung Stufe 1 (≥40h)		
Physikalische Grundlagen	Prinzip der Wirbelstromprüfung	
	Elektrische Größen	Elektrische Spannung Elektrischer Strom Frequenz Elektrischer Widerstand Spezifischer elektrischer Widerstand elektrische Leitfähigkeit Phasenverschiebung Elektrische Leistung Widerstand im Wechselstromkreis
	Magnetismus	Grundlagen des Magnetismus Ferromagnetismus Materie im Magnetfeld Vergleich Elektrik/Hydraulik u. Magnetismus Eigenschaften von Ferriten
	Elektromagnetische Induktion	Transformator Selbstinduktion Wirbelströme
	Eigenschaften von Wirbelströmen	Prinzip der Erregung von Wirbelströmen Eindringtiefe von Wirbelströmen Störungen bei der Ausbreitung
	Impedanz	Spulenimpedanz Impedanzdiagramm
	Impedanzdiagramm	Aufbau des Impedanzdiagrammes Einflussgrößen auf Impedanzänderungen Leitfähigkeitsänderungen Darstellung von Wirbelstromsignalen
	Wirbelstromprüfsystem	Funktionsprinzip des Wirbelstromprüfsystems
	Sonden	Sondenübersicht Spulenanordnungen El. Schaltung Prüfgerät und Sonde Spulenschaltungen
Anwendungstechniken		Messung der spez. el. Leitfähigkeit Schichtdickenmessung Korrosionsprüfung Rissprüfung
Prüfeinrichtung und Hilfsmittel	Gerätekunde	Leitfähigkeitsmessgeräte Schichtdickenmessgeräte Geräte zur Rissprüfung Geräte zur Korrosionsprüfung Universalwirbelstromgeräte
Verfahrensüberwachung		Verfahrensüberwachung allgemein Justier und Kontrollkörper

Signalinterpretation, Bewertung und Dokumentation		Auswertung von Prüfteilen Bewertung von Prüfteilen Registrier- und Zulässigkeitgrenzen Protokollierung
Entsteh. von Werkstofffehlern bei Herstellung		Einschlüsse Poren Lunker Seigerungen Risse Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung Walz- und Schmiedefehler Fehler beim Drehen, Schleifen Fehler durch Härten Fehler durch Betriebsbeanspruchung Risse Korrosion
Vergl. der ZfP Verf.		ET Prüfung im Vergleich zu anderen Verfahren
Sicherheits- bestimmungen		Allgemeine Sicherheitsbestimmungen Umgang mit Prüfmitteln und Prüfgerät
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Wirbelstromprüfung Stufe 2 (≥40h)		
Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung	Prinzip der Wirbelstromprüfung	
	Elektrische Größen	Elektrische Spannung Elektrischer Strom Frequenz Elektrischer Widerstand Spezifischer elektrischer Widerstand elektrische Leitfähigkeit Phasenverschiebung Kreisfrequenz Elektrische Leistung Wirkungen des el. Stroms Widerstand im Wechselstromkreis
	Grundlagen des Magnetismus	Magnetische Felder Durchflutung Magnetische Feldstärke Permeabilität Magnetische Flussdichte Magnetischer Fluss Magnetisierungskurven Eigenschaften von Ferriten
	Elektromagnetische Induktion	Induktionsgesetz Transformator Selbstinduktion Skineffekt
	Wirbelströme	Entstehung von Wirbelströmen Ausbreitung von Wirbelströmen Eindringtiefe von Wirbelströmen Einfl. auf die Ausbreitung von Wirbelströmen
	Spulenimpedanz	Allgemeines zur Spulenimpedanz Ortskurven im Impedanzdiagramm normiertes Impedanzdiagramm Erstellung eines norm. Impedanzdiagrammes Einfluss der Leitfähigkeit Einfluss des Abstandes (Lift Off) Einfluss der Prüffrequenz Einfluss der Bauteildicke Einfluss von Rissen
	Sonden	Sondenübersicht Spulenanordnungen Schaltungsarten el. Zusammenschaltung von Spule und Gerät Funktionsweise von Spulensystemen

Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung (Fortsetzung)	Aufbau eines Wirbelstromprüfgerätes	Wechselstromgenerator Spulensystem Eingangsstufe Demodulator Vektorverstärker Nullpunktkompensation Filter Phasensteller Signaldarstellung
	Filter	Allgemeines über Filter Tiefpassfilter Hochpassfilter Bandpassfilter Filterwahl und Prüfgeschwindigkeit
	Einfluss der Bauteileigenschaften auf die Wirbelstromprüfung	Hohe und niedrige Leitfähigkeiten Ferromagnetische Prüfteile Anisotrope Leitfähigkeit, CFK Prüfteile
	Statisch und dynamisch Prüfung	Statische Prüfung Dynamische Prüfung Prüfung mit "Sliding Probes"
Anwendungstechniken	Leitfähigkeitsmessung mit Bildschirmgeräten	Geräte und Parameterauswahl Technik des Prüfablaufs Messwertdarstellung und -auswertung Typische Störgrößen Alternativverfahren Materialverwechslungsprüfung
	Schichtdickenmessung mit Bildschirmgeräten	Geräte und Parameterwahl Technik des Prüfblaus Messwertdarstellung und -auswertung Alternativverfahren
	Restwandstärkenmessung Korrosionsabtragsprüfung	Geräte und Parameterwahl Technik des Prüfblaus Messwertdarstellung und -auswertung
		Störeinflüsse
	Rissprüfung	Risstyp Statische Rissprüfung an met. Bauteilen Kategorisierung von Risstypen Signalverarbeitung, Trennung von Störgrößen Technik der Prüfung Störeinflüsse Bestimmung der Risslängen Rissprüfung mit Rotiersonden Fehlerbeispiele bei der Bohrungsprüfung
	Einsatz von Rechnern	Ermittlung von Sondenkenndaten Automatisierte Geräteeinstellung Messdatenerfassung Scanner

Prüfeinrichtung und Hilfsmittel		Leitfähigkeitsmessgeräte Schichtdickenmessgeräte Geräte zur Rissprüfung Geräte zur Korrosionsprüfung Universalwirbelstromgeräte
Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung von Prüfteilen Bewertung von Prüfteilen Registrier- und Zulässigkeitsgrenzen Protokollierung
	Grundlagen statistischer Auswertung	Begriffe der Statistik POD Kurven
Normen Regelwerke	Normen	Nationale Internationale Normen
	Prüfanweisungen	Forderung an eine Prüfanweisung Erstellung von Prüfanweisungen
	Fallstudien	Beispiel einer Prüfanweisung
Leistungsvermögen des Verfahrens		Allgemeines zur Wirbelstromprüfung Verfahrensgrenzen andere ZfP Verfahren
Werkstofffehler und Qualitätssicherung	Entstehung von Unregelmäßigkeiten in metallischen Werkstücken	Allgemeines Unregelmäßigkeiten bei der Herstellung Unregelmäßigkeiten bei der Weiterverarbeitung Werkstoffversagen im Betrieb Korrosion und Korrosionsarten
	Konstruktionskonzepte	Safe Life Fail Safe Damage Tolerance
Unfall- und Umweltschutz		Sicherheitsvorschriften und -Ratschläge
Praktische Übungen		Praktische Übungen an luftfahrtspez. Teilen Erstellung einer Fallstudie Erstellung einer Prüfanweisung

