# DIN EN 14917:2026-11 (D)

## Kompensatoren mit metallischen Bälgen für Druckanwendungen; Deutsche Fassung EN 14917:2021+A1:2026+AC:2026

## Inhalt

Seite


**Europäisches Vorwort** ... 15

**Einleitung** ... 17

**1 Anwendungsbereich** ... 18

**2 Normative Verweisungen** ... 18

**3 Begriffe** ... 22

**4 Klassifizierung** ... 25
**4.1 Klassifizierung von Kompensatoren** ... 25
**4.1.1 Allgemeines** ... 25
**4.1.2 Axial-Kompensator** ... 25
**4.1.3 Angular-Kompensator** ... 25
**4.1.4 Lateral-Kompensator** ... 25
**4.1.5 Universal-Kompensator** ... 25
**4.1.6 Druckentlastete Ausführungen (Axial- oder Universal-Kompensatoren)** ... 25
**4.2 Klassifizierung der Bauteile von Kompensatoren** ... 29
**4.2.1 Drucktragende Hauptteile (A)** ... 29
**4.2.2 Andere drucktragende Teile (B), die nicht drucktragende Hauptteile sind** ... 29
**4.2.3 Anbauteile an drucktragenden Haupteilen und an anderen drucktragenden Teilen (C)** ... 29
**4.2.4 Andere Teile (D)** ... 29

**5 Werkstoffe** ... 31
**5.1 Allgemeines** ... 31
**5.1.1 Werkstoffe für drucktragende Teile** ... 31
**5.1.2 Werkstoffe für Anbauteile an drucktragenden Teilen** ... 31
**5.1.3 Werkstoffe für nicht drucktragende Teile** ... 31
**5.2 Drucktragende Teile** ... 31
**5.2.1 Balg** ... 31
**5.2.2 Andere drucktragende Teile** ... 32
**5.2.3 Duktilität** ... 32
**5.2.4 Sprödbruch** ... 33
**5.3 Werkstoffdokumentation** ... 36

**6 Auslegung** ... 37
**6.1 Allgemeines** ... 37
**6.1.1 Symbole** ... 37
**6.1.2 Grundlegende Auslegungskriterien** ... 43
**6.1.3 Zulässige Spannungen** ... 43
**6.1.4 Zusätzliche Lasten** ... 46
**6.2 Balgausführung** ... 47
**6.2.1 Zweck** ... 47
**6.2.2 Anwendungsbedingungen** ... 47
**6.2.3 Auslegung von unverstärktem Balg mit U-Profil** ... 67
**6.2.4 Ausführung von verstärktem Balg mit U-Profil** ... 83
**6.2.5 Ausführung von Torusbälgen** ... 87
**6.2.6 Ermüdung** ... 94
**6.2.7 Bälge unter Einfluss von Bewegungen** ... 99
**6.2.8 Äquivalente axiale Bewegung je Welle** ... 104

6.2.9 Kräfte und Momente an druckbeaufschlagten Kompensatoren ... 110
6.2.10 Bälge mit Torsionsbeanspruchung (unverstärkt oder verstärkt) ... 121
6.3 Leitrohr ... 122
6.3.1 Anwendungsbereich ... 122
6.3.2 Zusätzliche Symbole ... 123
6.3.3 Strömungsgeschwindigkeit ... 123
6.3.4 Auslegungsbedingungen ... 125
6.4 Verankerungen ... 126
6.4.1 Allgemeines ... 126
6.4.2 Auslegungsparameter ... 127
6.4.3 Verankerungsteile ... 128
6.4.4 Dauerhafte Verbindungen ... 129

7 Herstellung ... 132
7.1 Allgemeines ... 132
7.2 Werkstoffe ... 132
7.2.1 Allgemeines ... 132
7.2.2 Rückverfolgbarkeit des Werkstoffes ... 132
7.3 Dauerhafte Verbindungen ... 132
7.3.1 Allgemeines ... 132
7.3.2 Verfahren und Bedienungspersonal ... 133
7.3.3 Reparatur und Nachbesserung bei der Herstellung ... 133
7.4 Balgformung ... 134
7.4.1 Umformverfahren ... 134
7.4.2 Wärmebehandlung ... 135
7.5 Toleranzen ... 136
7.5.1 Allgemeines ... 136
7.5.2 Balg ... 136
7.5.3 Kompensator ... 137
7.6 Fertigungsbegleitende Prüfungen ... 138

