

# Syllabus Durchstrahlungsprüfung

## Syllabus Radiographic Testing

---

**Dieses Dokument ist eine Kopie des genehmigten Originaldokumentes und wird im Rahmen der kontrollierten Verteilung ohne weitere Genehmigungsvermerke verwendet. Dem jeweiligen Nutzer/Anwender kontrolliert verteilter Dokumente obliegt eigenverantwortlich die Anwendung der gemäß Veröffentlichung der SECTOR Cert gültigen Versionen von Dokumenten. Durch Revision ersetzte Dokumente sind zu vernichten.**

This document is a copy of the approved original document and applies within the frame of a controlled distribution without additional approval statements. It is the responsibility of the individual user of the controlled distributed document to use the valid version according to the release of SECTOR Cert. Documents superseded by revisions have to be destroyed.

**Dieses Schriftstück ist ein urheber- und verwertungsrechtlich geschütztes Dokument. Ohne Zustimmung der SECTOR Cert darf es weder vervielfältigt noch als Ganzes zitiert werden. Zuwiderhandlungen werden nach Paragraph 106 UrhG verfolgt.**

This paper is a legally protected copyrighted document. It may not be reproduced or quoted, in whole or in part, without approval of SECTOR Cert. Violations will be prosecuted according to Article 106 of the Copyright Act.

© SECTOR Cert - Gesellschaft für Zertifizierung GmbH Siegburg

## INHALTVERZEICHNIS | TABLE OF CONTENTS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG STUFE 1 (RT1-F)</b> .....                               | 3  |
| RADIOGRAPHIC TESTING LEVEL 1 (RT1-F).....                                         | 3  |
| <b>DIGITALE RADIOGRAFIE / RADIOSKOPIE STUFE 1 (RT1-D, RT1-S)</b> .....            | 6  |
| DIGITAL RADIOGRAPHY / RADIOSCOPY LEVEL 1 (RT1-D, RT1-S).....                      | 6  |
| <b>DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG STUFE 2 (RT2-F)</b> .....                               | 9  |
| RADIOGRAPHIC TESTING LEVEL 2 (RT2-F) .....                                        | 9  |
| <b>DIGITALE RADIOGRAFIE STUFE 2 (RT2-D)</b> .....                                 | 14 |
| DIGITAL RADIOGRAPHY LEVEL 2 (RT2-D).....                                          | 14 |
| <b>RADIOSKOPIE STUFE 2 (RT2-S)</b> .....                                          | 19 |
| RADIOSCOPY LEVEL 2 (RT2-S).....                                                   | 19 |
| <b>DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG STUFE 2- FILMAUSWERTUNG (RT2-FI)</b> .....              | 23 |
| RADIOGRAPHIC TESTING LEVEL 2 - FILM INTERPRETATION (RT2-FI).....                  | 23 |
| <b>DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG STUFE 2 - RADIOGRAFISCHE AUSWERTUNG (RT2-FDI)</b> ..... | 27 |
| RADIOGRAPHIC TESTING LEVEL 2 - RADIOGRAPHIC INTERPRETATION (RT2-FDI) .....        | 27 |
| <b>DURCHSTRAHLUNGSPRÜFUNG (RT) STUFE 3</b> .....                                  | 32 |
| RADIOGRAPHIC TESTING (RT) LEVEL 3.....                                            | 32 |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung<br/>Stufe 1 (RT1-F)</b>                    | <b>Radiographic Testing<br/>Level 1 (RT1-F)</b>                                 |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                        | <b>Subjects</b>                                                                 |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung</b>           | <b>Physical principles of radiographic testing</b>                              |
| <b>1.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                    | <b>Introduction</b>                                                             |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektromagnetische Strahlen</b>                                   | <b>Electromagnetic radiation</b>                                                |
| <b>1.3</b>    | <b>Atomaufbau</b>                                                    | <b>Structure of the atom</b>                                                    |
| <b>1.4</b>    | <b>Radioaktive Isotopen</b>                                          | <b>Radioactive isotopes</b>                                                     |
| <b>1.5</b>    | <b>Ionisation und Schwächung</b>                                     | <b>Ionization and attenuation</b>                                               |
| <b>1.6</b>    | <b>Dosis und Dosisleistung</b>                                       | <b>Dose and dose rate</b>                                                       |
| <b>1.7</b>    | <b>Die Ausbreitung von Strahlung im Raum</b>                         | <b>The propagation of radiation in space</b>                                    |
| <b>2.</b>     | <b>Entstehung von Röntgen- und Gammastrahlung</b>                    | <b>Origin of X-rays and gamma rays</b>                                          |
| <b>2.1</b>    | <b>Röntgenstrahlung</b>                                              | <b>X-rays</b>                                                                   |
| 2.1.1         | Erzeugung von Röntgen-Strahlung                                      | Generation of X-ray radiation                                                   |
| 2.1.2         | Bremsstrahlungsprozess und Bremsspektrum                             | Braking radiation process and its spectrum                                      |
| 2.1.3         | Röhrenspannung und Röhrenstrom                                       | Tube voltage and tube current                                                   |
| 2.1.4         | Brennfleckformen und -abmessungen                                    | Focal spot shapes and dimensions                                                |
| 2.1.5         | Bauarten von Röntgenröhren                                           | Types of X-ray tubes                                                            |
| 2.1.6         | Betriebsspannung                                                     | Operating voltage                                                               |
| <b>2.2</b>    | <b>Gammastrahlung</b>                                                | <b>Gamma radiation</b>                                                          |
| 2.2.1         | Entstehung von Gammastrahlung                                        | Generation of gamma radiation                                                   |
| 2.2.2         | Aktivität und Halbwertszeit                                          | Activity and half-life                                                          |
| 2.2.3         | Isotopenarbeitsbehälter                                              | Isotope container                                                               |
| <b>2.3</b>    | <b>Vergleich Röntgen- und Gamma-Strahlung</b>                        | <b>Comparison of X-ray and gamma radiation</b>                                  |
| <b>3.</b>     | <b>Schwächung und Energieauswahl</b>                                 | <b>Attenuation and energy selection</b>                                         |
| <b>3.1</b>    | <b>Primär- und Streustrahlung</b>                                    | <b>Primary and scattered radiation</b>                                          |
| <b>3.2</b>    | <b>Die Halbwertschichtdicke (HWS)</b>                                | <b>The half-value thickness (HVT)</b>                                           |
| <b>3.3</b>    | <b>Schwächungsgesetz</b>                                             | <b>Attenuation law</b>                                                          |
| <b>3.4</b>    | <b>Auswahl der Strahlenenergie</b>                                   | <b>Selection of the radiation energy</b>                                        |
| <b>4.</b>     | <b>Filme und Folien -Filmsysteme-</b>                                | <b>Films and screens -Film systems-</b>                                         |
| <b>4.1</b>    | <b>Röntgenfilme</b>                                                  | <b>X-ray films</b>                                                              |
| 4.1.1         | Aufbau von Röntgenfilmen                                             | Structure of X-ray films                                                        |
| 4.1.2         | Filmtypen                                                            | Film types                                                                      |
| 4.1.3         | Filmeigenschaften                                                    | Film properties                                                                 |
| 4.1.4         | Filmauswahl                                                          | Selection of films                                                              |
| <b>4.2</b>    | <b>Aufnahmefolien</b>                                                | <b>Intensifying screens</b>                                                     |
| 4.2.1         | Wirkungsweise von Metallfolien                                       | Effects of metal screens                                                        |
| 4.2.2         | Werkstoff und Dicke von Metallfolien                                 | Material and thickness of metal screens                                         |
| 4.2.3         | Innere Unschärfe                                                     | Inherent unsharpness                                                            |
| <b>5.</b>     | <b>Geometrische Aufnahmebedingungen</b>                              | <b>Geometric exposure conditions</b>                                            |
| <b>5.1</b>    | <b>Geometrische Unschärfe</b>                                        | <b>Geometric unsharpness</b>                                                    |
| <b>5.2</b>    | <b>Mindestabstand</b>                                                | <b>Minimum distance</b>                                                         |
| 5.2.1         | Bertholdsche Bedingung                                               | Berthold's condition                                                            |
| 5.2.2         | Leiterdiagramm                                                       | Nomogram                                                                        |
| <b>5.3</b>    | <b>Aufnahmeanordnungen bei Rundnähten und gegossenen Hohlteilen</b>  | <b>Exposure arrangement for circumferential welds and cast hollow parts</b>     |
| 5.3.1         | Einleitung                                                           | Introduction                                                                    |
| 5.3.2         | Einwandaufnahmen                                                     | Single-wall exposures                                                           |
| 5.3.3         | Doppelwandaufnahme bei Einwandbetrachtung                            | Double-wall exposure for single-wall viewing                                    |
| 5.3.4         | Doppelwanddurchstrahlung für Doppelwandbetrachtung (Ellipse, gerader | Double-wall exposure for double wall viewing (ellipse, straight shot, overview) |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung<br/>Stufe 1 (RT1-F)</b>      | <b>Radiographic Testing<br/>Level 1 (RT1-F)</b>                  |
|---------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                          | <b>Subjects</b>                                                  |
|               | Durchschuss, Übersicht)                                |                                                                  |
| <b>5.4</b>    | <b>Zusammenfassung</b>                                 | <b>Summary</b>                                                   |
|               |                                                        |                                                                  |
| <b>6.</b>     | <b>Filmverarbeitung und Filmbetrachtung</b>            | <b>Film processing and film viewing</b>                          |
| <b>6.1</b>    | <b>Manuelle Filmverarbeitung</b>                       | <b>Manual film processing</b>                                    |
| 6.1.1         | Die Dunkelkammer                                       | The darkroom                                                     |
| 6.1.2         | Entwicklung                                            | Development                                                      |
| 6.1.3         | Stopp-Bad/Zwischenwässerung                            | Stop bath / intermediate washing                                 |
| 6.1.4         | Fixierung                                              | Fixing                                                           |
| 6.1.5         | Schlusswässerung und Trocknung                         | Final washing and drying                                         |
| <b>6.2</b>    | <b>Automatische Filmverarbeitung</b>                   | <b>Automatic film processing</b>                                 |
| <b>6.3</b>    | <b>Filmfehler (Artefakte)</b>                          | <b>Film defects (Artefact)</b>                                   |
| <b>6.4</b>    | <b>Filmbetrachtung</b>                                 | <b>Film viewing</b>                                              |
| 6.4.1         | Zweck der Filmbetrachtung                              | Purpose of film viewing                                          |
| 6.4.2         | Betrachtungsgeräte                                     | Illuminators                                                     |
| 6.4.3         | Schwärzung und Schwärzungsmessung                      | Density and density measurement                                  |
|               |                                                        |                                                                  |
| <b>7.</b>     | <b>Bildgütefaktoren und Bildgütebestimmung</b>         | <b>Image quality factors and determination of image quality</b>  |
| <b>7.1</b>    | <b>Begriff der Bildgüte</b>                            | <b>Meaning of image quality</b>                                  |
| <b>7.2</b>    | <b>Bildkontrast</b>                                    | <b>Image contrast</b>                                            |
| <b>7.3</b>    | <b>Bildauflösung</b>                                   | <b>Image resolution</b>                                          |
| 7.3.1         | Einflussvermögen                                       | Influencing factors                                              |
| 7.3.2         | Unschärfe                                              | Unsharpness                                                      |
| 7.3.3         | Filmkörnigkeit                                         | Film graininess                                                  |
| <b>7.4</b>    | <b>Bildgütebestimmung</b>                              | <b>Image quality determination</b>                               |
| 7.4.1         | Zweck von Bildgüteprüfkörpern                          | Purpose of image quality indicators                              |
| 7.4.2         | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern                      | Application of image quality indicators                          |
|               |                                                        |                                                                  |
| <b>8</b>      | <b>Objektkunde und Objektspezifische Prüftechniken</b> | <b>Product knowledge and product specific testing techniques</b> |
| <b>8.1</b>    | <b>Vorwort</b>                                         | <b>Foreword</b>                                                  |
| <b>8.2</b>    | <b>Schweißnähte</b>                                    | <b>Welds</b>                                                     |
| 8.2.1         | Objektkunde Behälterbau                                | Vessel construction                                              |
| 8.2.2         | Objektkunde Schweißnähte                               | Welds                                                            |
| 8.2.3         | Objektkunde Rohre                                      | Pipes                                                            |
| <b>8.3</b>    | <b>Formgussstücke</b>                                  | <b>Castings</b>                                                  |
| 8.3.1         | Objektkunde Formguss                                   | Mold casting                                                     |
| 8.3.2         | Beispiel: Prüftechnik für ein Armaturengehäuse         | Example: Testing technique for valve housing                     |
|               |                                                        |                                                                  |
| <b>9</b>      | <b>Anwendungsnormen</b>                                | <b>Application standards</b>                                     |
| <b>9.1</b>    | <b>Grundlagen</b>                                      | <b>Basic rules</b>                                               |
| <b>9.2</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von Schweißverbindungen</b>  | <b>Radiographic testing of welds</b>                             |
| <b>9.3</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von Gussteilen</b>           | <b>Radiographic testing of castings</b>                          |
| <b>9.4</b>    | <b>Bildgüteprüfkörper (BPK)</b>                        | <b>Image quality indicators (IQI)</b>                            |
|               |                                                        |                                                                  |
| <b>10</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                | <b>Required reading *</b>                                        |
| <b>10.1</b>   | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>             | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of formulas</b>            |
| <b>10.2</b>   | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                         | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                          |
| <b>10.3</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>                      | <b>EN ISO 19232-1:2013</b>                                       |
| <b>10.4</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>                      | <b>EN ISO 19232-2:2013</b>                                       |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung<br/>Stufe 1 (RT1-F)</b> | <b>Radiographic Testing<br/>Level 1 (RT1-F)</b>        |
|---------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                     | <b>Subjects</b>                                        |
| <b>10.5</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>                 | <b>EN ISO 19232-3:2013</b>                             |
| <b>10.6</b>   | <b>DIN EN12681-1:2018-02</b>                      | <b>EN12681-1:2017</b>                                  |
| <b>10.7</b>   | <b>DIN EN ISO 17636-1:2022-10</b>                 | <b>EN ISO 17636-1:2022</b>                             |
|               |                                                   |                                                        |
| <b>11</b>     | <b>Referenzliteratur</b>                          | <b>Recommended reading *</b>                           |
| <b>11.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                      | <b>EN 1330-1:2014</b>                                  |
| <b>11.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                      | <b>EN 1330-2:1998</b>                                  |
| <b>11.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>                      | <b>EN 1330-3:1997</b>                                  |
|               |                                                   |                                                        |
|               |                                                   | <b>* or national equivalent of the cited standards</b> |

|               | <b>Digitale Radiografie / Radioskopie<br/>Stufe 1 (RT1-D, RT1-S)</b>                | <b>Digital Radiography / Radioscopy Level 1<br/>(RT1-D, RT1-S)</b>                      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                       | <b>Subjects</b>                                                                         |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung</b>                          | <b>Physical principles of radiographic testing</b>                                      |
| <b>1.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                                   | <b>Introduction</b>                                                                     |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektromagnetische Strahlen</b>                                                  | <b>Electromagnetic radiation</b>                                                        |
| <b>1.3</b>    | <b>Atomaufbau</b>                                                                   | <b>Structure of the atom</b>                                                            |
| <b>1.4</b>    | <b>Radioaktive Isotopen</b>                                                         | <b>Radioactive isotopes</b>                                                             |
| <b>1.5</b>    | <b>Ionisation und Schwächung</b>                                                    | <b>Ionization and attenuation</b>                                                       |
| <b>1.6</b>    | <b>Dosis und Dosisleistung</b>                                                      | <b>Dose and dose rate</b>                                                               |
| <b>1.7</b>    | <b>Die Ausbreitung von Strahlung im Raum</b>                                        | <b>The propagation of radiation in space</b>                                            |
| <b>2.</b>     | <b>Entstehung von Röntgen- und Gammastrahlung</b>                                   | <b>Origin of X-rays and gamma rays</b>                                                  |
| <b>2.1</b>    | <b>Röntgenstrahlung</b>                                                             | <b>X-rays</b>                                                                           |
| 2.1.1         | Erzeugung von Röntgen-Strahlung                                                     | Generation of X-ray radiation                                                           |
| 2.1.2         | Bremsstrahlungsprozess und Bremsspektrum                                            | Braking radiation process and its spectrum                                              |
| 2.1.3         | Röhrenspannung und Röhrenstrom                                                      | Tube voltage and tube current                                                           |
| 2.1.4         | Brennfleckformen und -abmessungen                                                   | Focal spot shapes and dimensions                                                        |
| 2.1.5         | Bauarten von Röntgenröhren                                                          | Types of X-ray tubes                                                                    |
| 2.1.6         | Betriebsspannung                                                                    | Operating voltage                                                                       |
| <b>2.2</b>    | <b>Gammastrahlung</b>                                                               | <b>Gamma radiation</b>                                                                  |
| 2.2.1         | Entstehung von Gammastrahlung                                                       | Generation of gamma radiation                                                           |
| 2.2.2         | Aktivität und Halbwertszeit                                                         | Activity and half-life                                                                  |
| 2.2.3         | Isotopenarbeitsbehälter                                                             | Isotope container                                                                       |
| <b>2.3</b>    | <b>Vergleich Röntgen- und Gamma-Strahlung</b>                                       | <b>Comparison of X-ray and gamma radiation</b>                                          |
| <b>3</b>      | <b>Schwächung und Energieauswahl</b>                                                | <b>Attenuation and energy selection</b>                                                 |
| <b>3.1</b>    | <b>Primär- und Streustrahlung</b>                                                   | <b>Primary and scattered radiation</b>                                                  |
| <b>3.2</b>    | <b>Die Halbwertschichtdicke (HWS)</b>                                               | <b>The half-value thickness (HVT)</b>                                                   |
| <b>3.3</b>    | <b>Schwächungsgesetz</b>                                                            | <b>Attenuation law</b>                                                                  |
| <b>3.4</b>    | <b>Auswahl der Strahlenenergie</b>                                                  | <b>Selection of the radiation energy</b>                                                |
| <b>4.</b>     | <b>Techniken der Durchstrahlungsprüfung</b>                                         | <b>Radiographic testing techniques</b>                                                  |
| <b>4.1</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung mit Filmtechnik</b>                                       | <b>Radiographic testing with films</b>                                                  |
| <b>4.2</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung mit Speicherfolien</b>                                    | <b>Radiographic testing with imaging plates</b>                                         |
| <b>4.3</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung mit Detektoren</b>                                        | <b>Radiographic testing with detectors</b>                                              |
| <b>4.4</b>    | <b>Radioskopie mit Bildwandlern</b>                                                 | <b>Radioscopy with image converters</b>                                                 |
| <b>4.5</b>    | <b>Radioskopie mit Detektoren</b>                                                   | <b>Radioscopy with detectors</b>                                                        |
| <b>4.6</b>    | <b>Computertomografie CT</b>                                                        | <b>Computed tomography CT</b>                                                           |
| <b>5</b>      | <b>Kontrast, Bildgüte, Unschärfe, Signal-Rauschverhältnis in der Digitaltechnik</b> | <b>Contrast, image quality, unsharpness, signal-to-noise ratio in digital technique</b> |
| <b>5.1</b>    | <b>Kontrast</b>                                                                     | <b>Contrast</b>                                                                         |
| <b>5.2</b>    | <b>Unschärfe</b>                                                                    | <b>Unsharpness</b>                                                                      |
| 5.2.1         | Geometrische Unschärfe                                                              | Geometric unsharpness                                                                   |
| 5.2.2         | Innere Unschärfe und Basisortsauflösung                                             | Inherent unsharpness and basic spatial resolution                                       |
| <b>5.3</b>    | <b>Bildgüte</b>                                                                     | <b>Image quality</b>                                                                    |
| <b>5.4</b>    | <b>Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)</b>                                               | <b>Signal-to-noise ratio (SNR)</b>                                                      |
| <b>6</b>      | <b>Digitale Aufnahmesysteme und Zubehör</b>                                         | <b>Digital radiography systems and accessories</b>                                      |
| <b>6.1</b>    | <b>Speicherfolien</b>                                                               | <b>Imaging plates</b>                                                                   |
| 6.1.1         | Abtastsystem                                                                        | IP readout devices (scanner)                                                            |
| 6.1.2         | Umgang mit Speicherfolien                                                           | Handling of imaging plates                                                              |
| <b>6.2</b>    | <b>Digitaler Matrixdetektor (DDA)</b>                                               | <b>Digital detector array (DDA)</b>                                                     |

