

# VERFAHRENSBESCHREIBUNG

## PROCEDURE DESCRIPTION

**für die Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung im Verfahren Wirbelstromprüfung (ET)**  
for the qualification and certification of non-destructive testing personnel in the method Eddy Current Testing (ET)

---

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 Documents superseded by revisions have to be destroyed.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

## INHALTSVERZEICHNIS | TABLE OF CONTENTS

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>WIRBELSTROMPRÜFUNG (ET) STUFE 1</b> .....                                  | <b>3</b>  |
| EDDY CURRENT TESTING (ET) LEVEL 1 .....                                       | 3         |
| <b>WIRBELSTROMPRÜFUNG (ET) STUFE 1 AUTOMATISIERTE PRÜFUNG-SEKTOR PT</b> ..... | <b>7</b>  |
| EDDY CURRENT TESTING (ET) LEVEL 1 - AUTOMATED TESTING -SECTOR PT .....        | 7         |
| <b>WIRBELSTROMPRÜFUNG (ET) STUFE 2</b> .....                                  | <b>10</b> |
| EDDY CURRENT TESTING (ET) LEVEL 2 .....                                       | 10        |
| <b>WIRBELSTROMPRÜFUNG (ET) STUFE 2 – INNENROHRPRÜFUNG</b> .....               | <b>16</b> |
| EDDY CURRENT TESTING (ET) LEVEL 2 – INTERNAL TESTING OF TUBES .....           | 16        |
| <b>WIRBELSTROMPRÜFUNG (ET) STUFE 3</b> .....                                  | <b>20</b> |
| EDDY CURRENT TESTING (ET) LEVEL 3 .....                                       | 20        |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1</b>                       | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1</b>                             |
|---------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                | <b>Subjects</b>                                                      |
|               |                                                              |                                                                      |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung</b>       | Physical principles of eddy current testing                          |
| <b>1.1</b>    | <b>Grundprinzip der Wirbelstromprüfung</b>                   | Basic principle of eddy current testing                              |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektrischer Strom und Leitfähigkeit</b>                  | Electrical current and conductivity                                  |
| <b>1.3</b>    | <b>Wechselspannung und Wechselstrom</b>                      | Alternating voltage and alternating current                          |
| <b>1.4</b>    | <b>Das magnetische Feld</b>                                  | The magnetic field                                                   |
| <b>1.5</b>    | <b>Magnetische Wirkung des elektrischen Stroms</b>           | Magnetic effect of electrical current                                |
| <b>1.6</b>    | <b>Permeabilität (magnetische Leitfähigkeit)</b>             | Permeability (magnetic conductivity)                                 |
| <b>1.7</b>    | <b>Induktion</b>                                             | Induction                                                            |
| <b>1.8</b>    | <b>Wirbelströme</b>                                          | Eddy currents                                                        |
| <b>1.9</b>    | <b>Induktionswirkung durch Wechselstrom</b>                  | Induction effect by alternating current                              |
| <b>1.10</b>   | <b>Wechselstromwiderstände</b>                               | Alternating current resistance                                       |
|               |                                                              |                                                                      |
| <b>2.</b>     | <b>Eigenschaften von Wirbelströmen</b>                       | Properties of eddy currents                                          |
| <b>2.1</b>    | <b>Das Wirbelstromsignal</b>                                 | The eddy current signal                                              |
| <b>2.2</b>    | <b>Eindringtiefe von Wirbelströmen</b>                       | Depth of penetration of eddy currents                                |
| <b>2.3</b>    | <b>Schichtenmodell und Phasenverschiebung</b>                | Layer model and phase shifting                                       |
| <b>2.4</b>    | <b>Die Wirbelstromanzeige</b>                                | Eddy current indication                                              |
| <b>2.5</b>    | <b>Geometrische Einflüsse auf Wirbelstromsignale</b>         | Geometric influences on eddy current signals                         |
| 2.5.1         | Allgemeines                                                  | General                                                              |
| 2.5.2         | Koppeleffekte                                                | Coupling effects                                                     |
| 2.5.3         | Füllfaktor                                                   | Fill factor                                                          |
| 2.5.4         | Geometrie-Effekte                                            | Geometry effects                                                     |
| <b>2.6</b>    | <b>Prinzipielle Anwendungsgebiete der Wirbelstromprüfung</b> | Main application areas of eddy current testing                       |
|               |                                                              |                                                                      |
| <b>3.</b>     | <b>Wirbelstromsensoren</b>                                   | Eddy current probes                                                  |
| <b>3.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                            | General                                                              |
| <b>3.2</b>    | <b>Technische Daten von Spulen</b>                           | Technical data of coils                                              |
| 3.2.1         | Spulenaufbau                                                 | Coil structure                                                       |
| 3.2.2         | Kenndaten                                                    | Characteristics                                                      |
| 3.2.3         | Abschirmung                                                  | Shielding                                                            |
| <b>3.3</b>    | <b>Sensortypen</b>                                           | Probe types                                                          |
| <b>3.4</b>    | <b>Schaltungsarten</b>                                       | Arrangement types                                                    |
| 3.4.1         | Parametrische Sensoren                                       | Parametric probes                                                    |
| 3.4.2         | Transformatorische Sensoren                                  | Separate transmit-receive probe                                      |
| 3.4.3         | Sensoren mit Brückenschaltung                                | Probes with bridge arrangement                                       |
| <b>3.5</b>    | <b>Spulensysteme</b>                                         | Coil systems                                                         |
| 3.5.1         | Absolutschaltung                                             | Absolute arrangement                                                 |
| 3.5.2         | Differenzschaltung                                           | Differential arrangement                                             |
| 3.5.3         | Anzeigevermögen bei Differenz- und Absolutschaltung          | Indication characteristics of differential and absolute arrangements |
| 3.5.4         | Selbst- und Fremdvergleichssystem                            | Local and external reference comparative measurement system          |
|               |                                                              |                                                                      |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1</b>           | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1</b>             |
|---------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                    | <b>Subjects</b>                                      |
| 3.5.5         | Sonderbauformen                                  | Special designs                                      |
| <b>4.</b>     | <b>Geräteaufbau und Gerätefunktionen</b>         | <b>Equipment structure and equipment functions</b>   |
| <b>4.1</b>    | <b>Grundaufbau eines Wirbelstromgerätes</b>      | <b>Main structure of an eddy current instrument</b>  |
| 4.1.1         | Allgemeines                                      | General                                              |
| 4.1.2         | Blockschaltbild                                  | Block diagram                                        |
| <b>4.2</b>    | <b>HF Signal eines Wirbelstromgerätes</b>        | <b>HF signal of an eddy current instrument</b>       |
| 4.2.1         | Generator                                        | Generator                                            |
| 4.2.1.1       | Prüffrequenz                                     | Test frequency                                       |
| 4.2.1.2       | Erregerstromstärke                               | Excitation current                                   |
| 4.2.2         | Empfangsverstärker und Demodulator               | Reception amplifier and demodulator                  |
| <b>4.3</b>    | <b>NF Signal eines Wirbelstromgerätes</b>        | <b>NF signal of an eddy current apparatus</b>        |
| 4.3.1         | NF-Signalaufbereitung                            | NF signal processing                                 |
| 4.3.2.1       | Nullpunktgleich                                  | Zero point balance                                   |
| 4.3.2.2       | Hauptverstärker                                  | Main amplifier                                       |
| 4.3.2.3       | Filter                                           | Filter                                               |
| 4.3.3         | Signal Darstellung (Anzeige)                     | Signal presentation (indication)                     |
| 4.3.4         | Auswerteschwellen (Blenden)                      | Evaluation threshold (gates)                         |
| 4.3.4.1       | Definition einer Blende                          | Definition of a gate                                 |
| 4.3.4.2       | Blendentypen                                     | Gate types                                           |
| 4.3.5         | Analog Ausgang                                   | Analog output                                        |
| <b>5.</b>     | <b>Sortierprüfung, Dimensionsmessung</b>         | <b>Sorting, Dimension measurement</b>                |
| <b>5.1</b>    | <b>Kontrolle von Materialeigenschaften</b>       | <b>Control of material properties</b>                |
| 5.1.1         | Allgemeines                                      | General                                              |
| 5.1.2         | Sortierprüfung                                   | Sorting                                              |
| 5.1.3         | Messung von Werkstoffkennwerten                  | Measurement of material characteristics              |
| <b>5.2</b>    | <b>Dimensionsmessung</b>                         | <b>Dimension measurement</b>                         |
| 5.2.1         | Allgemeines                                      | General                                              |
| 5.2.2         | Dickenkontrolle von Feinblechen und Metallfolien | Thickness controlling of thin sheets and metal foils |
| 5.2.3         | Messung von Restwanddicken                       | Measurement of remaining wall thickness              |
| 5.2.4         | Schichtdickenmessung                             | Measurement of coating thickness                     |
| <b>6.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Rohren</b>             | <b>Eddy current testing of pipes</b>                 |
| 6.1           | Einleitung                                       | Introduction                                         |
| 6.2           | Objekt- und Fehlerkunde                          | Object and defect knowledge                          |
| 6.2.1         | Umformen im Walzwerk                             | Forming in rolling mill                              |
| 6.2.2         | Herstellung nahtloser Rohre                      | Manufacturing of seamless pipes                      |
| 6.2.3         | Herstellung geschweißter Rohre                   | Manufacturing of welded pipes                        |
| <b>6.3</b>    | <b>Fehlerkatalog</b>                             | <b>Defect catalogue</b>                              |
| 6.3.1         | Fehler in gewalzten Rohren                       | Defect in rolled pipes                               |
| 6.3.2         | Fehler in geschweißten Rohren                    | Defect in welded pipes                               |
| <b>6.4</b>    | <b>Sensortechnik</b>                             | <b>Probe technique</b>                               |
| 6.4.1         | Vorwort                                          | Foreword                                             |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1</b>                       | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1</b>                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                | <b>Subjects</b>                                                 |
| 6.4.2         | Spulensysteme in Rohrprüfsensoren                            | Coil systems of tube testing probes                             |
| 6.4.3         | Durchlaufsensoren                                            | Encircling probes                                               |
| 6.4.4         | Rotiersensoren                                               | Rotating probes                                                 |
| <b>6.5</b>    | <b>Gerätetechnik</b>                                         | <b>Equipment technique</b>                                      |
| 6.5.1         | Prüffrequenz                                                 | Testing frequency                                               |
| 6.5.2         | Automatische Markier- und Sortiereinrichtung                 | Automatic marking and sorting facility                          |
| 6.5.3         | Prüfung in der Produktionslinie (= online oder inline)       | Testing in the production line (= online or inline)             |
| 6.5.4         | Prüfung außerhalb der Produktionslinie (= offline)           | Testing out of the production line (offline)                    |
| <b>6.6</b>    | <b>Auswahl des Vergleichskörpers</b>                         | <b>Selection of reference block</b>                             |
| <b>6.7</b>    | <b>Justierung</b>                                            | <b>Adjustment</b>                                               |
| <b>6.8</b>    | <b>Durchführung der Prüfung</b>                              | <b>Testing</b>                                                  |
| <b>6.9</b>    | <b>Dokumentation</b>                                         | <b>Documentation</b>                                            |
| <b>7.</b>     | <b>Fehlerprüfung mit Tastsensoren</b>                        | <b>Defect checking with surface probes</b>                      |
| <b>7.1</b>    | <b>Allgemeines</b>                                           | <b>General</b>                                                  |
| <b>7.2</b>    | <b>Komponenten-Prüfung</b>                                   | <b>Component testing</b>                                        |
| <b>7.3</b>    | <b>Instandhaltung von Flugzeugen</b>                         | <b>Maintenance of aircrafts</b>                                 |
| 7.3.1         | Nietprüfung                                                  | Testing of rivets                                               |
| 7.3.2         | Anrisse in Nietlöchern                                       | Cracks in rivet holes                                           |
| 7.3.3         | Risse in Turbinendrehteilen                                  | Cracks in rotating turbine parts                                |
| <b>7.4</b>    | <b>Manuelle Schweißnahtprüfung</b>                           | <b>Manual testing of welds</b>                                  |
| 7.4.1         | Schmelzschweißen und Schweißnähte                            | Fusion welding and welding seams                                |
| 7.4.2         | Anwendung (DIN EN ISO 17643)                                 | Application (DIN EN ISO 17643)                                  |
| <b>8.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Rohrbündelapparaten auf Fehler</b> | <b>Eddy current testing of heat exchanger tubes for defects</b> |
| <b>8.1</b>    | <b>Einführung</b>                                            | <b>Introduction</b>                                             |
| <b>8.2</b>    | <b>Objekt- und Fehlerkunde</b>                               | <b>Object and defect knowledge</b>                              |
| <b>8.3</b>    | <b>Sensortechnik</b>                                         | <b>Probe technique</b>                                          |
| <b>8.4</b>    | <b>Gerätetechnik</b>                                         | <b>Instrument technique</b>                                     |
| <b>8.5</b>    | <b>Justierung und Durchführung der Prüfung</b>               | <b>Adjustment and testing</b>                                   |
| <b>8.6</b>    | <b>Dokumentation</b>                                         | <b>Documentation</b>                                            |
| <b>9.</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                      | <b>Required reading *</b>                                       |
| <b>9.1</b>    | <b>FBV02-07-21 Rev0.0 - Formelsammlung</b>                   | <b>FBV02-07-21-EN Rev0.0 – Collection of formulas</b>           |
| <b>9.2</b>    | <b>FBV02-07-22- I-EMMP-1 Rev4.0- Musteranweisung</b>         | <b>FBV02-07-22- I-EMMP-1-EN-Rev4.0- NDT instruction</b>         |
| <b>9.3</b>    | <b>FBV02-07-24- I-EMMW-1 Rev1.0 – Musteranweisung</b>        | <b>FBV02-07-24- I-EMMW-1-EN Rev1.0- NDT instruction</b>         |
| <b>9.4</b>    | <b>FBV02-07-25-I-EPV-1 Rev2.0 – Musteranweisung</b>          | <b>FBV02-07-25-I-EPV-1-EN Rev2.0 - NDT instruction</b>          |
| <b>9.5</b>    | <b>FBV02-07-26-I-EMM-1 Rev1.0 - Musteranweisung</b>          | <b>FBV02-07-26-I-EMM-1-EN Rev1.0 - NDT instruction</b>          |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1</b>        |
|---------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                          | <b>Subjects</b>                                 |
|               |                                        |                                                 |
| <b>9.6</b>    | <b>DIN EN ISO 17643:2015-12</b>        | <b>EN ISO 17643:2015</b>                        |
| <b>9.7</b>    | <b>DIN EN ISO 15549:2019-10</b>        | <b>EN ISO 15549:2019</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 ISO 12718:2019-12</b>        | <b>EN ISO 12718:2019</b>                        |
|               |                                        | * or national equivalent of the cited standards |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1 - automatisierte Prüfung-Sektor PT</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1 - Automated Testing -Sector PT</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                             | <b>Subjects</b>                                                         |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung</b>                    | Physical principles of eddy current testing                             |
| <b>1.1</b>    | <b>Grundprinzip der Wirbelstromprüfung</b>                                | Basic principle of eddy current testing                                 |
| <b>1.2</b>    | <b>Elektrischer Strom und Leitfähigkeit</b>                               | Electrical current and conductivity                                     |
| <b>1.3</b>    | <b>Wechselspannung und Wechselstrom</b>                                   | Alternating voltage and alternating current                             |
| <b>1.4</b>    | <b>Das magnetische Feld</b>                                               | The magnetic field                                                      |
| <b>1.5</b>    | <b>Magnetische Wirkung des elektrischen Stroms</b>                        | Magnetic effect of electrical current                                   |
| <b>1.6</b>    | <b>Permeabilität (magnetische Leitfähigkeit)</b>                          | Permeability (magnetic conductivity)                                    |
| <b>1.7</b>    | <b>Induktion</b>                                                          | Induction                                                               |
| <b>1.8</b>    | <b>Wirbelströme</b>                                                       | Eddy currents                                                           |
| <b>1.9</b>    | <b>Induktionswirkung durch Wechselstrom</b>                               | Induction effect by alternating current                                 |
| <b>2.</b>     | <b>Eigenschaften von Wirbelströmen</b>                                    | Properties of eddy currents                                             |
| <b>2.1</b>    | <b>Das Wirbelstromsignal</b>                                              | The eddy current signal                                                 |
| <b>2.2</b>    | <b>Eindringtiefe von Wirbelströmen</b>                                    | Depth of penetration of eddy currents                                   |
| <b>2.4</b>    | <b>Die Wirbelstromanzeige</b>                                             | Eddy current indication                                                 |
| <b>2.5</b>    | <b>Geometrische Einflüsse auf Wirbelstromsignale</b>                      | Geometric influences on eddy current signals                            |
| 2.5.1         | Allgemeines                                                               | General                                                                 |
| 2.5.2         | Koppeleffekte                                                             | Coupling effects                                                        |
| 2.5.3         | Füllfaktor                                                                | Fill factor                                                             |
| 2.5.4         | Geometrie-Effekte                                                         | Geometry effects                                                        |
| <b>2.6</b>    | <b>Prinzipielle Anwendungsgebiete der Wirbelstromprüfung</b>              | Main application areas of eddy current testing                          |
| <b>3.</b>     | <b>Wirbelstromsensoren</b>                                                | Eddy current probes                                                     |
| <b>3.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                         | General                                                                 |
| <b>3.2</b>    | <b>Technische Daten von Spulen</b>                                        | Technical data of coils                                                 |
| 3.2.1         | Spulenaufbau                                                              | Coil structure                                                          |
| 3.2.2         | Kenndaten                                                                 | Characteristics                                                         |
| 3.2.3         | Abschirmung                                                               | Shielding                                                               |
| <b>3.3</b>    | <b>Sensortypen</b>                                                        | Probe types                                                             |
| <b>3.4</b>    | <b>Schaltungsarten</b>                                                    | Arrangement types                                                       |
| 3.4.1         | Parametrische Sensoren                                                    | Parametric probes                                                       |
| 3.4.2         | Transformatorische Sensoren                                               | Separate transmit-receive probe                                         |
| 3.4.3         | Sensoren mit Brückenschaltung                                             | Probes with bridge arrangement                                          |
| <b>3.5</b>    | <b>Spulensysteme</b>                                                      | Coil systems                                                            |
| 3.5.1         | Absolutschaltung                                                          | Absolute arrangement                                                    |
| 3.5.2         | Differenzschaltung                                                        | Differential arrangement                                                |
| 3.5.3         | Anzeigevermögen bei Differenz- und Absolutschaltung                       | Indication characteristics of differential and absolute arrangements    |
| 3.5.4         | Selbst- und Fremdvergleichssystem                                         | Local and external reference comparative measurement system             |
| 3.5.5         | Sonderbauformen                                                           | Special designs                                                         |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1 - automatisierte Prüfung-Sektor PT</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1 - Automated Testing -Sector PT</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                             | <b>Subjects</b>                                                         |
| <b>4.</b>     | <b>Geräteaufbau und Gerätefunktionen</b>                                  | Equipment structure and equipment functions                             |
| <b>4.1</b>    | <b>Grundaufbau eines Wirbelstromgerätes</b>                               | Main structure of an eddy current instrument                            |
| 4.1.1         | Allgemeines                                                               | General                                                                 |
| 4.1.2         | Blockschaltbild                                                           | Block diagram                                                           |
| <b>4.2</b>    | <b>HF Signal eines Wirbelstromgerätes</b>                                 | HF signal of an eddy current instrument                                 |
| 4.2.1         | Generator                                                                 | Generator                                                               |
| 4.2.1.1       | Prüffrequenz                                                              | Test frequency                                                          |
| 4.2.1.2       | Erregerstromstärke                                                        | Excitation current                                                      |
| 4.2.2         | Empfangsverstärker und Demodulator                                        | Reception amplifier and demodulator                                     |
| <b>4.3</b>    | <b>NF Signal eines Wirbelstromgerätes</b>                                 | NF signal of an eddy current apparatus                                  |
| 4.3.1         | NF-Signalaufbereitung                                                     | NF signal processing                                                    |
| 4.3.2.1       | Nullpunktgleich                                                           | Zero point balance                                                      |
| 4.3.2.2       | Hauptverstärker                                                           | Main amplifier                                                          |
| 4.3.2.3       | Filter                                                                    | Filter                                                                  |
| 4.3.3         | Signal Darstellung (Anzeige)                                              | Signal presentation (indication)                                        |
| 4.3.4         | Auswerteschwellen (Blenden)                                               | Evaluation threshold (gates)                                            |
| 4.3.4.1       | Definition einer Blende                                                   | Definition of a gate                                                    |
| 4.3.4.2       | Blendentypen                                                              | Gate types                                                              |
| 4.3.5         | Analog Ausgang                                                            | Analog output                                                           |
| <b>5.</b>     | <b>Sortierprüfung, Dimensionsmessung</b>                                  | Sorting, Dimension measurement                                          |
| <b>5.1</b>    | <b>Kontrolle von Materialeigenschaften</b>                                | Control of material properties                                          |
| 5.1.1         | Allgemeines                                                               | General                                                                 |
| 5.1.2         | Sortierprüfung                                                            | Sorting                                                                 |
| 5.1.3         | Messung von Werkstoffkennwerten                                           | Measurement of material characteristics                                 |
| <b>6.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Rohren</b>                                      | Eddy current testing of pipes                                           |
| 6.1           | Einleitung                                                                | Introduction                                                            |
| 6.2           | Objekt- und Fehlerkunde                                                   | Object and defect knowledge                                             |
| 6.2.1         | Umformen im Walzwerk                                                      | Forming in rolling mill                                                 |
| 6.2.2         | Herstellung nahtloser Rohre                                               | Manufacturing of seamless pipes                                         |
| 6.2.3         | Herstellung geschweißter Rohre                                            | Manufacturing of welded pipes                                           |
| <b>6.3</b>    | <b>Fehlerkatalog</b>                                                      | Defect catalogue                                                        |
| 6.3.1         | Fehler in gewalzten Rohren                                                | Defect in rolled pipes                                                  |
| 6.3.2         | Fehler in geschweißten Rohren                                             | Defect in welded pipes                                                  |
| <b>6.4</b>    | <b>Sensortechnik</b>                                                      | Probe technique                                                         |
| 6.4.1         | Vorwort                                                                   | Foreword                                                                |
| 6.4.2         | Spulensysteme in Rohrprüfsensoren                                         | Coil systems of tube testing probes                                     |
| 6.4.3         | Durchlaufsensoren                                                         | Encircling probes                                                       |
| 6.4.4         | Rotiersensoren                                                            | Rotating probes                                                         |
| <b>6.5</b>    | <b>Gerätetechnik</b>                                                      | Equipment technique                                                     |
| 6.5.1         | Prüffrequenz                                                              | Testing frequency                                                       |
| 6.5.2         | Automatische Markier- und Sortiereinrichtung                              | Automatic marking and sorting facility                                  |



