

Inhalt

| | |
|---|----|
| 1 Einführung | 1 |
| Literatur | 6 |
| Teil I Zählverfahren | |
| 2 Beschreibung der Zählverfahren | 9 |
| 2.1 Grundlagen | 9 |
| 2.1.1 Klassen | 9 |
| 2.1.2 Rückstellbreite und Klassenbreite | 9 |
| 2.2 Normen | 12 |
| 2.3 Einparametrische Zählverfahren | 12 |
| 2.3.1 Spitzenzählung SZ | 12 |
| 2.3.2 Klassengrenzenüberschreitungszählung KGÜZ | 13 |
| 2.3.3 Bereichszählung BZ | 16 |
| 2.3.4 Bereichspaarzählung BPZ | 17 |
| 2.4 Zweiparametrische Zählverfahren | 18 |
| 2.4.1 Bereichs-Mittelwert-Zählung BMZ | 19 |
| 2.4.2 Von-Bis-Zählung VBZ | 20 |
| 2.4.3 Bereichspaar-Mittelwert-Zählung BPMZ | 21 |
| 2.4.4 Rainflow-Zählung RFZ | 23 |
| Literatur | 28 |
| 3 Ableitung von Kollektiven aus Matrizen | 31 |
| 3.1 Übergangsmatrix | 31 |
| 3.2 Rainflowmatrix | 36 |
| Literatur | 41 |
| 4 Vergleich der Zählverfahren für Beispiel-BZFn | 43 |
| 4.1 Untersuchte Beanspruchungszeitfunktionen | 43 |
| 4.2 Randombeanspruchung mit einem Unregelmäßigkeitsfaktor $I=0,99$ | 43 |
| 4.3 Randombeanspruchung mit einem Unregelmäßigkeitsfaktor $I=0,7$... | 43 |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| 4.4 | Gedämpfte Schwingbeanspruchung | 44 |
| 4.5 | Überlagerte Sinus-Sinusbeanspruchung | 44 |
| | Literatur | 49 |
| 5 | Mehrachsig Belastungen und Beanspruchungen | 51 |
| 5.1 | Begriffsklärung | 51 |
| 5.2 | Messtechnische Erfassung | 52 |
| 5.2.1 | Kalibrierte DMS Messstellen | 52 |
| 5.2.2 | x-y-DMS bzw. Mehrfach-DMS | 52 |
| 5.3 | Klassierung mehrachsiger Belastungen | 53 |
| 5.4 | Klassierung mehrachsiger Spannungszustände | 53 |
| | Literatur | 55 |
| 6 | Verweildauer- und Momentanwertzählung | 57 |
| 6.1 | Einparametrisch | 57 |
| 6.1.1 | Verweildauerzählung VZ | 57 |
| 6.1.2 | Momentanwertzählung MWZ | 58 |
| 6.1.3 | Bezogene Momentanwertzählung BMWZ | 60 |
| 6.2 | Zweiparametrisch | 61 |
| 6.2.1 | Zweiparametrische Verweildauerzählung ZVZ | 61 |
| 6.2.2 | Zweiparametrische Momentanwertzählung ZMWZ | 62 |
| 6.2.3 | Bezogene zweiparametrische Momentanwertzählung BZMWZ | 63 |
| | Literatur | 65 |
| 7 | Anwendung der Zählverfahren | 67 |
| 7.1 | Kriterien zur Auswahl eines Zählverfahrens | 67 |
| 7.2 | Empfehlungen | 69 |
| 7.2.1 | Graphische Darstellung | 69 |
| 7.2.2 | Praktische Erfahrungen | 69 |
| | Literatur | 70 |
| Teil II Lastannahme | | |
| 8 | Charakteristische Betriebsbeanspruchungen | 77 |
| 8.1 | Zeitbereich | 77 |
| 8.1.1 | Beanspruchungszeitfunktionen | 77 |
| 8.1.2 | Beanspruchungsursachen | 82 |
| 8.1.3 | Deterministische und stochastische Beanspruchungszeitfunktionen | 86 |
| 8.1.4 | Sonderereignisse und Missbrauch | 90 |
| 8.2 | Häufigkeitsbereich | 92 |
| 8.2.1 | Beschreibung von Beanspruchungskollektiven | 93 |
| 8.2.2 | Extrapolation | 99 |
| 8.2.3 | Standardisierte Lastabläufe und Kollektive | 105 |
| | Literatur | 108 |