8 Prüfungen, Kontrollen und Dokumentation ... 138
8.1 Allgemeines ... 138
8.2 Abkürzungen ... 138
8.3 Dokumentation ... 138
8.4 Kontrollen und Prüfungen während der Fertigung ... 139
8.4.1 Allgemeines ... 139
8.4.2 Werkstoffe ... 139
8.4.3 Dauerhafte Verbindungen ... 140
8.4.4 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten ... 141
8.5 ZfP-Verfahren ... 147
8.5.1 Bewertungsgruppe ... 147
8.5.2 Zulässigkeitsgrenzen und Prüfverfahren ... 148
8.5.3 Qualifizierung und Zulassung des ZfP-Personals ... 148
8.5.4 Dokumentation der zerstörungsfreien Prüfung ... 148
8.6 Abnahme und Dokumentation ... 152
8.6.1 Allgemeines ... 152
8.6.2 Endprüfung ... 152
8.7 Dokumentation ... 154
8.7.1 Schlussdokumentation ... 154
8.7.2 Konformitätserklärung/Zertifizierung ... 155
8.7.3 Betriebsanleitung ... 155

9 Kennzeichnung und Beschriftung ... 155

10 Handhabung und Einbau ... 156
10.1 Allgemeine Hinweise ... 156
10.2 Verpackung und Lagerung ... 156
10.3 Einbau ... 156
10.4 Unverankerte Kompensatoren ... 157

10.5 Verankerte Kompensatoren ... 157

Anhang A (informativ) Kategorien von Kompensatoren ... 158
A.1 Allgemeines ... 158
A.2 Bestimmung der Kategorie von Kompensatoren ... 158
A.3 Fluidgruppen ... 158
A.3.1 Allgemeines ... 158
A.3.2 Gruppe 1 ... 159
A.3.3 Gruppe 2 ... 159
A.4 Technische Anforderungen ... 159
A.4.1 Kompensatoren für Behälter ... 159
A.4.2 Kompensatoren für Rohrleitungen ... 160
A.4.3 Gute Ingenieurpraxis (GIP) ... 160
A.5 Kompensatorkategorie ... 160

Anhang B (informativ) Spezifikation für die Werkstoffe 1.4828, 1.4876, 2.4360 und 2.4858 ... 162

Anhang C (informativ) Einbau von Kompensatoren in Rohrleitungen oder Druckbehälter ... 169
C.1 Allgemeines ... 169
C.2 Besondere Symbole und Begriffe ... 170
C.3 Anwendungskriterien für Kompensatoren in Rohrleitungen ... 171
C.3.1 Allgemeines ... 171
C.3.2 Verwendung von Axial-Kompensatoren ... 171
C.3.3 Verwendung von verankerten Kompensatoren ... 178
C.3.4 Verwendung von Universal-Kompensatoren ... 183
C.3.5 Unbestimmte Anordnungen von Kompensatoren ... 186
C.4 Anwendungskriterien für Kompensatoren in Druckbehältern ... 189
C.4.1 Allgemeines ... 189
C.4.2 In den Mantel eingebaute Axial-Kompensatoren ... 189
C.4.3 Axial-Kompensator am Schwimmkopf ... 190