| <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 1 - automatisierte Prüfung-Sektor PT</b> |                                                        | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 1 - Automated Testing -Sector PT</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b>                                                             | <b>Themen</b>                                          | <b>Subjects</b>                                                         |
| 6.5.3                                                                     | Prüfung in der Produktionslinie (= online oder inline) | Testing in the production line (= online or inline)                     |
| 6.5.4                                                                     | Prüfung außerhalb der Produktionslinie (= offline)     | Testing out of the production line (offline)                            |
| 6.6                                                                       | <b>Auswahl des Vergleichskörpers</b>                   | Selection of reference block                                            |
| 6.7                                                                       | <b>Justierung</b>                                      | Adjustment                                                              |
| 6.8                                                                       | <b>Durchführung der Prüfung</b>                        | Testing                                                                 |
| 6.9                                                                       | <b>Dokumentation</b>                                   | Documentation                                                           |
| 9.                                                                        | <b>Pflichtliteratur</b>                                | Required reading *                                                      |
| 9.1                                                                       | <b>FBV02-07-21 Rev0.0 - Formelsammlung</b>             | FBV02-07-21-EN Rev0.0 – Collection of formulas                          |
| 9.2                                                                       | <b>FBV02-07-22- I-EMMP-1 Rev4.0- Musteranweisung</b>   | <b>FBV02-07-22- I-EMMP-1-EN Rev4.0- NDT instruction</b>                 |
| 9.7                                                                       | <b>DIN EN ISO 15549:2019-10</b>                        | EN ISO 15549:2019                                                       |
| 10.                                                                       | <b>Referenzliteratur</b>                               | Recommended reading *                                                   |
| 10.1                                                                      | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                           | EN 1330-1:2014                                                          |
| 10.2                                                                      | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                           | EN 1330-2:1998                                                          |
| 10.3                                                                      | <b>DIN EN ISO 12718:2019-12</b>                        | EN ISO 12718:2019                                                       |
|                                                                           |                                                        | * or national equivalent of the cited standards                         |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b>                                                                                  | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>                                                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                                           | <b>Subjects</b>                                                                                                 |
|               |                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| <b>1.</b>     | <b>Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung</b>                                                                  | Physical principles of eddy current testing                                                                     |
| <b>1.1</b>    | <b>Elektrische Ladungen und elektrisches Feld</b>                                                                       | Electrical charges and electrical field                                                                         |
| <b>1.2</b>    | <b>Gleichstromkreis und Ohm'sches Gesetz</b>                                                                            | Direct-current circuit and Ohm's law                                                                            |
| <b>1.3</b>    | <b>Materialspezifische Kennwerte</b>                                                                                    | Material specific parameters                                                                                    |
| <b>1.4</b>    | <b>Magnetisches Feld</b>                                                                                                | Magnetic field                                                                                                  |
| <b>1.5</b>    | <b>Dauermagnete</b>                                                                                                     | Permanent magnets                                                                                               |
| <b>1.6</b>    | <b>Die Spule im Gleichstromkreis</b>                                                                                    | The coil under influence of the direct-current circuit                                                          |
| <b>1.7</b>    | <b>Materialien im Magnetfeld</b>                                                                                        | Material in interaction with the magnetic field                                                                 |
| <b>1.8</b>    | <b>Induktion</b>                                                                                                        | Induction                                                                                                       |
| <b>1.9</b>    | <b>Sinusförmige Wechselgrößen</b>                                                                                       | Sinusoidal changing parameters                                                                                  |
| <b>1.10</b>   | <b>Die Spule im Wechselstromkreis</b>                                                                                   | The coil in interaction with the alternating current circuit                                                    |
| <b>1.11</b>   | <b>Entstehung von Wirbelströmen</b>                                                                                     | Formation of eddy currents                                                                                      |
| <b>1.12</b>   | <b>Wirbelstromdichte und Phasenverschiebung</b>                                                                         | Eddy current density and phase shift                                                                            |
| <b>1.13</b>   | <b>Wirbelstromverlauf an Materialinhomogenitäten</b>                                                                    | Eddy current distribution around material inhomogeneities                                                       |
|               |                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| <b>2.</b>     | <b>Die Impedanzebene als Darstellungsform</b>                                                                           | The impedance plane as a means of display format                                                                |
| <b>2.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                                                                       | Introduction                                                                                                    |
| <b>2.2</b>    | <b>Einfluss des Prüfgegenstandes auf die Spulenimpedanz</b>                                                             | Influencing factors of test specimen on coil impedance                                                          |
| <b>2.3</b>    | <b>Grundlagen der Impedanzebenen-darstellungen</b>                                                                      | Basics of impedance plane representations                                                                       |
| <b>2.3.1</b>  | Relevante Einflussgrößen                                                                                                | Relevant influence factors                                                                                      |
| <b>2.3.2</b>  | Normierte Impedanzebenendarstellung                                                                                     | Normalized impedance plane diagram                                                                              |
| <b>2.3.3</b>  | Verteilung der Wirbelstromdichte und Grenzfrequenz (Ähnlichkeitsgesetz der Wirbelstromprüfung)                          | Distribution of eddy current density and limiting frequency value (similarity law of eddy current testing)      |
| <b>2.4</b>    | <b>Ausgewählte Impedanzebenen-Darstellungen bei verschiedenen Prüfparametern und variierenden Prüflingeigenschaften</b> | Selected Impedance plane representations with various test parameters and varying test specimen characteristics |
| <b>2.4.1</b>  | Elektrische Leitfähigkeit und Prüffrequenz                                                                              | Electrical conductivity and test frequency                                                                      |
| <b>2.4.2</b>  | Sensorabstand bzw. Füllfaktor                                                                                           | Lift-Off or filling factor                                                                                      |
| <b>2.4.3</b>  | Oberflächendefekte                                                                                                      | Surficial area defects                                                                                          |
| <b>2.4.4</b>  | Verdeckte Fehler                                                                                                        | Subsurface defects                                                                                              |
| <b>2.4.5</b>  | Wanddicke                                                                                                               | Wall thickness                                                                                                  |
| <b>2.4.6</b>  | Relative Permeabilität                                                                                                  | Relative permeability                                                                                           |
|               |                                                                                                                         |                                                                                                                 |
| <b>3.</b>     | <b>Wirbelstrom-Sensoren</b>                                                                                             | Eddy current probes                                                                                             |
| <b>3.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                                                                       | Introduction                                                                                                    |
| <b>3.2</b>    | <b>Sensorbauarten</b>                                                                                                   | Sensor types                                                                                                    |
| <b>3.2.1</b>  | Sensor-Familien                                                                                                         | Sensor type families                                                                                            |
|               |                                                                                                                         |                                                                                                                 |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b>              | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>                 |
|---------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                       | <b>Subjects</b>                                          |
|               |                                                     |                                                          |
| 3.2.1.1       | Tastsensoren                                        | Tip probes                                               |
| 3.2.1.2       | Durchlaufsensoren                                   | Feed through probes                                      |
| 3.2.1.2.1     | Außendurchlaufsensoren                              | Encircling coil probes                                   |
| 3.2.1.2.2     | Innendurchlaufsensoren                              | Bobbin coil probes                                       |
| 3.2.1.3       | Segmentsensoren                                     | Segment probes                                           |
| 3.2.1.4       | Array Sensoren                                      | Array probes                                             |
| 3.2.2         | Sensor Funktionen                                   | Sensor operating mode                                    |
| 3.2.2.1       | Parametrische Sensoren                              | Parametric circuit sensors                               |
| 3.2.2.2       | Transformatorische Sensoren                         | Transformer circuit sensors                              |
| 3.2.2.3       | Sensoren in Brückenordnung                          | Bridge circuit sensors                                   |
| 3.2.3         | Messmodus                                           | Testing method                                           |
| 3.2.3.1       | Absolut Sensoren                                    | Absolute probes                                          |
| 3.2.3.2       | Differenz Sensoren                                  | Differential probes                                      |
| 3.2.4         | Sensoreigenschaften                                 | Probe characteristics                                    |
| 3.2.4.1       | Geometrische Anordnung                              | Geometrical arrangement                                  |
| 3.2.4.2       | Abschirmung von Sensoren                            | Sensor shielding                                         |
| 3.2.4.3       | Fokussierung                                        | Focussing                                                |
| 3.2.5         | Externe Einflüsse                                   | External influences                                      |
| 3.2.6         | Spezielle Sensorbauarten                            | Special sensor types                                     |
| 3.2.6.1       | Auswahlkriterien                                    | Selection criteria                                       |
| 3.2.6.2       | Hufeisen Sensor                                     | Horseshoe probe                                          |
| 3.2.6.3       | Fernfeld Sensor                                     | Remote field probe                                       |
| <b>3.3</b>    | <b>Verbindungselemente</b>                          | <b>Interconnecting components</b>                        |
| <b>3.4</b>    | <b>Physikalische Kenngrößen</b>                     | <b>Physical operation parameters</b>                     |
| <b>3.5</b>    | <b>Elektrische Kenngrößen</b>                       | <b>Electrical operation parameters</b>                   |
| 3.5.1         | Kenndaten einer Spule                               | Coil specifications                                      |
| <b>3.6</b>    | <b>Funktionskenngößen</b>                           | <b>Area of operation</b>                                 |
| 3.6.1         | Richtungsverhalten                                  | Probe orientation related properties                     |
| 3.6.2         | Kippverhalten                                       | Probe tilting related properties                         |
| 3.6.2         | Ansprechverhalten auf elementare Inhomogenitäten    | Responding behavior for basic inhomogeneities            |
| 3.6.3         | Spulenwirkbreite                                    | Effective coil width                                     |
| 3.6.4         | Spurbreite                                          | Scanning track width                                     |
| 3.6.5         | Weitere Funktionskenngößen                          | Further operation parameters                             |
| <b>3.7</b>    | <b>Verifizierung der Sensor Eigenschaften</b>       | <b>Verification of the probe properties</b>              |
|               |                                                     |                                                          |
| <b>4.</b>     | <b>Geräteaufbau und Gerätefunktionen</b>            | <b>Equipment configuration and mode of operation</b>     |
| <b>4.1</b>    | <b>Grundaufbau</b>                                  | <b>Basic configuration</b>                               |
| 4.1.1         | Allgemeines                                         | General information                                      |
| 4.1.2         | Blockschaltbild                                     | <b>Block diagram</b>                                     |
| 4.1.3         | Abtastrate / Abtastfrequenz und Prüfgeschwindigkeit | Sampling rate / sampling frequency and testing speed     |
| <b>4.2</b>    | <b>HF-Signalteil des Wirbelstrom-Prüfgerätes</b>    | <b>HF signal unit of the eddy current testing device</b> |
| 4.2.1         | Frequenzgenerator                                   | Frequency generator                                      |
|               |                                                     |                                                          |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b>                                      | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>                                                      |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                               | <b>Subjects</b>                                                                               |
|               |                                                                             |                                                                                               |
| 4.2.1.1       | Prüffrequenz / Eindringtiefe                                                | Test frequency / penetration depth                                                            |
| 4.2.1.2       | Erregerstromstärke / Prüfempfindlichkeit                                    | Exciting current / testing sensitivity                                                        |
| 4.2.2         | Zusammenspiel Sendeverstärker, Sensor und Empfängerverstärker               | Interaction between transmitter amplifier, probe and receiver amplifier                       |
| 4.2.3         | Empfangsverstärker und Demodulation                                         | Transmitter amplifier and demodulation                                                        |
| 4.2.4         | Mehrfrequenztechnik                                                         | Multi-frequency technique                                                                     |
| 4.2.4.1       | Simultane Mehrfrequenztechnik                                               | Simultaneous multi-frequency technique                                                        |
| 4.2.4.2       | Multiplextechnik                                                            | Multiplex technique                                                                           |
| <b>4.3</b>    | <b>NF Signalteil des Wirbelstromgerätes – Optimierung der Prüfparameter</b> | <b>LF signal unit of the eddy current testing device – optimization of testing parameters</b> |
| 4.3.1         | NF-Signalaufbereitung                                                       | LF signal processing                                                                          |
| 4.3.1.1       | Nullpunktgleich / Einstellung des Arbeitspunktes                            | Zero balancing / working point setting                                                        |
| 4.3.1.2       | Hauptverstärker / Einstellung Signalamplitude und Signal-Rausch-Abstand     | Master amplifier / signal amplitude setting and signal to noise ratio                         |
| 4.3.1.3       | Filter / Unterdrückung von HF- und NF-Störsignalen                          | Filters / suppression of HF and LF interference signals                                       |
| 4.3.1.4       | Phasensteller / Einstellung der Signalphase                                 | Phase rotator / signal phase setting                                                          |
| 4.3.2         | Signalanzeige (Anzeige)                                                     | Signal display                                                                                |
| 4.3.3         | Auswerteschwellen (Blenden)                                                 | Evaluation thresholds (gates)                                                                 |
| 4.3.3.1       | Blendentypen                                                                | Types of gates                                                                                |
| 4.3.4         | Analogausgang                                                               | Analog output                                                                                 |
|               |                                                                             |                                                                                               |
| <b>5.</b>     | <b>Auswertetechniken</b>                                                    | <b>Evaluation techniques</b>                                                                  |
| <b>5.1</b>    | <b>Informationsgehalt von Wirbelstromanzeigen</b>                           | <b>Information content of eddy current indications</b>                                        |
| <b>5.2</b>    | <b>Betragsauswertung</b>                                                    | <b>Absolute value evaluation</b>                                                              |
| <b>5.3</b>    | <b>Phasen-Amplituden-Auswertung</b>                                         | <b>Phase amplitude evaluation</b>                                                             |
| <b>5.4</b>    | <b>Komponentenauswertung</b>                                                | <b>Component evaluation</b>                                                                   |
| <b>5.5</b>    | <b>Phasenauswertung</b>                                                     | <b>Phase evaluation</b>                                                                       |
| <b>5.6</b>    | <b>Signalformauswertung (Mustererkennung)</b>                               | <b>Signal shape evaluation (exemplary recognition)</b>                                        |
| <b>5.7</b>    | <b>Mehrfrequenzverfahren und Frequenzverknüpfungen</b>                      | <b>Multi-frequency methods and frequency mixes</b>                                            |
|               |                                                                             |                                                                                               |
| <b>6.</b>     | <b>Sortier- und Verwechslungsprüfung</b>                                    | <b>Sorting and mixed-up components tests</b>                                                  |
| <b>6.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                           | <b>Introduction</b>                                                                           |
| <b>6.2</b>    | <b>Prüfparameter</b>                                                        | <b>Test parameters</b>                                                                        |
| 6.2.1         | Eingesetzte Frequenzbereiche                                                | Frequency ranges used                                                                         |
| 6.2.2         | Sensorik/Störgrößen                                                         | Probe technology/interference variables                                                       |
| <b>6.3</b>    | <b>Technologische Grundlagen</b>                                            | <b>Technological basics</b>                                                                   |
| 6.3.1         | Monofrequente Wirbelstromprüfung                                            | Single frequency eddy current testing                                                         |
| 6.3.2         | Serielle Mehrfrequenzprüfung                                                | Serial multi-frequency testing                                                                |
| 6.3.3         | Simultane Impuls-Mehrfrequenzprüfung                                        | Simultaneous pulse multi-frequency testing                                                    |
| 6.3.4         | Oberwellenauswertung                                                        | Harmonic waves evaluation                                                                     |
| <b>6.4</b>    | <b>Beispiele</b>                                                            | <b>Examples</b>                                                                               |
|               |                                                                             |                                                                                               |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b>                                       | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>                                         |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                | <b>Subjects</b>                                                                  |
|               |                                                                              |                                                                                  |
| 6.4.1         | Kontrolle von Schmiedeteilen                                                 | Control of forged parts                                                          |
| 6.4.2         | Stabstahl-/ Rohrprüfung                                                      | Steel bar/tube testing                                                           |
| 6.4.3         | Prüfung der Härtetiefe an Zahnstangen                                        | Testing the hardness depth on gear rods                                          |
| <b>6.5</b>    | <b>Ausblick</b>                                                              | <b>Outlook</b>                                                                   |
|               |                                                                              |                                                                                  |
| <b>7.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Rohren, Stangen und Drähten (Außenrohrprüfung)</b> | <b>Eddy current testing of pipes, rods and wires (external testing of tubes)</b> |
| <b>7.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                            | <b>Introduction</b>                                                              |
| <b>7.2</b>    | <b>Objektkunde und Fehlerkatalog</b>                                         | <b>Object knowledge and defect catalogue</b>                                     |
| 7.2.1         | Vorbemerkungen                                                               | Preliminary remarks                                                              |
| 7.2.2         | Vormaterial von Stangen, Draht, nahtloses Rohr                               | Raw material of bars, wire, seamless tube                                        |
| 7.2.3         | Nahtlose Rohre                                                               | Seamless tubes                                                                   |
| 7.2.4         | Geschweißte Rohre                                                            | Welded tubes                                                                     |
| 7.2.5         | Fehlerkatalog                                                                | Defect catalog                                                                   |
| <b>7.3</b>    | <b>Regelwerke</b>                                                            | <b>Regulations</b>                                                               |
| 7.3.1         | CEN-Normen                                                                   | CEN standards                                                                    |
| 7.3.2         | Andere Regelwerke                                                            | Other regulations                                                                |
| <b>7.4</b>    | <b>Prüftechnik</b>                                                           | <b>Testing technology</b>                                                        |
| 7.4.1         | Allgemeines                                                                  | General information                                                              |
| 7.4.2         | Durchlauftechnik                                                             | Feed-through technique                                                           |
| 7.4.3         | Durchlaufsensoren                                                            | Coaxial encircling probes                                                        |
| 7.4.4         | Segmentsensoren                                                              | Segment probes                                                                   |
| 7.4.5         | Magnetische Sättigung                                                        | Magnetic saturation                                                              |
| 7.4.6         | Rotierende Sensoren                                                          | Rotating probes                                                                  |
| 7.4.7         | Auswahl des Prüfsensors                                                      | Test probe selection                                                             |
| <b>7.5</b>    | <b>Auswahl der Prüffrequenz</b>                                              | <b>Selection of the test frequency</b>                                           |
| 7.5.1         | Allgemeines                                                                  | General information                                                              |
| 7.5.2         | Monofrequente Wirbelstromprüfung                                             | Single-frequency eddy current testing                                            |
| 7.5.3         | Mehrfrequente Wirbelstromprüfung                                             | Multi-frequency eddy current testing                                             |
| 7.5.4         | Impulswirbelstromprüfung                                                     | Pulsed eddy current testing                                                      |
| <b>7.6</b>    | <b>Prüfzeitpunkte</b>                                                        | <b>Testing stages</b>                                                            |
| 7.6.1         | Allgemeines                                                                  | General information                                                              |
| 7.6.2         | Abnahmeprüfung im Auslieferungszustand (Offline)                             | Acceptance test in condition as supplied to customer (offline)                   |
| 7.6.3         | Prüfung in der Produktionslinie (Online)                                     | Testing during production (online)                                               |
| <b>7.7</b>    | <b>Justier- oder Kontrollkörper</b>                                          | <b>Calibration or control block</b>                                              |
| 7.7.1         | Anforderungen an Justierkörper                                               | Requirements for calibration blocks                                              |
| 7.7.2         | Vergleichsfehler bei Durchlauftechnik                                        | Reference defects for feed-through technique                                     |
| 7.7.3         | Vergleichsfehler bei der Rotiertechnik                                       | Reference defects for rotation technique                                         |
| <b>7.8</b>    | <b>Einstellung der Prüfanlage</b>                                            | <b>Adjustment of the test system</b>                                             |
| <b>7.9</b>    | <b>Auswertung</b>                                                            | <b>Evaluation</b>                                                                |
| 7.9.1         | Stahlrohre                                                                   | Steel pipes                                                                      |
| 7.9.2         | Kupferrohre                                                                  | Copper tubes                                                                     |
|               |                                                                              |                                                                                  |
|               |                                                                              |                                                                                  |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b>                               | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>                             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                        | <b>Subjects</b>                                                      |
| 7.9.3         | Auswertetechniken bei Drahtmaterial                                  | Evaluation techniques for wire material                              |
| 8.            | <b>Wirbelstromprüfung von Wärmetauscherrohren (Innenrohrprüfung)</b> | Eddy current testing of heat exchanger tubes (internal tube testing) |
| 8.1           | <b>Aufbau und Schädigungserscheinungen von Wärmetauschern</b>        | Structure of heat exchangers and signs of damage                     |
| 8.1.1         | Einleitung                                                           | Introductory remarks                                                 |
| 8.1.2         | Funktionsweise des Wärmetauschers                                    | How the heat exchanger works                                         |
| 8.1.3         | Schäden an Wärmetauscherrohren                                       | Damage of heat exchanger pipes                                       |
| 8.2           | <b>Frequenzauswahl</b>                                               | Frequency selection                                                  |
| 8.2.1         | Konzept der Grenzfrequenz                                            | Limiting frequency concept                                           |
| 8.2.2         | Konzept von Cecco                                                    | Concept by Cecco                                                     |
| 8.3           | <b>Typische Anzeigen</b>                                             | Typical indications                                                  |
| 8.4           | <b>Standardtechniken</b>                                             | Standard techniques                                                  |
| 8.4.1         | Regelwerke                                                           | Regulations                                                          |
| 8.4.2         | Phasenauswertung                                                     | Phase evaluation                                                     |
| 8.4.3         | Unterdrückung von Strukturteil-Signalen durch Frequenzmix-Technik    | Suppression of structural part signals by frequency mixing technique |
| 8.4.4         | Absolut- und Differenzsignalauswertung                               | Absolute and differential signal evaluation                          |
| 8.5           | <b>Spezielle Analysetechniken</b>                                    | Special analysis techniques                                          |
| 8.5.1         | Notwendigkeit spezieller Analysetechniken                            | Need for special analysis techniques                                 |
| 8.5.2         | Prüfung mit rotierenden Tastsensoren                                 | Testing with rotating probes                                         |
| 8.5.3         | Prüfung mit Multi-Tastsensoren                                       | Testing with multi-surface probes                                    |
| 8.5.4         | Prüfung mit Array Sensoren                                           | Testing with array probes                                            |
| 8.5.5         | Prüfung mit Fernfeld Sensoren                                        | Testing with remote field probes                                     |
| 8.6           | <b>Dokumentation der Prüfergebnisse</b>                              | Documentation of test results                                        |
| 9.            | <b>Pflichtliteratur</b>                                              | Required reading *                                                   |
| 9.1           | <b>FBV02-07-21-Rev0.0 - Formelsammlung</b>                           | FBV02-07-21-EN-Rev0.0 – Collection of formulas                       |
| 9.2           | <b>FBV02-07-26- I-EMM-1 Rev1.0 - Musteranweisung</b>                 | <b>FBV02-07-26- I-EMM-1-EN Rev1.0 - NDT Instruction</b>              |
| 9.3           | <b>FBV02-07-25- I-EPV-1 Rev2.0 - Musteranweisung</b>                 | <b>FBV02-07-25- I-EPV-1-EN Rev2.0 - NDT Instruction</b>              |
| 9.4           | <b>DIN EN ISO 10893-1:2020-10</b>                                    | EN ISO 10893-1:2011 + A1:2020                                        |
| 9.5           | <b>DIN EN ISO 10893-2:2020-10</b>                                    | EN ISO 10893-2: 2011 + A1:2020                                       |
| 9.6           | <b>DIN EN ISO 15549:2019-10</b>                                      | EN ISO 15549:2019                                                    |
| 9.7           | <b>DIN EN ISO 17643:2015-12</b>                                      | EN ISO 17643:2015                                                    |
| 9.8           | <b>DIN 25435-6:2014-01</b>                                           | DIN 25435-6:2014-01                                                  |
| 10.           | <b>Referenzliteratur</b>                                             | Recommended reading *                                                |
| 10.1          | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                                         | EN 1330-1:2014                                                       |
| 10.2          | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                                         | EN 1330-2:1998                                                       |
| 10.3          | <b>DIN EN ISO 12718:2019-12</b>                                      | EN ISO 12718:2019                                                    |
| 10.4          | <b>DIN EN 1971-1:2020-02</b>                                         | EN 1971-1:2019                                                       |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2</b>        |
|---------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                          | <b>Subjects</b>                                 |
|               |                                        |                                                 |
| <b>10.5</b>   | <b>DIN EN 1971-2:2020-02</b>           | <b>EN 1971-2:2019</b>                           |
|               |                                        |                                                 |
|               |                                        | * or national equivalent of the cited standards |

