Inhaltsverzeichnis

Einführung 1

1 Physikalische Grundlagen 3
1.1 Ultraschallwellen 3
1.1.1 Ausbreitungsgeschwindigkeit 4
1.1.2 Wellenlänge 4
1.1.3 Wellenarten 6
1.1.3.1 Longitudinalwellen 6
1.1.3.2 Transversalwellen 8
1.1.3.3 Oberflächenwellen (Rayleighwellen) 9
1.1.3.4 Plattenwellen (Lambwellen) 9
1.2. Verhalten der Wellen an Grenzflächen 10
1.2.1 Grenzflächen senkrecht zur Schallrichtung 10
1.2.2 Grenzflächen schräg zur Schallrichtung 12
1.2.2.1 Reflexion 12
1.2.2.2 Brechung 13
1.2.2.3 Wellenumwandlung 13
1.2.2.4 Grenzwinkel (Kritische Winkel) 17
1.2.2.5 Streifender Einfall von Schallwellen 21
1.2.2.5.1 Nebenechos durch teilweise Wellenumwandlung und Reflexion 21
1.2.2.5.2 Zusatzechos durch Mehrfachreflexion 24
1.2.3 Schallschwächung 26
1.2.3.1 Absorption 26
1.2.3.2 Streuung 26
1.3. Ultraschallerzeugung und -verfahren 27
1.4 Technische Darstellungsmöglichkeiten von Ultraschallanzeigen 32

2 Ultraschallprüfsysteme 35
2.1 Prüfgeräte 35
2.1.1 Analoggeräte 35

2.1.1.1 Blockschaltbild 35
2.1.1.2 Baustufen des US-Gerätes 36
2.1.2 Digitalgeräte 39
2.1.2.1 Blockschaltbild 39
2.1.2.2 Mikroprozessor und Auswertung der Signale 39
2.1.3 Allgemeine Einstellungen am Ultraschallgerät nach DIN EN 583-1 39
2.1.4 Generelle Anwendung von digitalen Ultraschallgeräten 40
2.2 Prüfköpfe 40
2.2.1 Schallfelder 40
2.2.1.1 Nahfeld und Fernfeld 41
2.2.1.2 Divergenz und Bündeldurchmesser 43
2.2.1.3 Schallfeld und Prüfkopfeigenschaften nach DIN EN 583-1 44
2.2.2 Senkrechtprüfköpfe 47
2.2.2.1 Normalprüfköpfe 47
2.2.2.2 Sende-Empfangs-Prüfköpfe 48
2.2.3 Winkelprüfköpfe 51
2.2.4 Sonderprüfköpfe 53
2.2.4.1 Tauchtechnikprüfköpfe 53
2.2.4.2 Fokusprüfköpfe 54
2.2.4.3 SEL-und SEK-Prüfköpfe 55
2.2.4.4 Oberflächenwellen-Prüfköpfe 57
2.2.4.5 Rohrprüfköpfe 58
2.2.4.6 Hochtemperaturprüfköpfe 59
2.2.4.7 Prüfköpfe zur Trockenankopplung 61
2.3 Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschallprüfausrüstung 61
2.3.1 Ultraschallprüfgerät nach DIN EN 583-1 und DIN EN 12668-1 . . . 61
2.3.1.1 Gerätekontrolle nach DIN EN 12668-3 62
2.3.1.1.1 Linearität der Zeitachse 62
2.3.1.1.2 Linearität der Verstärkung 62
2.3.1.2 Gerätekontrolle nach ASME-Code, Sect. V, Artikel 4 63
2.3.1.2.1 Gerätegrundeinstellung 63
2.3.1.2.2 Linearität der Amplitudenregelung 63
2.3.1.2.3 Linearität der Bildschirmhöhe 63
2.3.1.2.4 Simulatorkontrolle 64
2.3.2 Ultraschallprüfköpfe nach DIN EN 583-1 und 12668-2 64
2.3.2.1 Ultraschallprüfkopfkalibrierung nach DIN EN 12668-3 . . 64
2.3.2.1.1 Kontrolle des Schallaustrittspunktes 64
2.3.2.1.2 Kontrolle des Einschallwinkels 65
2.3.3 Ultraschallprüfkopfkalibrierung nach ASME-Code, Sect. V, Artikel 4 65
2.3.4 Gesamtverifizierung des Prüfsystems nach DIN EN 12668-3 67
2.3.4.1 Äußeres Erscheinungsbild 67