Anhang D (informativ) Berechnungsverfahren für Rohrleitungssysteme mit Kompensatoren ... 191
D.1 Allgemeines ... 191
D.1.1 Einführende Bemerkungen ... 191
D.1.2 Bestimmen von Bewegungswerten ... 191
D.1.3 Wärmedehnung ... 191
D.2 Näherungsweise Berechnung von Balgbewegungen ... 193
D.2.1 Allgemeines ... 193
D.2.2 Gelenksysteme ... 193
D.2.3 Definitionen ... 193
D.3 Genaue Berechnung von Balgbewegungen ... 198
D.3.1 Zwei Einfachgelenke in einem ebenen System (Z-System) ... 198
D.3.2 Zwei Kardangelenke in einem räumlichen System (räumliches Z-System) ... 199
D.3.3 Drei Gelenke in einem U-förmigen ebenen System (U-System) ... 200
D.3.4 Drei Gelenke in einem ebenen System (L-System) ... 202
D.3.5 Drei Gelenke in einem räumlichen System (räumliches Z-System) ... 204
D.4 Berechnung von Kräften und Momenten ... 207

Anhang E (informativ) Erläuterungen zur Auslegung von Kompensatorbälgen ... 208
E.1 Allgemeines ... 208
E.2 Auslegung durch Berechnung ... 208
E.3 Balgausführungen ... 209
E.3.1 Wellenform ... 209
E.3.2 Anzahl der Lagen ... 209
E.4 Erwartete Lebensdauer ... 210
E.5 Instabilität ... 210
E.5.1 Allgemeines ... 210
E.5.2 Säuleninstabilität ... 210
E.5.3 Welleninstabilität ... 211
E.5.4 Ausknicken ... 211

E.6 Federrate des Balges ..... 211

Anhang F (informativ) Vorgehensweise bei der Erstellung einer Ermüdungskurve ..... 214
F.1 Allgemeines ..... 214
F.2 Verfahren für die Erstellung einer Ermüdungskurve für Kompensatorbälge ..... 214
F.2.1 Allgemeines ..... 214
F.2.2 Anzahl an Prüfungen ..... 214
F.2.3 Extrapolationsbereich ..... 214
F.2.4 Herstellungsverfahren ..... 214
F.2.5 Balgwerkstoff ..... 215
F.3 Prüfungen ..... 215
F.3.1 Bewegung ..... 215
F.3.2 Prüfdruck ..... 215
F.3.3 Weitere Prüfbedingungen ..... 216
F.3.4 Prüfeinrichtung für die Lastspielprüfung ..... 216
F.4 Auswertung der Prüfergebnisse ..... 217
F.5 Lineare Regression ..... 221

Anhang G (informativ) Polynomische Näherungen für die Koeffizienten $C_p$, $C_f$, $C_d$ ..... 223
G.1 Koeffizient $C_p$ ..... 223
G.2 Koeffizient $C_f$ ..... 224
G.3 Koeffizient $C_d$ ..... 225
G.4 Lineare Interpolation ..... 226

Anhang H (informativ) Erforderliche Auslegungsdaten und Angaben ..... 228
H.1 Erforderliche Auslegungsbedingungen ..... 228
H.2 Zusätzliche Angaben ..... 228

Anhang I (informativ) Risikoanalysen für Kompensatoren ..... 229

Anhang J (informativ) Zusätzliche Werkstoffeigenschaften ..... 231

Anhang K (normativ) Berechnung der Anbauteile ..... 235
K.1 Allgemeines ..... 235
K.2 Zusätzliche Symbole ..... 235
K.3 Kraft aus Druck ..... 239
K.4 Zugstange ..... 239
K.4.1 Allgemeines ..... 239
K.4.2 Zugstange unter Zugbeanspruchung ..... 240
K.4.3 Zugstange unter Druckbeanspruchung ..... 241
K.5 Bolzen ..... 241
K.6 Zuglasche mit Bohrung ..... 244
K.6.1 Allgemeines ..... 244
K.6.2 Kräfte aus Druck ..... 244
K.6.3 Spannungen aus Reaktionskraft ..... 245
K.7 Kardankasten und -ring ..... 246
K.7.1 Allgemeines ..... 246
K.7.2 Spannungen in gebohrtem Querschnitt ..... 246
K.7.3 Kardankasten ..... 247
K.7.4 Kardanring ..... 251
K.8 Ankerplatte ..... 252
K.8.1 Ankerplatte (offen/geschlossen) mit zwei Verankerungen ..... 252
K.8.2 Kreisförmige Ankerplatte mit 3 oder mehr Zugstangen, gültig bis DN 800 ..... 261
K.9 Zuglaschenplattenverbindung (Einfachgelenk/Kardankasten/-ring) ..... 264
K.9.1 Allgemeines ..... 264
K.9.2 Zuglaschenplatte für formschlüssige Verbindung ..... 264
K.9.3 Zuglaschenplatte für geschweißte Knopflochverbindung ..... 268
K.10 Zugstangen- und Zuglaschenverankerung auf Flanschen ..... 269
K.10.1 Einteiliger Flansch ..... 269
K.10.2 An den Flansch geschweißte Platte ..... 273
K.11 Steg/Stützblech ..... 276