Wirbelstromprüfung Stufe 3		
Prinzip der Wirbelstromprüfung		
Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung	Elektrische Größen	Elektrische Spannung Elektrischer Strom Frequenz Elektrischer Widerstand Spezifischer elektrischer Widerstand elektrische Leitfähigkeit Phasenverschiebung Kreisfrequenz Elektrische Leistung Wirkungen des el. Stroms Widerstand im Wechselstromkreis
	Grundlagen des Magnetismus	Magnetische Felder Durchflutung Magnetische Feldstärke Permeabilität Magnetische Flussdichte Magnetischer Fluss Magnetisierungskurven Eigenschaften von Ferriten
	Elektromagnetische Induktion	Induktionsgesetz Transformator Selbstinduktion Skineffekt
	Wirbelströme	Entstehung von Wirbelströmen Ausbreitung von Wirbelströmen Eindringtiefe von Wirbelströmen Einfl. auf die Ausbreitung von Wirbelströmen
	Spulenimpedanz	Allgemeines zur Spulenimpedanz Ortskurven im Impedanzdiagramm
	normiertes Impedanzdiagramm	Einfluss der Leitfähigkeit Einfluss des Abstandes (Lift Off) Einfluss der Prüffrequenz Einfluss der Bauteildicke Einfluss von Rissen
	Sonden	Sondenübersicht Spulenanordnungen Schaltungsarten el. Zusammenschaltung von Spule und Gerät Funktionsweise von Spulensystemen

Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung (Fortsetzung)	Aufbau eines Wirbelstromprüfgerätes	Wechselstromgenerator Spulensystem Eingangsstufe Demodulator Vektorverstärker Nullpunktkompensation Filter Phasensteller Signaldarstellung
	Filter	Allgemeines über Filter Tiefpassfilter Hochpassfilter Bandpassfilter Filterwahl und Prüfungsgeschwindigkeit
	Einfluss der Bauteileigenschaften auf die Wirbelstromprüfung	Hohe und niedrige Leitfähigkeiten Ferromagnetische Prüfteile Anisotrope Leitfähigkeit, CFK Prüfteile
	Statisch und dynamisch Prüfung	Statische Prüfung Dynamische Prüfung Prüfung mit "Sliding Probes"
Prüftechniken	Leitfähigkeitsmessung	Allgemeines zur Leitfähigkeitsmessung Zweck der Leitfähigkeitsmessung Messprinzip Einflussgrößen Messungenauigkeiten / Justierkörper Durchführung Normen Und Vorschr. zur Leitfähigkeitsmess. Leitfähigkeitsmessgeräte Justierkörper für die Leitfähigkeitsmessung
	Schichtdickenmessung	Schichtdickenmessung mit Wirbelstrom Schichtdickenmessung mit magnet Ind. Verf. Einflussgrößen Messungenauigkeiten / Justierkörper Normen u. Vorschr. zur Schichtdickenmess. Schichtdickenmessgeräte
	Korrosionsprüfung	Restwandstärkenmessung Feststellung der Beseitigung von Oberfl. Korr. Schichtkorrosion
	Statische Rissprüfung	Allgemeines Rissherkunftsarten Kategorisierung von Risstypen Bestimmung der Risslänge

Prüftechniken (Fortsetzung)	Oberflächenrissprüfung	Allgemeines MOI Magneto-Optic-Instrument NTM Vorschrift Normenvergleich für Rissprüfung Prüfgeräte für die Oberflächenrissprüfung
	Rissprüfung an verdeckten Rissen	Signalverarbeitung, Trennung von Einflussgrößen Technik der Prüfung Störeinflüsse Impuls-Wirbelstromprüfung Wirbelstrom Universalgeräte Beispiel einer Prüfanweisung
	Rohrprüfung	Allgemeines Normenvergleich zur Rohrprüfung
	Dynamische Rissprüfung mit Rotiersonden	Fehlerbeispiel bei der Bohrungsprüfung Justierkörper für die Bohrungsprüfung Normen und Vorschr. zur Bohrungsprüfung Normen und Vorschriftenvergleich Geräte für die Prüfung mit Rotiersonden
	Einsatz von Rechnern	Ermittlung von Sondenkenndaten Automatisierte Geräteeinstellung Messdatenerfassung Scanner Automat. Prüfen mit dem ONMAN Syst.
Wirbelstromprüfung im Vergleich mit anderen ZfP Verfahren		Allgemeines Andere ZfP Verfahren Verfahrensgrenzen Oberflächenrissprüfung im Vergleich Rissprüfung in verdeckter Lage im Vergleich Korrosionsprüfung im Vergleich
Regelwerke / Prüfanweisung		Allgemeines zu Normen Auswertung Bewertung Nation. Und Intern. Normen und Vorschriften Verfahrensanweisungen Aufbau von Prüfanweisungen Beispiele von Prüfanweisungen
Praktische Übungen	Fall Studie	Erarbeitung eines Prüfproblems

Durchstrahlungsprüfung Film Stufe 1 (≥40h)		
Physikalische und technische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung	Elektromagnetische Wellen	Spektrum der el. Magnetischen Wellen
	Aufbau der Materie	Bohr'sches Atommodell
	Isotopen	Zerfallsreihen
	Dosis und Dosisleistung	Energiedosis / -leistung Ionendosis / -leistung Äquivalentdosis / -leistung
	Röntgenstrahlung	Prinzip der Entstehung von Röntgenstrahlung
	Bausteine der Röntgenröhre	Kathode Anode und Brennfleck Das Vakuum in der Röntgenröhre Die Kühlung Das Röhrenschutzgehäuse Das Strahlenaustrittsfenster
	Röhrenarten	Einpolröhren Zweipolröhren Feinfokusröhren Mikrofokusröhren
	Energieversorgung der Röhren	Gleichstromanlagen Vollwellenanlagen Wechselstromanlagen Halbwellenanlage
	Röntgenspektrum	
	Ausbreitung von Strahlung	Abstand Quadratgesetz
	Durchdringung und Schwächung	Dickeneinfluss Einfluss der Dichte Einfluss der Strahlenqualität
	Schwächungsmechanismen	Fotoabsorption Compton Effekt Paarbildung
	Nachweis von Strahlung	Ionisation Schwärzung von Fotografischen Schichten Fluoreszenz Funktionsprinzip von Strahlenmessgeräten Ionisationskammer
	Aufbau von Röntgenfilmen	Aufbau von Röntgenfilmen Wirkungsweise der fotografischen Schicht Verstärkerfolien
	Filmverarbeitung	Entwickeln Wässern Fixieren Endwässern Trocknen

(Fortsetzung)	Sensitometrie	optische Dichte Sensitometrische Kurven Umrechnungsfakt. Filmsorte und opt. Dichte
	Leuchtschirme	
	Abbildungstechnik	Strahlenrelief und Durchstrahlungsbild Geometrische Faktoren Intensitätsverteilung des Strahlungsbündels
	Bildgüte	Kontrast Geometrische Unschärfe Bewegungsunschärfe Innere Unschärfe Körnigkeit optimale Bildgüte Kontrolle der Bildgüte
Durchführung der Röntgenprüfung	Bestrahlungsdiagramm	Korrektur des Werkstoffs Korrektur der optischen Dichte Korrektur des Abstandes Korrektur der Filmsorte Kombinierte Korrektur
	Prüfung nach EN 444	
	Prüfung nach EN 1435	Definitionen Klassifizierung von Röntgenaufnahmen Lage der Schweißnaht auf dem Film Zuordnung von Durchstrahlungsbildern Kennzeichnung Überlappung von Filmen Art und Lage des Bildgüteprüfkörpers Auswertung der Bildgüte Mindestbildgütezahlen Personalqualifikation empfohlene Aufnahmen nach Bild Besonderheiten bei der Ellipsentechnik Wahl der Röhrenspannung Wahl der Filmsystemklasse Verminderung von Streustrahlung Ermittlung des Mindestabstandes Filmschwärzung Mindestaufnahmeanzahl
Aufnahmetechnik	Grundsätzliches zur Durchführung einer Röntgenaufnahme	Auswahl der Röntgenanlage Festlegung der Durchstrahlungsparameter Vorbereitung des Prüfobjektes Filmkennzeichnung
	Prüfungen luftfahrtspezifischer Teile	