2.3.4.2 Prüfempfindlichkeit und Signal-Rausch-Abstand 67
2.3.4.3 Impulsdauer 68
2.3.5 Protokollierung der Kalibrierergebnisse 68

3 Justierung 71
3.1 Justierung mit analogen Ultraschallgeräten 71
3.1.1 Entfernungsjustierung 71
3.1.1.1 Senkrechteinschallung 71
3.1.1.1.1 Normalprüfköpfe 71
3.1.1.1.2 Sende-Empfangs-Prüfköpfe 73
3.1.1.2 Schrägeinschallung 75
3.1.1.2.1 Schallwegjustierung 77
3.1.1.2.2 Justierung im Projektionsabstand 78
3.1.1.2.3 Schallbündelversatz 82
3.1.1.3 Justierung anderer Werkstoffe als Stahl 82
3.1.2 Empfindlichkeitsjustierung 85
3.1.2.1 Echohöhenbewertung 85
3.1.2.2 Logarithmischer Maßstab 85
3.1.2.3 Empfindlichkeitseinstellung 87
3.2 Justierung mit digitalen Ultraschallgeräten 87
3.2.1 Bedienkonzepte 88
3.2.2 Funktionsgruppen 91
3.2.3 Justierung der Entfernungsanzeige 91
3.2.4 Justierung der Empfindlichkeit 96
3.3 Koordinatenfestlegung 96
3.3.1 Festlegung eines Bezugssystems 96
3.3.2 Einschallposition und Einschallwinkel 97
3.3.3 Reflektorlagenbestimmung bei der Senkrechteinschallung 97
3.3.4 Reflektorlagenbestimmung bei der Schrägeinschallung 99
3.3.4.1 Das Fehlerdreieck 99
3.3.4.2 Vorgehensweise für die Koordinatenfestlegung 100
3.3.4.2.1 Festlegung der Längskoordinate 101
3.3.4.2.2 Festlegung der Tiefenkoordinate 101
3.3.4.2.3 Festlegung der Querkoordinate 102

4 Justier- und Vergleichsreflektoren 105
4.1 Begriffsbestimmung 105
4.2 Vorbemerkung 105
4.3 Justierreflektoren 106
4.3.1 Auswahl und Anforderungen 106
4.3.2 Typische Justierreflektoren 106
4.3.2.1 Rückwand 106

4.3.2.2 Kreisbogen 107
4.3.2.3 Flachbodenbohrung 107
4.3.2.4 Querbohrung 108
4.3.2.5 Nut 109
4.3.3 Anwendung von Justierreflektoren 110
4.4 Typische Justier- und Vergleichskörper 111
4.5 Abstands- und Größengesetze für verschiedene Reflektoren 120
4.5.1 Abstandsgesetze 120
4.5.1.1 Rückwand 120
4.5.1.2 Kreisscheibe 120
4.5.1.3 Querbohrung 121
4.5.1.4 Weitere Vergleichsreflektoren 122
4.5.2 Größengesetze 123
4.5.2.1 Kreisscheibe 123
4.5.2.2 Querbohrung 123
4.5.2.3 Kugel 123
4.6 Größenbestimmung von Inhomogenitäten nach DIN EN 583-5 126
4.6.1 Beschreibung von Inhomogenitäten 126
4.6.1.1 Ortung von Inhomogenitäten 126
4.6.1.2 Orientierung von Inhomogenitäten 126
4.6.1.3 Beurteilung von Mehrfachanzeigen 126
4.6.1.4 Formen von Inhomogenitäten 127
4.6.1.5 Maximale Echohöhe von Inhomogenitäten 127
4.6.2 Größe von Inhomogenitäten 127
4.6.2.1 Techniken mit maximaler Echohöhe 127
4.6.2.2 Techniken mit Prüfkopfbewegung 128
4.6.2.3 Techniken mit Schallbündelfokussierung 129
4.6.2.4 Anwendung mathematischer Algorithmen 129
4.6.2.5 Zusatztechniken zur Größenbestimmung 129

5 Anzeigenbewertung I (Vergleichskörpermethode) 131
5.1 Vergleichskörpermethode 133
5.1.1 Direkter Echohöhenvergleich 134
5.1.2 Vergleichshöhenverfahren 135
5.1.3 Vergleichslinienverfahren 135
5.1.4 Anwendung der Vergleichskörpermethode 137
5.2 Abtastverfahren 137