| <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2 – Innenrohrprüfung</b> |                                                                                                                         | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2 – internal testing of tubes</b>                                            |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b>                                             | <b>Themen</b>                                                                                                           | <b>Subjects</b>                                                                                                 |
| <b>1.</b>                                                 | <b>Physikalische Grundlagen der Wirbelstromprüfung</b>                                                                  | Physical principles of eddy current testing                                                                     |
| <b>1.1</b>                                                | <b>Elektrische Ladungen und elektrisches Feld</b>                                                                       | Electrical charges and electrical field                                                                         |
| <b>1.2</b>                                                | <b>Gleichstromkreis und Ohm'sches Gesetz</b>                                                                            | Direct-current circuit and Ohm's law                                                                            |
| <b>1.3</b>                                                | <b>Materialspezifische Kennwerte</b>                                                                                    | Material specific parameters                                                                                    |
| <b>1.4</b>                                                | <b>Magnetisches Feld</b>                                                                                                | Magnetic field                                                                                                  |
| <b>1.5</b>                                                | <b>Dauermagnete</b>                                                                                                     | Permanent magnets                                                                                               |
| <b>1.6</b>                                                | <b>Die Spule im Gleichstromkreis</b>                                                                                    | The coil under influence of the direct-current circuit                                                          |
| <b>1.7</b>                                                | <b>Materialien im Magnetfeld</b>                                                                                        | Material in interaction with the magnetic field                                                                 |
| <b>1.8</b>                                                | <b>Induktion</b>                                                                                                        | Induction                                                                                                       |
| <b>1.9</b>                                                | <b>Sinusförmige Wechselgrößen</b>                                                                                       | Sinusoidal changing parameters                                                                                  |
| <b>1.10</b>                                               | <b>Die Spule im Wechselstromkreis</b>                                                                                   | The coil in interaction with the alternating current circuit                                                    |
| <b>1.11</b>                                               | <b>Entstehung von Wirbelströmen</b>                                                                                     | Formation of eddy currents                                                                                      |
| <b>1.12</b>                                               | <b>Wirbelstromdichte und Phasenverschiebung</b>                                                                         | Eddy current density and phase shift                                                                            |
| <b>1.13</b>                                               | <b>Wirbelstromverlauf an Materialinhomogenitäten</b>                                                                    | Eddy current distribution around material inhomogeneities                                                       |
| <b>2.</b>                                                 | <b>Die Impedanzebene als Darstellungsform</b>                                                                           | The impedance plane as a means of display format                                                                |
| <b>2.1</b>                                                | <b>Einleitung</b>                                                                                                       | Introduction                                                                                                    |
| <b>2.2</b>                                                | <b>Einfluss des Prüfgegenstandes auf die Spulenimpedanz</b>                                                             | Influencing factors of test specimen on coil impedance                                                          |
| <b>2.3</b>                                                | <b>Grundlagen der Impedanzebenen-darstellungen</b>                                                                      | Basics of impedance plane representations                                                                       |
| <b>2.3.1</b>                                              | Relevante Einflussgrößen                                                                                                | Relevant influence factors                                                                                      |
| <b>2.3.2</b>                                              | Normierte Impedanzebenendarstellung                                                                                     | Normalized impedance plane diagram                                                                              |
| <b>2.3.3</b>                                              | Verteilung der Wirbelstromdichte und Grenzfrequenz (Ähnlichkeitsgesetz der Wirbelstromprüfung)                          | Distribution of eddy current density and limiting frequency value (similarity law of eddy current testing)      |
| <b>2.4</b>                                                | <b>Ausgewählte Impedanzebenen-Darstellungen bei verschiedenen Prüfparametern und variierenden Prüflingeigenschaften</b> | Selected Impedance plane representations with various test parameters and varying test specimen characteristics |
| <b>2.4.1</b>                                              | Elektrische Leitfähigkeit und Prüffrequenz                                                                              | Electrical conductivity and test frequency                                                                      |
| <b>2.4.2</b>                                              | Sensorabstand bzw. Füllfaktor                                                                                           | Lift-Off or filling factor                                                                                      |
| <b>2.4.3</b>                                              | Oberflächendefekte                                                                                                      | Surficial area defects                                                                                          |
| <b>2.4.4</b>                                              | Verdeckte Fehler                                                                                                        | Subsurface defects                                                                                              |
| <b>2.4.5</b>                                              | Wanddicke                                                                                                               | Wall thickness                                                                                                  |
| <b>2.4.6</b>                                              | Relative Permeabilität                                                                                                  | Relative permeability                                                                                           |
| <b>3.</b>                                                 | <b>Wirbelstrom-Sensoren</b>                                                                                             | Eddy current probes                                                                                             |
| <b>3.1</b>                                                | <b>Einleitung</b>                                                                                                       | Introduction                                                                                                    |
| <b>3.2</b>                                                | <b>Sensorbauarten</b>                                                                                                   | Sensor types                                                                                                    |