K.12 Steg/Stützblech mit Verstärkungsringen ..... 276
K.12.1 Allgemeines ..... 276
K.12.2 Grundlegende Definitionen ..... 278
K.12.3 Spannungen in den Stegen/Stützblechen ..... 279
K.12.4 Spannungen in Ring und Rohr ..... 280
K.12.5 Spannungen in Schweißnähten $a_7$, $a_8$ und $a_9$ ..... 280

Anhang L (informativ) Benchmark-Berechnungen ..... 282

Anhang ZA (informativ) A1 Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU ..... 302

Literaturhinweise ..... 304

**Bilder**

Bild 1 — Klassifizierung der Bauteile von Kompensatoren ..... 30

Bild 2 — Erforderliche Werkstoffdokumentation ..... 37

Bild 3 — Zulässige Spannungen bei hohen Temperaturen ..... 45

Bild 4 — Innen- und Außenkrempe einer Halbwelle ..... 62

Bild 5 — Biegespannungskoeffizient $C_p$ ..... 65

Bild 6 — Federratenkoeffizient $C_f$ ..... 66

Bild 7 — Bewegungskoeffizient $C_d$ ..... 67

Bild 8 — Unverstärkter Balg mit U-Profil ..... 68

Bild 9 — Mögliche Wellenformen in der neutralen Balgstellung ..... 69

Bild 10 — Gewellter Teil der Balglänge und axiale Bewegungen, dargestellt für einen Balg ($n_B = 1$) ..... 72

Bild 11 — Querschnitt für das Trägheitsmoment $I_{xx}$ ..... 77

Bild 12 — Bälge mit U-Profil und mit Umfangsnähten ..... 79

Bild 13 — U-förmige Wellen mit zylindrischen Übergängen ..... 80

Bild 14 — Verstärkter Balg mit U-Profil ..... 84

Bild 15 — Verstärkungselement mit spezifischem Querschnitt ..... 85

Bild 16 — Torusbalg ..... 88

Bild 17 — Koeffizienten $B_1$, $B_2$, $B_3$ für die Berechnung ..... 90

Bild 18 — Wirksame Länge und Fläche ..... 91

Bild 19 — Ermüdungskurven, welche die zulässige Lastspielzahl für die verschiedenen Werkstoffklassen angeben ..... 97

