

# DIN EN 14917:2009-07 (D)

## Kompensatoren mit metallischen Bälgen für Druckanwendungen; Deutsche Fassung EN 14917:2009

---

| Inhalt  | Seite |
|---|-------|
| Vorwort .....   | 6     |
| Einleitung .....  | 7     |
| 1 Anwendungsbereich .....   | 8     |
| 2 Normative Verweisungen .....  | 8     |
| 3 Begriffe .....  | 11    |
| 4 Klassifizierung .....   | 12    |
| 4.1 Klassifizierung von Kompensatoren .....   | 12    |
| 4.1.1 Axial-Kompensator .....   | 13    |
| 4.1.2 Angular-Kompensator .....   | 13    |
| 4.1.3 Lateral-Kompensator .....   | 13    |
| 4.1.4 Universal-Kompensator .....   | 13    |
| 4.2 Klassifizierung der Bauteile von Kompensatoren .....                                      | 17    |
| 4.2.1 Drucktragende Hauptteile (A) .....  | 17    |
| 4.2.2 Andere drucktragende Teile (B), die nicht drucktragende Hauptteile sind .....           | 17    |
| 4.2.3 Anbauteile an drucktragenden Hauptteilen und an anderen drucktragenden Teilen (C) ..... | 17    |
| 4.2.4 Andere Teile (D) .....  | 17    |
| 5 Werkstoffe .....  | 19    |
| 5.1 Allgemeines .....   | 19    |
| 5.1.1 Werkstoffe für drucktragende Teile .....  | 19    |
| 5.1.2 Werkstoffe für Anbauteile an drucktragenden Teilen .....                                | 19    |
| 5.1.3 Dokumentation .....   | 19    |
| 5.2 Drucktragende Teile .....   | 19    |
| 5.2.1 Bälge .....   | 19    |
| 5.2.2 Andere drucktragende Teile .....  | 20    |
| 5.2.3 Duktilität .....  | 20    |
| 5.2.4 Sprödbruch .....  | 20    |
| 5.3 Werkstoffdokumentation .....  | 21    |
| 6 Konstruktion .....  | 24    |
| 6.1 Allgemeines .....   | 24    |
| 6.1.1 Symbole und allgemeine Faktoren .....   | 24    |
| 6.1.2 Grundlegende Auslegungskriterien .....  | 32    |
| 6.1.3 Zusätzliche Lasten .....  | 33    |
| 6.2 Bälge .....   | 34    |
| 6.2.1 Zweck .....   | 34    |
| 6.2.2 Anwendungsbedingungen .....   | 34    |
| 6.2.3 Unverstärkter Balg mit U-Profil .....   | 39    |
| 6.2.4 Ringverstärkter Balg mit U-Profil .....   | 53    |
| 6.2.5 Torusbälge .....  | 60    |
| 6.2.6 Spezielle Ermüdungskurven für die Auslegung .....                                       | 68    |
| 6.2.7 Bälge mit axialen, lateralen oder angularen Bewegungen .....                            | 68    |
| 6.2.8 Äquivalente axiale Bewegung je Welle .....  | 73    |
| 6.2.9 Kräfte und Momente an druckbeaufschlagten Kompensatoren .....                           | 77    |
| 6.2.10 Bälge mit Torsionsbeanspruchung (unverstärkt oder verstärkt) .....                     | 87    |
| 6.3 Verankerungen .....   | 87    |
| 6.3.1 Allgemeines .....   | 87    |
| 6.3.2 Auslegungsparameter .....   | 88    |
| 6.3.3 Auslegungstemperatur .....  | 93    |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 6.3.4   | Teile .....   | 93         |
| 6.4   | Leitrohr .....  | 95         |
| 6.4.1   | Anwendungsbereich .....                               | 95         |
| 6.4.2   | Zusätzliche Symbole .....                             | 95         |
| 6.4.3   | Strömungsgeschwindigkeit .....                        | 95         |
| 6.4.4   | Auslegungsbedingungen .....                           | 97         |
| 7   | Herstellung .....                                     | 99         |
| 7.1   | Allgemeines .....                                     | 99         |
| 7.2   | Werkstoffe .....                                      | 99         |
| 7.2.1   | Allgemeines .....                                     | 99         |
| 7.2.2   | Rückverfolgbarkeit des Werkstoffes .....              | 99         |
| 7.3   | Dauerhafte Verbindungen .....                         | 99         |
| 7.3.1   | Allgemeines .....                                     | 99         |
| 7.3.2   | Verfahren und Bedienungspersonal .....                | 99         |
| 7.3.3   | Reparatur und Nachbesserung bei der Herstellung ..... | 100        |
| 7.4   | Balgformung .....                                     | 100        |
| 7.4.1   | Umformverfahren .....                                 | 100        |
| 7.4.2   | Wärmebehandlung .....                                 | 101        |
| 7.5   | Toleranzen .....                                      | 101        |
| 7.5.1   | Allgemeines .....                                     | 101        |
| 7.5.2   | Balg .....  | 102        |
| 7.5.3   | Kompensator .....                                     | 103        |
| 7.6   | Fertigungsbegleitende Prüfungen .....                 | 103        |
| 8   | Prüfungen und Dokumentation .....                     | 104        |
| 8.1   | Abkürzungen .....                                     | 104        |
| 8.2   | Allgemeines .....                                     | 104        |
| 8.3   | Dokumentation .....                                   | 104        |
| 8.4   | Kontrollen und Prüfungen während der Fertigung .....  | 105        |
| 8.4.1   | Allgemeines .....                                     | 105        |
| 8.4.2   | Werkstoffe .....                                      | 105        |
| 8.4.3   | Dauerhafte Verbindungen .....                         | 105        |
| 8.4.4   | Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten .....      | 107        |
| 8.5   | ZfP-Verfahren .....                                   | 111        |
| 8.5.1   | Allgemeines .....                                     | 111        |
| 8.5.2   | Annahmekriterien .....                                | 112        |
| 8.5.3   | Qualifizierung und Zulassung des ZfP-Personals .....  | 112        |
| 8.5.4   | Prüfberichte .....                                    | 112        |
| 8.6   | Endabnahme und Dokumentation .....                    | 115        |
| 8.6.1   | Allgemeines .....                                     | 115        |
| 8.6.2   | Endprüfung .....                                      | 116        |