|               | <b>Digitale Radiografie / Radioskopie<br/>Stufe 1 (RT1-D, RT1-S)</b>            | <b>Digital Radiography / Radioscopy Level 1<br/>(RT1-D, RT1-S)</b>                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                   | <b>Subjects</b>                                                                      |
| 6.2.1         | Detektorjustierung                                                              | Detector calibration                                                                 |
| 6.2.2         | Umgang mit Detektoren                                                           | Detector handling                                                                    |
| <b>6.3</b>    | <b>Rechner und Monitor</b>                                                      | <b>Computer and monitor</b>                                                          |
| 6.3.1         | Rechner                                                                         | Computer                                                                             |
| 6.3.2         | Monitore                                                                        | Monitors                                                                             |
| <b>6.4</b>    | <b>Blenden, Kollimatoren und Filter</b>                                         | <b>Collimators and metal filters</b>                                                 |
| 6.4.1         | Blenden und Kollimatoren                                                        | Collimators                                                                          |
| 6.4.2         | Filter                                                                          | Metal filters                                                                        |
| <b>7</b>      | <b>Objektkunde und Objektspezifische<br/>Prüftechniken</b>                      | <b>Product knowledge and product specific testing<br/>techniques</b>                 |
| <b>7.1</b>    | <b>Vorwort</b>                                                                  | <b>Foreword</b>                                                                      |
| <b>7.2</b>    | <b>Schweißnähte</b>                                                             | <b>Welds</b>                                                                         |
| 7.2.1         | Objektkunde Behälterbau                                                         | Vessel construction                                                                  |
| 7.2.2         | Objektkunde Schweißnähte                                                        | Welds                                                                                |
| 7.2.3         | Objektkunde Rohre                                                               | Pipes                                                                                |
| <b>7.3</b>    | <b>Formgussstücke</b>                                                           | <b>Castings</b>                                                                      |
| 7.3.1         | Objektkunde Formguss                                                            | Mold casting                                                                         |
| 7.3.2         | Beispiel: Prüftechnik für ein Armaturengehäuse                                  | Example: Testing technique for valve housing                                         |
| <b>8</b>      | <b>Ablauf der Durchstrahlungsprüfung</b>                                        | <b>Radiographic testing procedure</b>                                                |
| <b>8.1</b>    | <b>Maßnahmen vor der Prüfung</b>                                                | <b>Measures prior to testing</b>                                                     |
| 8.1.1         | Oberflächenvorbereitung                                                         | Surface preparation                                                                  |
| 8.1.2         | Zuordnung Durchstrahlungsbild-Prüfgegenstand                                    | Assignment of radiographic image - test object                                       |
| 8.1.3         | Überlappungsmarkierungen                                                        | Overlap markings                                                                     |
| 8.1.4         | Kennzeichnungen - Beispiel                                                      | Markings - Example                                                                   |
| <b>8.2</b>    | <b>Ablauf nach DIN EN ISO 17636-2</b>                                           | <b>Testing according to EN ISO 17636-2</b>                                           |
| <b>8.3</b>    | <b>Ablauf nach DIN EN 12681-2</b>                                               | <b>Testing according to EN 12681-2</b>                                               |
| <b>8.4</b>    | <b>Arbeiten mit dem Matrixdetektor</b>                                          | <b>Working with the array detector</b>                                               |
| <b>8.5</b>    | <b>Arbeiten mit dem Speicherfoliensystem CR</b>                                 | <b>Working with the CR imaging plate system</b>                                      |
| <b>8.6</b>    | <b>Arbeiten mit Industriellen Röntgensystemen<br/>und CT</b>                    | <b>Working with industrial X-ray systems and CT</b>                                  |
| 8.6.1         | Praktischer Ablauf Radioskopie                                                  | Practical procedure radioscopy                                                       |
| 8.6.2         | Ablauf Radioskopie nach DIN EN 13068-3                                          | Procedure radioscopy according to EN 13068-3                                         |
| <b>9</b>      | <b>Software zur Bildaufnahme und -betrachtung</b>                               | <b>Image acquisition and viewing software</b>                                        |
| <b>9.1</b>    | <b>Dateiformat und -speicherung</b>                                             | <b>File Format and Storage</b>                                                       |
| <b>9.2</b>    | <b>Bildbetrachtung am Monitor</b>                                               | <b>Viewing images on the monitor</b>                                                 |
| <b>9.3</b>    | <b>Bildverarbeitungsfunktionen</b>                                              | <b>Imaging processing functions</b>                                                  |
| 9.3.1         | Einstellung Window/Level                                                        | Adjustment of Window/Level                                                           |
| 9.3.2         | Einstellen des Zooms                                                            | Adjustment of Zoom                                                                   |
| 9.3.3         | Ablesen des Grauwerts                                                           | Reading the gray value                                                               |
| <b>9.4</b>    | <b>Filterfunktionen</b>                                                         | <b>Filters</b>                                                                       |
| <b>9.5</b>    | <b>Messfunktionen</b>                                                           | <b>Measurement functions</b>                                                         |
| <b>10</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                                         | <b>Required reading *</b>                                                            |
| <b>10.1</b>   | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>                                      | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of<br/>formulas</b>                            |
| <b>10.2</b>   | <b>FBV02-04-22-Rev.0.0 – Musteranweisung für<br/>die Durchstrahlungsprüfung</b> | <b>FBV02-04-22-Rev.0.0 – Sample testing<br/>instruction for radiographic testing</b> |
| <b>10.3</b>   | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                                                  | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                                              |
| <b>10.4</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>                                               | <b>EN ISO 19232-1:2013</b>                                                           |
| <b>10.5</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>                                               | <b>EN ISO 19232-2:2013</b>                                                           |

|               | <b>Digitale Radiografie / Radioskopie<br/>Stufe 1 (RT1-D, RT1-S)</b> | <b>Digital Radiography / Radioscopy Level 1<br/>(RT1-D, RT1-S)</b> |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                        | <b>Subjects</b>                                                    |
| <b>10.6</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>                                    | <b>EN ISO 19232-3:2013</b>                                         |
| <b>10.7</b>   |                                                                      |                                                                    |
| <b>10.8</b>   |                                                                      |                                                                    |
| <b>10.9</b>   |                                                                      |                                                                    |
| <b>10.10</b>  | <b>DIN EN ISO 19232-5:2018-12</b>                                    | <b>EN ISO 19232-5:2018</b>                                         |
|               |                                                                      |                                                                    |
| <b>11</b>     | <b>Referenzliteratur</b>                                             | <b>Recommended reading *</b>                                       |
| <b>11.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                                         | <b>EN 1330-1:2014</b>                                              |
| <b>11.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                                         | <b>EN 1330-2:1998</b>                                              |
| <b>11.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>                                         | <b>EN 1330-3:1997</b>                                              |
|               |                                                                      |                                                                    |
|               |                                                                      | <b>* or national equivalent of the cited standards</b>             |



|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 (RT2-F)</b>                    | <b>Radiographic Testing Level 2 (RT2-F)</b>                   |
|---------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                    | <b>Subjects</b>                                               |
|               | <b>Wiederholung RT1-F</b>                                        | Review of RT1-F                                               |
| <b>RT F1</b>  | <b>Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung</b>       | Physical principles of radiographic testing                   |
| <b>RT F1</b>  | <b>Entstehung von Röntgen- und Gammastrahlung</b>                | Production of X-rays and gamma rays                           |
| <b>RT F1</b>  | <b>Schwächung und Energieauswahl</b>                             | Attenuation and energy selection                              |
| <b>RT F1</b>  | <b>Geometrische Aufnahmebedingungen</b>                          | Geometric exposure conditions                                 |
| <b>RT F1</b>  | <b>Bildgütefaktoren und Bildgütebestimmung</b>                   | Image quality factors and determination of image quality      |
|               |                                                                  |                                                               |
| <b>1</b>      | <b>Objekt- und Strahlenkontrast</b>                              | Object and radiation contrast                                 |
| <b>1.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                | Introduction                                                  |
| <b>1.2</b>    | <b>Primär- und Streustrahlung</b>                                | Primary and scattered radiation                               |
| <b>1.3</b>    | <b>Die Schwächung von Strahlung bei Durchdringen von Materie</b> | The attenuation of radiation during penetration into material |
| 1.3.1         | Modellvorstellung                                                | Introduction of the model                                     |
| 1.3.2         | Das Schwächungsgesetz                                            | The law of attenuation                                        |
| 1.3.3         | Aussagefähigkeit und Anwendungsgrenzen des Schwächungsgesetzes   | Meaning and application limitations of the law of attenuation |
| 1.3.4         | Eindringtiefe und Halbwertschichtdicke                           | Penetration depth and half-value thickness                    |
| <b>1.4</b>    | <b>Die Mechanismen der Schwächung</b>                            | <b>Mechanisms of attenuation</b>                              |
| 1.4.1         | Messung des Schwächungskoeffizienten                             | Measurement of the attenuation coefficient                    |
| 1.4.2         | Einflussgrößen auf den Schwächungskoeffizienten                  | Influencing factors on the attenuation coefficient            |
| 1.4.3         | Die Schwächungsmechanismen                                       | The attenuation mechanisms                                    |
| 1.4.4         | Werkstoffabhängigkeit des Schwächungskoeffizienten               | Material dependence of the attenuation coefficient            |
| <b>1.5.</b>   | <b>Optimierung des Kontrastes</b>                                | <b>Optimization of the contrast</b>                           |
| 1.5.1         | Objekt- und Strahlenkontrast                                     | Object and radiation contrast                                 |
| 1.5.2         | Streustrahlung und Streuverhältnis                               | Scattered radiation and scattering ratio                      |
| 1.5.3         | Spezifischer Kontrast                                            | Specific contrast                                             |
| <b>1.6</b>    | <b>Periodensystem der Elemente</b>                               | Periodic table of elements                                    |
|               |                                                                  |                                                               |
| <b>2</b>      | <b>Filmsystem und Filmkontrast</b>                               | Film system and film contrast                                 |
| <b>2.1</b>    | <b>Charakteristische Kurve (Schwärzungskurve)</b>                | <b>Characteristic curve (density curve)</b>                   |
| 2.1.1         | Filmkontrast                                                     | Film contrast                                                 |
| 2.1.2         | Filmfaktoren                                                     | Film factors                                                  |
| <b>2.2</b>    | <b>Folien</b>                                                    | <b>Screens</b>                                                |
| 2.2.1         | Wirkungsweise der Folien                                         | Effect of screens                                             |
| 2.2.2         | Filmunschärfe (innere Unschärfe)                                 | Film unsharpness (inherent unsharpness)                       |
| <b>2.3.</b>   | <b>Filmklassifizierung</b>                                       | <b>Film classification</b>                                    |
| 2.3.1         | Einführung                                                       | Introduction                                                  |
| 2.3.2         | Filmsysteme                                                      | Film systems                                                  |
| 2.3.3         | Messungen                                                        | Measurements                                                  |
| 2.3.3.1       | Vorbereitung                                                     | Preparation                                                   |
| 2.3.3.2       | Messverfahren für Filmgradient (G)                               | Measurement method for film gradient (G)                      |
| 2.3.3.3       | Messverfahren für Körnigkeit                                     | Measurement method for graininess                             |
| 2.3.4         | Ergebnisse der Klassifizierung                                   | Results of the classification                                 |
| <b>2.4</b>    | <b>Kontrolle der Filmverarbeitung</b>                            | <b>Control of film processing</b>                             |
| 2.4.1         | Einleitung                                                       | Introduction                                                  |
| 2.4.2         | Herstellung des Filmstreifens                                    | Production of the film strip                                  |
| 2.4.3         | Auswertung                                                       | Evaluation                                                    |
|               |                                                                  |                                                               |
| <b>3</b>      | <b>Detailerkennbarkeit und Bildgütebestimmung</b>                | Visibility of detail and image quality determination          |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 (RT2-F)</b>                             | <b>Radiographic Testing Level 2 (RT2-F)</b>                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                             | <b>Subjects</b>                                                               |
| <b>3.1</b>    | <b>Bildgütefaktoren</b>                                                   | <b>Image quality factors</b>                                                  |
| 3.1.1         | Definition                                                                | Definition                                                                    |
| 3.1.2         | Bildkontrast                                                              | Image contrast                                                                |
| 3.1.3         | Gesamtunschärfe                                                           | Total unsharpness                                                             |
| 3.1.4         | Körnigkeit                                                                | Graininess                                                                    |
| <b>3.2</b>    | <b>Zusammenwirken der Bildgütefaktoren</b>                                | <b>Interaction of image quality factors</b>                                   |
| 3.2.1         | Einleitung                                                                | Introduction                                                                  |
| 3.2.2         | Abbildung eines flächenhaften Testfehlers (Nut)                           | Imaging of a planar test defect (notch)                                       |
| 3.2.3         | Abbildung volumenhafter Testfehler (Kugel, Draht)                         | Imaging of volumetric test defect (sphere, wire)                              |
| <b>3.3</b>    | <b>Abbildung realer Fehler</b>                                            | <b>Imaging of real defects</b>                                                |
| 3.3.1         | Einleitung                                                                | Introduction                                                                  |
| 3.3.2         | Volumenhafte Fehler: Poren und Lunker                                     | Volumetric defects: pores and blowholes                                       |
| 3.3.3         | Flächenhafte Fehler: Risse und mangelnde Bindung                          | Planar defects: cracks and lack of fusion                                     |
| <b>3.4</b>    | <b>Bildgütebestimmung</b>                                                 | <b>Image quality determination</b>                                            |
| 3.4.1         | Begriff der Bildgüte                                                      | Meaning of image quality                                                      |
| 3.4.2         | Anforderungen an Bildgüteprüfkörper                                       | Requirements for image quality indicators                                     |
| <b>3.5</b>    | <b>Typen von Bildgüteprüfkörpern und ihre Anwendung</b>                   | <b>Types of image quality indicators and their application</b>                |
| 3.5.1         | Einteilung                                                                | Classification                                                                |
| 3.5.2         | Stufenkeil-BPK                                                            | Step-wedge IQI                                                                |
| 3.5.3         | Platten-Loch-BPK (Penetrameter)                                           | Plate-hole IQI (Penetrameter)                                                 |
| 3.5.4         | Drahtsteg-BPK                                                             | Wire type IQI                                                                 |
| 3.5.5         | Platin-Doppeldraht-Steg                                                   | Platinum duplex wire IQI                                                      |
| 3.5.6         | Streustrahlenindikatoren                                                  | Scattered radiation indicators                                                |
| <b>4</b>      | <b>Auswertbarer Bereich, Verzerrung und Objekumfang</b>                   | <b>Evaluable range, distortion and object thickness range</b>                 |
| <b>4.1</b>    | <b>Verzerrung und auswertbare Filmlänge</b>                               | <b>Distortion and useful film length</b>                                      |
| 4.1.1         | Begriff der Verzerrung                                                    | Meaning of distortion                                                         |
| 4.1.2         | Einfluss der Verzerrung auf die Erkennbarkeit von Objektdetails           | Influence of the distortion on the detectability of object details            |
| 4.1.3         | Verzerrungswinkel und auswertbare Filmlänge                               | Distortion angle and useful film length                                       |
| <b>4.2</b>    | <b>Aufnahmeanordnungen und -zahl</b>                                      | <b>Exposure arrangements and number</b>                                       |
| 4.2.1         | Definition der Aufnahmeanordnung                                          | Definition of the exposure arrangement                                        |
| 4.2.2         | Aufnahmeanordnung und auswertbare Filmlänge                               | Exposure arrangement and useful film length                                   |
| 4.2.3         | Maximaler Bereich für eine einzelne Belichtung                            | Maximum range for a single exposure                                           |
| <b>4.3</b>    | <b>Objekumfang</b>                                                        | <b>Object thickness range</b>                                                 |
| 4.3.1         | Begriff des Objekumfangs                                                  | Meaning of object thickness range                                             |
| 4.3.2         | Dickenausgleich                                                           | Thickness compensation                                                        |
| 4.3.3         | Kontrastminderung                                                         | Contrast reduction                                                            |
| 4.3.4         | Mehrfilmtechnik                                                           | Double film technique                                                         |
| <b>5</b>      | <b>Besondere Strahlenquellen, Aufnahmetechniken und Strahlenempfänger</b> | <b>Special radiation sources, exposure techniques and radiation detectors</b> |
| <b>5.1</b>    | <b>Besondere Strahlenquellen</b>                                          | <b>Special radiation sources</b>                                              |
| 5.1.1         | Mikrofokusröhren                                                          | Microfocus tubes                                                              |
| 5.1.2         | Hochenergiebeschleuniger                                                  | High Energy Accelerator                                                       |
| 5.1.2.1       | <i>Prinzip der Strahlungserzeugung</i>                                    | <i>Principle of radiation generation</i>                                      |
| 5.1.2.2       | <i>Linear-Beschleuniger</i>                                               | <i>Linear Accelerator</i>                                                     |
| 5.1.2.3       | <i>Ringbeschleuniger mit veränderlichem Magnetfeld</i>                    | <i>Ring-shaped accelerator with variable magnetic field</i>                   |
| <b>5.2</b>    | <b>Besondere Aufnahmeanordnungen</b>                                      | <b>Special exposure arrangements</b>                                          |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 (RT2-F)</b>                  | <b>Radiographic Testing Level 2 (RT2-F)</b>            |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                  | <b>Subjects</b>                                        |
| 5.2.1         | Vergrößerungstechnik                                           | Magnification technique                                |
| 5.2.2         | Projektionsradiografie                                         | Projection radiography                                 |
| 5.2.3         | Karusellaufnahmen                                              | Panaromic exposure technique                           |
| 5.2.4         | Bestimmung der Fehlertiefe                                     | Determination of the defect depth                      |
| 5.2.5         | Bestimmung der Brennfleckgröße bei Radionukliden               | Determination of focal spot size in radionuclides      |
| 5.2.6         | Brennfleckaufnahmen von Röhren: Lochkameratechnik              | Focal spot exposure of tubes: Pinhole camera technique |
| <b>5.3</b>    | <b>Besondere Strahlendetektoren</b>                            | <b>Special radiation detectors</b>                     |
| 5.3.1         | Radioskopie                                                    | Radioscopy                                             |
| 5.3.2         | Leuchtschirm                                                   | Fluorescent screen                                     |
| 5.3.3         | Röntgenbildverstärker                                          | X-ray image intensifier                                |
| 5.3.4         | Dioden                                                         | Diodes                                                 |
| 5.3.5         | Speicherfolien und Matrixdetektoren                            | Imaging plates and array detectors                     |
| <b>6</b>      | <b>Auswertung von Durchstrahlungsbildern</b>                   | <b>Evaluation of radiographic images</b>               |
| <b>6.1</b>    | <b>Schema der Auswertung</b>                                   | <b>Scheme of the evaluation</b>                        |
| <b>6.2</b>    | <b>Betrachtung von Durchstrahlungsbildern</b>                  | <b>Viewing of radiographs</b>                          |
| 6.2.1         | Zweck der Betrachtung                                          | Purpose of viewing                                     |
| 6.2.2         | Eigenschaften von Streulicht                                   | Properties of stray light                              |
| 6.2.3         | Schwärzung und Schwärzungsmessung                              | Density and density measurement                        |
| 6.2.4         | Anforderungen an Betrachtungsgeräte                            | Requirements for film illuminators                     |
| 6.2.5         | Anforderungen an den Betrachter                                | Requirements for the film viewer                       |
| <b>6.3</b>    | <b>Interpretation und Bewertung</b>                            | <b>Interpretation and evaluation</b>                   |
| 6.3.1         | Relevante und irrelevante Anzeigen                             | Relevant and non-relevant indications                  |
| 6.3.2         | Schwerwiegende, unzulässige Anzeigentypen (nominal)            | Severe, unacceptable indication types (nominal)        |
| <b>6.4</b>    | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>                | <b>Classification and analysis of indications</b>      |
| 6.4.1         | Gründe für Klassifizierung und Analyse                         | Reasons for classification and analysis                |
| 6.4.2         | Klassifizieren mit Vergleichskatalogen (ordinal)               | Classify with reference catalogs (ordinal)             |
| 6.4.3         | Anzeigenanalyse (metrisch)                                     | Indication analysis (metric)                           |
| <b>6.5</b>    | <b>Beurteilung und weitere Maßnahmen</b>                       | <b>Assessment and other measures</b>                   |
| <b>7</b>      | <b>Gießen und Gussfehler</b>                                   | <b>Casting and casting defects</b>                     |
| <b>7.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                              | <b>Introduction</b>                                    |
| <b>7.2</b>    | <b>Gießen als Herstellungsverfahren</b>                        | <b>Casting as a manufacturing method</b>               |
| <b>7.3</b>    | <b>Modelle und Formen</b>                                      | <b>Models and shapes</b>                               |
| <b>7.4</b>    | <b>Gießerei-Technologie</b>                                    | <b>Foundry technology</b>                              |
| <b>7.5</b>    | <b>Entstehung von Gussfehlern</b>                              | <b>Formation of casting defects</b>                    |
| <b>7.6</b>    | <b>Fehlerkatalog Formguss</b>                                  | <b>Defect catalog for mold casting</b>                 |
| <b>8</b>      | <b>Auswertung von Durchstrahlungsaufnahmen von Gussstücken</b> | <b>Evaluation of radiographic images of castings</b>   |
| <b>8.0</b>    | <b>Lernziele</b>                                               | <b>Objectives</b>                                      |
| <b>8.1</b>    | <b>Gussfehler im Durchstrahlungsbild</b>                       | <b>Casting defect in the radiograph</b>                |
| <b>8.2</b>    | <b>Verhalten bei Gefügeanzeigen</b>                            | <b>Properties of grain structure indications</b>       |
| <b>8.3</b>    | <b>Zuordnung der Anzeigentypen</b>                             | <b>Classification of indication types</b>              |
| <b>8.4</b>    | <b>Auswahl des Vergleichskataloges</b>                         | <b>Selection of the reference catalog</b>              |
| <b>8.5</b>    | <b>Klassifizierung</b>                                         | <b>Classification</b>                                  |
| <b>8.6</b>    | <b>Beurteilung</b>                                             | <b>Evaluation</b>                                      |
| <b>9</b>      | <b>Schweißnähte und Nahtfehler</b>                             | <b>Welds and weld defects</b>                          |
| <b>9.1</b>    | <b>Schmelzschweißen und Schweißnähte</b>                       | <b>Fusion welding and welds</b>                        |
| <b>9.2</b>    | <b>Stoß- und Fugenformen von Schweißnähten</b>                 | <b>Welding joints and types</b>                        |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 (RT2-F)</b>                                       | <b>Radiographic Testing Level 2 (RT2-F)</b>                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                       | <b>Subjects</b>                                                                    |
| <b>9.3</b>    | <b>Schweißverfahren</b>                                                             | <b>Welding processes</b>                                                           |
| 9.3.1         | Fehlerentstehung beim Schweißen                                                     | Defect formation during welding                                                    |
| 9.3.2         | Lichtbogen-Hand-Schweißen (E-Hand)                                                  | Manual arc welding                                                                 |
| 9.3.3         | Unter-Pulver-Schweißen                                                              | Submerged-arc welding                                                              |
| 9.3.4         | Metall-Schutzgas-Schweißen (MIG/MAG)                                                | Metal inert gas welding (MIG / MAG)                                                |
| 9.3.5         | Wolframinertgas-Schweißen (WIG)                                                     | Tungsten gas welding (TIG)                                                         |
| <b>9.4</b>    | <b>Unregelmäßigkeiten in Schweißnähten</b>                                          | <b>Imperfections in welds</b>                                                      |
| 9.4.1         | Risse                                                                               | Cracks                                                                             |
| 9.4.2         | Hohlräume                                                                           | Cavities                                                                           |
| 9.4.3         | Feste Einschlüsse                                                                   | Solid inclusions                                                                   |
| 9.4.4         | Bindefehler und ungenügende Durchschweißung                                         | Lack of fusion and penetration                                                     |
| 9.4.5         | Formabweichungen                                                                    | Shape deviations                                                                   |
| 9.4.6         | Sonstige Unregelmäßigkeiten                                                         | Other imperfections                                                                |
| <b>10</b>     | <b>Auswertung von Durchstrahlungsbildern von Schweißnähten</b>                      | <b>Evaluation of radiographic images of welds</b>                                  |
| <b>10.1</b>   | <b>Schweißnahtfehler im Durchstrahlungsbild</b>                                     | <b>Weld defects in the radiograph</b>                                              |
| 10.1.1        | Formanzeigen                                                                        | Joint geometry/shape indications                                                   |
| 10.1.2        | Schwerwiegende Anzeigentypen                                                        | Severe indication types                                                            |
| 10.1.3        | Weniger schwerwiegende Anzeigentypen                                                | Less severe indication types                                                       |
| <b>10.2</b>   | <b>Prüfung von Schweißnähten nach DIN EN ISO 17635</b>                              | <b>Testing of welds according to EN ISO 17635</b>                                  |
| 10.2.1        | Einleitung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 10.2.2        | Verbindung zur Festlegungen in DIN EN ISO 10675-1 und DIN EN ISO 17636              | Relation of the specifications in EN ISO 10675-1 and EN ISO 17636                  |
| 10.2.3        | Fehlerkatalog für die Durchstrahlungsprüfung                                        | Defect catalog for radiographic testing                                            |
| 10.2.4        | Zulässigkeitsgrenze                                                                 | Acceptance levels                                                                  |
| <b>10.3</b>   | <b>Durchstrahlungsprüfung von Druckbehälterschweißnähten nach AD 2000 Regelwerk</b> | <b>Radiographic testing of welds on pressure vessels according to AD 2000 Code</b> |
| 10.3.1        | Einführung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 10.3.2        | Umfang und Zeitpunkt der Durchstrahlungsprüfung                                     | Extent and time of radiographic testing                                            |
| 10.3.3        | Beurteilung der Prüfbefunde                                                         | Assessment of the test findings                                                    |
| <b>10.4</b>   | <b>Durchstrahlungsprüfung in Rohrwerken</b>                                         | <b>Radiographic testing in tube manufacturing</b>                                  |
| 10.4.1        | Allgemeines                                                                         | General                                                                            |
| 10.4.2        | Arbeitsablauf                                                                       | Workflow                                                                           |
| 10.4.3        | Prüfung von Rohren nach DIN EN ISO 10893-6                                          | Testing of tubes according to EN ISO 10893-6                                       |
| <b>11</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                                             | <b>Required reading *</b>                                                          |
| <b>11.1</b>   | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>                                          | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of formulas</b>                              |
| <b>11.2</b>   | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                                                      | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                                            |
| <b>11.3</b>   | <b>DIN EN ISO 11699-1:2012-01</b>                                                   | <b>EN ISO 11699-1:2011</b>                                                         |
| <b>11.4</b>   | <b>DIN EN ISO 11699-2:2018-12</b>                                                   | <b>EN ISO 11699-2:2018</b>                                                         |
| <b>11.5</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>                                                   | <b>EN ISO 19232-1:2013</b>                                                         |
| <b>11.6</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>                                                   | <b>EN ISO 19232-2:2013</b>                                                         |
| <b>11.7</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>                                                   | <b>EN ISO 19232-3:2013</b>                                                         |
| <b>11.8</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-4:2013-12</b>                                                   | <b>EN ISO 19232-4:2013</b>                                                         |
| <b>11.9</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-5:2018-12</b>                                                   | <b>EN ISO 19232-5:2018</b>                                                         |
| <b>11.10</b>  | <b>DIN EN ISO 5580:2024-03</b>                                                      | <b>EN ISO 5580:2023</b>                                                            |
| <b>11.11</b>  | <b>DIN EN12681-1:2018-02</b>                                                        | <b>EN12681-1:2017</b>                                                              |
| <b>11.12</b>  | <b>DIN EN ISO 17635:2017-04</b>                                                     | <b>EN ISO 17635:2016</b>                                                           |
| <b>11.13</b>  | <b>DIN EN ISO 17636-1:2022-10</b>                                                   | <b>EN ISO 17636-1:2022</b>                                                         |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 (RT2-F)</b>    | <b>Radiographic Testing Level 2 (RT2-F)</b>     |
|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                    | <b>Subjects</b>                                 |
| <b>11.14</b>  | <b>DIN EN ISO 5817:2023-07</b>                   | EN ISO 5817:2023                                |
| <b>11.15</b>  | <b>DIN EN ISO 10675-1:2022-03</b>                | EN ISO 10675-1:2021                             |
| <b>11.16</b>  |                                                  |                                                 |
| <b>11.17</b>  |                                                  |                                                 |
| <b>11.18</b>  | <b>DIN EN ISO 10893-6:2019-06</b>                | EN ISO 10893-6:2019                             |
|               |                                                  |                                                 |
| <b>12</b>     | <b>Referenzliteratur</b>                         | Recommended reading                             |
| <b>12.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                     | EN 1330-1:2014                                  |
| <b>12.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                     | EN 1330-2:1998                                  |
| <b>12.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>                     | EN 1330-3:1997                                  |
| <b>12.4</b>   | <b>DIN EN ISO 6520-1:2007-11</b>                 | EN ISO 6520-1:2007                              |
| <b>12.5</b>   | <b>DIN EN ISO 10675-2:2022-05</b>                | EN ISO 10675-2:2021                             |
| <b>12.6</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12</b>          | AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12                |
| <b>12.7</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Anlage 1:2020-12</b> | AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Appendix 1:2020-12     |
|               |                                                  |                                                 |
|               |                                                  | * or national equivalent of the cited standards |

