

DIN EN ISO 18592

ICS 25.160.40

Ersatz für
DIN EN ISO 18592:2010-05

**Widerstandsschweißen –
Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen –
Verfahren zur Schwingfestigkeitsprüfung von Mehrpunktproben
(ISO 18592:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 18592:2019**

Resistance welding –
Destructive testing of welds –
Method for the fatigue testing of multi-spot-welded specimens (ISO 18592:2019);
German version EN ISO 18592:2019

Soudage par résistance –
Essais destructifs des soudures –
Méthode d'essai de fatigue des échantillons soudés par points multiples (ISO 18592:2019);
Version allemande EN ISO 18592:2019

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18592:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-12 AA „Widerstandsschweißen (DVS AG V 3)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 7500-1	siehe	DIN EN ISO 7500-1
ISO 14273	siehe	DIN EN ISO 14273
ISO 14324	siehe	DIN EN ISO 14324
ISO 15609-5:2011	siehe	DIN EN ISO 15609-5:2012-03

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 18592:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ISO-Vorwort wurde aufgenommen;
- b) normative Verweisungen und Literaturhinweise wurden aktualisiert;
- c) der Abschnitt 3 „Begriffe“ wurde überarbeitet;
- d) gesamtes Dokument wurde inhaltlich überarbeitet;
- e) Norm an die derzeit gültigen Gestaltungsregeln angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 18592: 2010-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

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 14273, *Widerstandsschweißen — Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen — Probenmaße und Verfahren für die Scherzugprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln*

DIN EN ISO 14324, *Widerstandspunktschweißen — Zerstörende Prüfung von Schweißungen — Schwingfestigkeitsprüfung von Punktschweißverbindungen*

DIN EN ISO 15609-5:2012-03, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 5: Widerstandsschweißen (ISO 15609-5:2011); Deutsche Fassung EN ISO 15609-5:2011*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Widerstandsschweißen —
Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen —
Verfahren zur Schwingfestigkeitsprüfung von Mehrpunktproben
(ISO 18592:2019)

Resistance welding —
Destructive testing of welds —
Method for the fatigue testing of multi-spot-welded
specimens
(ISO 18592:2019)

Soudage par résistance —
Essais destructifs des soudures —
Méthode d'essai de fatigue des échantillons
soudés par points multiples
(ISO 18592:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. August 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Proben	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Auswahl geeigneter Proben	13
5.3 Probenherstellung	14
5.3.1 Blechwerkstoff	14
5.3.2 Biegen und Umformen	15
5.3.3 Toleranzen	15
5.3.4 Schweißen	16
5.3.5 Lagerung	16
5.3.6 Begutachtung	16
5.4 Probengeometrie	16
5.4.1 Allgemeines	16
5.4.2 Probengeometrie von Zugscher- und Schäl-Proben	17
5.4.3 Geometrie der Hut-Proben und der Proben mit geschlossenem Querschnitt	24
5.4.4 Doppel-Teller- und KS-2-Proben	25
6 Anforderungen an die Prüfmaschine	28
7 Proben-Spannvorrichtungen und Ausrichtung	28
7.1 Allgemeines	28
7.1.1 Verifizierung der Ausrichtung	28
7.1.2 Kalibrierung der Spanneinrichtung	28
7.2 Scherzug- und Schälbeanspruchung	29
7.2.1 Allgemeines	29
7.2.2 Scherzugbeanspruchung	29
7.2.3 Schälbeanspruchung	30
7.2.4 Scherzugbeanspruchung in Nahrichtung	30
7.2.5 Torsionsbeanspruchung	30
8 Prüfverfahren	30
8.1 Allgemeines	30
8.2 Befestigen der H-Proben	30
8.3 Einspannvorgang der H-Proben	30
8.4 Schwingfestigkeitsprüfung	31
8.4.1 Allgemeines	31
8.4.2 Prüffrequenz	31
8.5 Beendigung der Prüfung	31
8.5.1 Allgemeines	31
8.5.2 Steifigkeitsberechnung	31