Auswertung und Dokumentation	Betrachtungsgeräte	Überprüfung des Betrachtungsgerätes
	Auswertung von Filmen	Checkliste zur Filmauswertung
	Dokumentation	Prüfprotokoll
	Eigenschaften des menschlichen Auges	Schärfeleistung Farbunterscheidungsvermögen Kontrastempfindlichkeit Akkommodationsfähigkeit Astigmatismus
Normen und Vorschriften	Normen	DIN EN 444 DIN EN 1435 DIN EN 462 ASTM E1025
Werkstoffkunde	Entst. von Werkstofffehlern bei Herstellung	Einschlüsse Poren Lunker Seigerungen Risse
	Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung	Walz- und Schmiedefehler Fehler beim Drehen, Schleifen Fehler durch Härten
	Fehler durch Betriebsbeanspruchung	Risse Korrosion
Allgemeine Sicherheitsvorschriften		
Praktische Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen		

Durchstrahlungsprüfung Film Stufe 2 (≥40h)		
Physikalische und technische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung	Aufbau der Materie	Stoff, Atom, Molekül Aufbau eines Atom Aufbau der Elektronenhülle des Atoms
	Entstehung von Röntgenstrahlung	Erzeugung von freien Elektronen Beschleunigung der Elektronen Abbremsung an der Anode
	Radioaktivität und radioaktive Strahlung	Radioaktive Elemente Radioaktive Strahlung Zerfallsgesetz
	Schwächung und Aufhärtung	Allgemeines Schwächungsgesetz Schwächungsmechanismen Schwächung und Aufhärtung in der Materie
	Neutronenradiografie	Prinzip der Neutronenradiografie Geräte für die Neutronenradiografie
	Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie	Sekundärstrahlung Ionisation Fluoreszenz Schwärzung von fotografischen Schichten Strahlenwirkung auf den Organismus
	Nachweis und Messung von Strahlung	radiologische Maßeinheiten Röntgenfilme und Sensitometrie Bildwandler Xeroradiografie Strahlenmessgeräte
	Eigenschaften des menschlichen Auges	Schärfeleistung Farbunterscheidungsvermögen Kontrastempfindlichkeit Akkommodationsfähigkeit Astigmatismus
Anwendungstechniken der Durchstrahlungsprüfung	Eindimensionale Durchstrahlungsprüfung	Dickenmessung Füllstandskontrolle
	Zweidimensionale Durchstrahlungsprüfung	Auffinden von Werkstofffehlern Fremdkörperkontrolle Überprüfung elektronischer Bauteile
	Dreidimensionale Durchstrahlungsprüfung	Stereoradiografie Computertomografie
	Feinstrukturuntersuchungen	

Prüfeinrichtungen, Hilfsmittel und Verfahrensüberwachung	Röntgenanlagen	Anwendungsbereiche von Röntgenanlagen Strahlenausstritt Hochspannungsanschluss Anzahl der Brennflecke Vakuumsystem Anordnung des Hochspannungsgenerators Vorfilterung Hochspannungserzeugung Mehrfachbeschleuniger
	Radioaktive Strahler	Verwendete Isotopen Aufbau und Bedienung von Gammageräten
	Strahlenschutzraum	Einrichtungsbeispiele Positioniereinrichtungen
	Röntgenfilme	Allgemeines über Röntgenfilme Verstärkerfolien Röntgenpapier Polaroidverfahren Kassetten und Verpackungsarten Filmlagerung
	Entwickleranlagen und Dunkelkammereinrichtungen	Dunkelkammereinrichtung Bearbeitung eines bestrahlten Filmes Automatische Filmverarbeitung
	Zubehör für die Filmauswertung	Filmbetrachtungsgeräte Schwärmungsmessgeräte Vergrößerungsgläser
	Bildverstärker und Zubehör für die Videoauswertung	Allgemeines Bildwandler Bildverstärker Röntgenvideoübertragung
	Sonstige Detektoren	Zählrohre Szintillationszähler
	Bildgüteanzeiger	BPK nach DIN EN 462 I.Q.I. nach ASTM 1025 u. E1742, AMS2635
	Verfahrensüberwachung	Allgemeines zur Überwachung Verf. Überw. an Röntgenröhren Verf. Überw. an radioaktiven Strahlern Verf. Überw. An Röntgenfilmen u. Entwickler Verf. Überw. an Schwärmungsmessgeräten Verf. Überw. an Filmbetrachtungsgeräten Verf. Überw. an Bildverstärkersystemen Verf. Überw. an Strahlenmessgeräten

Bildgüte und Detailerkennbarkeit	Bildgütebest. Faktoren	
	Güte des Strahlungsreliefs	Gesetzmäßigkeit des Strahlenkontrastes Streuverhältnis k StrStr. Reduz. U. Kontrastverb. Durch Folien Der spezifische Kontrast Die geometrische Unschärfe Die Bewegungsunschärfe
	Güte der Filmabbildung	Die innere Unschärfe des Films Einfl. der Verstärkerfolien auf die innere Ung. Verknüpfung Innere und geometrische Unsch. Filmkörnigkeit \leftrightarrow Detailerkennbarkeit Gradation und Gesamtkontrast Einfluss der Filmentwicklung
	Optimierung der Bildgüte	
	Detailerkennbarkeit	Auswirkung Fehlerausd. auf den Kontrast
	Bildgütekontrolle an metallischen Werkstoffen	Allgemeines zur Bildgütekontrolle Drahtsteg BPK nach DIN EN 462-1 BPK nach DIN EN 462-2 Bildgüteklassen nach DIN EN 462-3 Bildgüteprüfkörper nach DIN EN 462-5 Bildgütekontrolle nach ASTM E1025
	Bildgütekontrolle an Faserverbundwerkstoffen	Ermittlung des linearen Schwächungskoeffiz. Herstellung von Bildgüteanzeigern Festlegung der max. zulässigen Grenzenergie
Aufnahmetechnik	Wahl der Röntgenanlage	Geometrie des Strahlenaustrittsfensters Brennfleckgröße Eigenfilterwert Abstrahlwinkel und ausstrahlbarer Bereich Intensitätsverteilung (Heeeffekt)
	Bestrahlungsdiagramm	Allgemeines zum Bestrahlungsdiagramm Erstellung eines Durchstrahlungsdiagramms Berücksichtigung der Grenzenergie Bestrahlungsdiagramm für Isotopen
	Anwendung des Bestrahlungsdiagramms	Umrechnung für andere Werkstoffe Veränderung der Filmschwärzung Verändern des FFA
	Wahl des FFA und OFA	
	Ausw. Aufnahmeanordnung	Besonderheiten bei der Ellipsenaufnahme
	Verwendung von BPK's	Anordnung des BPK nach EN 462-2 Abs.5.2 Anordnung des BPK nach EN 1435 Abs. 5.7 Anordnung des BPK nach ASTM E142
	Berücksichtigung von Wandickenunterschieden	Allgemein Mehrfilmtechnik Dickenausgleich Kontrastminderung

Aufnahmetechnik (Fortsetzung)	Fehlertiefenbestimmung	Allgemein Parallaxenmethode Stereoradiografie
	Prüfung von Faserverbundwerkstoffen	Allgemeines Röntgenprüfung von Wabenbauteilen Einsatz von Kontrastmitteln
Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung Bewertung Dokumentation und Protokollierung
Sicherheitsvorschriften und Strahlenschutz	Sicherheitsvorschriften und Strahlenschutz	Einfluss der Strahlenart Zeitliche Verteilung der Dosis Ganz- und Teilkörperbestrahlung Somatische Schäden Genetische Schäden Hauptfaktoren des Strahlenschutzes
	Messgrößen , Maßeinheiten	Dosis Dosisleistung Beispielaufgaben Dosisleistung von Rö- und Gammastrahlern
Werkstoffkunde und Konstruktionskonzepte	Entst. von Werkstofffehlern bei Herstellung	Einschlüsse Poren Lunker Seigerungen Risse
	Entstehung von Fehlern bei der Bearbeitung	Walz- und Schmiedefehler Fehler beim Drehen, Schleifen Fehler durch Härten
	Fehler durch Betriebsbeanspruchung	Risse Korrosion
	Konstruktionskonzepte	Safe live Fail Safe Damage Tolerance
Formelsammlung		
Normen und Vorschriften		
Praktische Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen		

