

Prof. Dr.-Ing. Volker Deutsch

# **Zerstörungsfreie Prüfung in der Schweißtechnik**

unter Mitarbeit von  
Dr. (USA) Wolfram A. Karl Deutsch  
Dr.-Ing. Volker Schuster und  
Dr. rer. nat. Ralf Wagner

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Schweißtechnik und zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) .....	1
1.2	Aufgabe der ZfP .....	1
1.3	Der Umgang mit Prüfvorschriften .....	2
1.4	Schweißverbindungen bedingen prüftechnische Probleme .....	2
<b>2</b>	<b>Durchstrahlungsprüfung (RT)</b> .....	<b>5</b>
2.1	Physikalische Grundlagen .....	5
	(Röntgen- und Gammastrahlen, elektromagnetische Wellen, Halbwertszeit, Aufbau einer Röntgenröhre, Intensität, Dosis, Brems- und Linienspektrum, Aktivität, Grundlage der Durchstrahlungsprüfung, Halbwertdicke, Kontrast, Durchdringungsfähigkeit, Streustrahlung, Filme, Folien, Schwärzung)	
2.2	Anwendungstechnik .....	10
	(Ein- und Mehrtankgeräte, Gleichspannungs- und Halbwellengeräte, Ein- und Zweipolröhren, Kurz-, Stab- und Hohlanoden, Rundstrahler, Gammagraphie-Geräte, Anordnung eines Röntgengerätes zur Schweißnahtprüfung, Bildschärfe, geometrische und innere Unschärfe, Bildgüte (BGZ), Mikrofokus-Röhren, Drahtstege, Belichtungsdiagramm, Dokument der Prüfung, nachweisbare Schweißnahtfehler – EN 1435 und ISO 5817, Bewertung von Röntgenaufnahmen, Radioskopie)	
2.3	Strahlenschutz .....	21
2.4	Zusammenfassung .....	21
<b>3</b>	<b>Ultraschallprüfung (UT)</b> .....	<b>23</b>
3.1	Physikalische Grundlagen .....	23
	(Schwingung, Welle, Wellenlänge, Frequenz, piezoelektrischer Effekt, Impuls, Verhalten an Grenzflächen)	
3.2	Apparative Grundlagen .....	27
	(Senkrecht- und Winkelprüfkopf, Schallfeld, Nah- und Fernfeld, Aufbau eines Ultraschallprüfgerätes, Sendeimpuls, Fehler- und Rückwandecho, A-Bild)	
3.3	Anwendungstechnik .....	30
	(Ankopplung, Schalleitfähigkeit, Divergenz, Absorption, Streuung, Durchschallungs- und Reflexionsverfahren, Fehlerortung, Sprung- und Projektionsabstand, Tandem-Technik, Ermittlung der Fehlerform, vollständige Schweißnaht-Prüfung, Fehlergrößen-Bestimmung nach DAK und AVG, Probleme durch Nahtgeometrie und Werkstoff-einflüsse, Prüfung von austenitischen Stählen, thermoplastischen Kunststoffen, Kehlnähten, Preß- und Punktschweißverbindungen, HF-, Elektronen-, Laserstrahl- und UP-Schweißverbindungen, TOFD-Methode, Automatisierung)	
3.4	Zusammenfassung .....	45

<b>4</b>	<b>Rißprüfung nach dem Magnetpulver-(MT-)Verfahren</b> .....	<b>47</b>
4.1	Physikalische Grundlagen .....	47
	(Streufluß, Anzeige-Raupe, Innenfehler, stromdurchflossener Leiter, Spule, Permeabilität, Hysterese, Sättigung, Remanenz, Koerzitiv-Feldstärke, Felddurchflutung, Stromart, Entmagnetisierung)	
4.2	Anwendungstechnik .....	52
	(Feldstärke, Stromdurchflutungsgeräte, Jochmagnet, MP-Teilchen, Prüfflüssigkeit, fluoreszierende Prüfmittel, UV-Lampen)	
4.3	Zusammenfassung .....	57
<b>5</b>	<b>Oberflächen-Rißprüfung nach dem Eindring- oder Penetrier-Verfahren (PT)</b> .....	<b>59</b>
5.1	Physikalische Grundlagen .....	59
	(Kapillarwirkung, Oberflächenspannung, Eindringmittel, Entwickler)	
5.2	Anwendungstechnik .....	60
	(Vorbereitung des Prüflings, Aufbringen des Eindringmittels und des Entwicklers, Nachreinigung, Prüfmittelsystem, Dichtigkeitsprüfung)	
5.3	Zusammenfassung .....	63
<b>6</b>	<b>Personalqualifizierung</b> .....	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Die wichtigsten Regelwerke zur Zerstörungsfreien Schweißnahtprüfung</b> .....	<b>66</b>
7.1	Allgemeine Regelwerke .....	66
7.2	Durchstrahlungsprüfung (RT) .....	67
7.3	Ultraschallprüfung (UT) .....	68
7.4	Magnetpulver-Rißprüfung (MT) .....	69
7.5	Eindringprüfung (PT) .....	69
<b>8</b>	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	<b>70</b>