|               | <b>Digitale Radiografie Stufe 2 (RT2-D)</b>                                       | <b>Digital Radiography Level 2 (RT2-D)</b>                             |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                     | <b>Subjects</b>                                                        |
| <b>1</b>      | <b>Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung</b>                        | <b>Physical principles of radiographic testing</b>                     |
| <b>1.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                                 | <b>Introduction</b>                                                    |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektromagnetische Strahlen</b>                                                | <b>Electromagnetic radiation</b>                                       |
| <b>1.3</b>    | <b>Atomaufbau</b>                                                                 | <b>Structure of the atom</b>                                           |
| <b>1.4</b>    | <b>Radioaktive Isotopen</b>                                                       | <b>Radioactive isotopes</b>                                            |
| <b>1.5</b>    | <b>Ionisation und Schwächung</b>                                                  | <b>Ionization and attenuation</b>                                      |
| <b>1.6</b>    | <b>Dosis und Dosisleistung</b>                                                    | <b>Dose and dose rate</b>                                              |
| <b>1.7</b>    | <b>Die Ausbreitung von Strahlung im Raum</b>                                      | <b>The propagation of radiation in space</b>                           |
| <b>2</b>      | <b>Entstehung von Röntgen- und Gammastrahlung</b>                                 | <b>Production of X-rays and gamma rays</b>                             |
| <b>2.1</b>    | <b>Röntgenstrahlung</b>                                                           | <b>X-rays</b>                                                          |
| 2.1.1         | Erzeugen von Röntgen-Strahlung                                                    | Production of X-ray radiation                                          |
| 2.1.2         | Bremsstrahlungsprozess und Bremsspektrum                                          | Braking radiation process and its spectrum                             |
| 2.1.3         | Röhrenspannung und Röhrenstrom                                                    | Tube voltage and tube current                                          |
| 2.1.4         | Brennfleckformen und -abmessungen                                                 | Focal spot shapes and dimensions                                       |
| 2.1.5         | Bauarten von Röntgenröhren                                                        | Types of X-ray tubes                                                   |
| 2.1.6         | Betriebsspannung                                                                  | Operating voltage                                                      |
| <b>2.2</b>    | <b>Gammastrahlung</b>                                                             | <b>Gamma radiation</b>                                                 |
| 2.2.1         | Entstehung von Gammastrahlung                                                     | Production of gamma radiation                                          |
| 2.2.2         | Aktivität und Halbwertszeit                                                       | Activity and half-life                                                 |
| 2.2.3         | Isotopenarbeitsbehälter                                                           | Isotope container                                                      |
| <b>2.3</b>    | <b>Vergleich Röntgen- und Gamma-Strahlung</b>                                     | <b>Comparison of X-ray and gamma radiation</b>                         |
| <b>3</b>      | <b>Schwächung und Energieauswahl</b>                                              | <b>Attenuation and radiation contrast</b>                              |
| <b>3.1</b>    | <b>Primär- und Streustrahlung</b>                                                 | <b>Primary and scattered radiation</b>                                 |
| <b>3.2</b>    | <b>Die Halbwertschichtdicke (HWS)</b>                                             | <b>The half-value thickness (HVT)</b>                                  |
| <b>3.3</b>    | <b>Schwächungsgesetz</b>                                                          | <b>Attenuation law</b>                                                 |
| <b>3.4</b>    | <b>Auswahl der Strahlenenergie</b>                                                | <b>Selection of radiation energy</b>                                   |
| <b>4</b>      | <b>Geometrische Aufnahmebedingungen</b>                                           | <b>Geometric exposure conditions</b>                                   |
| <b>4.1</b>    | <b>Geometrische Unschärfe</b>                                                     | <b>Geometric unsharpness</b>                                           |
| <b>4.2</b>    | <b>Mindestabstand</b>                                                             | <b>Minimum distance</b>                                                |
| 4.2.1         | Bertholdsche Bedingung                                                            | Berthold's condition                                                   |
| 4.2.2         | Leiterdiagramm                                                                    | Nomogram                                                               |
| <b>4.3</b>    | <b>Aufnahmeanordnungen nach DIN EN ISO 17636-2</b>                                | <b>Exposure arrangements according to DIN EN ISO 17636-2</b>           |
| 4.3.1         | Einleitung                                                                        | Introduction                                                           |
| 4.3.2         | Einwandige Durchstrahlung                                                         | Single-wall penetration                                                |
| 4.3.3         | Doppelwandaufnahme bei Einwandbetrachtung                                         | Double-wall exposure for single-wall viewing                           |
| 4.3.4         | Doppelwanddurchstrahlung für Doppelwandbetrachtung (Ellipse, gerader Durchschuss) | Double-wall exposure for double wall viewing (elliptic, perpendicular) |
| <b>5</b>      | <b>Grundlagen der digitalen Aufnahmetechnik</b>                                   | <b>Principles of digital radiography technique</b>                     |
| <b>5.1</b>    | <b>Vorteile der digitalen Techniken gegenüber Film</b>                            | <b>Advantages of digital techniques against film</b>                   |
| <b>5.2</b>    | <b>Begriffe und Definitionen</b>                                                  | <b>Terminology and definitions</b>                                     |
| <b>5.3</b>    | <b>Digitale Bildverarbeitung</b>                                                  | <b>Digital image processing</b>                                        |
| 5.3.1         | Bilddateien und Datei Typen                                                       | Image data and image types                                             |
| 5.3.2         | Die LUT (Look up table) und Grauwerte                                             | The Look up table and gray values                                      |
| 5.3.3         | Histogramm                                                                        | Histogram                                                              |
| 5.3.4         | Schwärzungs- und Kontrast Einstellung                                             | Brightness and contrast adjustment                                     |



|               | <b>Digitale Radiografie Stufe 2 (RT2-D)</b>                    | <b>Digital Radiography Level 2 (RT2-D)</b>                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                  | <b>Subjects</b>                                             |
| <b>5.4</b>    | <b>Bildeigenschaften</b>                                       | <b>Image properties</b>                                     |
| 5.4.1         | Rauschen                                                       | Noise                                                       |
| 5.4.2         | Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)                                 | Signal-to-noise ratio (SNR)                                 |
| 5.4.3         | Ortauflösung                                                   | Basic spatial resolution                                    |
| 5.4.4         | Kontrastauflösung                                              | Contrast resolution                                         |
| <b>5.5</b>    | <b>Bildqualität digitaler Aufnahmen</b>                        | <b>Image quality of digital images</b>                      |
|               |                                                                |                                                             |
| <b>6</b>      | <b>Digitale Aufnahmesysteme</b>                                | <b>Digital radiography systems</b>                          |
| <b>6.1</b>    | <b>Überblick</b>                                               | <b>Overview</b>                                             |
| <b>6.2</b>    | <b>Speicherfolien-Computer Radiografie Systeme (CR)</b>        | <b>Imaging plates - Computed radiography (CR) systems</b>   |
| 6.2.1         | Aufbau einer Speicherfolie                                     | Design of an imaging plate                                  |
| 6.2.2         | Arbeitsweise                                                   | Operation                                                   |
| 6.2.3         | Schichtaufbau                                                  | Layer structure                                             |
| 6.2.4         | Arbeitszyklus                                                  | Working cycle                                               |
| 6.2.5         | Folientypen                                                    | Plate types                                                 |
| 6.2.6         | Folienscanner                                                  | CR-scanner                                                  |
| <b>6.3</b>    | <b>Flachdetektoren</b>                                         | <b>Flat detectors - Digital detector arrays (DDA)</b>       |
| 6.3.1         | Einleitung und Aufbau                                          | Introduction and design                                     |
| 6.3.2         | Direkte und Indirekte Umwandlung                               | Direct and indirect converting                              |
| 6.3.3         | Flachdetektortypen                                             | Flat detector types                                         |
| 6.3.4         | Detektor Justierung                                            | Detector calibration                                        |
| <b>6.4</b>    | <b>Zeilendetektor</b>                                          | <b>Line detector arrays (LDA)</b>                           |
| <b>6.5</b>    | <b>Digitalisieren Von Filmen</b>                               | <b>Film digitization</b>                                    |
| <b>6.6</b>    | <b>Hard- und Software-Komponenten für digitale Radiografie</b> | <b>Hardware and software components digital radiography</b> |
| 6.6.1         | Bildsignalschnittstellen                                       | A/D interfaces                                              |
| 6.6.2         | Rechner                                                        | Computer                                                    |
| 6.6.4         | Bildformate                                                    | Image formats                                               |
| 6.6.5         | Bildarchivierung                                               | Digital image archiving                                     |
| <b>6.7</b>    | <b>Anforderungen an digitale Aufnahmesysteme</b>               | <b>Requirements for digital radiography systems</b>         |
| <b>6.8</b>    | <b>Umgang mit Detektoren und Kontrolle</b>                     | <b>Detector handling und controls</b>                       |
|               |                                                                |                                                             |
| <b>7</b>      | <b>Auswertung von Durchstrahlungsbildern</b>                   | <b>Evaluation of radiographic images</b>                    |
| <b>7.1</b>    | <b>Schema der Auswertung</b>                                   | <b>Scheme of the evaluation</b>                             |
| <b>7.2</b>    | <b>Bildverarbeitung und Bildbetrachtung</b>                    | <b>Image processing and viewing</b>                         |
| 7.2.1         | Zweck der Betrachtung                                          | Purpose of viewing                                          |
| 7.2.2         | Eigenschaften von Streulicht                                   | Properties of stray light                                   |
| 7.2.3         | Anforderungen an Bildverarbeitungssoftware und Monitor         | Requirements for image processing software and monitor      |
| 7.2.4         | Anforderungen an das Personal                                  | Requirements for the personnel                              |
| 7.2.5         | Grauwert und Grauwertmessung                                   | Grey value and gray value measurement                       |
| <b>7.3</b>    | <b>Interpretation und Bewertung</b>                            | <b>Interpretation and evaluation</b>                        |
| 7.3.1         | Relevante und irrelevante Anzeigen                             | Relevant and non-relevant indications                       |
| 7.3.2         | Schwerwiegende, unzulässige Anzeigentypen (nominal)            | Severe, unacceptable indication types (nominal)             |
| <b>7.4</b>    | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>                | <b>Classification and analysis of indications</b>           |
| 7.4.1         | Gründe für Klassifizierung und Analyse                         | Reasons for classification and analysis                     |
| 7.4.2         | Klassifizieren mit digitalen Vergleichskatalogen (ordinal)     | Classify with digital reference catalogs (ordinal)          |
| 7.4.3         | Anzeigenanalyse (metrisch)                                     | Indication analysis (metric)                                |
| <b>7.5</b>    | <b>Anwendung von Filtern</b>                                   | <b>Application of filters</b>                               |
| 7.5.1         | Einführung                                                     | Introduction                                                |