6 Anzeigenbewertung II (AVG-Methode) 143
6.1 Allgemeines AVG-Diagramm 143
6.2 Spezielles AVG-Diagramm 145
6.2.1 Bezugshöhenverfahren 146

6.2.1.1 Allgemeines 146
6.2.1.2 Vorgehensweise 146
6.2.1.3 Entfernungsjustierung 147
6.2.1.4 Empfindlichkeitsjustierung 147
6.2.1.5 Anzeigenbewertung 148
6.2.2 Bezugslinienverfahren 149
6.2.2.1 Allgemeines 149
6.2.2.2 Vorgehensweise 150
6.2.2.3 Entfernungsjustierung 150
6.2.2.4 Empfindlichkeitsjustierung 151
6.2.2.5 Anzeigenbewertung 153
6.2.3 Transferkorrektur bei Senkrechtprüfköpfen 153
6.2.4 Transferkorrektur bei Winkelprüfköpfen 153
6.2.5 Schallschwächungskorrektur bei Senkrechtprüfköpfen 155
6.2.6 Schallschwächungskorrektur bei Winkelprüfköpfen 156
6.2.6.1 Pauschal durch eine Transferkorrektur 156
6.2.6.2 Wegabhängige Berücksichtigung der Schallschwächung . . 157
6.2.6.3 Schallschwächungsmessung am Beispiel der Schweißnahtprüfung 158
6.3 AVG-Vorsatzskalen 160
6.4 AVG-Verfahren mit Phased-Array 160

7 Ankopplungstechnik 161
7.1 Ankopplung 161
7.2 Oberflächenzustand nach DIN EN 583 161
7.3 Kopplungsmittel 163
7.4 Ankopplungstechniken 164
7.4.1 Kontakttechnik 164
7.4.2 Fließwassertechnik 166
7.4.2.1 Spalttechnik 166
7.4.2.2 Kühlkammertechnik 166
7.4.2.3 Strahltechnik 167
7.4.2.4 Tauchtechnik (Pfützentechnik) 168
7.5 Ankopplungskontrolle 170
7.6 Abtastgeschwindigkeit nach DIN EN 583-1 171

8 Wanddickenmessung 173
8.1 Messungen mit Analoggeräten 173
8.1.1 Einfachmessung 173
8.1.2 Mehrfachechomethode 175
8.1.3 SE-Prüfköpfe 176
8.2 Messungen mit Digitalgeräten 177

8.2.1 Senkrechtprüfkopf ohne Vorlaufstrecke 179
8.2.2 Senkrechtprüfkopf mit Vorlaufstrecke 180
8.2.3 SE-Prüfköpfe 181
8.3 Einflussgrößen und Grenzen der Wanddickenmessung 182
8.3.1 Messgenauigkeit 182
8.3.1.1 Prüfsystemabhängige Faktoren 182
8.3.1.2 Prüfbereich 182
8.3.1.3 Ablesefehler 183
8.3.1.4 Echoamplitudeneinstellung 183
8.3.1.5 Linearitätsabweichungen 184
8.3.2 Werkstückeinflüsse 185
8.3.3 Werkstoffeinflüsse 185
8.3.4 Temperatureinfluss 186
8.3.5 Zusammenfassung 188
8.4 Spezielle Anwendungen der Wanddickenmessung 189
8.4.1 Beschichtete Oberflächen 189
8.4.2 Glasfaserverstärkte Kunststoffe 190
8.4.3 Offshore-Messungen 192
8.4.4 Wanddickenmessungen bei höheren Temperaturen 193
8.5 Wanddickenmessung nach ASME-Code 194

