DIN 50100:2022-12 (D)

Schwingfestigkeitsversuch - Durchführung und Auswertung von zyklischen Versuchen mit konstanter Lastamplitude für metallische Werkstoffproben und Bauteile

Inhai	τ	Seite
Vorwo	rt	g
Einleit	ung	10
1	Anwendungsbereich	11
2	Normative Verweisungen	
3	Begriffe	
4 4.1	Formelzeichen und Abkürzungen	12
4.1	FormelzeichenAbkürzungen	
5	Wöhlerlinie	
6	Lastgrößen	22
7	Probenform und Probenfertigung	2 5
8	Prüftechnik	26
9	Versuchsdurchführung	27
9.1	Allgemeines	
9.2	Zeitfestigkeit	
9.2.1	Allgemeines	
9.2.2	Perlenschnurverfahren	
9.2.3	Horizontenverfahren	42
9.3	Langzeitfestigkeit	52
9.3.1	Allgemeines	52
9.3.2	Treppenstufenverfahren	55
10	Versuchsauswertung	
10.1	Allgemeines	
10.2	Zeitfestigkeit	
	Allgemeines	
	Perlenschnurverfahren	
	Horizontenverfahren	
10.3	Auswertung Langzeitfestigkeit	
	Allgemeines	
	Auswertung Treppenstufenverfahren Knick-Schwingspielzahl und Verlauf der Wöhlerlinie im Langzeitfestigkeitsbereich	
10.4	Wöhlerlinie für eine von 50 % abweichende Ausfallwahrscheinlichkeit	
10.5		
11	Dokumentation	
11.1	Allgemeines	
11.2	Werkstoff	
11.3	Versuchskörper (Werkstoffprobe oder Bauteil)	
11.4	Versuchsaufbau	
11.5	Versuchsdurchführung	
11.6 11.7	Versuchsauswertung	
/	www.iiii.iii - i ii - ii ii - ii ii - ii ii ii ii	/ -

Annai	ig A (normativ) Perienschnurverfahren: Bestimmung des erforderlichen	
	Stichprobenumfangs	76
A.1	Perlenschnurverfahren: Erforderliche Anzahl von Proben zur Abschätzung der	
	mittleren Schwingspielzahl	76
A.2	Perlenschnurverfahren: Erforderliche Anzahl von Proben zur Abschätzung der Neigung	
	der Zeitfestigkeitsgeraden	87
Anhar	ng B (normativ) Horizontenverfahren: Bestimmung des erforderlichen	
	Stichprobenumfangs	97
B.1	Horizontenverfahren: Erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur	
	Abschätzung der mittleren Schwingspielzahl	97
B.2	Horizontenverfahren: Erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur	
	Abschätzung der Neigung der Zeitfestigkeitsgeraden	.108
Anhar	ng C (informativ) Typische Standardabweichungen im Zeitfestigkeitsbereich	118
	ng D (informativ) Beispiele Versuchsprotokolle	
D.1	Beispiele Versuchsprotokolle	
D.1.1	Allgemeines	
D.1.2	Protokoll Versuchsreihe Zeitfestigkeit	.120
D.1.3	Protokoll Versuchsreihe Langzeitfestigkeit	.123
A == la ===	ng E (normativ) Beispiele für Versuchsauswertungen	125
E.1	Beispiel: Auswertung Zeitfestigkeitsgerade Perlenschnurverfahren	
E.1.1	Versuchsergebnisse	
E.1.2	Lage und Neigung der Zeitfestigkeitsgeraden	
E.1.3	Zeitfestigkeitsgerade für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 50 %	
E.1.4	Standardabweichung der Versuchsergebnisse	
E.1.5	Zeitfestigkeitsgerade für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 %	
E.1.6	Zeitfestigkeitsgerade für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 90 %	.129
E.1.7	Grafische Darstellung der Zeitfestigkeitsgeraden	.129
E.2	Beispiel: Auswertung Zeitfestigkeitsgerade Horizontenverfahren	.130
E.2.1	Versuchsergebnisse	
E.2.2	Mittelwert und Standardabweichung Lasthorizont 1	
E.2.3	Mittelwert und Standardabweichung Lasthorizont 2	
E.2.4	Zeitfestigkeitsgerade für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 50 %	
E.2.5	Wöhlerlinie für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 %	
E.2.6	Zeitfestigkeitsgerade für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 90 %	
E.2.7	Grafische Darstellung der Zeitfestigkeitsgerade	
E.2. / E.3		
	Beispiel: Auswertung Langzeitfestigkeit Treppenstufenverfahren	134
E.4	Beispiel: Ermittlung der Knick-Schwingspielzahl und Verlauf der Wöhlerlinien bis zur	40-
	Grenzschwingspielzahl	
E.4.1	Perlenschnurverfahren	
E.4.2	Horizontenverfahren	
E.5	Beispiel: Grafische Darstellung der Wöhlerlinie	
E.5.1	Perlenschnurverfahren	.140
E.5.2	Horizontenverfahren	.143
Litono	turhinweise	145
Litera	turninweise	145
Bilder		
Diluer		
Bild 1	— Wöhlerdiagramm (schematisch)	20
Rild 2	— Wöhlerdiagramm im Bereich hoher Schwingspielzahlen (schematisch)	21
Jilu 2		41
Bild 3	1	
	Langzeitfestigkeitsbereich	22