|               | <b>Digitale Radiografie Stufe 2 (RT2-D)</b>            | <b>Digital Radiography Level 2 (RT2-D)</b>                         |
|---------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                          | <b>Subjects</b>                                                    |
| 7.5.2         | Arbeitsweise von Filtern                               | Operation of filters                                               |
| 7.5.3         | Hochpassfilter                                         | High pass filter                                                   |
| 7.5.4         | Medianfilter                                           | Median filter                                                      |
| 7.5.5         | Filter für die Extraktion von Kanten und Strukturen    | Filters for extraction of edges and structures                     |
| <b>7.6</b>    | <b>Messfunktionen und Anwendungen</b>                  | <b>Measurement functions and applications</b>                      |
| <b>7.6.1</b>  | Messen des Grauwertverlaufs entlang einer Schnittlinie | Measurement of gray values on a line profile                       |
| <b>7.6.2</b>  | Messen von Längen im Bild                              | Measurement of dimensions in image                                 |
| <b>7.6.3</b>  | Schweißnahtprüfung                                     | Testing of welds                                                   |
| <b>7.6.4</b>  | Gussstückprüfung                                       | Testing of castings                                                |
| <b>7.6.5</b>  | Prüfung von Rohren                                     | Testing of tubes                                                   |
| <b>7.6.6</b>  | Sonstige Anwendungen                                   | Miscellaneous applications                                         |
| <b>7.7</b>    | <b>Beurteilung und weitere Maßnahmen</b>               | <b>Assessment and other measures</b>                               |
| <b>8</b>      | <b>Prüfanweisung / Ablauf nach DIN EN ISO 17636-2</b>  | <b>NDT instruction / Procedure according to EN ISO 17636-2</b>     |
| <b>8.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                      | <b>Introduction</b>                                                |
| <b>8.2</b>    | <b>Zweck</b>                                           | <b>Purpose</b>                                                     |
| <b>8.3</b>    | <b>Begriffe</b>                                        | <b>Terminology</b>                                                 |
| <b>8.4</b>    | <b>Mitgeltende Unterlagen</b>                          | <b>Applicable documents</b>                                        |
| <b>8.5</b>    | <b>Klassifizierung</b>                                 | <b>Classification</b>                                              |
| <b>8.6</b>    | <b>Personalqualifizierung</b>                          | <b>Personnel qualification</b>                                     |
| <b>8.7</b>    | <b>Strahlenschutz</b>                                  | <b>Radiation protection</b>                                        |
| <b>8.8</b>    | <b>Allgemeine Anforderungen</b>                        | <b>General requirements</b>                                        |
| <b>8.9</b>    | <b>Wahl der Strahlenquelle</b>                         | <b>Selection of the radiation source</b>                           |
| <b>8.10</b>   | <b>Abstand Strahlenquelle - Prüfgegenstand</b>         | <b>Distance between radiation source and test object</b>           |
| <b>8.11</b>   | <b>Anzahl der Teilaufnahmen</b>                        | <b>Number of partial exposures</b>                                 |
| <b>8.12</b>   | <b>Abtasten und Auslesen der Bilder</b>                | <b>Scanning and reading of images</b>                              |
| <b>8.13</b>   | <b>Mindestbildgütezahl</b>                             | <b>Minimum image quality</b>                                       |
| <b>8.14</b>   | <b>Innere Unschärfe</b>                                | <b>Inherent unsharpness</b>                                        |
| <b>8.15</b>   | <b>Anwendung des Doppeldrahtsteges</b>                 | <b>Application of the duplex wire-type image quality indicator</b> |
| <b>8.16</b>   | <b>Maximaler Bereich für einzelne Aufnahmen</b>        | <b>Maximum area for single exposure</b>                            |
| <b>8.17</b>   | <b>Bildverarbeitung</b>                                | <b>Image processing</b>                                            |
| <b>8.18</b>   | <b>Betrachtungsbedingungen / Speicherung</b>           | <b>Viewing conditions / Storage</b>                                |
| <b>9</b>      | <b>Schweißnähte und Nahtfehler</b>                     | <b>Welds and weld defects</b>                                      |
| <b>9.1</b>    | <b>Schmelzschweißen und Schweißnähte</b>               | <b>Fusion welding and welds</b>                                    |
| <b>9.2</b>    | <b>Stoß- und Fugenformen von Schweißnähten</b>         | <b>Welding joints and types</b>                                    |
| <b>9.3</b>    | <b>Schweißverfahren</b>                                | <b>Welding processes</b>                                           |
| 9.3.1         | Fehlerentstehung beim Schweißen                        | Defect formation during welding                                    |
| 9.3.2         | Lichtbogen-Hand-Schweißen (E-Hand)                     | Manual arc welding                                                 |
| 9.3.3         | Unter-Pulver-Schweißen                                 | Submerged-arc welding                                              |
| 9.3.4         | Metall-Schutzgas-Schweißen (MIG/MAG)                   | Metal inert gas welding (MIG / MAG)                                |
| 9.3.5         | Wolframinertgas-Schweißen (WIG)                        | Tungsten gas welding (TIG)                                         |
| <b>9.4</b>    | <b>Unregelmäßigkeiten in Schweißnähten</b>             | <b>Imperfections in welds</b>                                      |
| 9.4.1         | Risse                                                  | Cracks                                                             |
| 9.4.2         | Hohlräume                                              | Cavities                                                           |
| 9.4.3         | Feste Einschlüsse                                      | Solid inclusions                                                   |
| 9.4.4         | Bindefehler und ungenügende Durchschweißung            | Lack of fusion and penetration                                     |



|               | <b>Digitale Radiografie Stufe 2 (RT2-D)</b>                                          | <b>Digital Radiography Level 2 (RT2-D)</b>                                         |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                        | <b>Subjects</b>                                                                    |
| 9.4.5         | Formabweichungen                                                                     | Shape deviations                                                                   |
| 9.4.6         | Sonstige Unregelmäßigkeiten                                                          | Other imperfections                                                                |
|               |                                                                                      |                                                                                    |
| <b>10</b>     | <b>Beurteilung von Schweißnähten</b>                                                 | <b>Assessment of welds</b>                                                         |
| <b>10.1</b>   | <b>Beurteilung von Schweißnähten nach DIN EN ISO 10675-1</b>                         | <b>Assessment of welds according to EN ISO 10675-1</b>                             |
| <b>10.2</b>   | <b>Verbindung zu Festlegungen in DIN EN ISO 10675-1 und DIN EN ISO 17636-2</b>       | <b>Relation of specifications in DIN EN ISO 10675-1 and DIN EN ISO 17636-2</b>     |
| <b>10.3</b>   | <b>Zulässigkeitsgrenzen</b>                                                          | <b>Acceptance levels</b>                                                           |
| <b>10.4</b>   | <b>Durchstrahlungsprüfung von Druckbehälterschweißnähten nach AD 2000 Regelwerk</b>  | <b>Radiographic testing of welds on pressure vessels according to AD 2000 Code</b> |
| 10.4.1        | Einführung                                                                           | Introduction                                                                       |
| 10.4.2        | Umfang und Zeitpunkt der Durchstrahlungsprüfung                                      | Extent and time of radiographic testing                                            |
| 10.4.3        | Beurteilung der Prüfbefunde                                                          | Assessment of the test findings                                                    |
| <b>10.5</b>   | <b>Durchstrahlungsprüfung in Rohrwerken</b>                                          | <b>Radiographic testing in tube manufacturing</b>                                  |
| 10.5.1        | Allgemeines                                                                          | General                                                                            |
| 10.5.2        | Arbeitsablauf                                                                        | Workflow                                                                           |
| 10.5.3        | Prüfung von Rohren nach DIN EN ISO 10893-7                                           | Testing of tubes according to EN ISO 10893-7                                       |
|               |                                                                                      |                                                                                    |
| <b>11</b>     | <b>Auswertung von Durchstrahlungsaufnahmen von Gussstücken</b>                       | <b>Evaluation of radiographic images of castings</b>                               |
| <b>11.0</b>   | <b>Lernziele</b>                                                                     | <b>Objectives</b>                                                                  |
| <b>11.1</b>   | <b>Gussfehler im Durchstrahlungsbild</b>                                             | <b>Casting defect in the radiograph</b>                                            |
| <b>11.2</b>   | <b>Verhalten bei Gefügeanzeigen</b>                                                  | <b>Properties of grain structure indications</b>                                   |
| <b>11.3</b>   | <b>Zuordnung der Anzeigentypen</b>                                                   | <b>Classification of indication types</b>                                          |
| <b>11.4</b>   | <b>Auswahl des Vergleichskataloges</b>                                               | <b>Selection of the reference catalog</b>                                          |
| <b>11.5</b>   | <b>Klassifizierung</b>                                                               | <b>Classification</b>                                                              |
| <b>11.6</b>   | <b>Beurteilung</b>                                                                   | <b>Evaluation</b>                                                                  |
| <b>11.7</b>   | <b>Prüfung von Gussstücken nach DIN EN 12681-2 und Beurteilung von Gussaufnahmen</b> | <b>Testing of castings according to EN 12681-2 and assessment of the images</b>    |
|               |                                                                                      |                                                                                    |
| <b>12</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                                              | <b>Required reading *</b>                                                          |
| <b>12.1</b>   | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>                                           | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of formulas</b>                              |
| <b>12.2</b>   | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                                                       | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                                            |
| <b>12.3</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>                                                    | <b>EN ISO 19232-1:2013</b>                                                         |
| <b>12.4</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>                                                    | <b>EN ISO 19232-2:2013</b>                                                         |
| <b>12.5</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>                                                    | <b>EN ISO 19232-3:2013</b>                                                         |
| <b>12.6</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-4:2013-12</b>                                                    | <b>EN ISO 19232-4:2013</b>                                                         |
| <b>12.7</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-5:2018-12</b>                                                    | <b>EN ISO 19232-5:2018</b>                                                         |
| <b>12.8</b>   | <b>DIN EN ISO 14096-1:2020-10</b>                                                    | <b>EN ISO 14096-1:2020</b>                                                         |
| <b>12.9</b>   | <b>DIN EN ISO 14096-2:2020-10</b>                                                    | <b>EN ISO 14096-2:2020</b>                                                         |
| <b>12.10</b>  | <b>DIN EN 14784-1:2005-11</b>                                                        | <b>EN 14784-1:2005</b>                                                             |
| <b>12.11</b>  | <b>DIN EN ISO 16371-2:2019-04</b>                                                    | <b>EN ISO 16371-2:2017</b>                                                         |
| <b>12.12</b>  | <b>DIN EN 12681-2:2018-02</b>                                                        | <b>EN 12681-2:2017</b>                                                             |
| <b>12.13</b>  | <b>DIN EN ISO 17635:2017-04</b>                                                      | <b>EN ISO 17635:2016</b>                                                           |
| <b>12.14</b>  | <b>DIN EN ISO 17636-2:2023-05</b>                                                    | <b>EN ISO 17636-2:2022 (Corr. 2023)</b>                                            |
| <b>12.15</b>  | <b>DIN EN ISO 5817:2023-07</b>                                                       | <b>EN ISO 5817:2023</b>                                                            |
| <b>12.16</b>  | <b>DIN EN ISO 10675-1:2022-03</b>                                                    | <b>EN ISO 10675-1:2021</b>                                                         |
| <b>12.17</b>  | <b>DIN EN ISO 10893-7:2019-06</b>                                                    | <b>EN ISO 10893-7:2019</b>                                                         |
|               |                                                                                      |                                                                                    |

|               | <b>Digitale Radiografie Stufe 2 (RT2-D)</b> | <b>Digital Radiography Level 2 (RT2-D)</b>      |
|---------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                               | <b>Subjects</b>                                 |
| <b>13</b>     | <b>Referenzliteratur</b>                    | Recommended reading *                           |
| <b>13.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                | EN 1330-1:2014                                  |
| <b>13.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                | EN 1330-2:1998                                  |
| <b>13.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>                | EN 1330-3:1997                                  |
| <b>13.4</b>   | <b>DIN EN ISO 6520-1:2007-11</b>            | EN ISO 6520-1:2007                              |
| <b>13.5</b>   | <b>DIN EN ISO 10675-2:2022-05</b>           | EN ISO 10675-2:2021                             |
|               |                                             |                                                 |
|               |                                             | * or national equivalent of the cited standards |

|               | <b>Radioskopie Stufe 2 (RT2-S)</b>                               | <b>Radioscopy Level 2 (RT2-S)</b>                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                    | <b>Subjects</b>                                                      |
| <b>1</b>      | <b>Physikalische Grundlagen der Radioskopie</b>                  | <b>Physical principles of radioscopy</b>                             |
| <b>1.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                | <b>Introduction</b>                                                  |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektromagnetische Strahlen</b>                               | <b>Electromagnetic radiation</b>                                     |
| <b>1.3</b>    | <b>Atomaufbau</b>                                                | <b>Structure of the atom</b>                                         |
| <b>1.4</b>    | <b>Radioaktive Isotope</b>                                       | <b>Radioactive isotopes</b>                                          |
| <b>1.5</b>    | <b>Ionisation und Schwächung</b>                                 | <b>Ionization and attenuation</b>                                    |
| <b>1.6</b>    | <b>Dosis und Dosisleistung</b>                                   | <b>Dose and dose rate</b>                                            |
| <b>1.7</b>    | <b>Die Ausbreitung von Strahlung im Raum</b>                     | <b>The propagation of radiation in space</b>                         |
| <b>2</b>      | <b>Entstehung von Röntgen- und Gammastrahlung</b>                | <b>Production of X-rays and gamma rays</b>                           |
| <b>2.1</b>    | <b>Röntgenstrahlung</b>                                          | <b>X-ray radiation</b>                                               |
| 2.1.1         | Erzeugen von Röntgen-Strahlung                                   | Production of X-ray radiation                                        |
| 2.1.2         | Bremsstrahlungsprozess und Bremsspektrum                         | Braking radiation process and its spectrum                           |
| 2.1.3         | Röhrenspannung und Röhrenstrom                                   | Tube voltage and tube current                                        |
| 2.1.4         | Brennfleckformen und -abmessungen                                | Focal spot shapes and dimensions                                     |
| 2.1.5         | Bauarten von Röntgenröhren                                       | Types of X-ray tubes                                                 |
| 2.1.6         | Betriebsspannung                                                 | Operating voltage                                                    |
| <b>2.2</b>    | <b>Gammastrahlung</b>                                            | <b>Gamma radiation</b>                                               |
| 2.2.1         | Entstehung von Gammastrahlung                                    | Production of gamma radiation                                        |
| 2.2.2         | Aktivität und Halbwertszeit                                      | Activity and half-life                                               |
| 2.2.3         | Isotopenarbeitsbehälter                                          | Isotope container                                                    |
| <b>2.3</b>    | <b>Vergleich Röntgen- und Gamma-Strahlung</b>                    | <b>Comparison of X-ray and gamma radiation</b>                       |
| <b>3</b>      | <b>Schwächung und Strahlenkontrast</b>                           | <b>Attenuation and radiation contrast</b>                            |
| <b>3.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                | <b>Introduction</b>                                                  |
| <b>3.2</b>    | <b>Primär- und Streustrahlung</b>                                | <b>Primary and scattered radiation</b>                               |
| <b>3.3</b>    | <b>Die Schwächung von Strahlung bei Durchdringen von Materie</b> | <b>The attenuation of radiation during penetration into material</b> |
| 3.3.1         | Modellvorstellung                                                | Introduction of the model                                            |
| 3.3.2         | Das Schwächungsgesetz                                            | The law of attenuation                                               |
| 3.3.3         | Aussagefähigkeit und Anwendungsgrenzen des Schwächungsgesetzes   | Meaning and application limitations of the law of attenuation        |
| 3.3.4         | Eindringtiefe und Halbwertschichtdicke                           | Penetration depth and half-value thickness                           |
| <b>3.4</b>    | <b>Die Mechanismen der Schwächung</b>                            | <b>Mechanisms of attenuation</b>                                     |
| 3.4.1         | Messung des Schwächungskoeffizienten                             | Measurement of the attenuation coefficient                           |
| 3.4.2         | Einflussgrößen auf den Schwächungskoeffizienten                  | Influencing factors on the attenuation coefficient                   |
| 3.4.3         | Die Schwächungsmechanismen                                       | The attenuation mechanisms                                           |
| 3.4.4         | Werkstoffabhängigkeit des Schwächungskoeffizienten               | Material dependence of the attenuation coefficient                   |
| <b>3.5</b>    | <b>Optimierung des Kontrastes</b>                                | <b>Optimization of the contrast</b>                                  |
| 3.5.1         | Objekt- und Strahlenkontrast                                     | Object and radiation contrast                                        |
| 3.5.2         | Streustrahlung und Streuverhältnis                               | Scattered radiation and scattering ratio                             |
| 3.5.3         | Spezifischer Kontrast                                            | Specific contrast                                                    |
| <b>3.6</b>    | <b>Periodensystem der Elemente</b>                               | <b>Periodic table of elements</b>                                    |
| <b>4</b>      | <b>Umwandlung von Röntgenstrahlen in sichtbares Licht</b>        | <b>Conversion of X-ray radiation into visible light</b>              |
| <b>4.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                | <b>Introduction</b>                                                  |
| <b>4.2</b>    | <b>Fluoreszenzschirm</b>                                         | <b>Fluorescent screen</b>                                            |
| <b>4.3</b>    | <b>Bildverstärkertechnologie</b>                                 | <b>Image intensifier technology</b>                                  |
| <b>4.4</b>    | <b>Flachdetektoren</b>                                           | <b>Flat panel detectors</b>                                          |

|               | <b>Radioskopie Stufe 2 (RT2-S)</b>                                 | <b>Radioscopy Level 2 (RT2-S)</b>                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                      | <b>Subjects</b>                                                    |
| <b>5</b>      | <b>Anzeigengeräte in der Radioskopie</b>                           | <b>Imaging devices in radioscopy</b>                               |
| <b>5.1</b>    | <b>Analoge Anzeigen Kathodenstrahlbildschirme</b>                  | <b>Analog devices: Cathode ray tube (CRT)</b>                      |
| <b>5.2</b>    | <b>Digitale Bildschirme</b>                                        | <b>Digital monitors</b>                                            |
| <b>5.3</b>    | <b>Anzahl der Grauwerte im Bild</b>                                | <b>Number of gray values in image</b>                              |
| <b>5.4</b>    | <b>Bildauflösung</b>                                               | <b>Resolution</b>                                                  |
| <b>6</b>      | <b>Qualität des Radioskopiebildes</b>                              | <b>Quality of the radioscopy image</b>                             |
| <b>6.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                  | <b>Introduction</b>                                                |
| <b>6.2</b>    | <b>Radioskopischer Kontrast</b>                                    | <b>Radioscopic Contrast</b>                                        |
| 6.2.1         | Objektkontrast - Strahlenkontrast                                  | Object contrast - radiation contrast                               |
| 6.2.2         | Bildkontrast                                                       | Image contrast                                                     |
| <b>6.3</b>    | <b>Unschärfe</b>                                                   | <b>Unsharpness</b>                                                 |
| 6.3.1         | Innere Unschärfe des Bildsystems                                   | Inherent unsharpness of imaging system                             |
| 6.3.2         | Geometrische Unschärfe                                             | Geometric unsharpness                                              |
| 6.3.3         | Bewegungsunschärfe                                                 | Motion unsharpness                                                 |
| 6.3.4         | Gesamtunschärfe                                                    | Total unsharpness                                                  |
| <b>6.4</b>    | <b>Rauschen Signal zu Rauschverhältnis</b>                         | <b>extent and signal-to-extent ratio</b>                           |
| <b>7</b>      | <b>Detailerkennbarkeit und Bildgütebestimmung</b>                  | <b>Visibility of detail and image quality determination</b>        |
| <b>7.1</b>    | <b>Zusammenwirken der Bildgütefaktoren</b>                         | <b>Interaction of image quality factors</b>                        |
| 7.1.1         | Einleitung                                                         | Introduction                                                       |
| 7.1.2         | Abbildung eines flächenhaften Testfehlers (Nut)                    | Imaging of a planar test defect (notch)                            |
| 7.1.3         | Abbildung volumenhafter Testfehler (Kugel, Draht)                  | Imaging of volumetric test defect (sphere, wire)                   |
| 7.1.4         | Ortsauflösung                                                      | Spatial resolution                                                 |
| 7.1.5         | Kontrastempfindlichkeit                                            | Contrast sensitivity                                               |
| <b>7.2</b>    | <b>Abbildung realer Fehler</b>                                     | <b>Imaging of real defects</b>                                     |
| 7.2.1         | Einleitung                                                         | Introduction                                                       |
| 7.2.2         | Volumenhafte Fehler: Poren und Lunker                              | Volumetric defects: pores and blowholes                            |
| 7.2.3         | Flächenhafte Fehler: Risse und mangelhafte Bindung                 | Planar defects: cracks and lack of fusion                          |
| <b>7.3</b>    | <b>Bildgütebestimmung</b>                                          | <b>Image quality determination</b>                                 |
| 7.3.1         | Begriffe der Bildgüte                                              | Meaning of image quality                                           |
| 7.3.2         | Anforderungen an Bildgüteprüfkörper                                | Requirements for image quality indicators                          |
| <b>7.4</b>    | <b>Typen von Bildgüteprüfkörpern</b>                               | <b>Types of image quality indicators</b>                           |
| 7.4.1         | Einteilung                                                         | Introduction                                                       |
| 7.4.2         | Stufenkeil-BPK                                                     | Step-wedge IQI                                                     |
| 7.4.3         | Platten-Loch-BPK (Penetrameter)                                    | Plate-hole IQI (Penetrameter)                                      |
| 7.4.4         | Drahtsteg-BPK                                                      | Wire type IQI                                                      |
| 7.4.5         | Platin-Doppeldraht-Steg                                            | Platinum duplex wire IQI                                           |
| <b>8</b>      | <b>Auswertbarer Bereich, Verzerrung und Objekumfang</b>            | <b>Evaluable range, distortion and object thickness range</b>      |
| <b>8.1</b>    | <b>Verzerrung und ausnutzbare Länge des radioskopischen Bildes</b> | <b>Distortion and useful length of a radioscopic image</b>         |
| 8.1.1         | Begriff der Verzerrung                                             | Meaning of distortion                                              |
| 8.1.2         | Einfluss der Verzerrung auf die Erkennbarkeit von Objektdetails    | Influence of the distortion on the detectability of object details |
| 8.1.3         | Verzerrungswinkel und auswertbare Länge                            | Distortion angle and useful film length                            |
| <b>8.2</b>    | <b>Aufnahmeanordnung und -Anzahl</b>                               | <b>Exposure arrangements and number</b>                            |
| 8.2.1         | Definition der Aufnahmeanordnung                                   | Definition of the exposure arrangement                             |
| 8.2.2         | Aufnahmeanordnung und Anzahl der                                   | Exposure arrangement and useful film length                        |