Bild 20 — Prinzipielle Bewegungen, Kräfte und Momente am Balg ..... 99

**Bild 21 — Balg mit axialer Bewegung $x$** ..... 100

**Bild 22 — Einzelbalg mit lateraler Bewegung $y$** ..... 101

**Bild 23 — Lateral-/Universal-Kompensator mit zwei Bälgen und einem Zwischenrohr** ..... 102

**Bild 24 — Balg mit angularer Bewegung $\theta$** ..... 103

**Bild 25 — $\Delta q$ nur aus Stauchung, ohne Vorspannung** ..... 104

**Bild 26 — $\Delta q$ aus Streckung und Stauchung, mit Vorspannung $\Delta q_e$** ..... 105

**Bild 27 — $\Delta q$ nur aus Streckung, mit Vorspannung $\Delta q_e$ (Betriebsbedingungen)** ..... 105

**Bild 28 — $\Delta q$ nur aus Stauchung, mit Vorspannung $\Delta q_c$ (Betriebsbedingungen)** ..... 105

**Bild 29 — Kraft-Weg-Kennlinie eines Balges mit axialer Bewegung** ..... 110

**Bild 30 — Kompensator mit geführtem Zwischenrohr** ..... 118

**Bild 31 — Typische Schweißnähte von Bälgen und Balganschlüssen** ..... 140

**Bild 32 — Typische Schweißverbindungen von Bälgen mit Umfangsnaht** ..... 141

**Bild C.1 — Anwendungsgrenzen für Axial-Kompensatoren** ..... 173

**Bild C.2 — Axial-Kompensatoren, die keine axiale Druckkraft aufnehmen** ..... 173

**Bild C.3 — Einzelner Axial-Kompensator neben einem Reduzierstück in der Strecke mit dem großen Durchmesser** ..... 174

**Bild C.4 — Einzelner Axial-Kompensator an einer Rohrleitung mit Versatz** ..... 174

**Bild C.5 — Höchstzulässige Abstände der Rohrführungen** ..... 177

**Bild C.6 — Druckentlasteter Axial-Kompensator in einem geraden Leitungsabschnitt** ..... 177

**Bild C.7 — Druckentlasteter Axial-Kompensator (eckentlastet)** ..... 178

**Bild C.8 — Druckentlasteter Axial-Kompensator (mit T-Stück)** ..... 178

**Bild C.9 — Angular-Kompensatoren mit zwei Einfachgelenken in einem ebenen System** ..... 179

**Bild C.10 — Angular-Kompensatoren mit drei Einfachgelenken in einem ebenen System** ..... 180

**Bild C.11 — Angular-Kompensatoren mit zwei Kardangelenken in einem räumlichen System** ..... 180

**Bild C.12 — Angular-Kompensatoren mit zwei Kardangelenken und einem Einfachgelenk in einem räumlichen System** ..... 181