Durchstrahlungsprüfung Film Stufe 3		
Physikalische und technische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung	Aufbau der Materie	Stoff, Atom, Molekül Aufbau eines Atom Aufbau der Elektronenhülle des Atoms
	Entstehung von Röntgenstrahlung	Erzeugung von freien Elektronen Beschleunigung der Elektronen Abbremsung an der Anode
	Radioaktivität und radioaktive Strahlung	Radioaktive Elemente Radioaktive Strahlung Zerfallsgesetz
	Schwächung und Aufhärtung	Allgemeines Schwächungsgesetz Schwächungsmechanismen Schwächung und Aufhärtung in der Materie
	Neutronenradiografie	Prinzip der Neutronenradiografie Geräte für die Neutronenradiografie
	Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie	Sekundärstrahlung Ionisation Fluoreszenz Schwärzung von fotografischen Schichten Strahlenwirkung auf den Organismus
	Nachweis und Messung von Strahlung	radiologische Maßeinheiten Röntgenfilme und Sensitometrie Bildwandler Xeroradiografie Strahlenmessgeräte
	Eigenschaften des menschlichen Auges	Schärfeleistung Farbunterscheidungsvermögen Kontrastempfindlichkeit Akkommodationsfähigkeit Astigmatismus
Anwendungstechniken der Durchstrahlungsprüfung	Eindimensionale Durchstrahlungsprüfung	Dickenmessung Füllstandskontrolle
	Zweidimensionale Durchstrahlungsprüfung	Auffinden von Werkstofffehlern Fremdkörperkontrolle Überprüfung elektronischer Bauteile
	Dreidimensionale Durchstrahlungsprüfung	Stereoradiografie Computertomografie
	Feinstrukturuntersuchungen	

Prüfeinrichtungen, Hilfsmittel und Verfahrensüberwachung	Röntgenanlagen	Anwendungsbereiche von Röntgenanlagen Strahlenausstritt Hochspannungsanschluss Anzahl der Brennflecke Vakuumsystem Anordnung des Hochspannungsgenerators Vorfilterung Hochspannungserzeugung Mehrfachbeschleuniger
	Radioaktive Strahler	Verwendete Isotopen Aufbau und Bedienung von Gammageräten
	Strahlenschutzraum	Einrichtungsbeispiele Positioniereinrichtungen
	Röntgenfilme	Allgemeines über Röntgenfilme Verstärkerfolien Röntgenpapier Polaroidverfahren Kassetten und Verpackungsarten Filmlagerung
	Entwickleranlagen und Dunkelkammereinrichtungen	Dunkelkammereinrichtung Bearbeitung eines bestrahlten Filmes Automatische Filmverarbeitung
	Zubehör für die Filmauswertung	Filmbetrachtungsgeräte Schwärmungsmessgeräte Vergrößerungsgläser
	Bildverstärker und Zubehör für die Videoauswertung	Allgemeines Bildwandler Bildverstärker Röntgenvideoübertragung
	Sonstige Detektoren	Zählrohre Szintillationszähler
	Bildgüteanzeiger	BPK nach DIN EN 462 I.Q.I. nach ASTM 1025 u. E1742, BPK nach AMS 2635
	Verfahrensüberwachung	Allgemeines zur Überwachung Verf. Überw. an Röntgenröhren Verf. Überw. an radioaktiven Strahlern Verf. Überw. An Röntgenfilmen u. Entwickler Verf. Überw. an Schwärmungsmessgeräten Verf. Überw. an Filmbetrachtungsgeräten Verf. Überw. an Bildverstärkersystemen Verf. Überw. an Strahlenmessgeräten

Bildgüte und Detailerkennbarkeit	Bildgütebest. Faktoren	
	Güte des Strahlungsreliefs	Gesetzmäßigkeit des Strahlenkontrastes Streuverhältnis k StrStr. Reduz. U. Kontrastverb. Durch Folien Der spezifische Kontrast Die geometrische Unschärfe Die Bewegungsunschärfe
	Güte der Filmabbildung	Die innere Unschärfe des Films Einfl. der Verstärkerfolien auf die innere Ung. Verknüpfung Innere und geometrische Unsch. Filmkörnigkeit \leftrightarrow Detailerkennbarkeit Gradation und Gesamtkontrast Einfluss der Filmentwicklung
	Optimierung der Bildgüte	
	Detailerkennbarkeit	Auswirkung Fehlerausd. auf den Kontrast
	Bildgütekontrolle an metallischen Werkstoffen	Allgemeines zur Bildgütekontrolle Drahtsteg BPK nach DIN EN 462-1 BPK nach DIN EN 462-2 Bildgüteklassen nach DIN EN 462-3 Bildgüteprüfkörper nach DIN EN 462-5 Bildgütekontrolle nach ASTM E1025
Aufnahmetechnik	Bildgütekontrolle an Faserverbundwerkstoffen	Ermittlung des linearen Schwächungskoeffiz. Herstellung von Bildgüteanzeigern Festlegung der max. zulässigen Grenzenergie
	Wahl der Röntgenanlage	Geometrie des Strahlenaustrittsfensters Brennfleckgröße Eigenfilterwert Abstrahlwinkel und ausstrahlbarer Bereich Intensitätsverteilung (Heeeffekt)
	Bestrahlungsdiagramm	Allgemeines zum Bestrahlungsdiagramm Erstellung eines Durchstrahlungsdiagramms Berücksichtigung der Grenzenergie Bestrahlungsdiagramm für Isotopen
	Anwendung des Bestrahlungsdiagramms	Umrechnung für andere Werkstoffe Veränderung der Filmschwärzung Verändern des FFA
	Wahl von FFA und OFA	

Aufnahmetechnik (Fortsetzung)	Ausw. Aufnahmeanordnung	Besonderheiten bei der Ellipsenaufnahme
	Verwendung von BPK's	Anordnung des BPK nach EN 462-2 Abs.5.2 Anordnung des BPK nach EN 1435 Abs. 5.7 Anordnung des BPK nach ASTM E142
	Berücksichtigung von Wandickenunterschieden	Allgemein Mehrfilmtechnik Dickenausgleich Kontrastminderung
	Fehlertiefenbestimmung	Allgemein Parallaxenmethode Stereoradiografie
	Prüfung von Faserverbundwerkstoffen	Allgemeines Röntgenprüfung von Wabenbauteilen Einsatz von Kontrastmitteln
Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung Bewertung Dokumentation	Auswertung Bewertung Dokumentation und Protokollierung
Prüfanweisungen	Prüfanweisung	Allgemeines zu Prüfanweisungen Forderungen nach ASTM E1030 Beisp. einer Prüfanweisung nach ASTM 1030
Strahlenschutz	Wirkungsmechanismen der Strahlenexposition	Einfluss der Strahlenart Zeitliche Verteilung der Dosis Ganz- und Teilkörperbestrahlung Somatische Schäden Genetische Schäden Hauptfaktoren des Strahlenschutzes
	Messgrößen , Maßeinheiten	Dosis Dosisleistung Beispielaufgaben Dosisleistung von Rö- und Gammastrahlern
Normen und Vorschriften		Terminologie Qualifikation und Zulassung von Prüfpersonal Vorschriften für die Röntgenprüfung Normenvergleich
Praktikum		Erstellen von Prüfanweisungen

Durchstrahlungsprüfung NonFilm Stufe 1 (≥40h)		
Einleitung		Historie
Grundlagen	Physikalische Grundlagen	
	Atomaufbau	Atommodell Elemente
	Erzeugung von Röntgenstrahlung	Elektronenquelle Target Röntgenspektrum Bremsstrahlung Charakteristische Strahlung
	Eigenschaften von Röntgenstrahlung	Wellenlänge und zugehörige Einheit Intensität Dosis Dosisleistung und Dosisleistungskonstante
	Wechselwirkung mit Materie	Photoeffekt Kohärente Streuung Inkohärente Streuung (Comptoneffekt) Paarbildungseffekt Schwächungskoeffizient
	Streuung	Innere Streuung Seitenstreuung Rückstreuung (Speicherfolie) Detektorstreuung (DDA, Bildverstärker)
	Geometrische Grundlagen	Geometrische Unschärfe U_g Bildverzerrung Abstandsquadratgesetz
	Das menschliche Auge	Anatomischer Aufbau Funktion des Sehens Farbunterscheidungsvermögen Kontrastempfindlichkeit Hell-Dunkel-Adaption Fehlsichtigkeit
Röntgenröhre	Aufbau	Kathode Heizfaden Anode Brennfleck Strahlaustrittsfenster Filter Elektrische Versorgung Kühlung