|               | <b>Radioskopie Stufe 2 (RT2-S)</b>                       | <b>Radioscopy Level 2 (RT2-S)</b>                     |
|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                            | <b>Subjects</b>                                       |
|               | Aufnahmen                                                |                                                       |
| 8.2.3         | Festlegung des Fokus-Detektor-Abstandes                  | Determination of focus-to-detector distance           |
| 8.2.4         | Zulässige Länge des Prüfbereichs                         | Permissible length of the test area                   |
| <b>8.3</b>    | <b>Objektumfang</b>                                      | <b>Object thickness range</b>                         |
| 8.3.1         | Begriffe des Objektumfangs                               | Meaning of object thickness range                     |
| 8.3.2         | Praktische Bestimmung des Objektumfangs                  | Practical determination of object thickness range     |
| 8.3.3         | Erhöhung des Objektumfangs                               | Increasing object thickness range                     |
| 8.3.4         | Prüfung in Wanddickenabschnitten                         | Testing in different wall thickness sections          |
|               |                                                          |                                                       |
| <b>9</b>      | <b>Normen für Giesereiwesen und Radioskopie</b>          | <b>Standards for Foundries and radioscopy</b>         |
| <b>9.1</b>    | <b>Normenübersicht Gießereiwesen</b>                     | <b>Standards overview - Foundry</b>                   |
| <b>9.2</b>    | <b>Normenübersicht Radioskopische Prüfung</b>            | <b>Standards overview - Radioscopic testing</b>       |
| <b>9.3.</b>   | <b>Normen zu Systemeigenschaften von Röntgenröhren</b>   | <b>Standards for system properties of X-ray tubes</b> |
| <b>9.4</b>    | <b>Normen zur Bildgüte und Unschärfe</b>                 | <b>Standards for image quality and unsharpness</b>    |
|               |                                                          |                                                       |
| <b>10</b>     | <b>Auswertung von radioskopischen Bildern</b>            | <b>Evaluation of radioscopic images</b>               |
| <b>10.1</b>   | <b>Schema der Auswertung</b>                             | <b>Scheme of the evaluation</b>                       |
| <b>10.2</b>   | <b>Betrachtung von Radioskopiebildern</b>                | <b>Viewing of radioscopy images</b>                   |
| 10.2.1        | Zweck der Betrachtung                                    | Purpose of viewing                                    |
| 10.2.2        | Eigenschaften von Streulicht                             | Properties of stray light                             |
| 10.2.3        | Helligkeit und Helligkeitsmessung                        | Brightness and brightness measurement                 |
| 10.2.4        | Anforderungen an die Monitore                            | Requirements for monitors                             |
| 10.2.5        | Anforderungen an den Betrachter                          | Requirements for the viewer                           |
| <b>10.3</b>   | <b>Inspektion des radioskopischen Bildes</b>             | <b>Inspection of the radioscopic image</b>            |
| 10.3.1        | Zweck der Inspektion                                     | Purpose of the inspection                             |
| 10.3.2        | Bewertung der radioskopischen Bildqualität               | Evaluation of the radioscopic image quality           |
| <b>10.4</b>   | <b>Bewertung von Unvollkommenheiten</b>                  | <b>Evaluation of imperfections</b>                    |
| 10.4.1        | Allgemeines                                              | General                                               |
| 10.4.2        | Relevante – nichtrelevante Anzeigen                      | Relevant - non-relevant indications                   |
| 10.4.3        | Schwerwiegende, unzulässige Anzeigentypen (nominal)      | Severe, unacceptable indication types (nominal)       |
| <b>10.5</b>   | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>          | <b>Classification and analysis of indications</b>     |
| 10.5.1        | Gründe für Klassifizierung und Analyse                   | Reasons for classification and analysis               |
| 10.5.2        | Klassifizieren mit Vergleichskatalogen (ordinal)         | Classification with reference catalogs (ordinal)      |
| 10.5.3        | Anzeigenanalyse (metrisch)                               | Indication analysis (metric)                          |
| <b>10.6</b>   | <b>Beurteilung und weitere Maßnahmen</b>                 | <b>Assessment and other measures</b>                  |
|               |                                                          |                                                       |
| <b>11</b>     | <b>Gießen und Gussfehler</b>                             | <b>Casting and casting defects</b>                    |
| <b>11.1</b>   | <b>Einleitung</b>                                        | <b>Introduction</b>                                   |
| <b>11.2</b>   | <b>Gießen als Herstellungsverfahren</b>                  | <b>Casting as a manufacturing process</b>             |
| <b>11.3</b>   | <b>Modelle und Formen</b>                                | <b>Models and shapes</b>                              |
| <b>11.4</b>   | <b>Gießtechnologie</b>                                   | <b>Casting Technology</b>                             |
| <b>11.5</b>   | <b>Entstehung von Gussfehlern</b>                        | <b>Formation of casting defects</b>                   |
| <b>11.6</b>   | <b>Fehlerkatalog Formguss</b>                            | <b>Defect catalog for mold casting</b>                |
|               |                                                          |                                                       |
| <b>12</b>     | <b>Auswertung von Radioskopiebildern von Gussstücken</b> | <b>Evaluation of radioscopic images of castings</b>   |
| <b>12.1</b>   | <b>Gussfehler im Durchleuchtungsbild</b>                 | <b>Casting defect in the fluoroscopic image</b>       |
| <b>12.2</b>   | <b>Verhalten bei Gefügeanzeigen</b>                      | <b>Properties of grain structure indications</b>      |
| <b>12.3</b>   | <b>Zuordnung der Anzeigentypen</b>                       | <b>Classification of indication types</b>             |
| <b>12.4</b>   | <b>Auswahl des Vergleichskataloges</b>                   | <b>Selection of the reference catalog</b>             |
| <b>12.5</b>   | <b>Klassifizierung</b>                                   | <b>Classification</b>                                 |

|               | <b>Radioskopie Stufe 2 (RT2-S)</b>         | <b>Radioscopy Level 2 (RT2-S)</b>               |
|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                              | <b>Subjects</b>                                 |
| <b>12.6</b>   | <b>Beurteilung</b>                         | Evaluation                                      |
| <b>12.7</b>   | <b>Weitere Referenzkataloge</b>            | Various reference catalogs                      |
|               |                                            |                                                 |
| <b>13.</b>    | <b>Pflichtliteratur</b>                    | Required reading *                              |
| <b>13.1</b>   | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b> | FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of formulas  |
| <b>13.2</b>   | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>             | EN ISO 5579:2013                                |
| <b>13.3</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>          | EN ISO 19232-1:2013                             |
| <b>13.4</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>          | EN ISO 19232-2:2013                             |
| <b>13.5</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>          | EN ISO 19232-3:2013                             |
| <b>13.6</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-4:2013-12</b>          | EN ISO 19232-4:2013                             |
| <b>13.7</b>   | <b>DIN EN ISO 19232-5:2018-12</b>          | EN ISO 19232-5:2018                             |
| <b>13.8</b>   | <b>DIN EN 13068-1:2000-02</b>              | EN 13068-1:1999                                 |
| <b>13.9</b>   | <b>DIN EN 13068-2:2000-02</b>              | EN 13068-2:1999                                 |
| <b>13.10</b>  | <b>DIN EN 13068-3:2001-12</b>              | EN 13068-3:2001                                 |
| <b>13.11</b>  |                                            |                                                 |
| <b>13.12</b>  | <b>DIN EN ISO 15708-2:2019-09</b>          | EN ISO 15708-2:2019                             |
| <b>13.13</b>  |                                            |                                                 |
| <b>13.14</b>  |                                            |                                                 |
| <b>13.15</b>  | <b>ASTM E 155:2015</b>                     | ASTM E 155:2015                                 |
| <b>13.16</b>  | <b>ASTM E 505:2015</b>                     | ASTM E 505:2015                                 |
|               |                                            |                                                 |
| <b>14.</b>    | <b>Referenzliteratur</b>                   | Recommended reading *                           |
| <b>14.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>               | EN 1330-1:2014                                  |
| <b>14.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>               | EN 1330-2:1998                                  |
| <b>14.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>               | EN 1330-3:1997                                  |
|               |                                            |                                                 |
|               |                                            | * or national equivalent of the cited standards |



|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2-<br/>Filmauswertung (RT2-FI)</b>                                                                   | <b>Radiographic Testing Level 2 - Film<br/>interpretation (RT2-FI)</b>                                             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                                                        | <b>Subjects</b>                                                                                                    |
| <b>1.</b>     | <b>Schweißnähte und Nahtfehler</b>                                                                                                   | <b>Weld and weld defects</b>                                                                                       |
| <b>1.1</b>    | <b>Schmelzschweißen und Schweißnähte,<br/>Grundlagen</b>                                                                             | <b>Fusion welding and welds, basics</b>                                                                            |
| <b>1.2</b>    | <b>Stoß- und Fugenformen, Definitionen,<br/>Anforderungen an Schweißprozess</b>                                                      | <b>Butt and joint shapes, definitions, requirements<br/>for welding process</b>                                    |
| <b>1.3</b>    | <b>Schweißverfahren, Anwendung und Einfluss auf<br/>das Auftreten von Unregelmäßigkeiten</b>                                         | <b>Welding methods, application, and effects on the<br/>occurrence of imperfections</b>                            |
| 1.3.1         | Lichtbogen-Hand-Schweißen (E-Hand)                                                                                                   | Manual arc welding                                                                                                 |
| 1.3.2         | Metall-Schutzgas-Schweißen (MIG/MAG)                                                                                                 | Metal inert/active gas welding (MIG/MAG)                                                                           |
| 1.3.3         | Unter-Pulver-Schweißen (UP)                                                                                                          | Submerged arc welding (SAW)                                                                                        |
| 1.3.4         | Wolframinertgas-Schweißen (WIG)                                                                                                      | Tungsten inert gas welding (TIG)                                                                                   |
| <b>1.4</b>    | <b>Unregelmäßigkeiten in Schweißnähten (DIN EN<br/>ISO 6520-1), ihre Entstehung und ihre<br/>Auswirkungen im Betrieb</b>             | <b>Imperfections in welds (DIN EN ISO 6520-1),<br/>their origin and their effects in service</b>                   |
| 1.4.1         | Risse                                                                                                                                | Cracks                                                                                                             |
| 1.4.2         | Hohlräume                                                                                                                            | Cavities                                                                                                           |
| 1.4.3         | Feste Einschlüsse                                                                                                                    | Solid inclusions                                                                                                   |
| 1.4.4         | Bindefehler und ungenügende<br>Durchschweißung                                                                                       | Lack of fusion and Penetration                                                                                     |
| 1.4.5         | Form- und Maßabweichungen                                                                                                            | Imperfect shape and dimensions                                                                                     |
| 1.4.6         | Sonstige Unregelmäßigkeiten                                                                                                          | Miscellaneous imperfections                                                                                        |
| <b>1.5</b>    | <b>Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten</b>                                                                                      | <b>Quality levels for imperfections</b>                                                                            |
| <b>1.5.1</b>  | <b>DIN EN ISO 5817<br/>Schmelzschweißverbindungen an Stahl</b>                                                                       | <b>DIN EN ISO 5817 Fusion-welded joints in steel</b>                                                               |
| 1.5.1.1       | Einleitung und Anwendungsbereich                                                                                                     | Introduction and scope                                                                                             |
| 1.5.1.2       | Bewertungsgruppen                                                                                                                    | Quality levels                                                                                                     |
| 1.5.1.3       | Beschreibung der wirklichen Größe von<br>Unregelmäßigkeiten                                                                          | Description of the real size of imperfections                                                                      |
| 1.5.1.4       | Anwendung der Grenzwerte                                                                                                             | Application of limits for imperfections                                                                            |
| <b>1.5.2</b>  | <b>DIN EN ISO 10042<br/>Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium</b>                                                               | <b>DIN EN ISO 10042 Arc-welded joints in<br/>aluminum</b>                                                          |
| 1.5.2.1       | Einleitung und Anwendungsbereich                                                                                                     | Introduction and scope                                                                                             |
| 1.5.2.2       | Bewertungsgruppen                                                                                                                    | Quality levels                                                                                                     |
| 1.5.2.3       | Anwendung der Grenzwerte und Besonderheiten                                                                                          | Application of limits for imperfections and special<br>features                                                    |
| <b>1.6</b>    | <b>ZfP von Schweißnähten – Allgemeine Regeln<br/>nach DIN EN ISO 17635</b>                                                           | <b>NDT of welds – General rules according to DIN<br/>EN ISO 17635</b>                                              |
| 1.6.1         | Auswahl des Prüfverfahrens                                                                                                           | Selection of NDT methods                                                                                           |
| 1.6.2         | Durchführung von ZfP und Bewertung von<br>Anzeigen der ZfP                                                                           | Performance of NDT and evaluation of NDT<br>indications                                                            |
| 1.6.3         | Zusammenhang zwischen den<br>Bewertungsgruppen der ISO 5817,<br>Prüftechniken der Durchstrahlungsprüfung und<br>Zulässigkeitsgrenzen | Relationship between the quality levels of ISO<br>5817, testing techniques of radiography and<br>acceptance levels |
| 1.6.4         | Bewertung von Durchstrahlungsaufnahmen<br>nach EN ISO 10675-1/-2                                                                     | Evaluation of radiographic images according to<br>EN ISO 10675-1/-2                                                |
| <b>1.7</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen nach AD 2000-<br/>Merkblatt HP 5/3</b>                                         | <b>Radiography of welded joints according to AD<br/>2000-Merkblatt HP 5/3</b>                                      |
| 1.7.1         | Geltungsbereich, Prüfumfänge, Auswahl<br>Prüfverfahren und Prüftechnik                                                               | Scope, test extent, selection of testing methods<br>and testing techniques                                         |
| 1.7.2         | Bewertung                                                                                                                            | Evaluation                                                                                                         |
| <b>1.8</b>    | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>                                                                                      | <b>Classification and analysis of indications</b>                                                                  |



