

DIN 969

DIN

ICS 21.060.10

Ersatz für
DIN 969:1997-12**Verbindungselemente mit Gewinde –
Schwingfestigkeitsversuch bei Axialbelastung –
Prüfverfahren und Auswertung der Ergebnisse**

Threaded fasteners –
Axial load fatigue testing –
Test methods and evaluation of results

Éléments de fixation filetés –
Essais de fatigue sous charge axiale –
Méthodes d'essai et évaluation des résultats

Gesamtumfang 23 Seiten

DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole	5
5 Kurzbeschreibung des Verfahrens	7
6 Versuchsaufbau	8
6.1 Prüfmaschine	8
6.2 Einspannvorrichtung	8
6.3 Teil mit Innengewinde	10
6.4 Prüfscheibe	10
6.5 Ausrichten der Prüfvorrichtung	11
7 Versuchsdurchführung	12
8 Auswertung der Ergebnisse	13
8.1 Allgemeines	13
8.2 Prüfung im Zeitfestigkeitsbereich	13
8.2.1 Prüfung bis zu einer vorgegebenen Mindestschwingspielzahl [siehe 8.1 a)]	13
8.2.2 Ermittlung von Streubreite und Lage des Zeitfestigkeitsbereichs [siehe 8.1 b)]	13
8.3 Prüfung im Übergangsbereich oder im Dauerfestigkeitsbereich	16
8.3.1 Prüfen bis zu einer vorgegebenen Mindestschwingspielzahl [siehe 8.1 a)]	16
8.3.2 Ermittlung von Streubreite und Lage des Übergangsbereichs [siehe 8.1 b)]	16
8.4 Erstellung der Wöhler-Kurve	21
8.5 Erstellung eines Haigh-Diagramms	22
9 Prüfbericht	23
 Bilder	
Bild 1 — Einspannkopf ohne Einsatz	8
Bild 2 — Einspannkopf mit Einsatz	9
Bild 3 — Beispiel für Prüfadapter mit Gewinde	10
Bild 4 — Prüfscheibe (Zusammenbau)	10
Bild 5 — Ausrichten der Prüfvorrichtung	11
Bild 6 — Spannungsverteilung im zylindrischen Teil des Prüfbolzens	12
Bild 7 — Anordnung der Prüfmutter	12
Bild 8 — Bruchwahrscheinlichkeit p_f und Bruch-Schwingspiele im Zeitfestigkeitsbereich ermittelt auf der Grundlage von acht Dauerschwingversuchen mit $\sigma_a = 150 \text{ N/mm}^2$ (N_{10}, N_{50}, N_{90} : Schwingspielzahlen mit einer Bruchwahrscheinlichkeit von 10 %, 50 % bzw. 90 %)	15
Bild 9 — Beispiel für die Durchführung und Auswertung von Dauerschwingversuchen nach dem Abgrenzungsverfahren	20
Bild 10 — Wöhler Kurve $\sigma_a = f(N)$	21

Bild 11 — Haigh-Diagramm	22
Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole	5
Tabelle 2 — Ordnungsschema für die statistische Auswertung von acht Dauerschwingversuchen bei einer Spannungsamplitude von $\sigma_a = 150 \text{ N/mm}^2$ im Zeitfestigkeitsbereich.....	14
Tabelle 3 — Beispiel für die Auswertung von Dauerschwingversuchen nach dem Treppenstufen- verfahren	18

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 067-00-02 AA „Verbindungselemente mit metrischem Außengewinde“ im DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) erarbeitet.

Dieses Dokument stimmt mit der Internationalen Norm ISO 3800:1993 weitgehend überein. Allerdings wurde das dort beschriebene kombinierte Prüfverfahren nicht übernommen. Außerdem wurde der Prüfbolzen zur Ausrichtung der Prüfvorrichtung (siehe 6.5) geändert.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 969:1997-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Abschnitt 3 „Begriffe“ neu hinzugefügt;
- c) in Abschnitt 4 (neu Abschnitt 5) eine Empfehlung, einer in der Regel anzuwendenden Mittellast, beim Treppenstufenverfahren aufgenommen;
- d) in 5.2 und 5.3 (neu 6.2 und 6.3) Empfehlungen für leichtes Einölen der Einspannungen aufgenommen;
- e) in Abschnitt 8 (neu Abschnitt 9) Angaben im Prüfbericht, zum Herstellungsverfahren für Schraube und Prüfmutter jeweils mit Gewinde und zu den tatsächlichen mechanischen Eigenschaften bzw. zur tatsächlichen Härte, wahlfrei gestellt;
- f) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 3800-1: 1978-03
DIN 969: 1997-12

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Bedingungen für die Durchführung von Schwingfestigkeitsversuchen bei Axialbelastung an Verbindungselementen mit Gewinde fest und gibt Empfehlungen für die Auswertung der Ergebnisse.

