

DIN 35227

ICS 19.060

**Mechanisches Fügen –
Schwingfestigkeitsprüfung von mechanisch gefügten Verbindungen**

Mechanical joining –
Fatigue testing of mechanically joints

Assemblage mécanique –
Essai de fatigue des jonctions assemblées mécaniquement

Gesamtumfang 31 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Symbole und Kurzzeichen	9
5 Proben	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Auswahl geeigneter Proben	12
5.3 Herstellung der Proben	12
5.3.1 Allgemeines	12
5.3.2 Blechwerkstoff	12
5.3.3 Toleranzen	13
5.3.4 Mechanische Verbindung	13
5.4 Geometrie der Proben	13
5.4.1 Allgemeines	13
5.4.2 Skizzen und Abmessungen von häufig verwendeten Probenformen	13
6 Anforderungen für Prüfmaschinen	21
7 Prüfverfahren	22
7.1 Prüfbedingungen	22
7.2 Einspannverfahren für die Proben	22
7.3 Schwingfestigkeitsprüfung	23
7.3.1 Allgemeines	23
7.3.2 Prüffrequenz	23
7.4 Prüfabschluss	23
7.4.1 Allgemeines	23
7.4.2 Steifigkeitsberechnung	23
7.4.3 Datenerfassung	24
7.4.4 Versagenskriterium und Schwingspielzahl bis zum Versagen	24
8 Prüfbericht	25
8.1 Grundlegende Informationen	25
8.2 Die Probendokumentation der Schwingprüfergebnisse sollte die folgende Information enthalten	27
8.3 Die grafische Präsentation von Schwingfestigkeitsprüfergebnissen sollte die folgende Information enthalten	27
8.4 Numerische Beurteilung, Statistik	28
Anhang A (informativ) Kalibrierungsprobe zur Überprüfung der Kraftverteilung in H-Proben	29
Anhang B (informativ) Einspannung für die Schwingfestigkeitsprüfung von H-Proben	30
Literaturhinweise	31

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 092-00-23 AA „Mechanisches Fügen (DVS V 10.8)“ des DIN-Normenausschusses Schweißen und verwandte Verfahren (NAS) erarbeitet.

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.

Einleitung

Prüfungen werden dazu verwendet, um die Existenz von spezifischen Eigenschaften zu untersuchen und deren qualitative und quantitative Beurteilung zu ermöglichen. Schwingfestigkeitsprüfungen werden im Allgemeinen dazu verwendet, um das Verhalten von Bauwerken und Bauteilen zu untersuchen, die zyklischen Belastungen ausgesetzt sind. Bei mechanisch verbundenen Bauteilen werden Schwingfestigkeitsprüfungen dazu verwendet, um den Einfluss von verschiedenen Parametern, wie die Fügeverfahren, die Fügeparameter, die Art der Verbindungselemente, die Art von fügbaren Werkstoffen, die Werkstoffdicke und Werkstoffkombinationen, die Art der Last (z. B. Scher-, Schäl- oder Kopfbiegezugkraft), Überlappung, etc. zu bestimmen. Prüfungen an realen Bauteilen dienen den Auslegungsberechnungen und sind für die Qualifikation von Gesamtkonstruktionen notwendig.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Schwingfestigkeitsprüfungen mit folgenden Zielen fest:

- a) Prüfung von Einpunktproben, um Werkstoffe zu bewerten;
- b) Prüfung von Mehrpunktproben, um Bauteile oder die Gesamtkonstruktion zu bewerten;
- c) Einflussermittlung der Fügeverfahren und deren Ausführung auf die Prüfergebnisse;
- d) Einflussermittlung der Art der Belastung auf die Prüfergebnisse;
- e) Einflussermittlung der Umgebung auf die Prüfergebnisse.

Diese Norm legt die Proben und Verfahren zur Durchführung von Schwingfestigkeitsprüfungen mit konstanter Kraftamplitude, für Proben mit Ein- oder Mehrfachverbindungen, im Fügeteildickenbereich von 0,5 mm bis 5 mm, fest.

Abhängig von den verwendeten Proben ist es möglich, aus den Ergebnissen das Schwingfestigkeitsverhalten von Verbindungen bei Scherkraft, Schälkraft, Kopfzugkraft und deren Kombinationen zu bewerten.