|               |                                                                                                  |                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2-<br/>Filmauswertung (RT2-FI)</b>                               | <b>Radiographic Testing Level 2 - Film<br/>interpretation (RT2-FI)</b>         |
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                    | <b>Subjects</b>                                                                |
| <b>1.9</b>    | <b>Auswerten mit Vergleichskatalogen</b>                                                         | Evaluation with reference catalogs                                             |
| <b>1.10</b>   | <b>Maßnahmen bei nicht-zulässigen Anzeigen</b>                                                   | Measures to be taken in case of not acceptable indications                     |
|               |                                                                                                  |                                                                                |
| <b>2</b>      | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen</b>                                        | Radiographic testing of welded joints                                          |
| <b>2.1</b>    | <b>Einführung</b>                                                                                | Introduction                                                                   |
| <b>2.2</b>    | <b>Prinzip der Durchstrahlungsprüfung</b>                                                        | Principle of radiographic testing                                              |
| <b>2.3</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen entsprechend DIN EN<br/>ISO 17636-1,-2</b> | Radiographic testing of welded joints according to EN ISO 17636-1,-2           |
| 2.3.1         | Generelle Anforderungen                                                                          | General requirements                                                           |
| 2.3.2         | Historischer Rückblick                                                                           | Historical review                                                              |
| 2.3.3         | Begriffe                                                                                         | Terminology                                                                    |
| 2.3.4         | Prüfklassen und deren Auswahl                                                                    | Testing levels and their selection                                             |
| 2.3.5         | Anforderungen an Oberfläche, Zuordnung, Kennzeichnung und Überlappung                            | Requirements for surface, identification, marking and overlap                  |
| 2.3.6         | Anforderungen an das Prüfpersonal                                                                | Requirements for the test personnel                                            |
| 2.3.7         | Aufnahmeanordnungen entsprechend DIN EN ISO 17636-1,-2                                           | Test arrangements according to DIN EN ISO 17636-1,-2                           |
|               |                                                                                                  |                                                                                |
| <b>3</b>      | <b>Bildkontrast</b>                                                                              | <b>Image Contrast</b>                                                          |
| <b>3.1</b>    | <b>Bildkontrast als Zusammenwirken von<br/>Objektkontrast und Film-/ Empfängerkontrast</b>       | Image contrast as interaction of object contrast and film/detector contrast    |
| <b>3.2</b>    | <b>Objektkontrast, Einflussgrößen und Kontrollen</b>                                             | Object contrast, influencing variables and controls                            |
| 3.2.1         | Röntgen- und Gammastrahlung, ihre Erzeugung und Eigenschaften                                    | X-rays and gamma rays, their production and properties                         |
| 3.2.1.1       | Erzeugung der Gammastrahlung mit Isotopen (Linienpektrum)                                        | Production of gamma radiation with isotopes (line spectrum)                    |
| 3.2.1.2       | Erzeugung der Röntgenstrahlung mit Röntgenröhren (Bremspektrum)                                  | Production of X-ray with X-ray tubes (continuous spectrum)                     |
| 3.2.2         | Schwächungsmechanismen, Streustrahlung                                                           | Weakening mechanisms, scattered radiation                                      |
| 3.2.3         | Das Schwächungsgesetz                                                                            | The law of weakening                                                           |
| 3.2.3.1       | Dickeneinfluss, Halbwertschichtdicke                                                             | Thickness influence, half value layer thickness                                |
| 3.2.3.2       | Schwächungskoeffizient, Werkstoff- und Energieeinfluss                                           | Coefficient of attenuation, material and energy influence                      |
| 3.2.4         | Optimierung des Objektkontrastes, Vorgaben aus EN ISO 17636-1/-2                                 | Optimization of object contrast, specifications from EN ISO 17636-1/-2         |
| 3.2.5         | Kontrolle des Objektkontrastes mit Bildgüteprüfkörpern                                           | Control of the object contrast with image quality indicators                   |
| 3.2.5.1       | Bildgüteprüfkörper, Typen und Abmessungen                                                        | Image quality indicators, types and dimensions                                 |
| 3.2.5.2       | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern, Vorgaben aus EN ISO 17636-1/-2                                | Application of image quality indicators, specifications from EN ISO 17636-1/-2 |
| <b>3.3</b>    | <b>Filmkontrast Einflussgrößen und Kontrollen</b>                                                | <b>Film contrast influencing variables and controls</b>                        |
| 3.3.1         | Aufbau von Röntgenfilmen                                                                         | Structure of X-ray films                                                       |
| 3.3.2         | Filmsystemklassen und Filmtypen                                                                  | Film system classes and film types                                             |
| 3.3.2.1       | Film-Gradient, Einfluss durch Filmsystemklasse und Schwärzung                                    | Film gradient, influence by film system class and density                      |
| 3.3.2.2       | Schwärzung und Schwärzungsmessung, Densitometerkalibrierung                                      | Density and density measurement, densitometer calibration                      |
| 3.3.2.3       | Anforderungen an die Schwärzung nach EN ISO 17636-1                                              | Requirements for density according to EN ISO 17636-1                           |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2-<br/>Filmauswertung (RT2-FI)</b>       | <b>Radiographic Testing Level 2 - Film<br/>interpretation (RT2-FI)</b>                                     |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr. No</b> | <b>Themen</b>                                                            | <b>Subjects</b>                                                                                            |
| 3.3.2.4       | Anforderungen an Betrachtungsgeräte                                      | Requirements for industrial radiographic illuminators                                                      |
| 3.3.2.5       | Gradient-Rausch-Verhältnis                                               | Gradient-noise-ratio                                                                                       |
| 3.3.2.6       | Körnigkeit                                                               | Granularity                                                                                                |
| 3.3.2.7       | Filmverarbeitung und ihre Kontrolle                                      | Film processing and its control                                                                            |
| 3.3.2.8       | Vorgaben zu Filmsystemklassen nach EN ISO 17636-1                        | Specifications for film system classes according to EN ISO 17636-1                                         |
| 3.3.3         | Aufnahmefolien                                                           | Intensifying screens                                                                                       |
| 3.3.3.1       | Wirkungsweise von Metallfolien                                           | Principle of operation of metal screens                                                                    |
| 3.3.3.2       | Werkstoff und Dicke von Metallfolien                                     | Material and thickness of metal screens                                                                    |
| 3.3.3.3       | Innere Unschärfe durch Metallfolien und Möglichkeiten zur Reduktion      | Inherent unsharpness due to metal screens and possibilities for reduction                                  |
| 3.3.3.4       | Vorgaben zu Aufnahmefolien nach EN ISO 17636-1                           | Specifications for intensifying screens according to EN ISO 17636-1                                        |
| 3.4           | Vermeidung von Streustrahlung und Kontrollen nach EN ISO 17636-1/-2      | Prevention of scattered radiation and controls according to EN ISO 17636-1/-2                              |
| 3.5           | Zusammenfassung aller Einflussgrößen auf den Bildkontrast                | Summary of all influencing variables of image contrast                                                     |
| 4             | <b>Bildauflösung, Unschärfe und Verzerrung</b>                           | <b>Image resolution, unsharpness and distortion</b>                                                        |
| 4.1           | <b>Bildauflösung, Definition und Übersicht der Einflussgrößen</b>        | <b>Image resolution, definition and overview of influencing variables</b>                                  |
| 4.2           | <b>Unschärfe</b>                                                         | <b>Unsharpness</b>                                                                                         |
| 4.2.1         | Innere Unschärfe aus dem Objekt                                          | Inherent unsharpness from the object                                                                       |
| 4.2.2         | Geometrische Unschärfe, Einflussgrößen                                   | Geometric unsharpness, influencing variables                                                               |
| 4.2.3         | Ermittlung Mindestabstand entspr. EN ISO 17636-1/-2, Sonderregeln        | Determination of minimum distance according to EN ISO 17636-1/-2, special rules                            |
| 4.2.5         | Kontrolle Geometrische Unschärfe mit Doppeldrahtsteg nach EN ISO 19232-5 | Control of geometric unsharpness with duplex wire-type image quality indicator according to EN ISO 19232-5 |
| 4.2.6         | Bewegungsunschärfe                                                       | Movement unsharpness                                                                                       |
| 4.3           | <b>Filmkörnigkeit</b>                                                    | <b>Film granularity</b>                                                                                    |
| 4.4           | <b>Verzerrung und auswertbare Filmlänge</b>                              | <b>Distortion and evaluable film length</b>                                                                |
| 4.4.1         | Begriff der Verzerrung                                                   | Concept of distortion                                                                                      |
| 4.4.2         | Einfluss der Verzerrung auf die Erkennbarkeit von Objektdetails          | Influence of the distortion on the recognizability of object details                                       |
| 4.4.3         | Verzerrungsbedingte Wanddickenzunahme und auswertbare Filmlänge          | Distortion-related increase in wall thickness and evaluable film length                                    |
| 4.4.4         | Anzahl der Teilaufnahmen nach EN ISO 17636-1/-2                          | Number of exposures according to EN ISO 17636-1/-2                                                         |
| 5             | <b>Detailerkennbarkeit, Sonderregeln</b>                                 | <b>Detail recognition, special rules</b>                                                                   |
| 5.1           | <b>Allgemeine Betrachtungen</b>                                          | <b>General considerations</b>                                                                              |
| 5.2           | <b>Zusammenwirken von Kontrast und Unschärfe</b>                         | <b>Interaction of contrast and unsharpness</b>                                                             |
| 5.3           | <b>Zusammenwirken von Körnigkeit und Kontrast</b>                        | <b>Interaction of graininess and contrast</b>                                                              |
| 5.4           | <b>Kompensationsmöglichkeiten in EN ISO 17636-1/-2</b>                   | <b>Compensation possibilities in EN ISO 17636-1/-2</b>                                                     |
| 6.            | <b>Kontrolle der Aufnahmetechnik</b>                                     | <b>Control of the exposure technique</b>                                                                   |
| 6.1           | <b>Zweck der Filmbetrachtung</b>                                         | <b>Purpose of film viewing</b>                                                                             |
| 6.2           | <b>Kennzeichnung und Protokollierung</b>                                 | <b>Marking and reporting</b>                                                                               |
| 6.3           | <b>Filmfehler (Artefakte)</b>                                            | <b>Film defects (artefact)</b>                                                                             |
| 6.4           | <b>Schwärzung und Schwärzungsmessung</b>                                 | <b>Density and density measurement</b>                                                                     |
| 6.4.1         | Definition                                                               | Definition                                                                                                 |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2-<br/>Filmauswertung (RT2-FI)</b>                                 | <b>Radiographic Testing Level 2 - Film<br/>interpretation (RT2-FI)</b>               |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr. No</b> | <b>Themen</b>                                                                                      | <b>Subjects</b>                                                                      |
| 6.4.2         | Densitometerkalibrierung                                                                           | Densitometer calibration                                                             |
| 6.4.3         | Messpunkte für die Schwärzungsmessung                                                              | Measuring points for the density measurement                                         |
| <b>6.5</b>    | <b>Bildgüteprüfkörper und ihre Anwendung</b>                                                       | <b>Image quality indicators and their application</b>                                |
| 6.5.1         | Typen von Bildgüteprüfkörpern                                                                      | Types of image quality indicators                                                    |
| 6.5.2         | Streustrahlungsindikatoren                                                                         | Scattered radiation indicators                                                       |
| 6.5.3         | Auswahl von Bildgüteprüfkörpern                                                                    | Selection of image quality indicators                                                |
| 6.5.4         | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern                                                                  | Application of image quality indicators                                              |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>7</b>      | <b>Praktische Übungen - Filme</b>                                                                  | <b>Practical exercises - Films</b>                                                   |
| <b>7.1</b>    | <b>Betrachtung radiografischer Filmen mit<br/>Schweißnahtunregelmäßigkeiten mit<br/>Auswertung</b> | <b>Viewing radiographic films with weld<br/>imperfections with evaluation</b>        |
| <b>7.2</b>    | <b>Betrachtung radiografischer Filmen mit<br/>prüftechnischen Fehlern mit Bewertung</b>            | <b>Viewing of radiographic films with test technique<br/>defects with evaluation</b> |
| <b>7.3</b>    | <b>Prüfungsvorbereitung - Praktische Prüfung</b>                                                   | <b>Examination preparation - Practical exam</b>                                      |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>9</b>      | <b>Pflichtliteratur</b>                                                                            | <b>Required reading *</b>                                                            |
| <b>9.1</b>    | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>                                                         | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of<br/>formulas</b>                            |
| <b>9.2</b>    | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                                                                     | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                                              |
| <b>9.3</b>    | <b>DIN EN ISO 11699-1:2012-01</b>                                                                  | <b>EN ISO 11699-1:2011</b>                                                           |
| <b>9.4</b>    | <b>DIN EN ISO 11699-2:2018-12</b>                                                                  | <b>EN ISO 11699-2:2018</b>                                                           |
| <b>9.5</b>    | <b>DIN EN ISO 19232-1:2013-12</b>                                                                  | <b>EN ISO 19232-1:2013</b>                                                           |
| <b>9.6</b>    | <b>DIN EN ISO 19232-2:2013-12</b>                                                                  | <b>EN ISO 19232-2:2013</b>                                                           |
| <b>9.7</b>    | <b>DIN EN ISO 19232-3:2014-02</b>                                                                  | <b>EN ISO 19232-3:2013</b>                                                           |
| <b>9.8</b>    | <b>DIN EN ISO 19232-4:2013-12</b>                                                                  | <b>EN ISO 19232-4:2013</b>                                                           |
| <b>9.9</b>    | <b>DIN EN ISO 19232-5:2018-12</b>                                                                  | <b>EN ISO 19232-5:2018</b>                                                           |
| <b>9.10</b>   | <b>DIN EN ISO 5580:2024-03</b>                                                                     | <b>EN ISO 5580:2023</b>                                                              |
| <b>9.11</b>   | <b>DIN EN ISO 17635:2017-04</b>                                                                    | <b>EN ISO 17635:2016</b>                                                             |
| <b>9.12</b>   | <b>DIN EN ISO 17636-1:2022-10</b>                                                                  | <b>EN ISO 17636-1:2022</b>                                                           |
| <b>9.14</b>   | <b>DIN EN ISO 5817:2023-07</b>                                                                     | <b>EN ISO 5817:2023</b>                                                              |
| <b>9.15</b>   | <b>DIN EN ISO 10675-1:2022-03</b>                                                                  | <b>EN ISO 10675-1:2021</b>                                                           |
| <b>9.16</b>   |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>9.17</b>   |                                                                                                    |                                                                                      |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>10</b>     | <b>Referenzliteratur</b>                                                                           | <b>Recommended reading *</b>                                                         |
| <b>10.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                                                                       | <b>EN 1330-1:2014</b>                                                                |
| <b>10.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                                                                       | <b>EN 1330-2:1998</b>                                                                |
| <b>10.3</b>   | <b>DIN EN 1330-3:1997-10</b>                                                                       | <b>EN 1330-3:1997</b>                                                                |
| <b>10.4</b>   | <b>DIN EN ISO 6520-1:2007-11</b>                                                                   | <b>EN ISO 6520-1:2007</b>                                                            |
| <b>10.5</b>   | <b>DIN EN ISO 10675-2:2022-05</b>                                                                  | <b>EN ISO 10675-2:2021</b>                                                           |
| <b>10.6</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12</b>                                                            | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12</b>                                              |
| <b>10.7</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Anlage 1:2020-12</b>                                                   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Appendix 1:2020-12</b>                                   |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
|               |                                                                                                    | <b>* or national equivalent of the cited standards</b>                               |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 -<br/>Radiografische Auswertung (RT2-FDI)</b>                                                      | <b>Radiographic Testing Level 2 -<br/>Radiographic Interpretation (RT2-FDI)</b>                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                                                        | <b>Subjects</b>                                                                                                    |
| <b>1.</b>     | <b>Schweißnähte und Nahtfehler</b>                                                                                                   | <b>Weld and weld defects</b>                                                                                       |
| <b>1.1</b>    | <b>Schmelzschweißen und Schweißnähte,<br/>Grundlagen</b>                                                                             | <b>Fusion welding and welds, basics</b>                                                                            |
| <b>1.2</b>    | <b>Stoß- und Fugenformen, Definitionen nach EN<br/>ISO 2553, Anforderungen an Schweißprozess</b>                                     | <b>Butt and joint shapes, definitions according to<br/>EN ISO 2553, requirements for welding process</b>           |
| <b>1.3</b>    | <b>Schweißverfahren, Anwendung und Einfluss auf<br/>das Auftreten von Unregelmäßigkeiten</b>                                         | <b>Welding methods, application, and effects on the<br/>occurrence of imperfections</b>                            |
| 1.3.1         | Lichtbogen-Hand-Schweißen (E-Hand)                                                                                                   | Manual arc welding                                                                                                 |
| 1.3.2         | Metall-Schutzgas-Schweißen (MIG/MAG)                                                                                                 | Metal inert/active gas welding (MIG/MAG)                                                                           |
| 1.3.3         | Unter-Pulver-Schweißen (UP)                                                                                                          | Submerged arc welding (SAW)                                                                                        |
| 1.3.4         | Wolframinertgas-Schweißen (WIG)                                                                                                      | Tungsten inert gas welding (TIG)                                                                                   |
| <b>1.4</b>    | <b>Unregelmäßigkeiten in Schweißnähten (DIN EN<br/>ISO 6520-1), ihre Entstehung und ihre<br/>Auswirkungen im Betrieb</b>             | <b>Imperfections in welds (DIN EN ISO 6520-1),<br/>their origin and their effects in service</b>                   |
| 1.4.1         | Risse                                                                                                                                | Cracks                                                                                                             |
| 1.4.2         | Hohlräume                                                                                                                            | Cavities                                                                                                           |
| 1.4.3         | Feste Einschlüsse                                                                                                                    | Solid inclusions                                                                                                   |
| 1.4.4         | Bindefehler und ungenügende<br>Durchschweißung                                                                                       | Lack of fusion and Penetration                                                                                     |
| 1.4.5         | Form- und Maßabweichungen                                                                                                            | Imperfect shape and dimensions                                                                                     |
| 1.4.6         | Sonstige Unregelmäßigkeiten                                                                                                          | Miscellaneous imperfections                                                                                        |
| <b>1.5</b>    | <b>Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten</b>                                                                                      | <b>Quality levels for imperfections</b>                                                                            |
| <b>1.5.1</b>  | <b>DIN EN ISO 5817<br/>Schmelzschweißverbindungen an Stahl</b>                                                                       | <b>DIN EN ISO 5817 Fusion-welded joints in steel</b>                                                               |
| 1.5.1.1       | Einleitung und Anwendungsbereich                                                                                                     | Introduction and scope                                                                                             |
| 1.5.1.2       | Bewertungsgruppen                                                                                                                    | Quality levels                                                                                                     |
| 1.5.1.3       | Beschreibung der wirklichen Größe von<br>Unregelmäßigkeiten                                                                          | Description of the real size of imperfections                                                                      |
| 1.5.1.4       | Anwendung der Grenzwerte                                                                                                             | Application of limits for imperfections                                                                            |
| <b>1.5.2</b>  | <b>DIN EN ISO 10042<br/>Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium</b>                                                               | <b>DIN EN ISO 10042 Arc-welded joints in<br/>aluminum</b>                                                          |
| 1.5.2.1       | Einleitung und Anwendungsbereich                                                                                                     | Introduction and scope                                                                                             |
| 1.5.2.2       | Bewertungsgruppen                                                                                                                    | Quality levels                                                                                                     |
| 1.5.2.3       | Anwendung der Grenzwerte und Besonderheiten                                                                                          | Application of limits for imperfections and special<br>features                                                    |
| <b>1.6</b>    | <b>ZfP von Schweißnähten – Allgemeine Regeln<br/>nach DIN EN ISO 17635</b>                                                           | <b>NDT of welds – General rules according to DIN<br/>EN ISO 17635</b>                                              |
| 1.6.1         | Auswahl des Prüfverfahrens                                                                                                           | Selection of NDT methods                                                                                           |
| 1.6.2         | Durchführung von ZfP und Bewertung von<br>Anzeigen der ZfP                                                                           | Performance of NDT and evaluation of NDT<br>indications                                                            |
| 1.6.3         | Zusammenhang zwischen den<br>Bewertungsgruppen der ISO 5817,<br>Prüftechniken der Durchstrahlungsprüfung und<br>Zulässigkeitsgrenzen | Relationship between the quality levels of ISO<br>5817, testing techniques of radiography and<br>acceptance levels |
| 1.6.4         | Bewertung von Durchstrahlungsaufnahmen<br>nach EN ISO 10675-1/-2                                                                     | Evaluation of radiographic images according to<br>EN ISO 10675-1/-2                                                |
| <b>1.7</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen nach AD 2000-<br/>Merkblatt HP 5/3</b>                                         | <b>Radiography of welded joints according to AD<br/>2000-Merkblatt HP 5/3</b>                                      |
| 1.7.1         | Geltungsbereich, Prüfumfänge, Auswahl<br>Prüfverfahren und Prüftechnik                                                               | Scope, test extent, selection of testing methods<br>and testing techniques                                         |
| 1.7.2         | Bewertung                                                                                                                            | Evaluation                                                                                                         |
| <b>1.8</b>    | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>                                                                                      | <b>Classification and analysis of indications</b>                                                                  |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 -<br/>Radiografische Auswertung (RT2-FDI)</b>                  | <b>Radiographic Testing Level 2 -<br/>Radiographic Interpretation (RT2-FDI)</b> |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                    | <b>Subjects</b>                                                                 |
| <b>1.9</b>    | <b>Auswerten mit Vergleichskatalogen</b>                                                         | Evaluation with reference catalogs                                              |
| <b>1.10</b>   | <b>Maßnahmen bei nicht-zulässigen Anzeigen</b>                                                   | Measures to be taken in case of not acceptable indications                      |
|               |                                                                                                  |                                                                                 |
| <b>2</b>      | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen</b>                                        | Radiographic testing of welded joints                                           |
| <b>2.1</b>    | <b>Einführung</b>                                                                                | Introduction                                                                    |
| <b>2.2</b>    | <b>Prinzip der Durchstrahlungsprüfung</b>                                                        | Principle of radiographic testing                                               |
| <b>2.3</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von<br/>Schweißverbindungen entsprechend DIN EN<br/>ISO 17636-1,-2</b> | Radiographic testing of welded joints according to EN ISO 17636-1,-2            |
| 2.3.1         | Generelle Anforderungen                                                                          | General requirements                                                            |
| 2.3.2         | Historischer Rückblick                                                                           | Historical review                                                               |
| 2.3.3         | Begriffe                                                                                         | Terminology                                                                     |
| 2.3.4         | Prüfklassen und deren Auswahl                                                                    | Testing levels and their selection                                              |
| 2.3.5         | Anforderungen an Oberfläche, Zuordnung, Kennzeichnung und Überlappung                            | Requirements for surface, identification, marking and overlap                   |
| 2.3.6         | Anforderungen an das Prüfpersonal                                                                | Requirements for the test personnel                                             |
| 2.3.7         | Aufnahmeanordnungen entsprechend DIN EN ISO 17636-1,-2                                           | Test arrangements according to DIN EN ISO 17636-1,-2                            |
|               |                                                                                                  |                                                                                 |
| <b>3</b>      | <b>Bildkontrast</b>                                                                              | <b>Image Contrast</b>                                                           |
| <b>3.1</b>    | <b>Bildkontrast als Zusammenwirken von<br/>Objektkontrast und Film-/Empfängerkontrast</b>        | Image contrast as interaction of object contrast and film/detector contrast     |
| <b>3.2</b>    | <b>Objektkontrast, Einflussgrößen und Kontrollen</b>                                             | Object contrast, influencing factors and controls                               |
| 3.2.1         | Röntgen- und Gammastrahlung, ihre Erzeugung und Eigenschaften                                    | X-rays and gamma rays, their production and properties                          |
| 3.2.1.1       | Erzeugung der Gammastrahlung mit Isotopen (Linienpektrum)                                        | Production of gamma radiation with isotopes (line spectrum)                     |
| 3.2.1.2       | Erzeugung der Röntgenstrahlung mit Röntgenröhren (Bremspektrum)                                  | Production of X-ray with X-ray tubes (continuous spectrum)                      |
| 3.2.2         | Schwächungsmechanismen, Streustrahlung                                                           | Weakening mechanisms, scattered radiation                                       |
| 3.2.3         | Das Schwächungsgesetz                                                                            | The law of weakening                                                            |
| 3.2.3.1       | Dickeneinfluss, Halbwertschichtdicke                                                             | Thickness influence, half value layer thickness                                 |
| 3.2.3.2       | Schwächungskoeffizient, Werkstoff- und Energieeinfluss                                           | Coefficient of attenuation, material and energy influence                       |
| 3.2.4         | Optimierung des Objektkontrastes, Vorgaben aus EN ISO 17636-1/-2                                 | Optimization of object contrast, specifications from EN ISO 17636-1/-2          |
| 3.2.5         | Kontrolle des Objektkontrastes mit Bildgüteprüfkörpern                                           | Control of the object contrast with image quality indicators                    |
| 3.2.5.1       | Bildgüteprüfkörper, Typen und Abmessungen                                                        | Image quality indicators, types and dimensions                                  |
| 3.2.5.2       | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern, Vorgaben aus EN ISO 17636-1/-2                                | Application of image quality indicators, specifications from EN ISO 17636-1/-2  |
| <b>3.3</b>    | <b>Filmkontrast Einflussgrößen und Kontrollen</b>                                                | <b>Film contrast influencing factors and controls</b>                           |
| 3.3.1         | Aufbau von Röntgenfilmen                                                                         | Structure of X-ray films                                                        |
| 3.3.2         | Filmsystemklassen und Filmtypen                                                                  | Film system classes and film types                                              |
| 3.3.2.1       | Film-Gradient, Einfluss durch Filmsystemklasse und Schwärzung                                    | Film gradient, influence by film system class and density                       |
| 3.3.2.2       | Schwärzung und Schwärzungsmessung, Densitometerkalibrierung                                      | Density and density measurement, densitometer calibration                       |
| 3.3.2.3       | Anforderungen an die Schwärzung nach EN ISO 17636-1                                              | Requirements for density according to EN ISO 17636-1                            |
| 3.3.2.4       | Anforderungen an Betrachtungsgeräte                                                              | Requirements for industrial radiographic illuminators                           |