8.5.3	Datenerfassung	32
8.5.4	Versagenskriterium und Schwingspielzahl bis zum Versagen.....	32
9	Prüfbericht.....	33
9.1	Grundlegende Angaben.....	33
9.1.1	Allgemeines	33
9.1.2	Werkstoff vor der Herstellung der Schwingfestigkeitsproben	34
9.1.3	Mechanische Eigenschaften.....	34
9.1.4	Probenauslegung und -vorbereitung.....	34
9.1.5	Prüfverfahren	34
9.1.6	Maschine für die Schwingfestigkeitsprüfung.....	34
9.1.7	Umgebungsbedingungen während der Schwingfestigkeitsprüfung	34
9.1.8	Ergebnis der Untersuchung nach der Prüfung	34
9.2	Darstellung der Ergebnisse der Schwingfestigkeitsprüfung.....	35
9.2.1	Tabellarische Darstellung.....	35
9.2.2	Graphische Darstellung.....	35
9.2.3	Numerische Bewertung, Statistik.....	35
	Anhang A (informativ) Kalibrierprobe für die Verifizierung der Lastverteilung in H-Proben	37
	Anhang B (informativ) Hydraulische Spannvorrichtungen für die Schwingfestigkeitsprüfung von H-Proben	38
	Anhang C (informativ) Spannvorrichtungen für die Schwingfestigkeitsprüfung von H-Proben.....	39
	Anhang D (informativ) Ablaufdiagramm — Datenerfassung.....	40
	Literaturhinweise.....	43

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18592:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding an allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2020 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 18592:2009.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18592:2019 wurde von CEN als EN ISO 18592:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 6, *Resistance welding and allied mechanical joining*, erarbeitet.

Rückmeldungen, Fragen oder Anfragen zu offiziellen Auslegungen der Inhalte dieses Dokuments sollten über das jeweilige nationale Normungsinstitut an das Sekretariat des ISO/TC 44/SC 6 gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden. Offizielle Auslegungen, sofern vorhanden, sind verfügbar unter <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 18592:2009), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Abschnitt 3 wurde aktualisiert;
- Bilder und Tabellen wurden aktualisiert.

Einleitung

Dieses Dokument wurde erarbeitet, da Schweißfachingenieure (und die meisten Konstrukteure) nicht mit Schwingfestigkeitsprüfungen und dem Einfluss von Faktoren wie Beanspruchungsart (z. B. Scherzug, Schälbeanspruchung) und Versagenskriterien vertraut sind.

Prüfverfahren werden angewendet, um das Vorliegen bestimmter Eigenschaften zu untersuchen und diese qualitativ und quantitativ zu bewerten. Schwingfestigkeitsprüfungen werden generell durchgeführt, um das Verhalten von Bauteilen und Konstruktionen unter zyklischer Beanspruchung zu untersuchen. Für geschweißte Bauteile werden Schwingfestigkeitsprüfungen angewendet, um den Einfluss verschiedener Parameter, z. B. Fügeverfahren, Punktabstand, Werkstoffdicken und -kombinationen, Beanspruchungsart (beispielsweise Scherzug- oder Schälbeanspruchung), Überlappung, Lage der Schweißung auf dem Flansch, Randabstand, Beanspruchungsbedingung (z. B. quasi-statisch, zyklisch, Kraftverhältnis R), und die Kombination von Umgebung und Korrosion auf das Schwingfestigkeitsverhalten (die Lebensdauer) von Punktschweißungen und/oder Proben zu ermitteln, die unterschiedlichen Beanspruchungsarten ausgesetzt sind. Sollen die Ergebnisse von Schwingfestigkeitsprüfungen zu Bemessungszwecken verwendet werden, werden so weit wie möglich Randbedingungen berücksichtigt, wie sie in der Praxis vorkommen. Dies gilt für die Beanspruchungsarten, Kraftamplituden und -verhältnisse sowie die Lastverteilungen und Versagenskriterien [7].