9 Prüfung von Grobblechen, Stäben, gewalztem Halbzeug 197
9.1 Prüfung von Grobblechen nach SEL-072 197
9.2 Prüfung von Grobblechen nach DIN EN 10160 200
9.2.1 Flächenprüfung der Klassen S_o und S_1 200
9.2.2 Flächenprüfung der Klassen S_2 und S_3 201
9.2.3 Randzonenprüfung 201
9.2.4 Empfindlichkeitsjustierung und Ungänzengrößenbestimmung 201
9.2.5 Abnahmekriterien 201
9.3 Prüfung von Grobblechen nach DIN EN 10307 203
9.3.1 Prüfklassen 204
9.3.2 Flächen- und Randzonenprüfung 204
9.3.3 Zulässigkeitskriterien 205
9.4 Prüfung von Grobblechen nach ASME-Code 205
9.5 Prüfung von Stäben aus Stahl nach DIN EN 10308 207
9.5.1 Prüfzeitpunkt und -umfang 207
9.5.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 209
9.5.3 Bewertung von Anzeigen 210
9.6 Prüfung von gewalztem Halbzeug 212
9.6.1 Automatisierte Ultraschallprüfung v. Band/Blech
n. DIN EN ISO 10893-9 212
9.6.1.1 Prüfzeitpunkt und -umfang 212

9.6.1.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung ... 213
9.6.1.3 Bewertung von Anzeigen ... 214
9.6.2 Prüfung von gewalztem Halbzeug nach SEP 1920 ... 215
9.6.3 Prüfung von gewalztem Halbzeug nach ASME-Code ... 215
9.7 Prüfanlagen und Auswertung der Prüfergebnisse ... 216

10 Prüfung von Rohren ... 221
10.1 Nahtlose Rohre ... 221
10.1.1 Fehlerarten ... 221
10.1.2 Manuelle Prüfung ... 222
10.1.3 Automatische Prüfanlagen ... 224
10.1.4 Prüfung nach DIN EN ISO 10893-10 ... 234
10.1.4.1 Prüfverfahren ... 234
10.1.4.2 Bezugsstandards ... 234
10.1.4.3 Einstellung und Überprüfung der Prüfanlage ... 234
10.1.4.4 Zulässigkeitsbedingungen ... 234
10.1.5 Prüfung nach SEP 1915 ... 235
10.1.6 Prüfung nach SEP 1918 ... 237
10.1.7 Prüfung nach ASME-Code ... 238
10.2 Geschweißte Rohre ... 239
10.2.1 Prüfanordnungen ... 240
10.2.2 Automatische Prüfanlagen ... 240
10.2.3 Prüfung nach DIN EN ISO 10893-11 ... 243
10.2.3.1 Prüfverfahren ... 244
10.2.3.2 Bezugsstandards, Einstellung und Überprüfung der Prüfanlage ... 244
10.2.3.3 Zulässigkeitsbedingungen ... 244
10.2.4 Prüfung nach SEP 1916 ... 244
10.2.5 Prüfung nach SEP 1917 ... 245
10.2.6 Prüfung nach ASME-Code ... 245
10.3 Spezielle Rohrprüfungen nahtloser und geschweißter Stahlrohre ... 246
10.3.1 Automatis. Ultraschalldickenprüfung v. Rohren n. DIN EN ISO 10893-12 ... 246
10.3.1.1 Prüfverfahren ... 246
10.3.1.2 Bezugsstandards, Einstellung und Überprüfung der Prüfanlage ... 246
10.3.1.3 Zulässigkeitsbedingungen ... 246
10.3.2 Automatisierte Rohrprüfung auf Dopplungen und der Rohrenden nach DIN EN ISO 10893-8 ... 246
10.3.2.1 Prüfung auf Dopplungen ... 247
10.3.2.1.1 Prüfverfahren ... 247

10.3.2.1.2 Bezugsstandards, Einstellung und Überprüfung der Prüfanlage 247
10.3.2.1.3 Zulässigkeitsbedingungen 248
10.3.2.2 Rohrendenprüfung 248

11 Prüfung von Schmiedestücken 251
11.1 Herstellungsbedingte Fehler 251
11.1.1 Fehler vom Gießprozess 251
11.1.2 Fehler aus dem Verformungsprozess 252
11.1.3 Fehler vom Wärmebehandlungsprozess 255
11.2 Prüftechnik 257
11.2.1 Prüfzeitpunkt 257
11.2.2 Prüftechnische Kriterien 257
11.2.3 Manuelle, mechanisierte und automatisierte Prüfung 258
11.3 Prüfung nach SEP 1921 263
11.3.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 263
11.3.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 263
11.3.3 Bewertung von Anzeigen 263
11.4 Prüfung nach DIN EN 10228-3 266
11.4.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 266
11.4.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 269
11.4.3 Bewertung von Anzeigen 269
11.5 Prüfung nach ASME-Code 270
11.5.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 271
11.5.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 272
11.5.3 Bewertung von Anzeigen 274