|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 -<br/>Radiografische Auswertung (RT2-FDI)</b> | <b>Radiographic Testing Level 2 -<br/>Radiographic Interpretation (RT2-FDI)</b>                            |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                   | <b>Subjects</b>                                                                                            |
| 3.3.2.5       | Gradient-Rausch-Verhältnis                                                      | Gradient-noise-ratio                                                                                       |
| 3.3.2.6       | Körnigkeit                                                                      | Granularity                                                                                                |
| 3.3.2.7       | Filmverarbeitung und ihre Kontrolle                                             | Film processing and its control                                                                            |
| 3.3.2.8       | Vorgaben zu Filmsystemklassen nach EN ISO 17636-1                               | Specifications for film system classes according to EN ISO 17636-1                                         |
| 3.3.3         | Aufnahmefolien                                                                  | Intensifying screens                                                                                       |
| 3.3.3.1       | Wirkungsweise von Metallfolien                                                  | Principle of operation of metal screens                                                                    |
| 3.3.3.2       | Werkstoff und Dicke von Metallfolien                                            | Material and thickness of metal screens                                                                    |
| 3.3.3.3       | Innere Unschärfe durch Metallfolien und Möglichkeiten zur Reduktion             | Inherent unsharpness due to metal screens and possibilities for reduction                                  |
| 3.3.3.4       | Vorgaben zu Aufnahmefolien nach EN ISO 17636-1                                  | Specifications for intensifying screens according to EN ISO 17636-1                                        |
| 3.4           | Vermeidung von Streustrahlung und Kontrollen nach EN ISO 17636-1/-2             | Prevention of scattered radiation and controls according to EN ISO 17636-1/-2                              |
| 3.5           | Zusammenfassung aller Einflussgrößen auf den Bildkontrast                       | Summary of all influencing factors on image contrast                                                       |
| 4             | <b>Bildauflösung, Unschärfe und Verzerrung</b>                                  | <b>Image resolution, unsharpness and distortion</b>                                                        |
| 4.1           | <b>Bildauflösung, Definition und Übersicht der Einflussgrößen</b>               | <b>Image resolution, definition and overview of influencing factors</b>                                    |
| 4.2           | <b>Unschärfe</b>                                                                | <b>Unsharpness</b>                                                                                         |
| 4.2.1         | Innere Unschärfe aus dem Objekt                                                 | Inherent unsharpness from the object                                                                       |
| 4.2.2         | Geometrische Unschärfe, Einflussgrößen                                          | Geometric unsharpness, influencing variables                                                               |
| 4.2.3         | Ermittlung Mindestabstand entspr. EN ISO 17636-1/-2, Sonderregeln               | Determination of minimum distance according to EN ISO 17636-1/-2, special rules                            |
| 4.2.5         | Kontrolle Geometrische Unschärfe mit Doppeldrahtsteg nach EN ISO 19232-5        | Control of geometric unsharpness with duplex wire-type image quality indicator according to EN ISO 19232-5 |
| 4.2.6         | Bewegungsunschärfe                                                              | Movement unsharpness                                                                                       |
| 4.3           | <b>Filmkörnigkeit</b>                                                           | <b>Film granularity</b>                                                                                    |
| 4.4           | <b>Verzerrung und auswertbare Filmlänge</b>                                     | <b>Distortion and evaluable film length</b>                                                                |
| 4.4.1         | Begriff der Verzerrung                                                          | Concept of distortion                                                                                      |
| 4.4.2         | Einfluss der Verzerrung auf die Erkennbarkeit von Objektdetails                 | Influence of the distortion on the recognizability of object details                                       |
| 4.4.3         | Verzerrungsbedingte Wanddickenzunahme und auswertbare Filmlänge                 | Distortion-related increase in wall thickness and evaluable film length                                    |
| 4.4.4         | Anzahl der Teilaufnahmen nach EN ISO 17636-1/-2                                 | Number of exposures according to EN ISO 17636-1/-2                                                         |
| 5             | <b>Detailerkennbarkeit, Sonderregeln</b>                                        | <b>Detail recognition, special rules</b>                                                                   |
| 5.1           | <b>Allgemeine Betrachtungen</b>                                                 | <b>General considerations</b>                                                                              |
| 5.2           | <b>Zusammenwirken von Kontrast und Unschärfe</b>                                | <b>Interaction of contrast and unsharpness</b>                                                             |
| 5.3           | <b>Zusammenwirken von Körnigkeit und Kontrast</b>                               | <b>Interaction of graininess and contrast</b>                                                              |
| 5.4           | <b>Kompensationsmöglichkeiten in EN ISO 17636-1/-2</b>                          | <b>Compensation possibilities in EN ISO 17636-1/-2</b>                                                     |
| 6.            | <b>Kontrolle der Aufnahmetechnik</b>                                            | <b>Control of the exposure technique</b>                                                                   |
| 6.1           | <b>Zweck der Filmbetrachtung</b>                                                | <b>Purpose of film viewing</b>                                                                             |
| 6.2           | <b>Kennzeichnung und Protokollierung</b>                                        | <b>Marking and reporting</b>                                                                               |
| 6.3           | <b>Filmfehler (Artefakte)</b>                                                   | <b>Film defects (artefact)</b>                                                                             |
| 6.4           | <b>Schwärzung und Schwärzungsmessung</b>                                        | <b>Density and density measurement</b>                                                                     |
| 6.4.1         | Definition                                                                      | Definition                                                                                                 |
| 6.4.2         | Densitometerkalibrierung                                                        | Densitometer calibration                                                                                   |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 -<br/>Radiografische Auswertung (RT2-FDI)</b>                    | <b>Radiographic Testing Level 2 -<br/>Radiographic Interpretation (RT2-FDI)</b>      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                      | <b>Subjects</b>                                                                      |
| 6.4.3         | Messpunkte für die Schwärzungsmessung                                                              | Measuring points for the density measurement                                         |
| <b>6.5</b>    | <b>Bildgüteprüfkörper und ihre Anwendung</b>                                                       | <b>Image quality indicators and their application</b>                                |
| 6.5.1         | Typen von Bildgüteprüfkörpern                                                                      | Types of image quality indicators                                                    |
| 6.5.2         | Streustrahlungsindikatoren                                                                         | Scattered radiation indicators                                                       |
| 6.5.3         | Auswahl von Bildgüteprüfkörpern                                                                    | Selection of image quality indicators                                                |
| 6.5.4         | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern                                                                  | Application of image quality indicators                                              |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>7</b>      | <b>Praktische Übungen - Filme</b>                                                                  | <b>Practical exercises - Films</b>                                                   |
| <b>7.1</b>    | <b>Betrachtung radiografischer Filmen mit<br/>Schweißnahtunregelmäßigkeiten mit<br/>Auswertung</b> | <b>Viewing radiographic films with weld<br/>imperfections with evaluation</b>        |
| <b>7.2</b>    | <b>Betrachtung radiografischer Filmen mit<br/>prüftechnischen Fehlern mit Bewertung</b>            | <b>Viewing of radiographic films with test technique<br/>defects with evaluation</b> |
| <b>7.3</b>    | <b>Prüfungsvorbereitung - Praktische Prüfung</b>                                                   | <b>Examination preparation - Practical exam</b>                                      |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>8</b>      | <b>Digitale Radiografie</b>                                                                        | <b>Digital radiography</b>                                                           |
| <b>8.1</b>    | <b>Digitale Techniken</b>                                                                          | <b>Digital techniques</b>                                                            |
| 8.1.1         | Durchstrahlungsprüfung mit Speicherfolien                                                          | Radiographic testing with imaging plates                                             |
| 8.1.2         | Durchstrahlungsprüfung mit Detektoren                                                              | Radiographic testing with detectors                                                  |
| 8.1.3         | Radioskopie mit Bildwandlern                                                                       | Radioscopy with image converters                                                     |
| 8.1.4         | Radioskopie mit Detektoren                                                                         | Radioscopy with detectors                                                            |
| 8.1.5         | Computertomografie                                                                                 | Computed tomography                                                                  |
| 8.1.6         | Digitalisierung von Filmen                                                                         | Digitization of films                                                                |
| <b>8.2</b>    | <b>Physikalische/geometrische Grundlagen</b>                                                       | <b>Physical/geometrical basics</b>                                                   |
| 8.2.1         | Geometrische Unschärfe bei digitalen<br>Aufnahmen                                                  | Geometric unsharpness in digital images                                              |
| 8.2.2         | Innere Unschärfe und Basisortsauflösung bei<br>digitalen Aufnahmen                                 | Inherent unsharpness and basic spatial<br>resolution for digital images              |
| <b>8.3</b>    | <b>Technische Umsetzung</b>                                                                        | <b>Technical implementation</b>                                                      |
| <b>8.3.1</b>  | <b>Ablauf der Prüfung mit verschiedenen Medien</b>                                                 | <b>Test procedure with different media</b>                                           |
| <b>8.3.2</b>  | <b>Matrixdetektoren</b>                                                                            | <b>Matrix detectors</b>                                                              |
| <b>8.3.3</b>  | <b>Speicherfolien</b>                                                                              | <b>Imaging plates</b>                                                                |
| <b>8.4</b>    | <b>Kontrollen</b>                                                                                  | <b>Controls</b>                                                                      |
| 8.4.1         | Grauwerte                                                                                          | Grey values                                                                          |
| 8.4.2         | Signal-Rauschverhältnis SNR                                                                        | Signal to noise ratio SNR                                                            |
| 8.4.3         | Bildgüteprüfkörper (BPK) Kontrast und<br>Basisortsauflösung                                        | Image quality indicator (IQI) contrast and basic<br>spatial resolution               |
| <b>8.5</b>    | <b>Umsetzung Normen</b>                                                                            | <b>Implementation of standards</b>                                                   |
| 8.5.1         | Ablauf nach DIN EN ISO 17636-2                                                                     | Testing according to DIN EN ISO 17636-2                                              |
| 8.5.2         |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>8.6</b>    | <b>Praktische Übungen - Digitale Bilder</b>                                                        | <b>Practical exercises - Digital images</b>                                          |
| 8.6.1         | Auswertung von digitalen Datensätzen<br>Detektoraufnahmen                                          | Evaluation of digital data sets - Detector images                                    |
| 8.6.2         | Auswertung von digitalen Datensätzen<br>Speicherfolienaufnahmen                                    | Evaluation of digital data sets - Imaging plate<br>images                            |
| 8.6.3         | Auswertung von Datensätzen aus digitalisierten<br>Filmen                                           | Evaluation of data sets from digitized films                                         |
|               |                                                                                                    |                                                                                      |
| <b>9</b>      | <b>Pflichtliteratur</b>                                                                            | <b>Required reading *</b>                                                            |
| <b>9.1</b>    | <b>FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung</b>                                                         | <b>FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of<br/>formulas</b>                            |
| <b>9.2</b>    | <b>DIN EN ISO 5579:2014-04</b>                                                                     | <b>EN ISO 5579:2013</b>                                                              |
| <b>9.3</b>    | <b>DIN EN ISO 11699-1:2012-01</b>                                                                  | <b>EN ISO 11699-1:2011</b>                                                           |