Digitale Röntgendetektoren	Bildverstärker	
		Aufbau und Funktionsweise
	Eigenschaft v. Bildverstärker	Linearität und Messbereich/Dynamikumfang
	Phosphor Speicherfolien (CR; Computed Radiography)	
	Aufbau und Funktionsweise	Speicherfolie Scanner
	Eigenschaften von Speicherfolien	Linearität und Messbereich/Dynamikumfang Verschleiß und Schäden Gebrauch von Kassetten und Hüllen
	Digitale Matrix Detektoren (DR; Digital Radiography with DDA)	
		Aufbau und Funktionsweise
		Tragbare Detektoren für mobilen Einsatz
	Eigenschaften von DDAs	Linearität und Messbereich/Dynamikumfang Auflösung Bit Tiefe Kalibrierung (Offset / Gain, Bad Pixel)
	Computertomographie (CT)	
		Aufbau und Funktionsweise
Digitale Bildverarbeitung	Grundlagen	Bit/Byte Pixel/Voxel Bit Tiefe
	Hardware	
		Computer
	Monitor	Helligkeit und Kontrast
Bestimmung der Bildgüte	Bildgüteprüfkörper	Loch-Penetrameter (ASTM 1742, ASTM E 2104, TAM, ...) Blöcke, Stufenkeile Drahtstege Doppeldrahtsteg
Anforderung an das Prüfpersonal		Sehtest
		Qualifikation
		Ausbildungszeiten
Umweltschutz und Arbeits- sicherheit	Strahlenschutz	
	Umgebungsbedingungen	Arbeitsplatz(Umgebungslicht, Sauberkeit) Umgebungsbedingungen Detektoren (Temp. Luftfeuchte)
Normen und Richtlinien		
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Durchstrahlungsprüfung NonFilm Stufe 2 (≥40h)		
Röntgenröhre	Aufbau	Brennfleck (Größe und Messmethoden)
	Röhrentypen	Normal, Mini, Micro
Digitale Röntgendetektoren	Bildverstärker	
	Eigenschaften von Bildverstärkern	Vor- und Nachteile Einsatzbereich
	Phosphor Speicherfolien (CR; Computed Radiography)	
	Eigenschaften von Speicherfolien	Klassifizierung Artefakte Löschen der Folien Abtastrate Vor- und Nachteile Einsatzbereich
	Überprüfung der Langzeitstabilität	Speicherfolie
		Scanner (Verzerrung, Jitter, Blooming, Shading)
	Digitale Matrix Detektoren (DR; Digital Radiography with DDA)	
	Eigenschaften DDAs	Basisortsauflösung SRb Effizienz Framerate Binning Bildintegration Artefakte (Image Lag, Ghosting, Bad Pixel, Blooming,...) Strahlungstoleranz Elektronik Vor- und Nachteile Einsatzbereich
Digitale Bildverarbeitung	Hardware	
	Monitor	Bauarten (LCD, LED, OLED) Auflösung Darstellung Bit Tiefe Kalibrierung Testbilder Überprüfung
	Software	
	Bildbeschreibung	Histogramm Mittelwert und Standardabweichung Bilder Invertieren
	Grauwert Darstellung	Window Width / Level
		Look up Table (LUT)
		Schwellwert

Fortsetzung Digitale Bildverarbeitung	Analyse	Linienprofil Region of Interest (ROI)
	Filter	Convolution (Faltungsfunktion) Medianfilter Tiefpassfilter Hochpassfilter Bandpassfilter Schärfe Filter Pseudo-plastische Filter Filter zur Extraktion von Kanten
	Arithmetische Bildoperationen	Addition Subtraktion Division Multiplikation Bildmittelung Binarisierung
	Archivierung	Wechselmedien (CD, DVD, Magnetband) Redundante Anordnung von Festplatten (RAID) Zentral Archiv Bildformate (Jpeg, Tiff, Diconde,bmp,...) Zurückladen von Bilddaten
Bestimmung der Bildgüte	Messung Bildgüte	Signal Rausch Verhältnis (SNR) Normiertes Signal Rausch Verhältnis (SNRn) Basisortsauflösung (SRb) Bildunschärfe (Uim) Kontrast Rausch Verhältnis (CNR) Kontrast Sensitivity Geometrische Vergrößerung
Festlegung der Röntgentechnik		Einstrahlwinkel
		Auswahl Bildgüteprüfkörper
		Anordnung Bildgüteprüfkörper
	Aufnahmetechniken	Schweißverbindungen an Rohren Schweißverbindungen an Blechen Gussteilprüfungen
Auswertung		Fehlerarten
		Digitale Fehlerbildkataloge (ASTM Vergleichsbilder)
		Digitale Vermessung von Anzeigen (und Kalibrierung)
		Dickenbestimmung über Grauwerte
		Abnahmestandards
Normen und Richtlinien		
Praktische Übungen		Übungen an luftfahrtspezifischen Teilen

Durchstrahlungsprüfung NonFilm Stufe 3		
Röntgenröhre	Aufbau	Brennfleck (Größe und Messmethoden)
	Röhrentypen	Normal, Mini, Micro
Digitale Röntgendetektoren	Bildverstärker	
	Eigenschaften von Bildverstärkern	Vor- und Nachteile Einsatzbereich
	Phosphor Speicherfolien (CR; Computed Radiography)	
	Eigenschaften von Speicherfolien	Klassifizierung Artefakte Löschen der Folien Abtastrate Vor- und Nachteile Einsatzbereich
	Überprüfung der Langzeitstabilität	Speicherfolie
		Scanner (Verzerrung, Jitter, Blooming, Shading)
	Digitale Matrix Detektoren (DR; Digital Radiography with DDA)	
	Eigenschaften DDAs	Basisortsauflösung SRb Effizienz Framerate Binning Bildintegration Artefakte (Image Lag, Ghosting, Bad Pixel, Blooming,...) Strahlungstoleranz Elektronik Vor- und Nachteile Einsatzbereich
Digitale Bildverarbeitung		Überprüfung der Langzeitstabilität nach ASTM E 2737
	Grundlagen	Nyquist-Shannon-Abtasttheorem
	Hardware	
	Monitor	Bauarten (LCD, LED, OLED) Auflösung Darstellung Bit Tiefe Kalibrierung Testbilder Überprüfung
	Software	
	Bildbeschreibung	Histogramm Mittelwert und Standardabweichung Bilder Invertieren
	Grauwert Darstellung	Window Width / Level
		Look up Table (LUT) Schwellwert Histogramm Anpassung

Fortsetzung Digitale Bildverarbeitung	Analyse	Falschfarbendarstellung Linienprofil Region of Interest (ROI) Statistik Werkzeuge
	Filter	Convolution (Faltungsfunktion) Medianfilter Tiefpassfilter Hochpassfilter Bandpassfilter Schärfe Filter Pseudo-plastische Filter Filter zur Extraktion von Kanten
	Arithmetische Bild- operationen	Addition Subtraktion Division Multiplikation Bildmittelung Binarisierung
	Archivierung	Wechselmedien (CD, DVD, Magnetband) Redundante Anordnung von Festplatten (RAID) Zentral Archiv Bildformate (Jpeg, Tiff, Diconde,bmp,...) Kompression von Bildern Zurückladen von Bilddaten
Bestimmung der Bildgüte	Messung Bildgüte	Signal Rausch Verhältnis (SNR) Normiertes Signal Rausch Verhältnis (SNRn) Basisortsauflösung (SRb) Bildunschärfe (Uim) Modulationsübertragungsfunktion (MFT) Kontrast Rausch Verhältnis (CNR) Kontrast Sensitivity Geometrische Vergrößerung Kompensations-Prinzipen
Festlegung der Röntgentechnik		Einstrahlwinkel
		Auswahl Bildgüteprüfkörper
		Anordnung Bildgüteprüfkörper
	Aufnahmetechniken	Schweißverbindungen an Rohren Schweißverbindungen an Blechen Gussteilprüfungen