Bild 4 — Last-Zeit-Verlauf im Schwingfestigkeitsversuch (schematisch)	23
Bild 5 — Benennung der Last in Abhängigkeit vom Mittelwert $L_{\rm m}$	25
Bild 6 — Ermittlung der Streuspannen für Mittelwert und Standardabweichung durch Auswertung einer großen Anzahl von Stichproben aus Monte-Carlo-Simulationen	29
Bild 7 — Abschätzen des Mittelwerts der Grundgesamtheit auf der Basis einer Stichprobe 3	0
Bild 8 — Wöhlerdiagramm (schematisch), Perlenschnurverfahren 3	2
Bild 9 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Probenanzahl zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl)3	17
Bild 10 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Probenanzahl zur Schätzung der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}$ (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl) 3	19
Bild 11 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Probenanzahl zur Schätzung der Wöhlerlinienneigung (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl)4	ŀ 2
Bild 12 — Wöhlerdiagramm (schematisch), Horizontenverfahren 4	·2
Bild 13 — Erforderliche Anzahl von Proben in Abhängigkeit von der geforderten Streuspanne $T_{\rm m}$ und dem erwarteten Verhältnis der Schwingspielzahlen $N_{50\%,La,2}/N_{50\%,La,1}$ auf dem oberen und unteren Lasthorizont (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl)	ŀ7
Bild 14 — Horizontenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}$ (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl) 4	۱9
Bild 15 — Horizontenverfahren, erforderliche Probenanzahl zur Schätzung der Wöhlerlinienneigung $k_{\rm GG}$ (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl)5	52
Bild 16 — Ermittlung der Streuspannen für Mittelwert und Standardabweichung durch Auswertung einer großen Anzahl von Stichproben aus Monte-Carlo-Simulationen 5	53
Bild 17 — Abschätzen des Mittelwerts der Grundgesamtheit auf der Basis einer Stichprobe 5	4
Bild 18 — Folge im Treppenstufenverfahren 5	5
Bild 19 — Treppenstufenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Langzeitfestigkeit $L_{\rm aL,NG,GG}$ (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl) 5	59
Bild 20 — Treppenstufenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Standardabweichung $s_{\text{lg}L}$ der Langzeitfestigkeit (Ergebnisse aus je 20 000 Simulationen je Probenanzahl)	51
Bild 21 — Standardabweichung in Schwingspielzahl- bzw. Lastrichtung (schematisch) 6	2
Bild 22 — Ergebnisse der Versuchsdurchführung Perlenschnurverfahren (schematisch) 6	3
Bild 23 — Verschieben der Versuchsergebnisse auf einen gemeinsamen Lasthorizont (schematisch)	54
Bild 24 — Berechnung der Zeitfestigkeitsgerade aus zwei Lasthorizonten (schematisch) 6	7
Bild 25 — Treppenstufenfolge und Ermittlung der Kennziffern für die Auswertung 6	59