| 8.7   | Dokumentation .....                                   | 118        |
| 8.7.1   | Schlussdokumentation .....                            | 118        |
| 8.7.2   | Konformitätserklärung/Zertifizierung .....            | 119        |
| 8.7.3   | Betriebsanleitung .....                               | 119        |
| 9   | Kennzeichnung und Beschriftung .....                  | 119        |
| 10  | Handhabung und Einbau .....                           | 120        |
| 10.1  | Allgemeine Hinweise .....                             | 120        |
| 10.2  | Verpackung und Lagerung .....                         | 120        |
| 10.3  | Einbau .....  | 120        |
| 10.4  | Unverankerte Kompensatoren .....                      | 121        |
| 10.5  | Verankerte Kompensatoren .....                        | 121        |
| <b>Anhang A (informativ) Kategorien von Kompensatoren .....</b> |   | <b>122</b> |
| A.0   | Allgemeines .....                                     | 122        |
| A.1   | Einstufung von Kompensatoren .....                    | 122        |
| A.2   | Fluidgruppen .....                                    | 122        |
| A.2.1   | Allgemeines .....                                     | 122        |
| A.2.2   | Gruppe 1 .....  | 122        |
| A.2.3   | Gruppe 2 .....  | 123        |
| A.3   | Technische Anforderungen .....                        | 123        |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| A.3.1   | Kompensatoren für Behälter.....   | 123        |
| A.3.2   | Kompensatoren für Rohrleitungen.....  | 123        |
| A.3.3   | Gute Ingenieurpraxis (GIP).....   | 124        |
| A.4   | Kategorien der Kompensatoren.....   | 124        |
| <b>Anhang B (normativ) Spezifikation für die Werkstoffe 1.4828, 1.4876, 2.4360 und 2.4858 .....</b> |   | <b>133</b> |
| B.1   | Allgemeines .....   | 133        |
| <b>Anhang C (informativ) Einbau von Kompensatoren in Druckbehälter und Rohrleitungen.....</b>       |   | <b>139</b> |
| C.1   | Einleitung .....  | 139        |
| C.2   | Besondere Symbole und Begriffe.....   | 140        |
| C.3   | Verwendung der verschiedenen Bauarten von Kompensatoren .....               | 140        |
| C.3.1   | Allgemeines .....   | 140        |
| C.3.2   | Verwendung von Axial-Kompensatoren .....                                    | 140        |
| C.3.3   | Verwendung von Angular-Kompensatoren .....                                  | 145        |
| C.3.4   | Lateral-Kompensatoren mit Zugstangen .....                                  | 148        |
| C.3.5   | Verwendung von Universal-Kompensatoren .....                                | 150        |
| C.4   | Unbestimmte Anordnungen .....   | 153        |
| C.4.1   | Allgemeines .....   | 153        |
| C.4.2   | Gerader Leitungsabschnitt mit Axial-Kompensatoren.....                      | 153        |
| C.4.3   | Ebenes Leitungssystem mit Angular-Kompensatoren .....                       | 153        |
| C.4.4   | Räumliche Leitungssysteme mit drei Kardangelenken.....                      | 154        |
| C.4.5   | Räumliches Leitungssystem mit Lateral-Kompensatoren.....                    | 154        |
| C.5   | Kompensatoren in Wärmetauschern.....  | 155        |
| C.5.1   | Allgemeines .....   | 155        |
| C.5.2   | In den Mantel eingebaute Axial-Kompensatoren .....                          | 155        |
| C.5.3   | Axial-Kompensator am Schwimmkopf.....                                       | 155        |
| <b>Anhang D (informativ) Berechnungsverfahren für Rohrleitungssysteme mit Kompensatoren .....</b>   |   | <b>157</b> |
| D.1   | Allgemeines .....   | 157        |
| D.1.1   | Einführende Bemerkungen .....   | 157        |
| D.1.2   | Bestimmen von Bewegungswerten.....  | 157        |
| D.1.3   | Wärmedehnung .....  | 157        |
| D.2   | Näherungsweise Berechnung von Balgbewegungen .....                          | 159        |
| D.2.1   | Allgemeines .....   | 159        |
| D.2.2   | Gelenksysteme .....   | 159        |
| D.2.3   | Definitionen.....   | 159        |
| D.3   | Genauere Berechnung von Balgbewegungen.....                                 | 164        |
| D.3.1   | Zwei Einfachgelenke in einem ebenen System (Z-System) .....                 | 164        |
| D.3.2   | Zwei Kardangelenke in einem räumlichen System (räumliches Z-System).....    | 165        |
| D.3.3   | Drei Gelenke in einem U-förmigen ebenen System (U-System).....              | 166        |
| D.3.4   | Drei Gelenke in einem ebenen System (L-System).....                         | 167        |
| D.3.5   | Drei Gelenke in einem räumlichen System (räumliches Z-System).....          | 169        |
| D.4   | Berechnung von Kräften und Momenten.....                                    | 172        |
| <b>Anhang E (informativ) Betrachtungen zur Auslegung von Kompensatorbälgen.....</b>                 |   | <b>173</b> |
| E.1   | Allgemeines .....   | 173        |
| E.2   | Balgausführung .....  | 174        |
| E.3   | Mehrlagige Bälge.....   | 174        |
| E.4   | Druckfestigkeit.....  | 174        |
| E.5   | Erwartete Lebensdauer.....  | 174        |
| E.6   | Instabilität durch Innendruck .....   | 175        |
| E.7   | Instabilität durch Außendruck .....   | 175        |
| E.8   | Federrate des Balges .....  | 175        |
| <b>Anhang F (informativ) Vorgehensweise bei der Erstellung einer Ermüdungskurve .....</b>           |   | <b>178</b> |
| F.1   | Allgemeines .....   | 178        |
| F.2   | Verfahren für die Erstellung einer Ermüdungskurve für Kompensatorbälge..... | 178        |
| F.2.1   | Allgemeines .....   | 178        |
| F.2.2   | Anzahl an Prüfungen.....  | 178        |
| F.2.3   | Extrapolationsbereich.....  | 178        |
| F.2.4   | Herstellungsverfahren .....   | 179        |
| F.2.5   | Balgwerkstoff.....  | 179        |
| F.3   | Prüfungen.....  | 179        |