**Bild C.13 — Lateral-Kompensator mit zwei Zugstangen in einem räumlichen System** ..... 182

**Bild C.14 — Lateral-Kompensator mit drei oder mehr Zugstangen in einem räumlichen System** ..... 182

**Bild C.15 — Lateral-Kompensator mit zwei Zugstangen und einem Angular-Kompensator mit Einfachgelenk** ..... 183

**Bild C.16 — Unverankerter Universal-Kompensator (Bewegungsmöglichkeiten)** ..... 184

**Bild C.17 — Druckentlasteter Universal-Kompensator an einem Prozessbehälter** ..... 185

**Bild C.18 — Druckentlasteter Universal-Kompensator an einer Turbine** ..... 185

**Bild C.19 — Druckentlasteter Universal-Kompensator zwischen zwei Prozessbehältern** ..... 186

**Bild C.20 — Unbestimmte Leitungssysteme mit Axial-Kompensatoren (unzulässige Anordnung!)** .. 186

**Bild C.21 — Vier Angular-Kompensatoren in einem System mit U-Bogen** ..... 187

**Bild C.22 — Angular-Kompensator mit Kardangelenk in einem räumlichen System (unzulässige Anordnung!)** ..... 188

**Bild C.23 — Lateral-Kompensator mit gelenkig gelagerten Zugstangen in einem räumlichen System** ..... 189

**Bild C.24 — Axial-Kompensator im Behältermantel** ..... 189

**Bild C.25 — Axial-Kompensator am Schwimmkopf** ..... 190

**Bild D.1 — Wärmedehnung von metallischen Werkstoffen** ..... 192

**Bild D.2 — Angulare Bewegung in Gelenksystemen** ..... 198

**Bild D.3 — Zwei Einfachgelenke in einem ebenen System (Z-System)** ..... 199

**Bild D.4 — Zwei Kardangelenke in einem räumlichen System (räumliches Z-System)** ..... 200

**Bild D.5 — U-System** ..... 201

**Bild D.6 — L-System** ..... 202

**Bild D.7 — Räumliches System (Z-System)** ..... 205

**Bild E.1 — Säuleninstabilität** ..... 211

**Bild E.2 — Welleninstabilität** ..... 211

**Bild E.3 — Hystereseschleife der Axial-Federrate eines Balges** ..... 212

**Bild F.1 — Anordnung für die axiale Lastspielprüfung** ..... 217

**Bild F.2 — Ausgleichskurve** ..... 219

**Bild F.3 — Bestimmung der Schritt 4–Kurve** ..... 220

**Bild F.4 — Bestimmung der Schritt 5–Kurve (Ermüdungskurve)** ..... 221

**Bild G.1 — Werte für die lineare Interpolation** ..... 227

**Bild K.1 — Kraftverteilung auf Bolzen** ..... 242

**Bild K.2 — Bolzen zum Verbinden von Zuglaschen** ..... 242

**Bild K.3 — Zuglasche mit Bohrung** ..... 244

**Bild K.4 — Bauarten von Zuglaschen** ..... 245

**Bild K.5 — Kardankasten** A1 ..... 248

**Bild K.6 — Kardanring** ..... 251

**Bild K.7 — Ankerplatte mit 2 Verankerungen** ..... 253

**Bild K.8 — Querschnitte für formschlüssige Verbindung** A1 ..... 256

**Bild K.9 — Querschnitte für geschweißte Knopflochverbindung** ..... 259

**Bild K.10 — Kreisplatte mit 3 oder mehr Zugstangen** ..... 262

**Bild K.11 — Zuglaschenplatte für formschlüssige Verbindung** A1 ..... 265

**Bild K.12 — Zuglaschenplatte für geschweißte Knopflochverbindung** ..... 268

**Bild K.13 — Flansch mit 2 Zugstangen** ..... 270

**Bild K.14 — Kreisförmiger Flansch mit mehr als 2 Zugstangen** ..... 272

**Bild K.15 — An den Flansch geschweißte Platte** ..... 274

**Bild K.16 — Stege/Stützbleche mit Verstärkungsringen** A1 ..... 277

## Tabellen

**Tabelle 1 — Bauarten von Kompensatoren** ..... 26

**Tabelle 2 — Bevorzugte Werkstoffe für Balgelemente und andere drucktragende Teile und deren Temperaturgrenzen (siehe auch Tabelle 3)** ..... 33

**Tabelle 3 — Werkstoffnormen für andere drucktragende Teile** ..... 35

**Tabelle 4 — Symbole** ..... 37

**Tabelle 5 — Zulässige Spannungen** ..... 44

**Tabelle 6 — Auf die Lebensdauer bezogener Sicherheitsbeiwert** ..... 46

**Tabelle 7 — Balg-Anschlussnähte** ..... 49

**Tabelle 8 — Werkstoffabhängige Parameter zur Berechnung der Kaltverfestigung** ..... 53

**Tabelle 9 — Typische Werte für den Umformfaktor $\eta$ (informativ)** ..... 56

**Tabelle 10 — Versteifungswirkung unterschiedlicher Anbauteile** ..... 57

**Tabelle 11 — Zusätzliche Symbole** ..... 90

**Tabelle 12 — Parameter der Ermüdungsgleichungen** ..... 95

**Tabelle 13 — Bevorzugte Werkstoffe für Bälge (siehe Tabelle 2 und Tabelle 8) bezogen auf die vier Werkstoffklassen** ..... 97

**Tabelle 14 — Werkstoffabhängige Parameter für die Spannung/Dehnung-Kennlinie (geringe Dehnung)** ..... 111

**Tabelle 15 — Zusätzliche Symbole** ..... 123

**Tabelle 16 — Zulässige Strömungsgeschwindigkeit** ..... 124

**Tabelle 17 — Mindestwanddicke des Leitrohres $t_{S,min}$** ..... 126

**Tabelle 18 — Lastfälle für Verankerungsteile** ..... 129

**Tabelle 19 — Sicherheitsbeiwert kr** ..... 135

**Tabelle 20 — Toleranzen für die Nenndicke tn des Materials** ..... 136

**Tabelle 21 — Toleranzen für die Gesamtlänge** ..... 137

**Tabelle 22 — Liste der Dokumente** ..... 139

**Tabelle 23 — ZfP für stumpfgeschweißte Längsnähte W1 von Bälgen ohne Umfangsnähte** ..... 142

**Tabelle 24 — Grenzen des Schweißnahtfaktors für stumpfgeschweißte Längsnähte W2** ..... 143

**Tabelle 25 — Umfang der ZfP für stumpfgeschweißte Längsnähte W2 in Rohrabschnitten und in Bälgen mit Umfangsnähten** ..... 144

