

Verbindungselemente mit Gewinde

Schwingfestigkeitsversuch bei Axialbelastung

Prüfverfahren und Auswertung der Ergebnisse

DIN
969

ICS 21.060.10

Ersatz für
DIN ISO 3800-1 : 1978-03Deskriptoren: Verbindungselement, Gewinde, Schwingfestigkeit, Axialkraft,
Prüfverfahren

Threaded fasteners — Axial load fatigue testing —

Test methods and evaluation of results

Éléments de fixation filetés — Essais de fatigue sous charge axiale —

Méthode d'essai et évaluation des résultats

Vorwort

Diese Norm wurde vom FMV 2.1 "Festigkeitsklassen Stahl" erarbeitet und 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 5.5) geändert.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 3800-1 : 1978-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Titel wurde geändert.
- b) Die Angaben zum Versuchsaufbau wurden überarbeitet.
- c) Festlegungen zur Ausrichtung der Prüfvorrichtung wurden aufgenommen.
- d) Die Auswertung der Versuchsergebnisse wurde neu aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 3800-1: 1978-03

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

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN EN 20273

Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben (ISO 273 : 1979);
Deutsche Fassung EN 20273 : 1991

DIN EN 24014

Sechskantschrauben mit Schaft, Produktklassen A und B (ISO 4014 : 1988);
Deutsche Fassung EN 24014 : 1991

DIN EN 24032

Sechskantmutter, Typ 1, Produktklassen A und B (ISO 4032 : 1986);
Deutsche Fassung EN 24032 : 1991

DIN EN 24033

Sechskantmutter, Typ 2, Produktklassen A und B (ISO 4033 : 1979);
Deutsche Fassung EN 24033 : 1991

DIN EN 28673

Sechskantmutter, Typ 1, mit metrischem Feingewinde, Produktklassen A und B (ISO 8673 : 1988);
Deutsche Fassung EN 28673 : 1991

DIN EN 28674

Sechskantmutter, Typ 2, mit metrischem Feingewinde, Produktklassen A und B (ISO 8674 : 1988);
Deutsche Fassung EN 28674 : 1991

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

3 Formelzeichen und Benennungen

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

Tabelle 1

Formelzeichen	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	Gewindenennendurchmesser des Prüfbolzens
d_1	Kerndurchmesser des Grundprofils des Gewindes
d_2	Flankendurchmesser des Gewindes $d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$
d_3	Kerndurchmesser des Gewindes
d_a	Innendurchmesser der Kopfauflagefläche, der den Übergang des Radius in die ebene Kopfauflage begrenzt
D	Außendurchmesser des Muttergewindes
d_h	Durchmesser des Durchgangsloches
F	Zugkraft
$F_{0,2}$	Zugkraft bei 0,2% Dehngrenze
F_a	Kraftamplitude
ΔF_{aII}	Differenz der Kraftamplituden bei der Prüfung im Übergangsbereich
F_A	Kraftamplitude bei Dauerfestigkeit
F_m	Mittellast
H	Höhe des Grundprofils des Gewindes
N	Schwingspielzahl
N_G	Grenzschwingspielzahl im Übergangsbereich
p	Bruchwahrscheinlichkeit in %
p_f	Bruchwahrscheinlichkeit im Zeitfestigkeitsbereich
p_t	Bruchwahrscheinlichkeit im Übergangsbereich
P	Gewindesteigung
R_m	Zugfestigkeit
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 Schwingspielzahl beim Ausfall
α, β	Koeffizienten der Regressionslinie für den Zeitfestigkeitsbereich der Wöhler-Kurve
$\sigma_a^{(1)}$	Spannungsamplitude
σ_A	Spannungsamplitude bei Dauerfestigkeit
σ_{ax}	axiale Zugspannung
σ_b	Biegespannung
$\sigma_m^{(1)}$	Mittelspannung
$\sigma_{\min}$	Unterspannung
$\sigma_{\max}$	Oberspannung
σ_{Min}	Unterspannung bei Dauerfestigkeit
σ_{Max}	Oberspannung bei Dauerfestigkeit
σ_{AN}	Dauerfestigkeit bei N Schwingspielen
$\Delta \sigma_{aI}$	Differenz der Spannungsamplituden bei der Prüfung im Zeitfestigkeitsbereich (geneigter Teil der Wöhler-Kurve)
$\Delta \sigma_{aII}$	Differenz der Spannungsamplituden bei der Prüfung im Übergangsbereich

¹⁾ Bei der Berechnung der Mittelspannung 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.

4 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 Mittelspannung σ_m oder mit konstantem Spannungsverhältnis

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

durchgeführt 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 Dauerschwingfestigkeit der Probe bestimmt. Falls nicht anders vereinbart, ist Ausfall durch die vollständige Trennung des Verbindungselementes in 2 Teile definiert.

Die Prüfbedingungen und Auswerteverfahren sind der jeweiligen Zielsetzung entsprechend zu wählen bzw. zu vereinbaren und im Prüfbericht (siehe Abschnitt 8) anzugeben.