Die Ergebnisse der Schwingfestigkeitsprüfungen, die mit bauteilähnlichen Proben gewonnen werden, sind geeignet, um Kriterien für die Auswahl von Werkstoffen und Dickenkombinationen für Gesamtkonstruktionen und Bauteile abzuleiten, die zyklischer Belastung ausgesetzt sind. Diese Aussage ist besonders für Ergebnisse relevant, die mit Proben mit Randbedingungen, d. h. einer lokalen Steifigkeit, die der des fraglichen Bauteils/Gesamtkonstruktion gleicht, gewonnen werden. Die Ergebnisse einer Schwingfestigkeitsprüfung sind nur dann für die *direkte* Anwendung auf die Konstruktion geeignet, wenn die Belastungszustände im Betrieb und die Steifigkeit der Konstruktion im Fügebereich vergleichbar sind.

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 50100, *Schwingfestigkeitsversuch — Durchführung und Auswertung von zyklischen Versuchen mit konstanter Lastamplitude für metallische Werkstoffproben und Bauteile*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung*

DIN EN ISO 12996, *Mechanisches Fügen — Zerstörende Prüfung von Verbindungen — Probenmaße und Prüfverfahren für die Scherzugprüfung von Einpunktproben*

DIN ISO 2768-1, *Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 16237, *Mechanisches Fügen — Quasistatische Kopfzugprüfung von mechanisch gefügten Einpunktproben — Probenmaße und Durchführung*

ISO 12107, *Metallic materials — Fatigue testing — Statistical planning and analysis of data*

ASTM E468, *Standard practice for presentation of constant amplitude fatigue test results for metallic materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

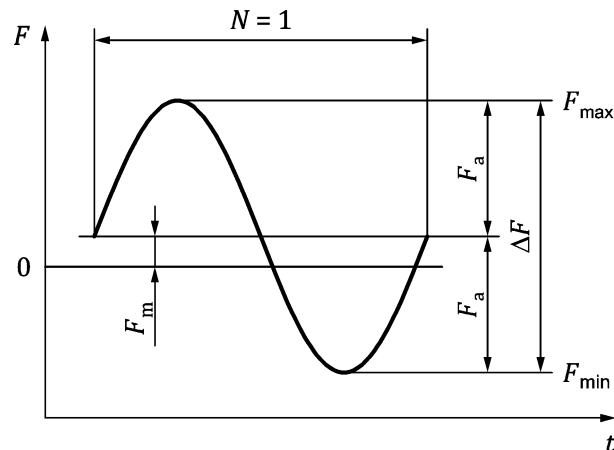
3.1

Kraft

F

Last, die einfach und periodisch zwischen konstanten Höchst- und Mindestwerten variiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.



ANMERKUNG Siehe Abschnitt 4.

Bild 1 — Kraft-Zeit-Verlauf im Schwingfestigkeitsversuch (schematisch)

3.2

maximale Kraft

$F_{\max}$

der höchste algebraische Wert der Kraft

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3

minimale Kraft

$F_{\min}$

der niedrigste algebraische Wert der Kraft

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.4

Kraftschwingbreite

ΔF

Differenz zwischen maximaler und minimaler Kraft

$$\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.5

Kraftamplitude

F_a

Hälfte der Kraftschwingbreite

$$F_a = 0,5 \Delta F$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.6

mittlere Kraft

F_m

Mittelwert von maximaler und minimaler Kraft

$$F_m = 0,5 (F_{\max} + F_{\min})$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.7

Kraftverhältnis

R

minimale Kraft dividiert durch maximale Kraft

$$R = \frac{F_{\min}}{F_{\max}}$$

3.8

Grenزشwingspielzahl

N_G

Anzahl der definierten Schwingspiele, bei denen der Versuch abgebrochen wird, ohne dass vorher Versagen (Versagenskriterium) der Probe eintritt

3.9

Knickschwingspielzahl

N_K

Schwingspielzahl, bei der die Wöhler-Kurve im doppelt logarithmischen Netz einen Knick in Richtung Horizontale macht

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies entspricht der Schwingspielzahl vom Übergang aus dem Zeitfestigkeitsbereich in den Dauerfestigkeitsbereich

3.10

Dauerfestigkeit

$F_{\max D}, (F_{aD}, \Delta F_{D})$

Höchste maximale Kraft (Kraftamplitude oder Kraftschwingbreite), mit der Proben ohne Versagen unendlich oft, jedoch mindestens öfter als die als Grenزشwingspielzahl vereinbarten Schwingspiele belastet werden können