Auswertung		Fehlerarten
		Automatische Fehler Detektion
		Digitale Fehlerbildkataloge (ASTM Vergleichsbilder)
		Digitale Vermessung von Anzeigen (und Kalibrierung)
		Dickenbestimmung über Grauwerte
		Abnahmestandards
Normen und Richtlinien		

Thermografie Stufe 2 (≥40h)		
Vorwort, Inhaltsverzeichnis, Einleitung	Einleitung	Allgemeines Prüfaufgaben in der Luft- und Raumfahrt Prüfaufgabenbeispiele
Physikalische Grundlagen	Allgemeines	
	Grundprinzip der Thermografie	
	Schwingungen	Amplitude Periodendauer Frequenz Phase
	Wellen	Transversalwellen Longitudinalwellen stehende Wellen
	Begriffe der Thermografie	Systeme Temperatur (wahre, berechnete, scheinbare, reflektierte, Atmosphären-, Hintergrund-, Umgebungs- und Objektumgebungstemperatur) Wärme Wärmeübergang Wärmeleitung Konvektion Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) Wärmekapazität
	Strahlungsgesetze	Planck'sches Strahlungsgesetz Stefan-Bolzmann'sches Gesetz (T ⁴ -Gesetz) Wien'sches Verschiebungsgesetz
		Strahlungsbilanz Emission/ Emmisionsgrad Absorption/ Absorptionsgrad Transmission/ Transmissionsgrad
		gerichtete, diffuse Reflexion / Reflexionsgrad
		Strahlungsleistung Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz
	Siegelungen	
	Induktion	
	Schwarzer Strahler/ Selektive Strahler	
	Thermografie, Einflüsse und Fehlerquellen	Atmosphärisches Fenster Aufnahmeabstand
	Thermografie in der ZfP	Passive Thermografie aktive Thermografie
		Vergleichende Thermografie Quantitative Thermografie

Thermografietechniken	Allgemeines	
	Transiententhermografie	Messaufbau Messprinzip
	Impulsthermografie	Messaufbau Messprinzip
	Optisch angeregte Lockin Thermografie	Messaufbau Messprinzip
	Ultraschall angeregte Thermografie	Messaufbau Messprinzip
	Ultraschall Burst Phasen Thermografie	Messaufbau Messprinzip
	Puls Phasen Thermografie	Messaufbau Messprinzip
	Thermoelastische Spannungsanalyse	Messaufbau Messprinzip
Thermografiegeräte	Allgemeines	
	Detektoren	
	Kennwerte / Geräteauswahl	
	Kühlkonzepte	
	Kalibrierung	
	NUC, Drift	
	Detektivität	
Anregungs- und Belastungstechniken in der Anwendung	Impulsthermografie	
	Optische Lockin Thermografie	
	US angeregte Lockin Thermografie	
	Puls Phasen Thermografie	
	mechanische Anregung, Leistungsultraschall	
	Laseranregung (kontinuierlich, Impuls)	
	kontinuierliche Linienstrahler	
	Quarzglasstrahler, Flächenstrahler, Kohlenstrahler	
Detektierbare Schadentypen	Allgemeines	
Justierung	Anforderungen an Justier und Vergleichskörper	Justierkörper Vergleichskörper Anforderungen an simulierte Fehler Zusammenfassung
Auswertung Bewertung und Dokumentation	Auswertung und Bewertung	Dokumentation für den Kunden Dokumentation für den Hersteller Aufbau von Prüfprotokollen Prüfberichte und Bauteilkennzeichnung Prüfanweisung Hinweise zur Erstellung von Prüfanweisungen

Arbeitssicherheit	Allgemeines	
	Maßnahmen	
Normen und Sicherheits- vorschriften		
Messanlagen für das Praktikum	Transiententhomografie FLIR System	Beschreibung der Messanlage Beschreibung der Software
	Impulsthermografie "Sherlock"	Beschreibung der Messanlage Beschreibung der Software Durchführung von Prüfungen Auswertung
	Lockin Thermografiesystem "edvis"	Beschreibung der Messanlage Infrarotkamera Mess- und Auswertestation Beschreibung der Software Durchführung von Prüfungen Phasen/Amplitudendarstellung von Lockin Th. Funktion von Burst Ergebnissen
	Thermografiesystem zur Messung von Flüssigkeiten in Waben	Beschreibung der Messanlage Infrarotkamera Monitor Heißluftgebläse Infrarotkamera Menübeschreibung
Praktische Übungen	Aufgabe 1 Aufgabe 2 Aufgabe 3 Aufgabe 4 Aufgabe 5 Aufgabe 6 Aufgabe 7 Aufgabe 8 Aufgabe 9	Grundversuch Berücksichtigung äußerer Störungen Leistungsvermögen der akt. Thermografie Einfluss durch Oberflächen Prüfung gemäß NTM Flüssigkeit in Waben Delamination an monolithischem CFK CFK Bauteil mit Stringern Untersuchung einer Reparatur Sandwichstruktur mit Schaumkern

Ultraschallprüfung Stufe 1 (≥40h)		
Physikalisch Grundlagen	Entstehung von Schall	Grundlagen
		Schwingungslehre
		Wellenlehre
	Wellenarten	Longitudinalwelle
		Transversalwelle
		Oberflächenwellen
		Impulse / Impulsformen
		Zuordnung von Schallwellen
	Verhalten von Schallwellen in Materie	Schallwellen in Gasen und festen Medien Brechung Reflexion
		Schallwellen in Flüssigkeiten
	Ultraschalltechniken	Durchschallungstechnik
		Impuls-Echo-Technik
Anwendung der Ultraschalltechnik	Justierung und Kontrolle	Justierung von Ultraschallgeräten
		Justieren eines Senkrechtprüfkopfs
		Justieren von Winkelprüfköpfen
		Justieren mit bekannter Schallgesch.
		Just. mit unbekannter Schallgeschw.
		Kontrolle der Justierung
	Geräte zur Ultraschallprüfung	Aufbau eines US Gerätes
		Eigenschaften von Prüfkabeln
		Aufbau von Senkrechtprüfköpfen
		Aufbau von Winkelprüfköpfen
		Aufbau von SE-Prüfköpfen
		Schallfelder von Senkrecht PK
Prüfdurchführung	Prüfen mit Ultraschall	Messgenauigkeit bei der Justierung
		Linearitätsabweichung
		Wahl des geeigneten Justierbereichs
		Wahl der geeigneten Justierstrecken
		Wanddickenmessung
		Messen mit Impulsverschiebung
		Mehrfachechomethode
		Abtastverfahren
		Halbwertmethode
		Prüfung von anderen Werkstoffen
		Prüfung von CFK
Prüfung der Geräteeigenschaften	Kontrollen	Linearität der Zeitachse
		Linearität der Verstärkung
		Nahauflösungsvermögen
		Fernauflösungsvermögen
		Messung der Echobreite
		Messung der Sendeimpulsbreite
		Prüfkopfeinflüsse