|                          |   |            |
|--------------------------|---|------------|
| <b>F.3.1</b>             | <b>Bewegung</b> .....   | <b>179</b> |
| <b>F.3.2</b>             | <b>Prüfdruck</b> .....  | <b>179</b> |
| <b>F.3.3</b>             | <b>Weitere Prüfbedingungen</b> .....  | <b>180</b> |
| <b>F.3.4</b>             | <b>Prüfeinrichtung für die Lastspielprüfung</b> .....   | <b>180</b> |
| <b>F.4</b>               | <b>Auswertung der Prüfergebnisse</b> .....  | <b>181</b> |
| <b>F.5</b>               | <b>Lineare Regression</b> .....   | <b>186</b> |
| <b>Anhang G</b>          | <b>(informativ) Polynomische Näherungen für die Koeffizienten <math>C_p, C_f, C_d</math></b> .....                                      | <b>187</b> |
| <b>G.1</b>               | <b>Koeffizient <math>C_p</math></b> .....   | <b>187</b> |
| <b>G.2</b>               | <b>Koeffizient <math>C_f</math></b> .....   | <b>188</b> |
| <b>G.3</b>               | <b>Koeffizient <math>C_d</math></b> .....   | <b>188</b> |
| <b>G.4</b>               | <b>Lineare Interpolation</b> .....  | <b>189</b> |
| <b>Anhang H</b>          | <b>(informativ) Erforderliche Auslegungsdaten und Angaben</b> .....   | <b>190</b> |
| <b>H.1</b>               | <b>Erforderliche Auslegungsbedingungen</b> .....  | <b>190</b> |
| <b>H.2</b>               | <b>Zusätzliche Angaben</b> .....  | <b>190</b> |
| <b>Anhang I</b>          | <b>(informativ) Risikoanalysen für Kompensatoren</b> .....  | <b>191</b> |
| <b>Anhang J</b>          | <b>(informativ) Werkstoffeigenschaften und Werkstoffgruppen</b> .....   | <b>193</b> |
| <b>Anhang ZA</b>         | <b>(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 97/23/EG</b> ..... | <b>200</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> | .....   | <b>203</b> |