|               | <b>Durchstrahlungsprüfung Stufe 2 -<br/>Radiografische Auswertung (RT2-FDI)</b> | <b>Radiographic Testing Level 2 -<br/>Radiographic Interpretation (RT2-FDI)</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                   | <b>Subjects</b>                                                                 |
| 9.4           | DIN EN ISO 11699-2:2018-12                                                      | EN ISO 11699-2:2018                                                             |
| 9.5           | DIN EN ISO 19232-1:2013-12                                                      | EN ISO 19232-1:2013                                                             |
| 9.6           | DIN EN ISO 19232-2:2013-12                                                      | EN ISO 19232-2:2013                                                             |
| 9.7           | DIN EN ISO 19232-3:2014-02                                                      | EN ISO 19232-3:2013                                                             |
| 9.8           | DIN EN ISO 19232-4:2013-12                                                      | EN ISO 19232-4:2013                                                             |
| 9.9           | DIN EN ISO 19232-5:2018-12                                                      | EN ISO 19232-5:2018                                                             |
| 9.10          | DIN EN ISO 5580:2024-03                                                         | EN ISO 5580:2023                                                                |
| 9.11          | DIN EN ISO 17635:2017-04                                                        | EN ISO 17635:2016                                                               |
| 9.12          | DIN EN ISO 17636-1:2022-10                                                      | EN ISO 17636-1:2022                                                             |
| 9.13          | DIN EN ISO 17636-2:2023-05                                                      | EN ISO 17636-2:2022 (Corr. 2023)                                                |
| 9.14          | DIN EN ISO 5817:2023-07                                                         | EN ISO 5817:2023                                                                |
| 9.15          | DIN EN ISO 10675-1:2022-03                                                      | EN ISO 10675-1:2021                                                             |
| 9.16          |                                                                                 |                                                                                 |
| 9.17          |                                                                                 |                                                                                 |
| 9.18          |                                                                                 |                                                                                 |
| 10            | <b>Referenzliteratur</b>                                                        | <b>Recommended reading *</b>                                                    |
| 10.1          | DIN EN 1330-1:2015-05                                                           | EN 1330-1:2014                                                                  |
| 10.2          | DIN EN 1330-2:1998-12                                                           | EN 1330-2:1998                                                                  |
| 10.3          | DIN EN 1330-3:1997-10                                                           | EN 1330-3:1997                                                                  |
| 10.4          | DIN EN ISO 6520-1:2007-11                                                       | EN ISO 6520-1:2007                                                              |
| 10.5          | DIN EN ISO 10675-2:2022-05                                                      | EN ISO 10675-2:2021                                                             |
| 10.6          | AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12                                                | AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2015-04                                                |
| 10.7          | AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Anlage 1:2020-12                                       | AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Appendix 1:2020-12                                     |
|               |                                                                                 |                                                                                 |
|               |                                                                                 | * or national equivalent of the cited standards                                 |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>                     | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                  | <b>Subjects</b>                                           |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung</b>     | <b>Physical principles of radiographic testing</b>        |
| <b>1.1</b>    | <b>Physikalische Grundlagen</b>                                | <b>Physical principles</b>                                |
| <b>1.1</b>    | <b>Natur der Röntgen- und Gamma-Strahlen</b>                   | <b>Nature of X-rays and gamma rays</b>                    |
| <b>1.2</b>    | <b>Aufbau von Atomen und Atomkernen</b>                        | <b>Structure of atoms and atomic nuclei</b>               |
| 1.2.1         | Elementarteilchen                                              | Elementary particle                                       |
| 1.2.2         | Atomaufbau                                                     | Structure of the atom                                     |
| 1.2.3         | Ordnungszahl und Massenzahl                                    | Atomic number and mass number                             |
| 1.2.4         | Begriff des Isotopes                                           | Meaning of isotope                                        |
| <b>1.3</b>    | <b>Ionisierende Strahlung</b>                                  | <b>Ionizing radiation</b>                                 |
| 1.3.1         | Der radioaktive Zerfall                                        | The radioactive decay                                     |
| 1.3.2         | Der Alpha-Zerfall                                              | The alpha decay                                           |
| 1.3.3         | Der Beta-Zerfall                                               | The beta decay                                            |
| 1.3.4         | Die Gamma-Strahlung                                            | The gamma radiation                                       |
| <b>1.4</b>    | <b>Radioaktiver Zerfall und Entstehung von Gammastrahlung</b>  | <b>Radioactive decay and formation of gamma radiation</b> |
| <b>1.5</b>    | <b>Der Bremsstrahlungsprozess und die Röntgenstrahlung</b>     | <b>The braking radiation process and the X-radiation</b>  |
| <b>1.6</b>    | <b>Die Wechselwirkung Strahlung - Materie</b>                  | <b>The interaction of radiation - matter</b>              |
| 1.6.1         | Modellvorstellung                                              | Introduction of the model                                 |
| 1.6.2         | Das Schwächungsgesetz                                          | The law of attenuation                                    |
| 1.6.3         | Aussagefähigkeit und Anwendungsgrenzen des Schwächungsgesetzes | Meaning and limitations of the law of attenuation         |
| 1.6.4         | Eindringtiefe und Halbwertschichtdicke                         | Penetration depth and half-value thickness                |
| <b>1.7</b>    | <b>Der Schwächungskoeffizient</b>                              | <b>The attenuation coefficient</b>                        |
| 1.7.1         | Messung des Schwächungskoeffizienten                           | Measurement of the attenuation coefficient                |
| 1.7.2         | Einflussgrößen auf den Schwächungskoeffizienten                | Influencing factors on the attenuation coefficient        |
| <b>1.8</b>    | <b>Die Schwächungsmechanismen</b>                              | <b>The attenuation mechanisms</b>                         |
| 1.8.1         | Überblick                                                      | Outline                                                   |
| 1.8.2         | Die Fotoabsorption                                             | The photo absorption                                      |
| 1.8.3         | Compton-Streuung                                               | Compton (incoherent) scattering                           |
| 1.8.4         | Rayleigh-Streuung                                              | Rayleigh (coherent) scattering                            |
| 1.8.5         | Paarbildung                                                    | Pair production                                           |
| 1.8.6         | Kernfotoeffekt                                                 | Photo nuclear effect                                      |
| <b>1.9</b>    | <b>Werkstoff-Einfluss auf die Schwächung</b>                   | <b>Influence of material on the attenuation</b>           |
| <b>1.10</b>   | <b>Berücksichtigung der Streustrahlung</b>                     | <b>Consideration of scattered radiation</b>               |
| <b>1.11</b>   | <b>Optimierung des Kontrastes</b>                              | <b>Optimization of the contrast</b>                       |
| 1.11.1        | Objekt- und Strahlenkontrast                                   | Object and beam contrast                                  |
| 1.11.2        | Streuverhältnis                                                | Scattering ratio                                          |
| 1.11.3        | Spezifischer Kontrast                                          | Specific contrast                                         |
| <b>2.</b>     | <b>Standard-Techniken der Film-Radiografie</b>                 | <b>Standard techniques of film radiography</b>            |
| <b>2.1</b>    | <b>Vorwort</b>                                                 | <b>Foreword</b>                                           |
| <b>2.2</b>    | <b>Prüfziele</b>                                               | <b>Objectives of the test</b>                             |
| 2.2.1         | Grenzen der Radiografie                                        | Limits of radiography                                     |
| 2.2.2         | Fehlerkatalog                                                  | Defect catalog                                            |
| <b>2.3</b>    | <b>Maßnahmen vor der Prüfung</b>                               | <b>Measures before testing</b>                            |
| 2.3.1         | Oberflächenvorbereitung                                        | Surface preparation                                       |
| 2.3.2         | Zuordnung Film-Prüfgegenstand                                  | Positioning film-test object                              |
| 2.3.3         | Überlappungsmarkierungen                                       | Overlap marks                                             |
| 2.3.4         | Zeitpunkt der Prüfung                                          | Time of the test                                          |
| <b>2.4</b>    | <b>Prüftechnik: Röhre oder Isotop?</b>                         | <b>Test technique: Tube or isotope?</b>                   |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>             | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>                        |
|---------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                          | <b>Subjects</b>                                                 |
| 2.4.1         | Allgemeines                                            | General                                                         |
| 2.4.2         | Aufnahmeanordnung                                      | Exposure arrangement                                            |
| 2.4.3         | Abstand                                                | Distance                                                        |
| 2.4.4         | Auswahl der Strahlenquelle                             | Selection of the radiation source                               |
| <b>2.5</b>    | <b>Filme, Schwärzung und Belichtungszeit</b>           | <b>Films, density and exposure time</b>                         |
| 2.5.1         | Filme                                                  | Films                                                           |
| 2.5.2         | Schwärzung                                             | Density                                                         |
| 2.5.3         | Belichtungszeit                                        | Exposure time                                                   |
| 2.5.4         | Mehrfilmtechnik und Objekttumfang                      | Double film technique and object thickness range                |
| <b>2.6</b>    | <b>Nachweis der Bildqualität</b>                       | <b>Evidence of image quality</b>                                |
| 2.6.1         | Arten von Bildgüteprüfkörpern                          | Types of image quality indicators                               |
| 2.6.2         | Anwendung von Bildgüteprüfkörpern                      | Application of image quality indicators                         |
| <b>2.7</b>    | <b>Abdeckung des Prüfumfangs</b>                       | <b>Coverage of the extent of testing</b>                        |
| 2.7.1         | Verzerrungswinkel                                      | Distortion angle                                                |
| 2.7.2         | Auswertbare Filmlänge                                  | Evaluable film length                                           |
| <b>2.8</b>    | <b>Betrachtung der Aufnahme</b>                        | <b>Viewing radiographic images</b>                              |
| <b>2.9</b>    | <b>Protokollierung</b>                                 | <b>Recording</b>                                                |
| <b>2.10</b>   | <b>Maßnahmen nach der Prüfung</b>                      | <b>Post test measures</b>                                       |
|               |                                                        |                                                                 |
| <b>3.</b>     | <b>Technische Strahlenquellen</b>                      | <b>Technical radiation sources</b>                              |
| <b>3.1</b>    | <b>Gamma-Arbeitsbehälter</b>                           | <b>Gamma-ray source containers</b>                              |
| 3.1.1         | Behälterkategorien                                     | Container categories                                            |
| 3.1.2         | Vergleich Gamma-Strahler und Röntgenröhren             | Comparison of gamma sources and x-ray tubes                     |
| <b>3.2</b>    | <b>Industrielle Röntgenanlagen</b>                     | <b>Industrial X-ray equipment</b>                               |
| 3.2.1         | Erzeugung der Röntgenstrahlung                         | Generation of X-radiation                                       |
| 3.2.2         | Einstellung der Röntgenanlage                          | Setting up the X-ray equipment                                  |
| 3.2.3         | Hochspannungserzeugung                                 | High voltage generation                                         |
| 3.2.3.1       | Wechselspannungsgeräte und Halbwellenanlagen           | Alternating voltage and half-wave equipment                     |
| 3.2.3.2       | Gleichspannungsgeräte                                  | Direct voltage equipment                                        |
| 3.2.3.3       | Geräte in Leichtbauweise                               | Equipment in light-weight construction                          |
| 3.2.4         | Röhrenarten                                            | Tube types                                                      |
| 3.2.5         | Bedienung von Röntgenanlagen                           | Operation of X-ray equipment                                    |
| <b>3.3</b>    | <b>Hochenergie-Beschleuniger</b>                       | <b>High Energy Accelerator</b>                                  |
| 3.3.1         | Anwendungsgebiete                                      | Application areas                                               |
| 3.3.2         | Prinzip der Strahlungserzeugung                        | Principle of radiation generation                               |
| 3.3.3         | Gleichspannungsbeschleuniger                           | Direct voltage accelerator                                      |
| 3.3.4         | Wechselspannungs-Beschleuniger mit Driftröhre          | Alternating voltage accelerator with drift tube                 |
| 3.3.5         | Wechselspannungs-Beschleuniger mit Wanderwelle         | Alternating voltage accelerator with traveling wave             |
| 3.3.6         | Karusellaufnahmen                                      | Panoramic exposure                                              |
| 3.3.7         | Ringbeschleuniger mit konstantem Magnetfeld: Mikrotron | Ring-shaped accelerator with constant magnetic field: Microtron |
|               |                                                        |                                                                 |
| <b>4.</b>     | <b>Digitale Radiografie</b>                            | <b>Digital radiography</b>                                      |
| <b>4.1</b>    | <b>Grundlagen der digitalen Aufnahmetechnik</b>        | <b>Principles of digital radiography technique</b>              |
| 4.1.1         | Vorteile der digitalen Techniken gegenüber Film        | Advantages of digital techniques against film                   |
| 4.1.2         | Begriffe und Definitionen                              | Terminology and definitions                                     |
| 4.1.3         | Digitale Bildverarbeitung                              | Digital image processing                                        |
| 4.1.3.1       | Bilddateien und Datei Typen                            | Image data and image types                                      |
| 4.1.3.2       | Die LUT (Look Up Table) und Grauwerte                  | The LUT (Look Up Table) and gray values                         |
| 4.1.3.3       | Histogramm                                             | Histogram                                                       |
| 4.1.3.4       | Schwärzungs- und Kontrast Einstellung                  | Brightness and contrast adjustment                              |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>                                        | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>                                            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr. No</b> | <b>Themen</b>                                                                     | <b>Subjects</b>                                                                     |
| 4.1.4         | Bildeigenschaften                                                                 | Image properties                                                                    |
| 4.1.4.1       | Rauschen                                                                          | Noise                                                                               |
| 4.1.4.2       | Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)                                                    | Signal-to-noise ratio (SNR)                                                         |
| 4.1.4.3       | Ortauflösung                                                                      | Basic spatial resolution                                                            |
| 4.1.4.4       | Kontrastauflösung                                                                 | Contrast resolution                                                                 |
| 4.2           | <b>Digitale Aufnahmemedien</b>                                                    | <b>Digital exposure media</b>                                                       |
| 4.2.1         | Überblick                                                                         | Overview                                                                            |
| 4.2.2         | Speicherfolien-Systeme (CR)                                                       | Imaging plates - Computed radiography (CR) systems                                  |
| 4.2.2.1       | Aufbau einer Speicherfolie                                                        | Design of an imaging plate                                                          |
| 4.2.2.2       | Arbeitsweise                                                                      | Operation                                                                           |
| 4.2.2.3       | Schichtaufbau                                                                     | Layer structure                                                                     |
| 4.2.2.4       | Arbeitszyklus                                                                     | Working cycle                                                                       |
| 4.2.2.5       | Folientypen                                                                       | Plate types                                                                         |
| 4.2.2.6       | Folienscanner                                                                     | CR-scanner                                                                          |
| 4.2.3         | Flachdetektoren                                                                   | Flat detectors - Digital detector arrays (DDA)                                      |
| 4.2.3.1       | Einleitung und Aufbau                                                             | Introduction and design                                                             |
| 4.2.3.2       | Direkte und Indirekte Umwandlung                                                  | Direct and indirect converting                                                      |
| 4.2.3.3       | Flachdetektorentypen                                                              | Flat detector types                                                                 |
| 4.2.3.4       | Detektor Justierung                                                               | Detector adjustment                                                                 |
| 4.2.4         | Zeilendetektor                                                                    | Line detector arrays (LDA)                                                          |
| 4.2.5         | Digitalisierung von Filmen                                                        | Film digitization                                                                   |
| 4.2.6         | Hard- und Software-Komponenten für digitale Radiografie                           | Hardware and software components digital radiography                                |
| 4.2.6.1       | Bildsignalschnittstellen                                                          | A/D interfaces                                                                      |
| 4.2.6.2       | Rechner                                                                           | Computer                                                                            |
| 4.2.6.3       | Bildformate                                                                       | Image formats                                                                       |
| 4.2.6.4       | Bildarchivierung                                                                  | Digital image archiving                                                             |
| 4.3           | <b>Bildqualität digitaler Aufnahmen und Anforderungen an digitale Prüfsysteme</b> | <b>Image quality of digital images and requirements for digital testing systems</b> |
| 4.3.1         | Normen für Bildqualität digitale Aufnahmen                                        | Standards for image quality of digital images                                       |
| 4.3.2         | Normen für digitale Systeme                                                       | Standards for digital systems                                                       |
| 4.4           | <b>Vermessung und Anwendungen</b>                                                 | <b>Measurement and applications</b>                                                 |
| 4.4.1         | Messen des Grauwertverlaufs entlang einer Schnittlinie                            | Measurement of gray values on a line profile                                        |
| 4.4.2         | Messen von Längen im Bild                                                         | Measurement of dimensions in image                                                  |
| 4.4.3         | Schweißnahtprüfung                                                                | Testing of welds                                                                    |
| 4.4.4         | Gussstückprüfung                                                                  | Testing of castings                                                                 |
| 4.4.5         | Prüfung von Rohren                                                                | Testing of tubes                                                                    |
| 4.4.6         | Sonstige Anwendungen                                                              | Miscellaneous applications                                                          |
| 4.5           | <b>Computertomografie (CT)</b>                                                    | <b>Computed tomography (CT)</b>                                                     |
| 4.5.1         | Prinzip                                                                           | Principles                                                                          |
| 4.5.2         | Mathematische Grundlagen                                                          | Mathematical basics                                                                 |
| 4.5.3         | Scanometrie 2D-CT, 3D-CT                                                          | Scan geometry, 2D vs 3D                                                             |
| 4.5.4         | Grundlagen: Rekonstruktion                                                        | Principles of reconstruction                                                        |
| 4.5.5         | Gefilterte Rückprojektion                                                         | Filtered back projections                                                           |
| 4.5.6         | Anwendungen                                                                       | Applications                                                                        |
| 4.5.7         | Anforderungen, Grenzen                                                            | Requirements, limitations                                                           |
| 5.            | <b>Auswertung</b>                                                                 | <b>Evaluation</b>                                                                   |
| 5.1           | <b>Schema der Auswertung</b>                                                      | <b>Scheme of the evaluation</b>                                                     |
| 5.2           | <b>Betrachtung von Durchstrahlungsbildern</b>                                     | <b>Viewing of radiographs</b>                                                       |
| 5.2.1         | Zweck der Betrachtung                                                             | Purpose of viewing                                                                  |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>             | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>                              |
|---------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                          | <b>Subjects</b>                                                       |
| 5.2.2         | Eigenschaften von Streulicht                           | Properties of stray light                                             |
| 5.2.3         | Anforderungen an Betrachtungsgeräte                    | Requirements for film illuminators                                    |
| 5.2.4         | Schwärzung und Schwärzungsmessung                      | Density and density measurement                                       |
| 5.2.5         | Anforderungen an den Betrachter                        | Requirements for the viewer                                           |
| <b>5.3</b>    | <b>Bewertung</b>                                       | <b>Evaluation</b>                                                     |
| 5.3.1         | Relevante und irrelevante Anzeigen                     | Relevant and non-relevant indications                                 |
| 5.3.2         | Schwerwiegende, unzulässige Anzeigentypen (nominal)    | Severe, unacceptable indication types (nominal)                       |
| <b>5.4</b>    | <b>Klassifizierung und Analyse von Anzeigen</b>        | <b>Classification and analysis of indications</b>                     |
| 5.4.1         | Gründe für Klassifizierung und Analyse                 | Reasons for classification and analysis                               |
| 5.4.2         | Klassifizieren mit Vergleichskatalogen (ordinal)       | Classify with reference catalogs (ordinal)                            |
| 5.4.3         | Anzeigeanalyse (metrisch)                              | Indication analysis (metric)                                          |
| <b>6.</b>     | <b>Qualitätskontrollen</b>                             | <b>Quality control</b>                                                |
| <b>6.1</b>    | <b>Kontrolle des Brennflecks</b>                       | <b>Control of the focal spot</b>                                      |
| 6.1.1         | Bestimmung der Brennfleckgröße bei Radionukliden       | Determination of focal spot size in radionuclides                     |
| 6.1.2         | Brennfleckbestimmung von Röhren: Lochkamera            | Focal spot determination of X-Ray tubes: Pinhole camera technique     |
| 6.1.3         | Brennfleckbestimmung von Röhren: Referenzmessverfahren | Focal spot determination of X-Ray tubes: Reference measurement method |
| 6.1.4         | Normenübersicht zur Brennfleckbestimmung               | Standards for focal spot determination                                |
| <b>6.2</b>    | <b>Kontrolle der Filmverarbeitung</b>                  | <b>Control of film processing</b>                                     |
| 6.2.1         | Kontrolle der Verarbeitungsprozesse                    | Control of the process                                                |
| 6.2.2         | Kontrolle der Filmverarbeitung                         | Control of film processing                                            |
| 6.2.3         | Herstellung des Filmstreifens                          | Production of the film strip                                          |
| 6.2.4         | Auswertung                                             | Evaluation                                                            |
| <b>6.3</b>    | <b>Bildgütekontrolle</b>                               | <b>Image quality control</b>                                          |
| 6.3.1         | Begriffe der Bildgüte                                  | Meaning of image quality                                              |
| 6.3.2         | Anforderungen an Bildgüteprüfkörper                    | Requirements for image quality indicators                             |
| 6.3.3         | Einteilung                                             | Classification                                                        |
| 6.3.4         | Stufen-Bildgüteprüfkörper                              | Step-wedge IQI                                                        |
| 6.3.5         | Platten-Loch-BPK (Penetrameter)                        | Plate-hole IQI (Penetrameter)                                         |
| 6.3.6         | Drahtsteg-BPK                                          | Wire type IQI                                                         |
| 6.3.7         | Platin-Doppeldraht-Steg                                | Platinum duplex wire IQI                                              |
| 6.3.8         | Streustrahlenindikator                                 | Scattered radiation indicators                                        |
| <b>6.4</b>    | <b>Kontrolle von Auswertegeräten</b>                   | <b>Control of evaluation equipment</b>                                |
| 6.4.1         | Kontrolle des Betrachtungsgerätes                      | Control of the film illuminator                                       |
| 6.4.2         | Densitometer-Kontrolle                                 | Densitometer control                                                  |
| <b>7.</b>     | <b>Spezielle Strahlenquellen und Prüftechniken</b>     | <b>Special radiation sources and testing techniques</b>               |
| <b>7.1</b>    | <b>Neutronenradiografie</b>                            | <b>Neutron radiography</b>                                            |
| 7.1.1         | Einleitung                                             | Introduction                                                          |
| 7.1.2         | Wechselwirkung von Neutronen mit Materie               | Interaction of neutrons with matter                                   |
| 7.1.3         | Bildgebende Neutronentypen                             | Imaging neutron types                                                 |
| 7.1.4         | Neutronenquelle                                        | Neutron source                                                        |
| 7.1.5         | Strahlungsnachweis durch Filme                         | Radiation detection with films                                        |
| 7.1.6         | Anwendungen                                            | Applications                                                          |
| 7.1.7         | Nachteile der Neutronenradiografie                     | Disadvantages of neutron radiography                                  |
| <b>7.2</b>    | <b>Elektronenradiografie</b>                           | <b>Electron radiography</b>                                           |
| <b>7.3</b>    | <b>Rückstreuverfahren</b>                              | <b>Backscatter method</b>                                             |
| <b>7.4</b>    | <b>Röntgenbeugung und -Fluoreszenz</b>                 | <b>X-ray diffraction and fluorescence</b>                             |
| 7.4.1         | Röntgenbeugung                                         | X-ray diffraction                                                     |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>                                          | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>                                           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                       | <b>Subjects</b>                                                                    |
| 7.4.2         | Röntgenfluoreszenzanalyse                                                           | X-ray fluorescence analysis                                                        |
| <b>7.5</b>    | <b>Durchleuchtung</b>                                                               | <b>Fluoroscopy</b>                                                                 |
| 7.5.1         | Einführung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 7.5.2         | Leuchtschirm                                                                        | Fluorescent screen                                                                 |
| 7.5.3         | Röntgenbildverstärker                                                               | X-ray image intensifier                                                            |
| <b>7.6</b>    | <b>Besondere Aufnahmeanordnungen</b>                                                | <b>Special exposure arrangements</b>                                               |
| 7.6.1         | Vergrößerungstechnik                                                                | Enlargement technique                                                              |
| 7.6.2         | Karussellaufnahmen                                                                  | Panoramic exposure technique                                                       |
| 7.6.3         | Bestimmung der Fehlertiefe                                                          | Determination of the defect depth                                                  |
|               |                                                                                     |                                                                                    |
| <b>8.</b>     | <b>Prüfung und Auswertung von Gussstücken</b>                                       | <b>Testing and evaluation of castings</b>                                          |
| <b>8.1</b>    | <b>Prüfung von Gussstücken</b>                                                      | <b>Testing of castings</b>                                                         |
| <b>8.2</b>    | <b>Gussfehler im Durchstrahlungsbild</b>                                            | <b>Casting defects in the radiograph</b>                                           |
| <b>8.3</b>    | <b>Verhalten bei Gefügeanzeigen</b>                                                 | <b>Properties of grain structure indications</b>                                   |
| <b>8.4</b>    | <b>Zuordnung von Anzeigentypen</b>                                                  | <b>Classification of indication types</b>                                          |
| <b>8.5</b>    | <b>Auswahl des Vergleichskataloges</b>                                              | <b>Selection of the reference catalog</b>                                          |
| <b>8.6</b>    | <b>Klassifizierung</b>                                                              | <b>Classification</b>                                                              |
| <b>8.7</b>    | <b>Beurteilung</b>                                                                  | <b>Evaluation</b>                                                                  |
|               |                                                                                     |                                                                                    |
| <b>9</b>      | <b>Prüfung und Auswertung von Schweißnähten</b>                                     | <b>Testing and evaluation of welds</b>                                             |
| <b>9.1</b>    | <b>Schweißnahtfehler im Durchstrahlungsbild</b>                                     | <b>Weld defects in the radiograph</b>                                              |
| 9.1.1         | Formanzeigen                                                                        | Joint geometry/shape indications                                                   |
| 9.1.2         | Schwerwiegende Anzeigen                                                             | Severe indications                                                                 |
| 9.1.3         | Weniger schwerwiegende Anzeigen                                                     | Less severe indications                                                            |
| <b>9.2</b>    | <b>Prüfung von Schweißnähten nach DIN EN ISO 17635</b>                              | <b>Testing of welds according to EN ISO 17635</b>                                  |
| 9.2.1         | Einleitung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 9.2.2         | Verbindung zur Festlegungen in DIN EN ISO 10675-1 und DIN EN ISO 17636              | Relation of the specifications in EN ISO 10675-1 and EN ISO 17636                  |
| 9.2.3         | Fehlerkatalog für die Durchstrahlungsprüfung                                        | Defect catalog for radiographic testing                                            |
| 9.2.4         | Zulässigkeitsgrenze                                                                 | Acceptance levels                                                                  |
| <b>9.3</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von Druckbehälterschweißnähten nach AD 2000 Regelwerk</b> | <b>Radiographic testing of welds on pressure vessels according to AD 2000 Code</b> |
| 9.3.1         | Einführung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 9.3.2         | Umfang und Zeitpunkt der Durchstrahlungsprüfung                                     | Extent and time of radiographic testing                                            |
| 9.3.3         | Beurteilung der Prüfbefunde                                                         | Assessment of the test findings                                                    |
| <b>9.4</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung von Druckbehälterschweißnähten nach DIN EN 13445-5</b>    | <b>Radiographic testing of pressure vessel welds according to EN 13445-5</b>       |
| 9.4.1         | Einführung                                                                          | Introduction                                                                       |
| 9.4.2         | Umfang der zerstörungsfreien Prüfung                                                | Extent of nondestructive testing                                                   |
| 9.4.3         | Prüfgruppen, Bewertungsgruppen und Zulässigkeitsgrenzen                             | Testing groups, quality levels and acceptance criteria                             |
|               |                                                                                     |                                                                                    |
| <b>10.</b>    | <b>Durchstrahlungsprüfung in Rohrwerken</b>                                         | <b>Radiographic testing in tube manufacturing</b>                                  |
| <b>10.1</b>   | <b>Allgemeines</b>                                                                  | <b>General</b>                                                                     |
| <b>10.2</b>   | <b>Arbeitsablauf</b>                                                                | <b>Workflow</b>                                                                    |
| <b>10.3</b>   | <b>Normung</b>                                                                      | <b>Standardization</b>                                                             |
| 10.3.1        | Überblick                                                                           | Overview                                                                           |
| 10.3.2        | Prüftechnik in DIN EN ISO 10893-6                                                   | Testing technique in DIN EN ISO 10893-6                                            |
| 10.3.3        | Zulässigkeit nach DIN EN ISO 10893-6                                                | Acceptance according to DIN EN ISO 10893-6                                         |



|        | Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3                   | Radiographic Testing (RT) Level 3                 |
|--------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Nr./No | Themen                                                | Subjects                                          |
| 10.3.4 | Prüftechnik nach DIN EN ISO 10893-7                   | Testing technique according to DIN EN ISO 10893-7 |
|        |                                                       |                                                   |
| 11.    | Leitfaden zur Erstellung von Verfahrensbeschreibungen | Guidelines for drafting of NDT procedures         |
|        |                                                       |                                                   |
| 12.    | Pflichtliteratur                                      | Required reading *                                |
| 12.1   | FBV02-04-21-Rev1.0 - Formelsammlung                   | FBV02-04-21-EN-Rev1.0 - Collection of formulas    |
| 12.2   | DIN EN ISO 5579:2014-04                               | EN ISO 5579:2013                                  |
| 12.3   | DIN EN ISO 11699-1:2012-01                            | EN ISO 11699-1:2011                               |
| 12.4   | DIN EN ISO 11699-2:2018-12                            | EN ISO 11699-2:2018                               |
| 12.5   | DIN EN ISO 19232-1:2013-12                            | EN ISO 19232-1:2013                               |
| 12.6   | DIN EN ISO 19232-2:2013-12                            | EN ISO 19232-2:2013                               |
| 12.7   | DIN EN ISO 19232-3:2014-02                            | EN ISO 19232-3:2013                               |
| 12.8   | DIN EN ISO 19232-4:2013-12                            | EN ISO 19232-4:2013                               |
| 12.9   | DIN EN ISO 19232-5:2018-12                            | EN ISO 19232-5:2018                               |
| 12.10  | DIN EN 12543-1:1999-12                                | EN 12543-1:1999                                   |
| 12.11  | DIN EN 12543-2:2021-06                                | EN 12543-2:2021                                   |
| 12.12  | DIN EN 13068-3:2001-12                                | EN 13068-3:2001                                   |
| 12.13  | DIN EN ISO 14096-1:2020-10                            | EN ISO 14096-1:2020                               |
| 12.14  | DIN EN ISO 14096-2:2020-10                            | EN ISO 14096-2:2020                               |
| 12.15  | DIN EN 14784-1:2005-11                                | EN 14784-1:2005                                   |
| 12.16  | DIN EN ISO 16371-2:2019-04                            | EN ISO 16371-2:2017                               |
| 12.17  |                                                       |                                                   |
| 12.18  | DIN EN ISO 15708-2:2019-09                            | EN ISO 15708-2:2017                               |
| 12.19  | DIN EN ISO 5580:2024-03                               | EN ISO 5580:2023                                  |
| 12.20  | DIN EN 1559-1:2011-05                                 | EN 1559-1:2011                                    |
| 12.21  | DIN EN 1559-2:2014-12                                 | EN 1559-2:2014                                    |
| 12.22  | DIN EN12681-1:2018-02                                 | EN12681-1:2017                                    |
| 12.23  | DIN EN12681-2:2018-02                                 | EN12681-2:2017                                    |
| 12.24  | DIN EN ISO 17635:2017-04                              | EN ISO 17635:2016                                 |
| 12.25  | DIN EN ISO 17636-1:2022-10                            | EN ISO 17636-1:2022                               |
| 12.26  | DIN EN ISO 17636-2:2023-05                            | EN ISO 17636-2:2022 (Corr. 2023)                  |
| 12.27  | DIN EN ISO 5817:2023-07                               | EN ISO 5817:2023                                  |
| 12.28  | DIN EN ISO 10675-1:2022-03                            | EN ISO 10675-1:2021                               |
| 12.29  |                                                       |                                                   |
| 12.30  |                                                       |                                                   |
| 12.31  | DIN EN 13445-5:2021-12                                | EN 13445-5:2021                                   |
| 12.32  | DIN EN ISO 10893-6:2019-06                            | EN ISO 10893-6:2019                               |
| 12.33  | DIN EN ISO 10893-7:2019-06                            | EN ISO 10893-7:2019                               |
| 12.34  | DIN EN ISO 20769-1:2018-12                            | EN ISO 20769-1:2018                               |
| 12.35  | DIN EN ISO 20769-2:2018-12                            | EN ISO 20769-2:2018                               |
|        |                                                       |                                                   |
| 13.    | Referenzliteratur                                     | Reference literature                              |
| 13.1   | DIN EN 1330-1:2015-05                                 | EN 1330-1:2014                                    |
| 13.2   | DIN EN 1330-2:1998-12                                 | EN 1330-2:1998                                    |
| 13.3   | DIN EN 1330-3:1997-10                                 | EN 1330-3:1997                                    |
| 13.4   | DIN EN ISO 6520-1:2007-11                             | EN ISO 6520-1:2007                                |
| 13.5   | DIN EN ISO 10675-2:2022-05                            | EN ISO 10675-2:2021                               |
|        |                                                       |                                                   |
|        |                                                       |                                                   |
|        |                                                       |                                                   |

|               | <b>Durchstrahlungsprüfung (RT) Stufe 3</b>       | <b>Radiographic Testing (RT) Level 3</b>        |
|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                    | <b>Subjects</b>                                 |
| <b>13.6</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12</b>          | AD 2000-Merkblatt HP 5/3:2020-12                |
| <b>13.7</b>   | <b>AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Anlage 1:2020-12</b> | AD 2000-Merkblatt HP 5/3 Appendix 1:2020-12     |
|               |                                                  |                                                 |
|               |                                                  | * or national equivalent of the cited standards |

Syllabus RT erfüllt ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105

Syllabus RT fulfils ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105