Die für die Schwingfestigkeitsprüfungen ausgewählten Proben simulieren möglichst genau die Beanspruchungen und Randbedingungen, wie sie beim Einsatz vorliegen. Weiterhin muss das angewendete Versagenskriterium der jeweiligen Anwendung entsprechen. Obwohl die Art der Primärbeanspruchung bei einigen Proben identisch ist, z. B. Scherzugbeanspruchung bei Mehrpunkt-Flachproben, H-Proben für Scherzugbeanspruchung, KS-2-Proben, und Doppel-Teller-Proben, werden sich die Ergebnisse der Schwingfestigkeitsprüfungen aufgrund der sekundären Beanspruchungsarten deutlich unterscheiden, die sich aus den verschiedenen Graden der lokalen Verformung ergeben, die wiederum durch die unterschiedlichen lokalen Steifigkeiten im Bereich der Verbindungen bedingt sind. Die lokale Verformung, die für die Größe der Schälkomponente verantwortlich ist, stellt beispielsweise eine Funktion der lokalen Steifigkeit dar und wächst mit abnehmender Steifigkeit.

Dieses Dokument bildet einen Rahmen, innerhalb dessen die verschiedenen hier beschriebenen Proben so modifiziert werden können, dass Besonderheiten der Konstruktion und fertigungsbedingte Einschränkungen, z. B. Flanschbreite und Überlappung, Linsengröße, Punktabstand, Biegeradius, und Ausschussschweißungen entsprechend berücksichtigt werden können. Das wird dazu beitragen, die Bedeutung der Ergebnisse spürbar zu verbessern. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Lebensdauer von Schweißungen, die identischen Amplituden der Scherzug- und Schälbeanspruchung ausgesetzt sein können, um einen Faktor von etwa 10^4 variieren würde (Literaturhinweise [8] bis [11]). Dies erklärt die Notwendigkeit der Verwendung unterschiedlicher Proben, die die Simulation verschiedener Beanspruchungsarten erlauben.

Abnahmeprüfungen an realen Bauteilen dienen der Verifizierung der statischen Berechnungen und sind für die Zulassung von Konstruktionen erforderlich. Es ist daher notwendig, dass ihre Anzahl auf ein unbedingtes Minimum beschränkt wird.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Proben und Vorgehensweisen für die Durchführung von Schwingfestigkeitsprüfungen mit konstanter Kraftamplitude an geschweißten Mehrpunkt- und multiaxialen Proben im Dickenbereich von 0,5 mm bis 5 mm bei Raumtemperatur und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 80 % fest. Die Anwendbarkeit dieses Dokuments für größere Dicken kann durch die mechanischen Eigenschaften wie Streckgrenze und Verformungsfähigkeit des Probenwerkstoffs eingeschränkt sein. Der Dickenbereich für hochfeste Stähle (en: Advanced High Strength Steels — AHSS) liegt im Allgemeinen unter 3,0 mm. Größere Dicken sind zum Beispiel bei Aluminiumlegierungen anwendbar.

Je nach verwendeter Probenform erlauben die Prüfergebnisse eine Bewertung des Tragverhaltens:

- von Punktschweißungen, bei denen eine definierte gleichmäßige Lastverteilung vorliegt;
- von Punktschweißungen, bei denen eine definierte ungleichmäßige Lastverteilung vorliegt;
- von Punktschweißungen unter verschiedenen definierten Kombinationen von Scher-, Schäl- und Kopfzugbeanspruchungen; und
- des geprüften Prüfkörpers.

Mehrpunktproben, mit denen verschiedene Lastverteilungen realisiert werden können, sind die folgenden:

a) definierte gleichmäßige Lastverteilung:

- 1) H-Proben für Scher- und Schälbeanspruchung, (die Schweißungen werden gleichmäßig auf Scherung oder Schälen quer zur Nahtichtung beansprucht);
- 2) Hut- und Doppel-Hut-Proben unter 4-Punkt-Biegung, (die Punktschweißungen werden gleichmäßig auf Scherung in Nahtichtung beansprucht);
- 3) torsionsbeanspruchte Doppel-Teller-Proben (die Punktschweißungen werden gleichmäßig auf Scherung beansprucht);
- 4) auf Zug beanspruchte Doppel-Teller-Probe (die Punktschweißungen werden gleichmäßig auf Schälzug beansprucht);
- 5) Doppel-Teller-Probe unter kombinierter Zug- und Torsionsbeanspruchung;
- 6) Mehrpunkt-Flachproben mit definierten Spannvorrichtungen;

b) definierte ungleichmäßige Lastverteilung:

- 1) H-Proben mit modifizierten Spannvorrichtungen;
- 2) modifizierte H-Proben mit Standard-Spannvorrichtungen;
- 3) modifizierte H-Proben mit modifizierten Spannvorrichtungen;
- 4) Mehrpunkt-Flachproben mit modifizierten Spannvorrichtungen;
- 5) modifizierte Mehrpunkt-Flachproben mit Standard-Spannvorrichtungen;
- 6) modifizierte Mehrpunkt-Flachproben mit modifizierten Spannvorrichtungen;

- c) definierte Kombinationen von Scher-, Schäl- und Kopfbzugbeanspruchungen:
- 1) die KS-2-Probe;
 - 2) die Doppel-Teller-Probe;
- d) Punktschweißungen, die einer undefinierten ungleichmäßigen Lastverteilung unterworfen sind — Hut-, Doppel-Hut- und ähnliche geschlossene Hohlprofile unter Torsion, 3-Punkt-Biegung und/oder Innendruck.

Die unter c) zuvor aufgeführten Proben und Prüfungen werden in diesem Dokument nicht weiter behandelt, weil die mit diesen Proben erzeugten Ergebnisse bauteilspezifisch sind und nicht verallgemeinert oder für das Herleiten von Tragfähigkeitsdaten der Verbindungen verwendet werden dürfen. Die in solchen Prüfungen erzeugten Ergebnisse eignen sich für den Vergleich von mechanischen Eigenschaften der geprüften Bauteile mit denen von ähnlichen Bauteilen, die auf die gleiche Weise geprüft wurden. Diese Prüfungen eignen sich jedoch nicht für die Bewertung oder den Vergleich des Tragverhaltens der Schweißverbindungen.

Die mit bauteilähnlichen Proben erzeugten Ergebnisse der Schwingfestigkeitsprüfungen eignen sich für das Herleiten von Kriterien zur Auswahl der Werkstoffe und der kombinierbaren Dicken bei Konstruktionen und Bauteilen, die zyklischer Belastung ausgesetzt sind. Diese Aussage trifft insbesondere auf Ergebnisse zu, die mit Proben mit Randbedingungen erzeugt wurden, wie beispielsweise wenn die lokale Steifigkeit ähnlich jener der gegenständlichen Konstruktion ist. Die Ergebnisse der Schwingfestigkeitsprüfung eignen sich für die unmittelbare Anwendung auf die konstruktive Ausführung nur dann, wenn die Beanspruchungsbedingungen im Betrieb und die Steifigkeiten der konstruktiven Ausführung im Bereich der Verbindungen identisch sind.

ANMERKUNG Proben werden modifiziert, um Einschränkungen oder spezifische Anforderungen seitens der Konstruktion zu berücksichtigen, z. B. kleinere als Standard-Überlappungen, kleinere oder größere als Standard-Linsendurchmesser und spezifische Lastverteilungen. Dadurch kann der Nutzen der Ergebnisse für den Konstrukteur gesteigert werden.

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).

ISO 14324, *Resistance spot welding — Destructive tests of welds — Method for the fatigue testing of spot welded joints*

ISO 15609-5:2011, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 14324 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Lastspielzahl

Anzahl der Versuche bis zum Versagen

N

Anzahl der Schwingspiele, bei der Versagen eintritt oder bevor ein für die Prüfung festgelegtes Versagenskriterium erfüllt ist

3.2

Dauerschwingfestigkeit

N_G

Anzahl der vereinbarten Schwingspiele, bei der die Prüfung abgebrochen wird, auch wenn kein Versagen eintritt

3.3

F - N -Wöhlerdiagramm

Diagramm, dargestellt mit der Kraftamplitude (oder Kraftschwingbreite oder Oberkraft) als Ordinate und der Lastspielzahl (oder Dauerschwingfestigkeit, wenn die Prüfung vor Eintritt des Versagens beendet wurde) als Abszisse, das auch Kraft-Schwingspielzahl-Diagramm genannt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalerweise werden beide Achsen logarithmisch eingeteilt.