|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2 –<br/>Innenrohrprüfung</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2 –<br/>internal testing of tubes</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                 | <b>Subjects</b>                                                          |
|               |                                                               |                                                                          |
| 3.2.1         | Sensor-Familien                                               | Sensor type families                                                     |
| 3.2.1.1       | Tastsensoren                                                  | Tip probes                                                               |
| 3.2.1.2       | Durchlaufsensoren                                             | Feed through probes                                                      |
| 3.2.1.2.1     | Außendurchlaufsensoren                                        | Encircling coil probes                                                   |
| 3.2.1.2.2     | Innendurchlaufsensoren                                        | Bobbin coil probes                                                       |
| 3.2.1.3       | Segmentsensoren                                               | Segment probes                                                           |
| 3.2.1.4       | Array Sensoren                                                | Array probes                                                             |
| 3.2.2         | Sensor Funktionen                                             | Sensor operating mode                                                    |
| 3.2.2.1       | Parametrische Sensoren                                        | Parametric circuit sensors                                               |
| 3.2.2.2       | Transformatorische Sensoren                                   | Transformer circuit sensors                                              |
| 3.2.2.3       | Sensoren in Brückenordnung                                    | Bridge circuit sensors                                                   |
| 3.2.3         | Messmodus                                                     | Testing method                                                           |
| 3.2.3.1       | Absolut Sensoren                                              | Absolute probes                                                          |
| 3.2.3.2       | Differenz Sensoren                                            | Differential probes                                                      |
| 3.2.4         | Sensoreigenschaften                                           | Probe characteristics                                                    |
| 3.2.4.1       | Geometrische Anordnung                                        | Geometrical arrangement                                                  |
| 3.2.4.2       | Abschirmung von Sensoren                                      | Sensor shielding                                                         |
| 3.2.4.3       | Fokussierung                                                  | Focussing                                                                |
| 3.2.5         | Externe Einflüsse                                             | External influences                                                      |
| 3.2.6         | Spezielle Sensorbauarten                                      | Special sensor types                                                     |
| 3.2.6.1       | Auswahlkriterien                                              | Selection criteria                                                       |
| 3.2.6.2       | Hufeisen Sensor                                               | Horseshoe probe                                                          |
| 3.2.6.3       | Fernfeld Sensor                                               | Remote field probe                                                       |
| 3.3           | <b>Verbindungselemente</b>                                    | <b>Interconnecting components</b>                                        |
| 3.4           | <b>Physikalische Kenngrößen</b>                               | <b>Physical operation parameters</b>                                     |
| 3.5           | <b>Elektrische Kenngrößen</b>                                 | <b>Electrical operation parameters</b>                                   |
| 3.5.1         | Kenndaten einer Spule                                         | Coil specifications                                                      |
| 3.6           | <b>Funktionskenngrößen</b>                                    | <b>Area of operation</b>                                                 |
| 3.6.1         | Richtungsverhalten                                            | Probe orientation related properties                                     |
| 3.6.2         | Kippverhalten                                                 | Probe tilting related properties                                         |
| 3.6.2         | Ansprechverhalten auf elementare Inhomogenitäten              | Responding behavior for basic inhomogeneities                            |
| 3.6.3         | Spulenwirkbreite                                              | Effective coil width                                                     |
| 3.6.4         | Spurbreite                                                    | Scanning track width                                                     |
| 3.6.5         | Weitere Funktionskenngrößen                                   | Further operation parameters                                             |
| 3.7           | <b>Verifizierung der Sensor Eigenschaften</b>                 | <b>Verification of the probe properties</b>                              |
|               |                                                               |                                                                          |
| 4.            | <b>Geräteaufbau und Gerätefunktionen</b>                      | <b>Equipment configuration and mode of operation</b>                     |
| 4.1           | <b>Grundaufbau</b>                                            | <b>Basic configuration</b>                                               |
| 4.1.1         | Allgemeines                                                   | General information                                                      |
| 4.1.2         | Blockschaltbild                                               | Block diagram                                                            |
| 4.1.3         | Abtastrate / Abtastfrequenz und Prüfgeschwindigkeit           | Sampling rate / sampling frequency and testing speed                     |
| 4.2           | <b>HF-Signalteil des Wirbelstrom-Prüfgerätes</b>              | <b>HF signal unit of the eddy current testing device</b>                 |