12 Prüfung von Gussstücken 277
12.1 Herstellungsbedingte Fehler 277
12.2 Prüfbarkeit und Prüftechnik 279
12.2.1 Stahlguss 279
12.2.2 Gusseisen 280
12.3 Prüfung von Stahlguss für allgemeine Verwendung n. DIN EN 12680-1 284
12.3.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 284
12.3.2 Prüfverfahren, Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 284
12.3.3 Bewertung von Anzeigen 285
12.4 Prüfung v. Stahlguss für hochbeanspruchte Bauteile n. DIN EN 12680-2 . . 288
12.4.1 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 288
12.4.2 Bewertung von Anzeigen 289
12.5 Prüfung nach ASME-Code 290

12.5.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 290
12.5.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 291
12.5.3 Bewertung von Anzeigen 292
12.6 Prüfung von Gusseisen mit Kugelgraphit nach DIN EN 12680-3 292
12.6.1 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 292
12.6.2 Bewertung von Anzeigen 292
12.7 Prüfung von Gussstücken aus Gusseisen mit Kugelgraphit nach SEP 1924 294
12.7.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 294
12.7.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 294
12.7.3 Bewertung von Anzeigen 295

13 Prüfung von Schweißverbindungen 297
13.1 Der Aufbau von Schweißnähten 297
13.2 Stoß- und Fugenformen 298
13.3 Mechanisierte und automatisierte Prüfung 300
13.4 Schweißnahtfehler 301
13.4.1 Flächenhafte Fehler 301
13.4.2 Volumenhafte Fehler 302
13.4.3 Einteilung von Ungänzen an Metallen nach DIN EN ISO 6520 . . 303
13.4.4 Bestimmung des Anteils von Ungänzen an Metallen nach EN ISO 5817 307
13.5 Spezielle Schweißverfahren 308
13.5.1 Engspaltschweißen 308
13.5.2 Widerstandspunktschweißen 310
13.6 Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen n. DIN EN 12062 315
13.6.1 Prüfumfang und Zeitpunkt 316
13.6.2 Auswahl des Prüfverfahrens und Durchführung der Prüfung 316
13.6.3 Bewertung von Anzeigen 317
13.7 Prüfung nach AD-Merkblatt HP 5/3 (2000) und Anlage HPO 317
13.7.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 317
13.7.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 318
13.7.3 Bewertung von Anzeigen 318
13.8 Prüfung nach Druckgeräterichtlinie DIN EN 13445-5 323
13.8.1 Prüfverfahren und Prüfumfang 323
13.8.2 Bewertung von Anzeigen 323
13.9 Prüfung nach DIN EN ISO 11666, 17640 und 23279, DIN EN ISO 5817 324
13.9.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 324
13.9.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 325
13.9.3 Bewertung von Anzeigen 327
13.10 Ultraschallprüfung von Schweißnähten nach KTA 3201.3 330
13.10.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 330
13.10.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 331

13.10.3 Bewertung von Anzeigen 331
13.11 Ultraschallprüfung von Schweißnähten nach ASME-Code 332
13.11.1 Prüfumfang und -zeitpunkt 332
13.11.2 Prüfsystem, Justierung und Durchführung der Prüfung 333
13.11.3 Bewertung von Anzeigen 333

14 Besondere Prüftechniken I (Spezielle Bauteile) 337
14.1 Gekrümmte Bauteile 337
14.1.1 Schallfeldveränderungen 337
14.1.2 Prüfkopfanpassung nach DIN EN 583-2 338
14.1.2.1 Geometrieklassen für Prüfobjekte 338
14.1.2.2 Prüfköpfe mit Anpassung in Längsrichtung 339
14.1.2.2.1 Konvexe Prüffläche 339
14.1.2.2.2 Konkave Prüffläche 339
14.1.2.3 Prüfköpfe mit Anpassung in Querrichtung 340
14.1.2.3.1 Konvexe Prüffläche 340
14.1.2.3.2 Konkave Prüffläche 340
14.1.2.4 Prüfköpfe mit Anpassung in Längs- und Querrichtung . . . 340
14.1.2.5 Prüfkopfanpassung nach ASME-Code 340
14.1.3 Auswahl des Einschallwinkels 341
14.1.4 Entfernungsjustierung 342
14.1.5 Empfindlichkeitsjustierung 345
14.2 Plattierte Bauteile 346
14.2.1 Herstellung von Plattierungen 346
14.2.2 Kriterien für prüftechnische Festlegungen 346
14.2.3 Justierung und allgemeine Prüftechnik 348
14.2.3.1 Prüfung auf Bindefehler im Interface mit Senkrechtprüfkopf 348
14.2.3.2 Prüfung auf Risse und Schlackeneinschlüsse mit Winkelprüfkopf 350