3.4

Versatzbereich

ΔL

Änderung in der Länge einer Probe durch die Aufbringung einer Last

3.5

Steifigkeit

c

Kraft F , geteilt durch den entsprechenden Versatz L , d. h.

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

3.6

Ausgangssteifigkeit

c_0

Steifigkeit zu Beginn der Prüfung, d. h.

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

4 Symbole und Abkürzungen

a	Überlappung
b	Breite des Probenblechs
b_i	Innenbreite des Probenblechs
c	Steifigkeit
c_0	Ausgangssteifigkeit
d_c	Durchmesser des Mittellochs

d_e	Durchmesser des Teilkreises
e	Punktabstand
F	Kraft, wiederholte Kraft
F_a	Kraftamplitude
F_m	mittlere Kraft
$F_{\max}$	Oberkraft
$F_{\min}$	Unterkraft
h_i	Innenhöhe
h_s	Höhe der Seitenplatte oder des Seitenelements
h_L	Höhe des L-Elements
h_U	Höhe des U-Elements
l_a	Abstand zwischen Spannvorrichtung und Überlappung
l_c	Länge des eingespannten Bereichs
l_e	Randabstand
l_g	Probenlänge zwischen Spannvorrichtung
l_S	Gesamtlänge der Proben
l_t	Länge des Probenblechs
l_w	Abstand von der Wand
$L_{\max}$	Traversenposition bei Oberkraft
$L_{\min}$	Traversenposition bei Unterkraft
N	Anzahl der Versuche bis zum Versagen
N_G	Dauerschwingfestigkeit
p	Wahrscheinlichkeit
r_1	Biegeradius für die Blechdicke t_1
r_2	Biegeradius für die Blechdicke t_2
$r_{\min}$	Mindestbiegeradius

$r_{\max}$	Höchstbiegeradius
R	Kraftverhältnis
S	Spannung
$t; t_1; t_2$	Blechdicke
$\varepsilon_{\max}$	größte an der Probe gemessene Dehnung
ε_m	der Mittelwert der an der Probe gemessenen Dehnungen
σ_{pt}	Schälspannung quer zur Punktreihe
σ_{sp}	Scherzugspannung in Nahrichtung
σ_{st}	Scherzugspannung quer zur Punktreihe
ΔF	Kraftschwingbreite
ΔL	Versatzbereich ($L_{\max} - L_{\min}$)
ΔL_0	Versatzbereich zu Beginn der Prüfung
ΔP	ungleichmäßige Last

5 Proben

5.1 Allgemeines

Die Proben wurden entwickelt, um die drei Grundbeanspruchungsarten in ihren Primärformen, d. h. Scherzugbeanspruchung quer zur Punktreihe, Scherzugbeanspruchung in Nahrichtung und Schälbeanspruchung an Verbindungen in dünnwandigen Strukturen zu simulieren (siehe Bild 1).

ANMERKUNG 1 Bei realen dünnwandigen Konstruktionen kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Verbindungen niemals einer dieser Spannungsarten allein oder in reiner Form ausgesetzt sind. Für Überlappverbindungen tritt mindestens eine Art der Scherzugspannung und, wegen der dadurch erzeugten lokalen Verformung der Bleche, eine Schälspannung auf. Auch wenn die Primärspannung bei einer Überlappverbindung eine reine Scherzugspannung ist, wird eine Schälspannungskomponente erzeugt, deren absoluter Wert von der Größe der durch die Scherzugspannung in der Verbindung erzeugten Verformung abhängt. Diese Verformung ist eine Funktion des Biegemoments, das von den beteiligten Blechdicken, der Höhe der wirkenden Kräfte und der lokalen Steifigkeit abhängt. Die Steifigkeit wiederum ist eine Funktion der Blechdicken, des Elastizitätsmoduls der Werkstoffe, der Flanschbreite, der Überlappung, der Lage der Verbindung auf dem Flansch, der Biegeradien usw. (Literaturhinweise [8] bis [11]).