| <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2 – Innenrohrprüfung</b> |                                                                             | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2 – internal testing of tubes</b>                          |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b>                                             | <b>Themen</b>                                                               | <b>Subjects</b>                                                                               |
| 4.2.1                                                     | Frequenzgenerator                                                           | Frequency generator                                                                           |
| 4.2.1.1                                                   | Prüffrequenz / Eindringtiefe                                                | Test frequency / penetration depth                                                            |
| 4.2.1.2                                                   | Erregerstromstärke / Prüfempfindlichkeit                                    | Exciting current / testing sensitivity                                                        |
| 4.2.2                                                     | Zusammenspiel Sendeverstärker, Sensor und Empfängerverstärker               | Interaction between transmitter amplifier, probe and receiver amplifier                       |
| 4.2.3                                                     | Empfangsverstärker und Demodulation                                         | Transmitter amplifier and demodulation                                                        |
| 4.2.4                                                     | Mehrfrequenztechnik                                                         | Multi-frequency technique                                                                     |
| 4.2.4.1                                                   | Simultane Mehrfrequenztechnik                                               | Simultaneous multi-frequency technique                                                        |
| 4.2.4.2                                                   | Multiplextechnik                                                            | Multiplex technique                                                                           |
| 4.3                                                       | <b>NF Signalteil des Wirbelstromgerätes – Optimierung der Prüfparameter</b> | <b>LF signal unit of the eddy current testing device – optimization of testing parameters</b> |
| 4.3.1                                                     | NF-Signalaufbereitung                                                       | LF signal processing                                                                          |
| 4.3.1.1                                                   | Nullpunktabgleich / Einstellung des Arbeitspunktes                          | Zero balancing / working point setting                                                        |
| 4.3.1.2                                                   | Hauptverstärker / Einstellung Signalamplitude und Signal-Rausch-Abstand     | Master amplifier / signal amplitude setting and signal to noise ratio                         |
| 4.3.1.3                                                   | Filter / Unterdrückung von HF- und NF-Störsignalen                          | Filters / suppression of HF and LF interference signals                                       |
| 4.3.1.4                                                   | Phasensteller / Einstellung der Signalphase                                 | Phase rotator / signal phase setting                                                          |
| 4.3.2                                                     | Signaldarstellung (Anzeige)                                                 | Signal display                                                                                |
| 4.3.3                                                     | Auswerteschwellen (Blenden)                                                 | Evaluation thresholds (gates)                                                                 |
| 4.3.3.1                                                   | Blendentypen                                                                | Types of gates                                                                                |
| 4.3.4                                                     | Analogausgang                                                               | Analog output                                                                                 |
| 5.                                                        | <b>Auswertetechniken</b>                                                    | <b>Evaluation techniques</b>                                                                  |
| 5.1                                                       | <b>Informationsgehalt von Wirbelstromanzeigen</b>                           | <b>Information content of eddy current indications</b>                                        |
| 5.2                                                       | <b>Betragsauswertung</b>                                                    | <b>Absolute value evaluation</b>                                                              |
| 5.3                                                       | <b>Phasen-Amplituden-Auswertung</b>                                         | <b>Phase amplitude evaluation</b>                                                             |
| 5.4                                                       | <b>Komponentenauswertung</b>                                                | <b>Component evaluation</b>                                                                   |
| 5.5                                                       | <b>Phasenauswertung</b>                                                     | <b>Phase evaluation</b>                                                                       |
| 5.6                                                       | <b>Signalformauswertung (Mustererkennung)</b>                               | <b>Signal shape evaluation (exemplary recognition)</b>                                        |
| 5.7                                                       | <b>Mehrfrequenzverfahren und Frequenzverknüpfungen</b>                      | <b>Multi-frequency methods and frequency mixes</b>                                            |
| 8.                                                        | <b>Wirbelstromprüfung von Wärmetauscherrohren</b>                           | <b>Eddy current testing of heat exchanger tubes</b>                                           |
| 8.1                                                       | <b>Aufbau und Schädigungserscheinungen von Wärmetauschern</b>               | <b>Structure of heat exchangers and signs of damage</b>                                       |
| 8.1.1                                                     | Einleitung                                                                  | Introductory remarks                                                                          |
| 8.1.2                                                     | Funktionsweise des Wärmetauschers                                           | How the heat exchanger works                                                                  |
| 8.1.3                                                     | Schäden an Wärmetauscherrohren                                              | Damage of heat exchanger pipes                                                                |
| 8.2                                                       | <b>Frequenzauswahl</b>                                                      | <b>Frequency selection</b>                                                                    |
| 8.2.1                                                     | Konzept der Grenzfrequenz                                                   | Limit frequency concept                                                                       |
| 8.2.2                                                     | Konzept von Cecco                                                           | Concept by Cecco                                                                              |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 2 –<br/>Innenrohrprüfung</b> | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 2 –<br/>internal testing of tubes</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                 | <b>Subjects</b>                                                          |
|               |                                                               |                                                                          |
| <b>8.3</b>    | <b>Typische Anzeigen</b>                                      | Typical indications                                                      |
| <b>8.4</b>    | <b>Standardtechniken</b>                                      | Standard techniques                                                      |
| 8.4.1         | Regelwerke                                                    | Regulations                                                              |
| 8.4.2         | Phasenauswertung                                              | Phase evaluation                                                         |
| 8.4.3         | Unterdrückung von Struktursignalen durch Mix-Technik          | Suppression of structural signals by mixing technique                    |
| 8.4.4         | Absolut- und Differenzsignalauswertung                        | Absolute and differential signal evaluation                              |
| <b>8.5</b>    | <b>Spezielle Analysetechniken</b>                             | Special analysis techniques                                              |
| 8.5.1         | Notwendigkeit spezieller Analysetechniken                     | Need for special analysis techniques                                     |
| 8.5.2         | Prüfung mit rotierenden Tastsensoren                          | Testing with rotating probes                                             |
| 8.5.3         | Prüfung mit Multi-Tastsensoren                                | Testing with multi-surface probes                                        |
| <b>8.6</b>    | <b>Dokumentation der Prüfergebnisse</b>                       | Documentation of test results                                            |
|               |                                                               |                                                                          |
| <b>9.</b>     | <b>Pflichtliteratur</b>                                       | Required reading *                                                       |
| <b>9.1</b>    | <b>FBV02-07-21-Rev0.0 - Formelsammlung</b>                    | FBV02-07-21-EN-Rev0.0 – Collection of formulas                           |
| <b>9.2</b>    | <b>FBV02-07-26- I-EMM-1 Rev1.0 - Musteranweisung</b>          | <b>FBV02-07-26- I-EMM-1-EN Rev1.0 - NDT Instruction</b>                  |
| <b>9.3</b>    | <b>FBV02-07-25- I-EPV-1 Rev2.0 - Musteranweisung</b>          | <b>FBV02-07-25- I-EPV-1-EN Rev2.0 - NDT Instruction</b>                  |
| <b>9.6</b>    | <b>DIN EN ISO 17643:2015-12</b>                               | EN ISO 17643:2015                                                        |
| <b>9.7</b>    | <b>DIN EN ISO 15549:2019-10</b>                               | EN ISO 15549:2019                                                        |
| <b>9.8</b>    | <b>DIN 25435-6:2014-01</b>                                    | DIN 25435-6:2014-01                                                      |
|               |                                                               |                                                                          |
| <b>10.</b>    | <b>Referenzliteratur</b>                                      | Recommended reading *                                                    |
| <b>10.1</b>   | <b>DIN EN 1330-1:2015-05</b>                                  | EN 1330-1:2014                                                           |
| <b>10.2</b>   | <b>DIN EN 1330-2:1998-12</b>                                  | EN 1330-2:1998                                                           |
| <b>10.3</b>   | <b>DIN EN ISO 12718:2019-12</b>                               | EN ISO 12718:2019                                                        |
| <b>10.5</b>   | <b>DIN EN 1971-2:2020-02</b>                                  | EN 1971-2:2019                                                           |
|               |                                                               |                                                                          |
|               |                                                               | * or national equivalent of the cited standards                          |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                                            | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                                            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                     | <b>Subjects</b>                                                                     |
|               |                                                                                   |                                                                                     |
| <b>1.</b>     | <b>Grundlagen der Wirbelstromprüfung</b>                                          | Principles of eddy current testing                                                  |
| <b>1.1</b>    | <b>Physikalische Grundlagen der Wirbelstrom Prüfung: E-Technik</b>                | Physical Principles of Eddy Current Testing: Electricity                            |
| 1.1.1         | Elektrisches Feld                                                                 | Electric field                                                                      |
| 1.1.2         | Gleichstromkreis und elektrische Eigenschaften von Materialien                    | DC circuit and electrical properties of materials                                   |
| 1.1.3         | Das magnetische Feld                                                              | The magnetic field                                                                  |
| 1.1.3.1       | Dauermagnete                                                                      | Permanent magnets                                                                   |
| 1.1.3.2       | Magnetfeld um stromdurchflossene Leiter                                           | Magnetic field around current-carrying conductors                                   |
| 1.1.4         | Verknüpfung elektrischer und magnetischer Felder                                  | Combining electric and magnetic fields                                              |
| 1.1.5         | Magnetisierung ferromagnetischer Stoffe                                           | Magnetization of ferromagnetic materials                                            |
| 1.1.6         | Magnetischer Fluss und Induktion                                                  | Magnetic flux and induction                                                         |
| 1.1.7         | Induktivität                                                                      | Inductance                                                                          |
| 1.1.8         | Die Spule                                                                         | The coil                                                                            |
| 1.1.9         | Methoden der Wirbelstromprüfung                                                   | Methods of eddy current testing                                                     |
| 1.1.9.1       | Impedanz-Methode                                                                  | Impedance method                                                                    |
| 1.1.9.2       | Sender-Empfänger-Methode                                                          | Sender-receiver method                                                              |
| <b>1.2</b>    | <b>Eigenschaften von Wirbelströmen</b>                                            | <b>Properties of eddy currents</b>                                                  |
| 1.2.1         | Entstehung von Wirbelströmen                                                      | Formation of eddy currents                                                          |
| 1.2.2         | Wirbelstromdichte und Phasenverschiebung                                          | Eddy current density and phase shift                                                |
| 1.2.3         | Wirbelstromverlauf an Materialinhomogenitäten und Signalentstehung                | Eddy current progression around material inhomogeneities and signal generation      |
| <b>1.3</b>    | <b>Impedanzebene</b>                                                              | <b>Impedance plane</b>                                                              |
| 1.3.1         | Verteilung der Feldstärke und Wirbelstromdichte in zylindrischen Prüfgegenständen | Distribution of field strength and eddy current density in cylindrical test objects |
| 1.3.2         | Effektive Permeabilität und Ähnlichkeitsgesetz                                    | Effective permeability and similarity law                                           |
| 1.3.3         | Entstehung der Impedanzebene                                                      | Origin of the impedance plane                                                       |
| 1.3.4         | Normierte Impedanzebenendarstellung                                               | Normalized impedance plane representation                                           |
| 1.3.5         | Impedanzebenendarstellungen für verschiedene Prüfgegenstandsparameter             | Impedance plane representations for various test object parameters                  |
| 1.3.5.1       | Prüffrequenz und elektrische Leitfähigkeit                                        | Test frequency and electrical conductivity                                          |
| 1.3.5.2       | Sensorabstand: Lift-Off bzw. Füllfaktor                                           | Probe distance: lift-off or fill factor                                             |
| 1.3.5.3       | Materialinhomogenitäten                                                           | Material inhomogeneities                                                            |
| 1.3.5.4       | Wanddicke                                                                         | Wall thickness                                                                      |
| 1.3.6         | Durchmessereffekt und Permeabilität                                               | Diameter effect and permeability                                                    |
|               |                                                                                   |                                                                                     |
| <b>2.</b>     | <b>Standardtechniken der Wirbelstromprüfung</b>                                   | Standard techniques of eddy current testing                                         |
| <b>2.1</b>    | <b>Normative Grundlagen</b>                                                       | Normative principles                                                                |
| <b>2.2</b>    | <b>Anwendungsmöglichkeiten</b>                                                    | Possible applications                                                               |
| <b>2.3</b>    | <b>Prüfzweck</b>                                                                  | Test purpose                                                                        |
|               |                                                                                   |                                                                                     |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                     | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>               |
|---------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                              | <b>Subjects</b>                                        |
|               |                                                            |                                                        |
| <b>2.4</b>    | <b>Prüfsensoren und Prüftechniken</b>                      | <b>Test probes and test techniques</b>                 |
| 2.4.1         | Statische und dynamische Prüfung                           | Static and dynamic testing                             |
| 2.4.2         | Prüfgegenstand und Sensorform                              | Test object and probe shape                            |
| 2.4.3         | Prüfaufgabe und Sensortyp                                  | Test task and probe type                               |
| 2.4.4         | Fehlerart und Sensorart                                    | Defect type and probe type                             |
| <b>2.5</b>    | <b>Referenz- oder Bezugskörper</b>                         | <b>Reference or reference block</b>                    |
| <b>2.6</b>    | <b>Geräteeinstellung/Prüfparameter</b>                     | <b>Equipment settings/Test parameters</b>              |
| 2.6.1         | Allgemeines                                                | General information                                    |
| 2.6.2         | Prüffrequenzen                                             | Test frequencies                                       |
| 2.6.3         | Empfindlichkeits- und Phaseneinstellung                    | Sensitivity and phase adjustment                       |
| 2.6.4         | Erregerstromstärke                                         | Exciter current                                        |
| 2.6.5         | Filter                                                     | Filters                                                |
| <b>2.7</b>    | <b>Abtasten des Prüfgegenstandes</b>                       | <b>Scanning the test object</b>                        |
| 2.7.1         | Vorbereitung der Prüffläche                                | Preparation of the test surface                        |
| 2.7.2         | Prüfgeschwindigkeit                                        | Test speed                                             |
| 2.7.3         | Prüfumfang                                                 | Test scope                                             |
| <b>2.8</b>    | <b>Kontrolle der Geräteeinstellung während der Prüfung</b> | <b>Checking the equipment setting during the test</b>  |
| <b>2.9</b>    | <b>Datenaufnahme und -verarbeitung</b>                     | <b>Data acquisition and processing</b>                 |
| <b>2.10</b>   | <b>Datenanalyse und Zulässigkeit</b>                       | <b>Data analysis and acceptance</b>                    |
| <b>2.11</b>   | <b>Prüfbericht</b>                                         | <b>Test report</b>                                     |
| <b>2.12</b>   | <b>Maßnahmen nach der Prüfung</b>                          | <b>Measures after the test</b>                         |
|               |                                                            |                                                        |
| <b>3.</b>     | <b>Gerätetechnik für die Wirbelstromprüfung</b>            | <b>Equipment technology for eddy current testing</b>   |
| <b>3.1</b>    | <b>Blockschaltbild</b>                                     | <b>Block diagram</b>                                   |
| 3.1.1         | Allgemeine Anforderungen                                   | General requirements                                   |
| 3.1.2         | Signalerzeugung                                            | Signal generation                                      |
| 3.1.3         | Signalverarbeitung                                         | Signal processing                                      |
| 3.1.4         | Signaldarstellung                                          | Signal representation                                  |
| <b>3.2</b>    | <b>Geräteschaltungen</b>                                   | <b>Device circuits</b>                                 |
| 3.2.1         | Schwingkreisschaltung                                      | Oscillator circuit                                     |
| 3.2.2         | parametrische Schaltung (Absolutmessung)                   | Parametric circuit (absolute measurement)              |
| 3.2.3         | Brückenschaltung                                           | Bridge circuit                                         |
| 3.2.4         | transformatorische Schaltung                               | Transformer circuit                                    |
| 3.2.5         | OPV-Schaltung (Operationsverstärker)                       | OPV CIRCUIT                                            |
| <b>3.3</b>    | <b>Geräteklassen</b>                                       | <b>Equipment classes</b>                               |
| 3.3.1         | Resonanzsystem                                             | Resonance system                                       |
| 3.3.2         | CRT-Geräte mit sinusförmiger zeitlinearer Darstellung      | CRT devices with sinusoidal time-linear representation |
| 3.3.3         | CRT-Geräte mit linearer Darstellung der Zeitbasis          | CRT devices with linear time base display              |
| 3.3.4         | CRT-Geräte mit Impedanzebenendarstellung                   | CRT devices with impedance plane display               |
| <b>3.4</b>    | <b>Mehrfrequenzsysteme</b>                                 | <b>Multi-frequency systems</b>                         |
|               |                                                            |                                                        |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                           | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                    | <b>Subjects</b>                                             |
|               |                                                                  |                                                             |
| <b>3.5</b>    | <b>Eigenschaften moderner Wirbelstrom-Prüfgeräte</b>             | Properties of modern eddy current test equipment            |
|               |                                                                  |                                                             |
| <b>4.</b>     | <b>Wirbelstrom-Sensoren</b>                                      | Eddy current probes                                         |
| <b>4.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                | Introduction                                                |
| <b>4.2</b>    | <b>Bauformen</b>                                                 | Construction types                                          |
| 4.2.1         | Einleitung                                                       | Introduction                                                |
| 4.2.2         | Durchlaufsensoren mit Koaxialspulen                              | Bobbin probes with coaxial coils                            |
| 4.2.3         | Tastensensoren (Spulenchse senkrecht zur Oberfläche)             | surface probes (coil axis perpendicular to the surface)     |
| 4.2.4         | Spulen- und Wicklungstypen                                       | Coil types and winding types                                |
| <b>4.3</b>    | <b>Spulensysteme</b>                                             | <b>Coil systems</b>                                         |
| 4.3.1         | Allgemein                                                        | General information                                         |
| 4.3.2         | Parametrische Sensoren                                           | Parametric probes                                           |
| 4.3.3         | Transformatorische Sensoren                                      | Transformer probes                                          |
| <b>4.4</b>    | <b>Spulenschaltungen</b>                                         | <b>Coil circuits</b>                                        |
| 4.4.1         | Definition                                                       | Definition                                                  |
| 4.4.2         | Selbstvergleich und Fremdvergleich                               | Comparative measurement with local and external reference   |
| 4.4.3         | Gegenüberstellung der Schaltsysteme                              | Comparison of the circuit systems                           |
| <b>4.5</b>    | <b>Sensorkennwerte</b>                                           | <b>Probe parameters</b>                                     |
| <b>4.6</b>    | <b>Das Spulen-Magnetfeld beeinflussende Bauteile des Sensors</b> | Components of the probe influencing the coil magnetic field |
| <b>4.7</b>    | <b>Sensorauswahl und Sensortypen</b>                             | <b>Probe selection and probe types</b>                      |
| 4.7.1         | Auswahlkriterien                                                 | Selection criteria                                          |
| 4.7.2         | Durchlaufsensoren mit Koaxialspulen                              | Bobbin probes with coaxial coils                            |
| 4.7.3         | Tastensensoren                                                   | Surface probes                                              |
| 4.7.4         | Hufeisensensoren                                                 | Horseshoe probes                                            |
| 4.7.5         | Segmentsensoren                                                  | Segment probe                                               |
| 4.7.6         | Multi-Erreger-Empfänger-Sensor                                   | Multi-excitation receiver probe                             |
| 4.7.7         | Mehrfach-Differenzsensoren                                       | Multi-differential probes                                   |
| 4.7.8         | Längs- und Querfehlersensoren                                    | Longitudinal and transverse defect probes                   |
| 4.7.9         | Pluspoint-Sensoren                                               | Pluspoint probes                                            |
| <b>4.8</b>    | <b>Sensoren, nicht auf Spulen basierend</b>                      | <b>Probes, not based on coils</b>                           |
| 4.8.1         | Allgemein                                                        | General information                                         |
| 4.8.2         | Hall-Sensoren                                                    | Hall probes                                                 |
| 4.8.3         | Foliensensoren                                                   | Foil probes                                                 |
| 4.8.4         | SQUID-Sensoren                                                   | SQUID probes                                                |
| 4.8.5         | Ausblick                                                         | Outlook                                                     |
|               |                                                                  |                                                             |
| <b>5.</b>     | <b>Auswertung von Wirbelstromanzeigen</b>                        | Evaluation of eddy current indications                      |
| <b>5.1</b>    | <b>Wirbelstromsignal und Wirbelstromanzeige</b>                  | Eddy current signal and eddy current indication             |
| <b>5.2</b>    | <b>Anzeigengrundtypen</b>                                        | Basic indication types                                      |
| <b>5.3</b>    | <b>Metrische Auswertetechniken</b>                               | Metric evaluation techniques                                |
|               |                                                                  |                                                             |