Schrägeinschallung	Berechnungen zur Schrägeinschallung	Arbeiten mit dem Reflexionsgesetz
		Arbeiten mit dem Brechungsgesetz
		erster und zweiter kritischer Winkel
		Wellenumwandlung
		Winkelspiegel
Axiale Einschallung	Einschallung in Schmale Bauteile	Axiale Einschallung
		Streifender Einfall
		Nebenechos
		Arbeiten mit Nebenechos
		Berechnung von Nebenechos
Radiale Einschallung	Einschallung in Rundmaterial	Radiale Einschallung
		Radiale Einsch. mit Umwandlung
		Radiale Einsch. ohne Umwandlung
Schrägeinschallung	Winkelprüfung	Aufbau von Winkelprüfköpfen
		Schallfelder von Winkelprüfköpfen
		Begriffe der Schrägeinschallung
Justierung von Winkelprüfköpfen	Justierungen	Justierung von Winkelprüfköpfen
		Wahl des geeigneten Justierbereichs
		Justierung an Halbkreisscheiben
		Justierung am K1
		Justierung am K2
		Justierung an Kanten
Arbeiten mit Winkelprüfköpfen	Fehlerlagenbestimmung	Das Fehlerdreieck
		Schallweg
		Projektionsabstand
		B-Maß
		Tiefenbestimmung
		Fehlerlagenbestimmung mit Digitalgeräten
Prüfung von Luftfahrtteilen	Prüfung metallischer Werkstoffe	Prüfung von Luftfahrtteilen
		Prüfung von Strukturteilen
		Prüfung von Nietnahtverbindungen
	Prüfung von CFK Werkstoffen	Prüfung von Faserverbundwerkstoffen
		Herstellung von Faserverbundwerkstoffen
		Ultraschallprüfung von CFK
		Geräte für die CFK Prüfung
		Prüfköpfe für die CFK Prüfung
		Fehlerarten von CFK Werkstoffen
		Prüfung nach AIM
Dokumentation und Protokollierung		Dokumentation
		Auswertung von Anzeigen
		Bewertung von Anzeigen
		Registriergrenze
		Zulässigkeitsgrenze

Werkstoffkunde	Fehler in metallischen Werkstoffen	Fehlerentstehung beim Urformen
		Poren
		Schlacke
		Seigerungen
		Gießfehler beim Formguss
		Walzfehler
		Schmiedefehler
		Fehler bei der Werkstückbearbeitung
		Schweißnahtfehler
		Fehler durch Ermüdung
		Korrosion und Korrosionsarten
Praktische Übungen		Entfernungsjustierungen
		Justierbereich / Ablesegenauigkeit
		Signalbreitenmessung
		Justierung mit Impulsverschiebung
		Wanddickenmessung
		Dopplungsprüfung
		Justierung von SE Prüfköpfen
		Schallgeschwindigkeitsmessung
		Prüfung der Verstärkerlinearität
		Axiale Einschallung
		Radiale Einschallung
		axiale Prüfung eines Drehteils mit Absatz
		Tauchtechnikprüfung
		Best. Schallaustrittspunkt bei WPK's
		Best. des tatsächlichen Einschallwinkels
		Entfernungsjustierungen für WPK's
		Justierung an Halbkreisscheiben
		Justierung an Kontrollkörpern
		Best. von X und α an Kanten
		Vergl. der Anzeigendynamik von WPK's
		Fehlerlagenbestimmung mit WPK's
		Prüfung von Faserverbundwerkstoffen
		Delaminationsprüfung an Strukturteilen
		Prüfung einer Längsnahtverbindung

Ultraschallprüfung Stufe 2 (≥40h)		
Prüfaufgaben in der Luft und Raumfahrt	Zielsetzung der ZfP in der Luftfahrt	Prüfbeispiele
		Rumpfschalenverbindung
		CFK Spoiler
		Landeklappenträger
		Ziele der ZfP
		Konstruktionskonzepte
		Failsafe Konzept
		Damage Tolerance Konzept
		Save Life Konzept
		Schaffung struktursignifikanter Teile
Physikalische Grundlagen	Schwingungen und Wellen	Grundbegriffe der Schwingungs- und Wellenlehre
		Wellenarten
		Transversalwellen
		Longitudinalwellen
		Oberflächenwellen
		Impulsform
		Breitbandimpulse
		Schmalbandimpulse
		Schallwellenspektrum
		Schallwellen in Festkörpern
		Schallwellen in Flüssigkeiten
		Schallwellen in Gasen
		Schallwechseldruck
		akustische Impedanz
		Durchlassfaktor
		Reflexionsfaktor
Schallerzeugung	Verfahren der Schallerzeugung	Elektrodynamische Verfahren
		Piezoelektrische Verfahren
		Laser erzeugter Ultraschall
Schallfeldgrößen	Schallfeldgeometrie	Schallfelder von Senkrechtprüfköpfen
		Schallfelder von Winkelprüfköpfen
		Rotationsymmetrische Schwinger
		Rechteckschwinger
		Einflüsse auf die Schallfeldgeometrie
Aufbau und Arten von Ultraschallprüfköpfen	Prüfkopfarten	Senkrechtprüfköpfe
		Winkelprüfköpfe
		SE-Prüfköpfe
		Tauchtechnikprüfköpfe
		Prüfköpfe für die Punktschweißung
		Heißprüfköpfe
		Fokusprüfköpfe
		Phased Array Prüfköpfe

Ultraschallprüftechniken		Durchschallungsprüfung
		Impuls-Echo-Technik
		Automatisierte Ultraschallprüfung
		Tauchtechnik
		Phased Array Prüftechnik
Ultraschallgeräte	Aufbau und Arbeiten mit Ultraschallgeräten	genereller Aufbau von US Geräten
		analoge Ultraschallgeräte
		Digitalisierte Geräte
		Schnittstellen zu Peripheriegeräten
		Digitale Geräte in der Prüfpraxis
		Arbeiten mit dem USM 25
		das Bedienkonzept
Ultraschall Phased Array Prüftechnik	Arbeitsweise von Phased Arrays	Phased Array Technik
		Grundlagen der Phased Technik
		Geräte für die Phased Array Technik
		Fokussieren mit PA
		Schwenken des Schallstrahls
		Lineares Scannen mit PA
Ortungshilfen		Visualisierung der Senkrechteinsch.
		Hilfen bei der Schrägeinschallung
		Fehlerlagenbestimmung konv. Geräte
		Fehlerlagenbestimmung digit. Geräte
Ultraschall Bildschirm Darstellung	Darstellungsarten	A-Bilddarstellung
		B-Bild Darstellung
		C-Bild Darstellung
		D-Bild Darstellung
Direkte Methoden der Fehlerbewertung	Größen und Entfernungsgesetze von Justierreflektoren	Anforderungen an Justierreflektoren
		Rückwand
		Kreisscheibe
		Querbohrung
		Abstandsgesetze von Just. Refl.
		Größengesetze von Just. Refl.
	Vergleichskörper Vergleichslinienmethode	äquiv. Kreisscheibenberechnung
		direkte Methode der Anz. Bewertung
		Vergleichskörpermethode
		Vergleichslinienmethode
		Verstärkungseinstellung bei der VL
		Prüfen mit VL
		Time corrected Gain: TCG Methode
		Fehlerbewertung mit VL
Indirekte Methode der Anzeigenbewertung	AVG Methode	Indirekte Methode der Anz. Bewertung
		Aufbau des AVG Diagramms
		spezielles AVG Diagramm
		Prüfen mit AVG

Einstellung der Prüfempfindlichkeit	Verstärkung und Korrekturen	Verstärkungseinstellung
		Justiergrundverstärkung
		Verstärkungszuschlag
		Transferkorrektur
		Ankopplungskorrektur
		Kontrollkörperkorrektur
Schallschwächung	Schwächungs- mechanismen Ermittlung der Schallschwächung	Schallschwächung
		Streuung des Schalls
		Absorption des Schalls
		Schwächungsmechanismen
		Bestimmung der Schallschwächung
Prüfung von Faserverbundwerkstoffen	AFK, GFK, CFK	Herstellung von FVW
		Arten von FVW
		Eigenschaften von FVW
		Besonderheiten von FVW
		Ultraschallprüfung an FVW
		Arbeiten mit Vorlaufstrecken PK
		Bestimmung von Delaminationen
		Auffinden von Einschlüssen
		Impact Prüfung an FVW
Dokumentation der Ultraschallprüfung	Auswerten und Bewerten	Bedeutung der Dokumentation
		kundenbezogene Dokumentation
		Qualitätsbezogene Dokumentation
		Auswertung
		Bewertung
		Aufbau eines Prüfprotokolls
Prüfanweisung		Anforderungen an Prüfanweisungen
		Aufbau von Prüfanweisungen
		Wortwahl in Prüfanweisungen
		Erstellung einer Prüfanweisung
Werkstoffkunde	Fehlerentstehung beim Urformen	Poren
		Schlacke
		Seigerungen
		Gießfehler beim Formguss
	Fehlerentstehung bei der Weiterverarbeitung	Walzfehler
		Schmiedefehler
		Fehler bei der Werkstückbearbeitung
		Schweißnahtfehler
	Betriebsbedingte Fehler	Fehler durch Ermüdung
		Korrosion und Korrosionsarten
	Fehler in CFK Werkstoffen	Poren
		Delaminationen
		Fremdeinschlüsse
		Wassereinschlüsse in Wabenbauteilen