15 Besondere Prüftechniken II (Spezielle Techniken) 353
15.1 Tandem- und LLT-Technik 353
15.1.1 Tandemtechnik 353
15.1.1.1 Prüftechnik 353
15.1.1.2 Prüfzonen 354
15.1.1.3 Entfernungsjustierung 354
15.1.1.4 Empfindlichkeitsjustierung 357
15.1.2 LLT-Technik 357
15.2 TOFD-Technik 361
15.2.1 Einführung 361
15.2.2 Prinzip des Verfahrens 361

15.2.3 Prüftechnik und Einstellung des Prüfsystems 364
15.2.4 Anwendungen der TOFD-Technik 368
15.2.5 Vorteile, Grenzen und Akzeptanzkriterien der TOFD-Technik 370
15.3 Gruppenstrahlertechnik (Phased Array) 374
15.3.1 Prüfgerätesysteme 374
15.3.2 Anwendungen der Phased-Array-Technik 379
15.3.3 Fehlerrekonstruktion und -klassifizierung 384
15.3.4 Vor- und Nachteile der Phased-Array-Technik 387
15.4 Prüfung bei höheren Temperaturen 387
15.4.1 Einleitung 387
15.4.2 Ultraschallankopplung 387
15.4.2.1 Kontaktlose Verfahren 388
15.4.2.1.1 Magnetostriktive Verfahren 388
15.4.2.1.2 Piezoelektrische Verfahren 390
15.4.2.1.3 Elektromagnetische Verfahren 390
15.4.2.1.4 Thermoakustische Verfahren 393
15.4.2.2 Ultraschallankopplung im Kontaktverfahren mit Ankopplungsmitteln 393
15.4.2.3 Ultraschallankopplung im Kontaktverfahren ohne Ankopplungsmittel 396
15.4.3 Ultraschallausbreitung 397
15.4.4 Prüfung von Schmiedeblöcken bei höheren Temperaturen 400
15.5 Luftschall-Technik 405
15.5.1 Einführung 405
15.5.2 Prüftechnik 406
15.5.2.1 Kapazitive Prüfköpfe 406
15.5.2.2 Piezokomposite Prüfköpfe 406
15.5.2.3 Prüfsysteme 408
15.5.3 Prüfverfahren 410
15.5.4 Anwendungen 411

16 Besondere Prüftechniken III (Spezielle Werkstoffe) 415
16.1 Austenitische Werkstoffe 415
16.1.1 Physikalische Grundlagen 415
16.1.2 Prüftechnik 416
16.1.2.1 Fokussierung des Schallbündels 416
16.1.2.2 Longitudinalwellen-Winkelprüfköpfe 416
16.1.2.3 Breitbandige hochbedämpfte Prüfköpfe 416
16.1.2.4 Schmalbandsendertechnik 417
16.1.2.5 Signalverarbeitungstechnik 417
16.1.3 Anwendungen 418
16.2 Gusswerkstoffe 420

16.2.1 Stahlformguss 420
16.2.2 Gusseisen 422
16.2.3 Schalenhartguss 424
16.3 Kunststoffe 428
16.3.1 Zielstellung für Ultraschallprüfungen 428
16.3.2 Justierung und Justierkörper 429
16.3.3 Bewertung 431

17 Normen, Regelwerke, Prüfanweisungen, Verfahrensbeschreibungen, Protokollierung, Dokumentation 435
17.1 Normen, Regelwerke 435
17.2 Prüfanweisungen 439
17.3 Verfahrensbeschreibungen 443
17.4 Protokollierung und Dokumentation 451

18 Sachwortverzeichnis 457

http://www.springer.com/978-3-662-44699-7

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung - Ultraschallprüfung
Schiebold, K.
2015, XXII, 458 S. 441 Abb., 8 Abb. in Farbe., Softcover
ISBN: 978-3-662-44699-7