Bild 26 — Abschätzung der Standardabweichung $s_{{\rm lg}L}$ in Abhängigkeit von der Hilfsgröße $D_{\rm T}$, dem Stufensprung $d_{{\rm lg}}$ und der Anzahl der Versuche n	70
Bild E.1 — Wöhlerdiagramm, grafische Darstellung der Zeitfestigkeitsgerade1	.30
Bild E.2 — Wöhlerdiagramm, grafische Darstellung der Zeitfestigkeitsgerade1	.34
Bild E.3 — Wöhlerdiagramm Typ I, grafische Darstellung der Versuchsergebnisse und der statistischen Auswertung1	41
Bild E.4 — Wöhlerdiagramm Typ II, grafische Darstellung der Versuchsergebnisse und der statistischen Auswertung	42
Bild E.5 — Wöhlerdiagramm Typ I, grafische Darstellung der Versuchsergebnisse und der statistischen Auswertung1	43
Bild E.6 — Wöhlerdiagramm Typ II, grafische Darstellung der Versuchsergebnisse und der statistischen Auswertung	44
Tabellen	
Tabelle 1 — Formelzeichen und ihre Bedeutung	12
Tabelle 2 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	35
Tabelle 3 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Standardabweichung $s_{\lg N, GG}$	38
Tabelle 4 — Perlenschnurverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	40
Tabelle 5 — Horizontenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\text{lgN,GG}} = 0,20$ der Grundgesamtheit	45
Tabelle 6 — Horizontenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Standardabweichung S _{1gN,GG}	48
Tabelle 7 — Horizontenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	50
Tabelle 8 — Standardabweichung der Grundgesamtheit und Stufensprung für das Treppenstufenverfahren	56
Tabelle 9 — Treppenstufenverfahren, erforderliche Probenanzahl zur Schätzung der Langzeitfestigkeit $L_{\mathrm{aL},NG,GG}$	58
Tabelle 10 — Treppenstufenverfahren, erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Standardabweichung $s_{{\rm lg}L}$ der Langzeitfestigkeit	60
Tabelle 11 — Quantil u zur Berechnung unterschiedlicher Ausfallwahrscheinlichkeiten $P_{\rm A}$ unter der Annahme einer lg-Normalverteilung	72

Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG} = 0,10$ der Grundgesamtheit	7
Tabelle A.2 — Perlenschnurverfahren — Erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG}=0,15$ der Grundgesamtheit	9
Tabelle A.3 — Perlenschnurverfahren — Erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	:1
Tabelle A.4 — Perlenschnurverfahren — Erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG}=0,25$ der Grundgesamtheit	3
Tabelle A.5 — Perlenschnurverfahren — Erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{lgN,GG}=0,30$ der Grundgesamtheit	5
Tabelle A.6 — Perlenschnurverfahren — erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}$ = 0,10 der Grundgesamtheit	7
Tabelle A.7 — Perlenschnurverfahren — erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,15$ der Grundgesamtheit	9
Tabelle A.8 — Perlenschnurverfahren — erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	1
Tabelle A.9 — Perlenschnurverfahren — erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,25$ der Grundgesamtheit	3
Tabelle A.10 — Perlenschnurverfahren — erforderliche Anzahl von Proben zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,30$ der Grundgesamtheit	5
Tabelle B.1 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,10$ der Grundgesamtheit9	8
Tabelle B.2 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,15$ der Grundgesamtheit10	0
Tabelle B.3 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit10	2
Tabelle B.4 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{1gN,GG} = 0,25$ der Grundgesamtheit10	4

Tabelle B.5 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung des Mittelwertes $N_{50\%,GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\text{IgN,GG}} = 0,30$ der Grundgesamtheit	.106
Tabelle B.6 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{{\rm Ig}N,{\rm GG}}=0,10$ der Grundgesamtheit	.108
Tabelle B.7 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,15$ der Grundgesamtheit	.110
Tabelle B.8 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,20$ der Grundgesamtheit	.112
Tabelle B.9 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,25$ der Grundgesamtheit	.114
Tabelle B.10 — Horizontenverfahren — erforderliche Anzahl von Proben der gesamten Versuchsreihe zur Schätzung der Neigung der Wöhlerlinie $k_{\rm GG}$ unter Annahme der Standardabweichung $s_{\rm lgN,GG}=0,30$ der Grundgesamtheit	.116
Tabelle C.1 — Typische Standardabweichungen im Zeitfestigkeitsbereich aus einer großen Anzahl von Stichproben	.118
Tabelle E.1 — Versuchsergebnisse Perlenschnurverfahren	.125
Tabelle E.2 — Summenbildung für Regressionsrechnung	.126
Tabelle E.3 — Verschieben der Versuchsergebnisse auf gemeinsamen, fiktiven Lasthorizont	.127
Tabelle E.4 — Versuchsergebnisse Horizontenverfahren	.130
Tabelle E.5 — Aufbereitung der Versuchsergebnisse Horizont $L_{a1} = 470 \text{ MPa}$.131
Tabelle E.6 — Aufbereitung der Versuchsergebnisse Horizont L_{a2} = 330 MPa	.132
Tabelle E.7 — Treppenstufenfolge	.134
Tabelle E.8 — Stützstellen der Wöhlerlinie Perlenschnurverfahren, Wöhlerlinie Typ I	.140
Tabelle E.9 — Stützstellen der Wöhlerlinie Perlenschnurverfahren, Wöhlerlinie Typ II	.142
Tabelle E.10 — Stützstellen der Wöhlerlinie Horizontenverfahren, Wöhlerlinie Typ I	.143
Tabelle E.11 — Stützstellen der Wöhlerlinie Horizontenverfahren. Wöhlerlinie Tvp II	.144