Da die Prüfergebnisse durch die Prüfbedingungen beeinflusst werden können, werden Mindestanforderungen an die Prüfeinrichtung festgelegt, um diese Einflüsse zu reduzieren. Außerdem werden Verfahren zur Kalibrierung und zur Überprüfung der Zentrierung der Prüfvorrichtung angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 20273, *Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben*

DIN EN ISO 4014, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 4032, *Sechskantmutter (Typ 1) — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 4033, *Hohe Sechskantmutter (Typ 2) — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 8673, *Sechskantmutter (Typ 1) mit metrischem Feingewinde — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 8674, *Hohe Sechskantmutter (Typ 2) mit metrischem Feingewinde — Produktklassen A und B*

3 Begriffe

Es werden keine Begriffe in diesem Dokument angegeben.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

4 Symbole

In dieser Norm werden die in Tabelle 1 angegebenen Symbole verwendet:

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Benennung
A_{d3}	Kernquerschnitt $A_{d3} = \pi d_3^2 / 4$
A_s	Spannungsquerschnitt $A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$
d	Gewindenennndurchmesser des Prüfbolzens
d_1	Kerndurchmesser des Grundprofils des Gewindes

Symbol	Benennung
d_2	Flankendurchmesser des Gewindes
d_3	Kerndurchmesser des Gewindes $d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$
d_a	Innendurchmesser der Kopfauflagefläche, der den Übergang des Radius in die ebene Kopfauflage begrenzt
d_h	Durchmesser des Durchgangsloches
D	Außendurchmesser des Muttergewindes
F	Zugkraft
$F_{0,2}$	Zugkraft bei 0,2 % Dehngrenze
F_a	Kraftamplitude
ΔF_{all}	Differenz der Kraftamplituden bei der Prüfung im Übergangsbereich
F_A	Kraftamplitude bei Dauerfestigkeit
F_m	Mittellast
H	Höhe des Grundprofils des Gewindes
N	Schwingenspielzahl
N_G	Grenzschwingenspielzahl im Übergangsbereich
p	Bruchwahrscheinlichkeit in %
p_f	Bruchwahrscheinlichkeit im Zeitfestigkeitsbereich
p_t	Bruchwahrscheinlichkeit im Übergangsbereich
P	Gewindesteigung
R_m	Zugfestigkeit
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze
R_s	Konstantes Spannungsverhältnis $\sigma_{min}/\sigma_{max}$
s	Schlüsselweite von Sechskanten
$S(F_A)$	Standardabweichung der Kraftamplitude bei Dauerfestigkeit
$S(\sigma_A)$	Standardabweichung der Spannungsamplitude bei Dauerfestigkeit
$S(\log N)$	Standardabweichung des Logarithmus der Schwingenspielzahl beim Ausfall
α, β	Koeffizienten der Regressionslinie für den Zeitfestigkeitsbereich der Wöhler-Kurve
σ_a^a	Spannungsamplitude
σ_A	Spannungsamplitude bei Dauerfestigkeit
σ_{ax}	axiale Zugspannung
σ_b	Biegespannung
σ_m^a	Mittelspannung

Symbol	Benennung
$\sigma_{\min}$	Unterspannung
$\sigma_{\max}$	Oberspannung
σ_{Min}	Unterspannung bei Dauerfestigkeit
σ_{Max}	Oberspannung bei Dauerfestigkeit
σ_{AN}	Dauerfestigkeit bei N Schwingspielen
$\Delta\sigma_{\text{al}}$	Differenz der Spannungsamplituden bei der Prüfung im Zeitfestigkeitsbereich (geneigter Teil der Wöhler-Kurve)
$\Delta\sigma_{\text{all}}$	Differenz der Spannungsamplituden bei der Prüfung im Übergangsbereich
^a Bei der Berechnung der Mittellast und der Spannungsamplitude ist A_s zu verwenden. Nach Vereinbarung zwischen Kunden und Lieferanten darf auch A_{d3} verwendet werden. In beiden Fällen sind die Nennquerschnitte einzusetzen.	

5 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die Versuche haben den Zweck, die Schwingfestigkeitseigenschaften von Verbindungselementen mit Gewinde zu ermitteln, z. B. durch die Erstellung einer Wöhler-Kurve.

Die zu prüfenden Teile werden in eine Schwingprüfmaschine eingebaut und im Zug-Schwellbereich beansprucht.

Die Versuche können mit konstanter Mittellast F_m oder mit konstantem Spannungsverhältnis

$$R_s = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

durchgeführt werden. Als in der Regel anzuwendende Mittellast wird empfohlen:

$$F_m = 0,7 F_{0,2 \min}$$

mit

$$F_{0,2 \min} = R_{p0,2 \min} \cdot A_{s,\text{nom}}$$

Andere Mittellasten können vereinbart werden.

Der Versuch endet mit dem Ausfall der Probe bzw. wenn eine vorgegebene Schwingspielzahl ohne Bruch erreicht worden ist. Im Allgemeinen wird die Schwingspielzahl durch den Werkstoff oder durch die Dauer-schwingfestigkeit der Probe bestimmt. Falls nicht anders vereinbart, ist Ausfall durch die vollständige Trennung des Verbindungselementes in zwei Teile definiert.

Die Prüfbedingungen und Auswerteverfahren sind der jeweiligen Zielsetzung entsprechend zu wählen bzw. zu vereinbaren und im Prüfbericht (siehe Abschnitt 9) anzugeben.