|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                                    | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                             | <b>Subjects</b>                                                            |
|               |                                                                           |                                                                            |
| 5.3.1         | Allgemeines                                                               | General information                                                        |
| 5.3.2         | Betrags- oder Amplitudenauswertung                                        | Absolute value or amplitude evaluation                                     |
| 5.3.3         | Phasen- oder Tiefenauswertung                                             | Phase or depth evaluation                                                  |
| 5.3.4         | Komponentenauswertung (y-t)                                               | Component evaluation (y-t)                                                 |
| <b>5.4</b>    | <b>Signalformauswertung (nominale Auswertung)</b>                         | <b>Signal shape evaluation (nominal evaluation)</b>                        |
| 5.4.1         | Allgemeines                                                               | General information                                                        |
| 5.4.2         | Simulationstechnik                                                        | Simulation technique                                                       |
| 5.4.3         | Analysentechniken                                                         | Analytical techniques                                                      |
| <b>5.5</b>    | <b>Auswertung mit Hilfe von Frequenzverknüpfungen</b>                     | <b>Evaluation by means of frequency mixes</b>                              |
| 5.5.1         | Überlagerung von Struktur- und Fehleranzeigen                             | Interference of structure and defect indications                           |
| 5.5.2         | Das Linearitätsprinzip                                                    | The principle of linearity                                                 |
| 5.5.3         | Frequenzverknüpfungen                                                     | Frequency mixes                                                            |
| <b>5.6</b>    | <b>Spezielle Auswertetechniken bei Linienprüfung</b>                      | <b>Special evaluation techniques for inline testing</b>                    |
| 5.6.1         | Korrelationsauswertung                                                    | Correlation analysis                                                       |
| 5.6.2         | Statistische Auswertung                                                   | Statistical evaluation                                                     |
| <b>5.7</b>    | <b>Magneto-optische Sensoren</b>                                          | <b>Magneto-optical sensors</b>                                             |
|               |                                                                           |                                                                            |
| <b>6.</b>     | <b>Überwachung des Wirbelstrom-Prüfsystems</b>                            | <b>Monitoring of the eddy current testing system</b>                       |
| <b>6.1</b>    | <b>Übersicht und Hintergründe</b>                                         | <b>Overview and background</b>                                             |
| <b>6.2</b>    | <b>Elektrische Kenngrößen</b>                                             | <b>Electrical parameters</b>                                               |
| 6.2.1         | Blockschaltbild                                                           | Block diagram                                                              |
| 6.2.2         | Kennwerte der Generatoreinheit des Prüfgeräts                             | Parameters of the generator unit of the test equipment                     |
| 6.2.3         | Elektrische Kennwerte von Sensoren/Spulen                                 | Electrical parameters of sensors/probes                                    |
| 6.2.4         | Kennwerte der Eingangsstufe des Prüfgeräts                                | Input stage parameters of the test equipment                               |
| 6.2.5         | Kennwerte der Signalverarbeitungsstufe des Prüfgeräts                     | Signal processing stage parameters of the test equipment                   |
| <b>6.3</b>    | <b>Funktionskenngrößen von Tastsensoren</b>                               | <b>Performance parameters of surface probes</b>                            |
| <b>6.4</b>    | <b>Funktionskenngrößen von Umfangssensoren mit Koaxialspulen</b>          | <b>Performance parameters of bobbin probes with coaxial coils</b>          |
|               |                                                                           |                                                                            |
| <b>7.</b>     | <b>Sondertechniken der Wirbelstromprüfung und verwandte Prüfverfahren</b> | <b>Special techniques of eddy current testing and related test methods</b> |
| <b>7.1</b>    | <b>Sortier- und Verwechslungsprüfung</b>                                  | <b>Sorting and mixed-up components testing</b>                             |
| 7.1.1         | Einleitung                                                                | Introduction                                                               |
| 7.1.2         | Prüfparameter                                                             | Test parameters                                                            |
| 7.1.2.1       | Eingesetzte Frequenzbereiche                                              | Frequency ranges used                                                      |
| 7.1.2.2       | Sensorik/Störgrößen                                                       | Sensor technology/disturbance variables                                    |
| 7.1.3         | Technologische Grundlagen                                                 | Technological basics                                                       |
| 7.1.3.1       | Monofrequente Wirbelstromprüfung                                          | Single frequency eddy current testing                                      |
|               |                                                                           |                                                                            |