| | |
|--|-----|
| 9 Rechnerische Lebensdauerabschätzung | 111 |
| 9.1 Palmgren-Miner-Regel | 112 |
| 9.1.1 Berücksichtigung von Mittelspannung S_m und Spannungsverhältnis R | 114 |
| 9.2 Modifikationen der Palmgren-Miner-Regel | 115 |
| 9.3 Vergleich Rechnung und Versuch | 117 |
| 9.3.1 Ergebnisse | 122 |
| 9.4 Relative Palmgren-Miner-Regel | 123 |
| Literatur | 124 |
| 10 Bemessungskollektive | 127 |
| 10.1 Ermittlung repräsentativer Kollektive | 128 |
| 10.1.1 Festlegung der relevanten Messfrequenz | 128 |
| 10.1.2 Hinweise zur Bildung von Messkollektiven | 129 |
| 10.1.3 Bestimmung der erforderlichen Messdauer | 131 |
| 10.1.4 Empfehlungen für die Auswertung umfangreicher Betriebsmessungen | 132 |
| 10.2 Erstellung von Bemessungskollektiven | 133 |
| 10.3 Unterschiedliche Vorgehensweisen | 134 |
| Literatur | 135 |
| 11 Sicherheitsaspekte | 137 |
| 11.1 Bauteilbemessung | 137 |
| 11.2 Sicherheitskonzept | 142 |
| 11.3 Zuverlässigkeitskonzept | 143 |
| 11.4 Streuung der Beanspruchbarkeit | 149 |
| 11.5 Streuung der Beanspruchung | 153 |
| 11.6 Sicherheit und Technik | 158 |
| 11.6.1 Berechnung und/oder Versuch | 158 |
| 11.6.2 Schadensfälle | 159 |
| 11.6.3 Vergleich der Konzepte | 162 |
| 11.6.4 Unterschiede in den Anwendungsbereichen | 168 |
| 11.6.5 Sicherheitsrelevante Maßnahmen | 169 |
| Literatur | 173 |
| 12 Lastannahme in verschiedenen Sachgebieten | 177 |
| 12.1 Lastannahme im Regelwerk | 177 |
| 12.1.1 Beispiel Krane | 178 |
| 12.1.2 Beispiel Schienenfahrzeuge | 178 |
| 12.1.3 Beispiel Fahrräder | 182 |
| 12.2 Beispiel Automobilherstellung | 184 |
| 12.2.1 Betriebslasten | 185 |
| 12.2.2 Sonderereignisse | 190 |
| Literatur | 192 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 13 | Zusätzliche Literaturhinweise zu Lastannahmen | |
| | in verschiedenen Sachgebieten | 195 |
| 13.1 | Allgemeiner Maschinenbau | 195 |
| 13.2 | Anlagentechnik | 196 |
| 13.3 | Windkraftanlagen | 197 |
| 13.4 | Kraftfahrzeuge | 197 |
| 13.5 | Schienen-Fahrzeuge | 200 |
| 13.6 | Flugzeugbau und Raumfahrt | 201 |
| 13.7 | Schiffbau und Offshore-Konstruktionen | 202 |
| 13.8 | Baumaschinen und Landmaschinen | 202 |
| 13.9 | Sportgeräte | 202 |
| 13.10 | Zuverlässigkeit | 203 |
| 13.11 | Bücher mit dem Schwerpunkt Lastannahme | 203 |
| 13.12 | Tagungen und Konferenzen | 204 |
| | Sachverzeichnis | 207 |