**Tabelle 26 — Umfang der ZfP für Umfangsnähte — W3** ..... 144

**Tabelle 27 — Umfang der ZfP für Anschlussnähte am Balg — W4** ..... 145

**Tabelle 28 — Umfang der ZfP für Kehlnähte — W5 und W6** ..... 146

**Tabelle 29a — Bewertungsgruppe für Bälge nach EN ISO 5817:2014 in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und Prüfverfahren** ..... 147

**Tabelle 29b — Bewertungsgruppe andere Teile außer Bälge nach EN ISO 5817:2014 in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und Prüfverfahren** ..... 148

**Tabelle 30 — Annahmekriterien und Verfahren der Dichtheitsprüfung** ..... 148

**Tabelle 31 — Zusätzliche Annahmekriterien für Oberflächenunregelmäßigkeiten** ..... 149

**Tabelle 32 — Zusätzliche Anforderungen an Annahmekriterien für innere Unregelmäßigkeiten, die bei einer RT-Prüfung festgestellt werden** ..... 151

**Tabelle 33 — Schlussdokumentation** ..... 155

**Tabelle A.1 — Einstufung von Kompensatoren** ..... 161

**Tabelle B.1 — Werkstoffbezeichnung und chemische Zusammensetzung** ..... 163

**Tabelle B.2 — Anforderungen an die Herstellung** ..... 164

**Tabelle B.3 — Temperaturabhängige Werkstoffeigenschaften** ..... 166

**Tabelle B.4 — Prüfanforderungen und Materialdokumentation** ..... 168

**Tabelle C.1 — Auswahlkriterien für Kompensatorbauarten** ..... 170

**Tabelle D.1 — Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha$, in mm/mK** ..... 192

**Tabelle D.2 — Berechnung der Biegewinkel in Gelenksystemen** ..... **195**

**Tabelle E.1 — Umrechnung der elastischen Federraten** ..... **213**

**Tabelle F.1 — Geprüfte (Index t) und zulässige (Index d) Konstruktionsmaße** ..... **214**

**Tabelle G.1 — Polynomische Koeffizienten $\alpha_i$ für die Ermittlung von $C_p$ mit $C_1 \leq 0{,}3$** ..... **223**

**Tabelle G.2 — Polynomische Koeffizienten $\alpha_i$ für die Ermittlung von $C_p$ mit $C_1 > 0{,}3$** ..... **224**

**Tabelle G.3 — Polynomische Koeffizienten $\beta_i$ für die Ermittlung von $C_f$** ..... **225**

**Tabelle G.4 — Polynomische Koeffizienten $\gamma_i$ für die Ermittlung von $C_d$** ..... **226**

**Tabelle H.1 — Erforderliche Auslegungsdaten** ..... **228**

**Tabelle I.1 — Auflistung für Risikoanalyse** ..... **229**

**Tabelle J.1 — Werkstoffnummern und Bezeichnungen** ..... **231**

**Tabelle J.2 — Temperaturabhängige Werkstoffeigenschaften** ..... **232**

**Tabelle J.3 — Zeitstandfestigkeit (100 000 h)** ..... **233**

**Tabelle J.4 — Dehngrenze bei Tieftemperaturen Angenäherter temperaturabhängiger Erhöhungsfaktor $K_{LT}$[a]** ..... **234**

**Tabelle K.1 — Zusätzliche Symbole** ..... **235**

**Tabelle L.1 — Unverstärkte und verstärkte Bälge** ..... **283**

**Tabelle L.2 — Torusförmige Bälge** ..... **299**

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2014/68/EU** ..... **302**