Praktische Übungen		Entfernungsjustierungen
		Justierbereich / Ablesegenauigkeit
		Signalbreitenmessung
		Justierung mit Impulsverschiebung
		Wanddickenmessung
		Prüfung der horizontalen Linearität
		Prüfung der vertikalen Linearität
		Signalbreitenmessung
		Ermittlung der Messgenauigkeit
		Restwanddickenmessung
		Arbeiten mit SE Prüfköpfen
		Axiale Einschallung
		Tauchtechnikprüfung
		Schallgeschwindigkeitsmessung
		Schallfeldmessung von SPK
		Best. des Schallschw. Koeffizienten
		Messung der Transferverluste
		Best. der Ankopplungskorrektur
		Aufnahme von Vergleichslinien
		Aufnahme von Vergl. Linien mit TCG
		Schallschwächungskorrektur
		Schallschw. in CFK
		Prüfen von CFK in der Fertigung
		Erstellen von Prüfanweisungen

Ultraschallprüfung Stufe 3		
Physikalische Grundlagen	Schwingungen und Wellen, Brechung akustische Impedanz	Prinzip der Ultraschallprüfung
		Schwingungen
		Impuls
		Welle
		Schallausbreitung
		Schallfeld
		Reflektoren im Schallfeld
		Schall an Grenzflächen
		Brechung
		Reflexion
		Totalreflexion gleicher Wellenart
		Brechungsgesetz: Umrechnung Einschallwinkel
		Schalldruckamplituden an Grenzfl.
		Schalldurchlass an Grenzflächen
		Seitenwandeffekt
		Wellenumwandlung
		Wellenabspaltung
Ultraschallerzeugung	Verfahren der Schallerzeugung	Piezoelektrischer Effekt
		Magnetostriktiver Effekt
		elektrodyn. Schallerzeugung
		Laser Ultraschall
		elektroakustische Schallerzeugung
		physikalische Zusammenhänge
Werkstoffe und Bauweisen	Metalle und Kunststoffe	Aluminium und AL Legierungen
		Lasergeschw. Hautblech-String.
		Glare
		Kunststoffe
		CFK
		Fertigungsverfahren von CFK
		Thermoplaste
		Superplastisches Formen
		Diffusionsschweißen
		Reibrührschweißen FSW
		GFK Werkstoffe und Einsatz
		Kernverbundbauweise
Leistungsvermögen von Ultraschall und anderen ZfP Verfahren	Vergleich der Prüfverfahren	Einordnung der Prüfverfahren
		US Prüfung im Vergleich
		Forderung an die US Prüfung
		US Prüftechniken
		Vor und Nachteile der Techniken
		Leistungsvermögen
		Leistungsverm. andere ZfP Verf.

Verfahrensablauf bei der Ultraschallprüfung	Ultraschallprüftechniken	Impuls Echo Technik
		Durchschallungstechnik
		Wahl der Einschalltechnik
		Senkrechteinschallung
		Schrägeinschallung
		Tandemtechnik
		SE-Technik
		Wahl der Ankopplung
		Kontakttechnik
		Tauchtechnik
		Freistrahlschallung
		Fließspaltankopplung
		Trockenankopplung
		Manuelle Prüfung
		Automatische Prüfung
		US Prüftechnik an Faserverbund W.
		Prüfung monolithischer Bauteile
		Prüfung Kernverbund Bauteile
		Faser Strukturen von FVW
Wahl des Ultraschallprüfsystems		Luftultraschallprüfung
		Laserultraschall
		Prüfkopf
		Ultraschallprüfgerät
		Prüfkabel und Steckverbinder
		Koppelmittel
		PK-Weggebersysteme
		Elektron. und Computersysteme
		Automatische Prüfung
Überwachung des Ultraschallprüfsystems	Entfernungsjustierung und Empfindlichkeitsjustierung	Bauteilhaltevorrichtungen
		Justierkörper
		Justierung
		Wahl des Justier-/Vergleichskörpers
		Entfernungsjustierung
		Verstärkungseinstellung
		Echohöhenbewertungsmethode
		Verstärkungskorrekturen
		Vorber. des Prüfgegenstandes
		Durchführung der Inspektion
		Anzeigen und Ihre Bewertung
		Dokumentation
		Nachber. des Prüfgegenstandes

Identifikation und Zuordnung von Ultraschall Signalen	Bildschirminterpretation	Sendeimpuls
		Durchschallungsanzeige
		Echoanzeigen
		Eintrittsecho
		Rückwandecho
		Formecho
		Phantomecho
		Störanzeigen
		Gefügeanzeigen
		Rauschanzeigen
		Fehlerecho
Darstellung von Ultraschall Signalen	Darstellungsmöglichkeiten	A-Bild
		B-Bild
		C-Bild
		D-Bild
		S-Scan
		Polar-Bild
		sonstige Darstellungen
US-Prüfung von CFK Bauteilen	Besonderheiten bei der CFK Prüfung	US Prüfung von Radienbereichen
		US Prüfung von Innenradien
		US Prüfung von Außenradien
		Außen und Innenradien Durchschall.
		Außenradius Impuls Echo Array
		Innenradius Impuls Echo Array
		Außenradius Imp. Echo FlächenArray
US Prüfung von Glare		Glare Werkstoffeigenschaften
		Prüfung von Glare
Anzeigenbewertung	Verfahren der Anzeigenbewertung	Allgemeines zur Anzeigenbewertung
		Voraussetzung zur Anz. Bewertung
		Laufzeitbewertung
		Echohöhenbewertung
		Direkte Methode
		Indirekte Methode
		Echodynamik Bewertung
Abtastmethoden		Nullwertmethode
		Zehntelwertmethode
		Viertelwertmethode
		Halbwertmethode
		Anzeigenbew. nach Regelwerken
Fallstudien		Prüfanweisung Stange
		PA Ruderverkleidung Airbus

Prüfanweisung	Erstellung von Prüfanweisungen	Vorgaben zum Prüfgegenstand
		Vorgaben zur Inspektion
		der zu inspizierende Bereich
		Aufbau der Prüfanweisung
Normen und Formelsammlung		Normen
		Verfahrensanweisungen
		Vorschriften

Phased Array Ultraschallprüfung Stufe 2		
Theoretischer Unterricht		
Funktionsprinzip		
Focal Laws		
Möglichkeiten der Schallfeldsteuerung		
Struktur und Aufbau von Phased Array Geräten		
Schallfeldmodellierung		
Scan Verfahren		
Darstellungsarten		
Labor-und mobile Geräte		
Phased Array Prüfköpfe		
Justierung		
Datenaufnahme		
Werkstoffe und Bauweisen		
Normen und Richtlinien		

Praktische Übungen		
Linearscan an einem Al-Block mit Flachbodenbohrungen		
Linearscan an einem Al-Block mit Querbohrungen		
Sektorscan an einem Al-Block mit Querbohrungen		
Linearscan und Datenanalyse an einem CFK Bauteil mit Impactschaden		
Linearscan und Datenanalyse an einer CFK Stringer-Haut Verbindung		
Linearscan mit DAC / TCG-Kurve an einem CFK-Stufenkeil		
Sektorielles Scannen mit Winkel Vorsatzkeil (z.B.: Scribe Mark Prüfung von Längsnahtstrukturen)		