|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                                | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                         | <b>Subjects</b>                                                              |
| 7.1.3.2       | Serielle Mehrfrequenzprüfung                                          | Multi-frequency serial testing                                               |
| 7.1.3.3       | Simultane Impuls-Mehrfrequenzprüfung                                  | Simultaneous pulse multi-frequency testing                                   |
| 7.1.3.4       | Oberwellenauswertung                                                  | Harmonic evaluation                                                          |
| 7.1.3.5       | Regression/Multiregression                                            | Regression/multi-regression                                                  |
| 7.1.4         | Beispiel 1: Kontrolle von Schmiedeteilen                              | Example 1: Control of forged parts                                           |
| 7.1.5         | Beispiel 2: Stabstahl-/ Rohrprüfung                                   | Example 2: Steel bar/tube testing                                            |
| 7.1.6         | Beispiel 3: Prüfung der Härtetiefe an Zahnstangen                     | Example 3: Testing the hardness depth on gear rods                           |
| 7.1.7         | Ausblick                                                              | Outlook                                                                      |
| <b>7.2</b>    | <b>Impuls-Wirbelstrom-Prüftechnik</b>                                 | <b>Pulse eddy current testing technique</b>                                  |
| 7.2.1         | Allgemeines                                                           | General information                                                          |
| 7.2.2         | Verfahrenstechnik                                                     | Application technique                                                        |
| 7.2.3         | Sensortechnik                                                         | Probe technique                                                              |
| 7.2.4         | Beispiele für Impuls-Wirbelstrom-Messsignale und aktuelle Anwendungen | Examples for pulse eddy current measurement signals and current applications |
| <b>7.3</b>    | <b>Fernfeld-Wirbelstrom-Prüftechnik</b>                               | <b>Remote-field eddy current testing technique</b>                           |
| 7.3.1         | Grundsätzliches                                                       | General information                                                          |
| 7.3.2         | Verfahrenstechnik                                                     | Technical functionality                                                      |
| 7.3.3         | Sensortechnik                                                         | Probe technique                                                              |
| 7.3.4         | Beispiele und aktuelle Anwendungen                                    | Examples and current applications                                            |
| <b>7.4</b>    | <b>Streuflussprüfung</b>                                              | <b>Flux leakage testing</b>                                                  |
| 7.4.1         | Theorie des Streuflusses                                              | Theory of flux leakage                                                       |
| 7.4.2         | Anwendungen der Streuflussprüfung: Allgemein                          | Applications of flux leakage testing: General                                |
| 7.4.3         | Anwendung: Rohrprüfung im Herstellerwerk                              | Application: Pipe inspection in the manufacturing plant                      |
| 7.4.4         | Anwendung: Drahtseilprüfung                                           | Application: wire cable testing                                              |
| 7.4.4.1       | Zweck                                                                 | Purpose                                                                      |
| 7.4.4.2       | Wie funktioniert die magnetinduktive Drahtseilprüfung?                | How does magneto-inductive wire cable testing work?                          |
| 7.4.4.3       | Aufzeichnung und Auswertung                                           | Recording and evaluation                                                     |
| <b>8.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Rohren, Stangen und Drähten</b>             | <b>Eddy current testing of tubes, rods and wires</b>                         |
| <b>8.1</b>    | <b>Einleitung</b>                                                     | <b>Introduction</b>                                                          |
| <b>8.2</b>    | <b>Fehlerkatalog</b>                                                  | <b>Defect catalog</b>                                                        |
| <b>8.3</b>    | <b>Regelwerke</b>                                                     | <b>Regulations</b>                                                           |
| 8.3.1         | CEN-Normen                                                            | CEN standards                                                                |
| 8.3.2         | Andere Regelwerke                                                     | Other regulations                                                            |
| <b>8.4</b>    | <b>Prüftechnik</b>                                                    | <b>Test technique</b>                                                        |
| 8.4.1         | Allgemein                                                             | General information                                                          |
| 8.4.2         | Durchlauftechnik                                                      | Bobbin technique                                                             |
| 8.4.3         | Durchlaufsensoren                                                     | Bobbin probes                                                                |
| 8.4.4         | Segmentsensoren                                                       | Segment probes                                                               |
| 8.4.5         | Magnetische Sättigung                                                 | Magnetic saturation                                                          |
|               |                                                                       |                                                                              |
|               |                                                                       |                                                                              |