3.11

Zeitfestigkeit

$F_{\max Z}, (F_{aZ}, \Delta F_{Z})$

Kraft bei einer definierten Schwingspielzahl, unterhalb der Grenزشwingspielzahl, bei der Versagen der Probe eintritt

3.12

Wöhlerkurve

F-N-Kurve, dargestellt mit der Kraftamplitude (oder Kraftschwingbreite oder maximale Kraft) als Ordinate und der Schwingspielzahl als Abszisse

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise werden beide Achsen logarithmisch eingeteilt, dadurch soll sich im Zeitfestigkeitsbereich eine nach unten geneigte Gerade und im Dauerfestigkeitsbereich eine horizontale Linie ergeben.

3.13

Zeitfestigkeitsbereich

Schwingspielbereich der Wöhler-Kurve, wo es unter vorgegebenen Kräften zum Versagen von Proben kommt (links von der Knickschwingspielzahl)

3.14

Dauerfestigkeitsbereich

Schwingspielbereich der Wöhler-Kurve, wo es unter vorgegebenen Kräften nicht zum Versagen von Proben kommt (rechts von der Knickschwingspielzahl)

3.15

Dauerfestigkeit mit Wahrscheinlichkeit

$F_{\max D,50}$

Kraft (Bereich, Amplitude oder Maximalwert), bei der eine Probe eine unendliche Anzahl von Schwingungen mit der Wahrscheinlichkeit p bestehen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gewählte Wahrscheinlichkeit ist üblicherweise 50 %.

3.16

Zeitfestigkeit mit Wahrscheinlichkeit

$F_{\max Z,50}$

Kraft (Bereich, Amplitude oder Maximalwert), bei der eine Probe eine vorgegebene Anzahl von Schwingungen mit der Wahrscheinlichkeit p ohne zu versagen bestehen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gewählte Wahrscheinlichkeit ist üblicherweise 50 %.

3.17

Verlängerung

ΔL

Änderung in der Länge einer Probe durch die Aufbringung einer Last

3.18

Steifigkeit

c

Kraftschwingbreite ΔF , geteilt durch die entsprechende Verlängerung ΔL , d. h.

$$c = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\Delta L}$$

3.19

Ausgangssteifigkeit

c_0

Steifigkeit zu Beginn der Prüfung, d. h.

$$c_0 = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\Delta L_0}$$

4 Symbole und Kurzzeichen

a	Überlappung
b	Breite des Probenblechs
b_i	innere Breite der Probe
b_s	Breite der Seitenplatte
c	Steifigkeit
c_0	Ausgangsteifigkeit
e	Abstand der Fügpunkte
F	Kraft
F_a	Kraftamplitude
F_m	mittlere Kraft
$F_{\max}$	maximale Kraft
$F_{\min}$	minimale Kraft
$F_{\max D}$	Dauerfestigkeit
h_s	Höhe der Seitenplatte oder des Seitenelementes
h_L	Höhe des L-Elementes
h_U	Höhe des U-Elementes
h_i	Probenhöhe
l_a	Abstand zwischen Einspannung und Überlappung
l_c	Länge des eingespannten Bereiches
l_e	Randabstand
l_f	Länge der Proben zwischen den Einspannungen
l_S	Gesamtlänge der Proben
l_t	Länge des Probenblechs
l_w	Abstand von der Wand
L	Verschiebung
$L_{\max}$	maximale Verschiebung
$L_{\min}$	minimale Verschiebung
N	Schwingspielzahl

N_B	Schwingspielzahl bis vollständiger Bruch der Probe
N_G	Grenzschwingspielzahl
N_K	Knickschwingspielzahl
N_R	Schwingspielzahl bis zur definierten Rate des Steifigkeitsabfalls
N_r	Schwingspielzahl bis zum definierten relativen Steifigkeitsabfall
p	Wahrscheinlichkeit
r_1	Biegeradius für Blechdicke t_1
r_2	Biegeradius für Blechdicke t_2
R	Kraftverhältnis
t	Zeit
$t_1; t_2$	Blehdicken
ΔF	Kraftschwingbreite
ΔL	Verlängerung ($L_{\max} - L_{\min}$)
ΔL_0	Ausgangsverlängerung