5 Versuchsaufbau

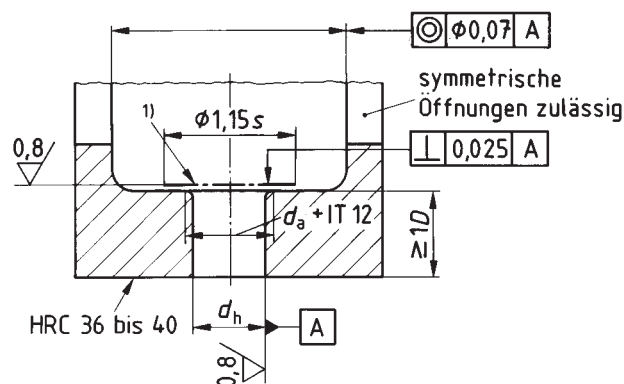
5.1 Prüfmaschine

Die Prüfmaschine muß die jeweilige Prüfkraft innerhalb $\pm 2\%$ des geforderten Schwingkrafthorizontes halten und mit einer Vorrichtung zum Zählen und Registrieren der Gesamtschwingspielzahl je Versuch ausgestattet sein. Sie muß in bestimmten Zeitabständen kalibriert werden, um diese Grenzabweichung sicherzustellen. Die Prüffrequenz darf maximal 250 Hz betragen. Die Belastung der Probe durch die Prüfmaschine muß einen sinusförmigen Verlauf haben.

Die Prüfmaschine muß eine Vorrichtung haben, die verhindert, daß sie nach einem Stop aufgrund eines Stromausfalles wieder automatisch anläuft.

5.2 Einspannvorrichtung

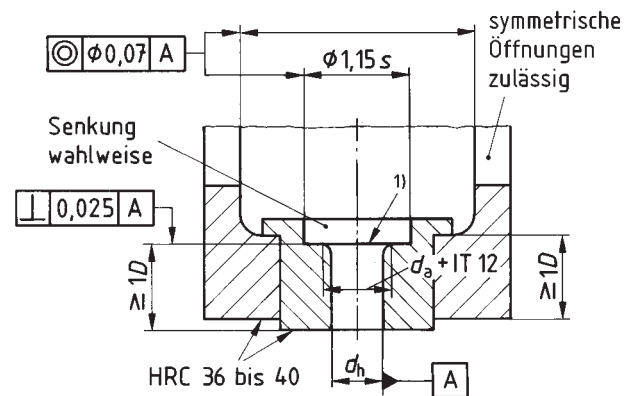
Die Einspannvorrichtung muß eine Axialkraft auf die Probe übertragen können. Die Bilder 1 und 2 legen entsprechende Grundanforderungen fest. Vorrichtungen, die sich selbst ausrichten, werden nicht empfohlen. Falls sie verwendet werden, ist die Ausrichtung sorgfältig zu prüfen.



d_h Durchgangsloch "fein" nach DIN EN 20273
 d_a Übergangsdurchmesser nach DIN EN 24014

Toleranzen für Rechtwinkligkeit und Konzentrität in mm.

Bild 1: Einspannkopf ohne Einsatz



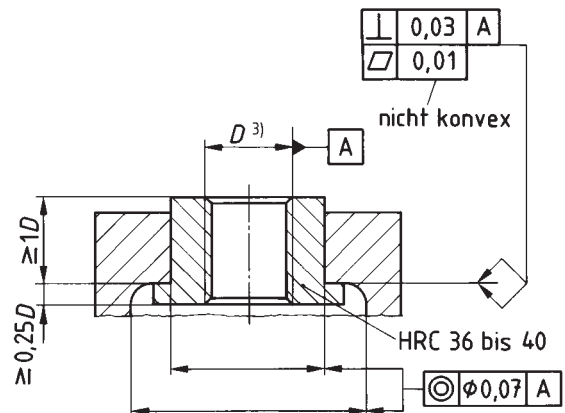
d_h Durchgangsloch "fein" nach DIN EN 20273
 d_a Übergangsdurchmesser nach DIN EN 24014

Toleranzen für Rechtwinkligkeit und Konzentrität in mm.

Bild 2: Einspannkopf mit Einsatz²⁾

5.3 Teil mit Innengewinde

Für Schwingfestigkeitsversuche sind Sechskantmutter nach DIN EN 24032, DIN EN 24033, DIN EN 28673 oder DIN EN 28674 der entsprechenden Größe und Festigkeitsklasse oder ein Prüfadapter mit Gewinde nach Bild 3 zu verwenden.



Toleranzen für Ebenheit, Rechtwinkligkeit und Konzentrität in mm.

Bild 3: Beispiel für Prüfadapter mit Gewinde

5.4 Prüfscheibe

Scheiben mit Aussenkung dürfen unter dem Schraubenkopf verwendet werden, damit der Übergangsradius unter dem Schraubenkopf nicht aufsitzt. Ebenso dürfen aber auch die Einspannteile ausgesenkt werden. Der äußere Durchmesser der 90°-Aussenkung muß so groß sein wie der Durchmesser d_a der Schraube (Begrenzung des Übergangs vom Radius in die Kopfauflage); Toleranz +IT12. Die Auflageflächen der Scheibe müssen innerhalb einer Grenze von 0,01 mm parallel sein (siehe Bild 4). Die Härte der Scheibe muß mindestens 5 HRC über der Härte der Probe liegen.

¹⁾ Die Oberfläche darf 0,25 bis 0,5 mm tief einsatzgehärtet sein: Maximale Härte 60 HRC, minimale Härte 5 HRC-Punkte über die Härte der Probe.

²⁾ Die Verwendung des Einsatzes darf die Steifigkeit der Prüfvorrichtung nicht wesentlich beeinflussen.

³⁾ Toleranzfeld 6H