|               | <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b>                                                                     | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b> | <b>Themen</b>                                                                                              | <b>Subjects</b>                                                                           |
| 8.4.6         | Rotierende Sensoren                                                                                        | Rotating probes                                                                           |
| 8.4.7         | Sensorauswahl / Spulensysteme                                                                              | Probe selection / Coil systems                                                            |
| <b>8.5</b>    | <b>Auswahl der Prüffrequenz</b>                                                                            | <b>Selection of the test frequency</b>                                                    |
| 8.5.1         | Allgemeines                                                                                                | General information                                                                       |
| 8.5.2         | Monofrequente Wirbelstromprüfung                                                                           | Single frequency eddy current testing                                                     |
| 8.5.3         | Mehrfrequente Wirbelstromprüfung                                                                           | Multi-frequency eddy current testing                                                      |
| 8.5.4         | Impulswirbelstromprüfung                                                                                   | Pulsed eddy current testing                                                               |
| <b>8.6</b>    | <b>Prüfzeitpunkte</b>                                                                                      | <b>Test time stages</b>                                                                   |
| 8.6.1         | Grundsätzliches                                                                                            | General information                                                                       |
| 8.6.2         | Prüfung in der Produktion (Online)                                                                         | Inspection in production (online)                                                         |
| <b>8.7</b>    | <b>Justier- oder Kontrollkörper</b>                                                                        | <b>Calibration block or control block</b>                                                 |
| 8.7.1         | Anforderungen an Justierkörper                                                                             | Requirements for calibration blocks                                                       |
| 8.7.2         | Vergleichsfehler bei Durchlauftechnik                                                                      | Comparison defect for the bobbin technique                                                |
| 8.7.3         | Vergleichsfehler bei der Rotiertechnik                                                                     | Comparison defect for the rotation technique                                              |
| <b>8.8</b>    | <b>Einstellung der Prüfanlage</b>                                                                          | <b>Adjustment of the test system</b>                                                      |
| <b>8.9</b>    | <b>Auswertung</b>                                                                                          | <b>Evaluation</b>                                                                         |
| 8.9.1         | Stahlrohre                                                                                                 | Steel tubes                                                                               |
| 8.9.2         | Kupferrohre                                                                                                | Copper tubes                                                                              |
| 8.9.3         | Auswertetechniken bei Drahtmaterial                                                                        | Evaluation techniques for wire material                                                   |
| <b>9.</b>     | <b>Wirbelstromprüfung von Kraftwerkskomponenten</b>                                                        | <b>Eddy current testing of power plant components</b>                                     |
| <b>9.1</b>    | <b>Regelwerke</b>                                                                                          | <b>Standards</b>                                                                          |
| <b>9.2</b>    | <b>Wirbelstromprüfung von Wärmetauscherrohren</b>                                                          | <b>Eddy current testing of heat exchanger tubes</b>                                       |
| 9.2.1         | Aufbau von Wärmetauschern und Schädigungserscheinungen                                                     | Structure of heat exchangers and damage indications                                       |
| 9.2.2         | Impedanzebenendarstellungen für die Prüfung von nichtferromagnetischen Rohren mit dem Innendurchlaufsensor | Impedance plane representations for testing non-ferromagnetic tubes with the bobbin probe |
| 9.2.3         | Typische Signalanzeigen                                                                                    | Typical signal indications                                                                |
| 9.2.4         | Phasenauswertung                                                                                           | Phase evaluation                                                                          |
| 9.2.5         | Frequenzverknüpfungen                                                                                      | Frequency mixes                                                                           |
| 9.2.6         | Wirbelstromprüfeinrichtung für Wärmetauscherrohre                                                          | Eddy current test equipment for heat exchanger tubes                                      |
| 9.2.7         | Spezielle Analysetechniken                                                                                 | Special analysis techniques                                                               |
| 9.2.7.1       | Notwendigkeit spezieller Analysetechniken                                                                  | Need for special analysis techniques                                                      |
| 9.2.7.2       | Prüfung mit rotierenden Tastsensoren                                                                       | Testing with rotating probes                                                              |
| 9.2.7.3       | Prüfung mit Multi-Tastsensoren                                                                             | Testing with multi-surface probes                                                         |
| <b>9.3</b>    | <b>Wirbelstromprüfung von Druckrohren</b>                                                                  | <b>Eddy current testing of pressure pipes</b>                                             |
| <b>10.</b>    | <b>Wirbelstromprüfung mit Tastsensoren</b>                                                                 | <b>Eddy current testing with surface probes</b>                                           |
| <b>10.1</b>   | <b>Allgemeines</b>                                                                                         | <b>General information</b>                                                                |
| <b>10.2</b>   | <b>Komponenten-Prüfung</b>                                                                                 | <b>Component testing</b>                                                                  |
| 10.2.1        | Allgemeines                                                                                                | General information                                                                       |

| <b>Wirbelstromprüfung (ET) Stufe 3</b> |                                                                                         | <b>Eddy Current Testing (ET) Level 3</b>                                    |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nr./No</b>                          | <b>Themen</b>                                                                           | <b>Subjects</b>                                                             |
| 10.2.2                                 | Fehlerdefinition                                                                        | Defect definition                                                           |
| 10.2.3                                 | Sensorauswahl                                                                           | Probe selection                                                             |
| 10.2.4                                 | Fehlerdefinition und Kontrollkörper                                                     | Defect definition and control block                                         |
| 10.2.5                                 | Beispiel I: Qualitätskontrolle an Druckstangen                                          | Example I: Quality control of pressure bars                                 |
| 10.2.6                                 | Beispiel II: Qualitätskontrolle an Radnaben                                             | Example II: Quality control on wheel hubs                                   |
| 10.2.7                                 | Beispiel III: Qualitätskontrolle an Nockenwellen                                        | Example III: Quality control of camshafts                                   |
| <b>10.3</b>                            | <b>Instandhaltung von Flugzeugen</b>                                                    | <b>Maintenance of aircraft</b>                                              |
| 10.3.1                                 | Anrisse in Nietlöchern                                                                  | Cracks in rivet holes                                                       |
| 10.3.2                                 | Risse in Turbinendrehteilen                                                             | Cracks in turbine turned parts                                              |
| 10.3.3                                 | Prüfung von speziellen Geometrien                                                       | Inspection of special geometries                                            |
| <b>10.4</b>                            | <b>Manuelle Schweißnahtprüfung</b>                                                      | <b>Manual testing of welds</b>                                              |
| 10.4.1                                 | Anwendung                                                                               | Application                                                                 |
| 10.4.2                                 | Kontrollkörper                                                                          | Calibration blocks                                                          |
| 10.4.3                                 | Justierung des Prüfsystems                                                              | Adjustment of the test system                                               |
| 10.4.4                                 | Abtastung                                                                               | Scanning                                                                    |
| 10.4.5                                 | Auswertung                                                                              | Evaluation                                                                  |
| <b>11.</b>                             | <b>Leitfaden zur Erstellung von Verfahrensbeschreibungen für die Wirbelstromprüfung</b> | <b>Guideline for the preparation of procedures for eddy current testing</b> |
| <b>12.</b>                             | <b>Pflichtliteratur</b>                                                                 | <b>Required reading *</b>                                                   |
| 12.1                                   | FBV02-07-21-Rev0.0 - Formelsammlung                                                     | FBV02-07-21-EN-Rev0.0 – Collection of formulas                              |
| 12.2                                   | DIN EN ISO 10893-1:2020-10                                                              | EN ISO 10893-1:2011 + A1:2020                                               |
| 12.3                                   | DIN EN ISO 10893-2:2020-10                                                              | EN ISO 10893-2: 2011 + A1:2020                                              |
| 12.4                                   | DIN EN ISO 15548-1:2014-03                                                              | EN ISO 15548-1:2013                                                         |
| 12.5                                   | DIN EN ISO 15548-2:2014-03                                                              | EN ISO 15548-2:2013                                                         |
| 12.6                                   | DIN EN ISO 15548-3:2009-01                                                              | EN ISO 15548-3:2008                                                         |
| 12.7                                   | DIN EN ISO 15549:2019-10                                                                | EN ISO 15549:2019                                                           |
| 12.8                                   | DIN EN ISO 17635:2017-04                                                                | EN ISO 17635:2016                                                           |
| 12.9                                   | DIN EN ISO 17643:2015-12                                                                | EN ISO 17643:2015                                                           |
| 12.10                                  | DIN 25435-6:2014-01                                                                     | DIN 25435-6:2014-01                                                         |
| <b>13.</b>                             | <b>Referenzliteratur</b>                                                                | <b>Recommended reading *</b>                                                |
| 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 ISO 12718:2019-12                                                                | EN ISO 12718:2019                                                           |
| 13.4                                   | DIN EN 1971-1:2020-02                                                                   | EN 1971-1:2019                                                              |
| 13.5                                   | DIN EN 1971-2:2020-02                                                                   | EN 1971-2:2019                                                              |
| 13.6                                   | ASME BPVC-V Article 8:2019-07                                                           | ASME BPVC-V Article 8:2019-07                                               |
|                                        |                                                                                         | * or national equivalent of the cited standards                             |

**Syllabus ET erfüllt ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105**  
Syllabus ET fulfils ISO/TS 25107 und ANSI/ASNT CP-105