

DIN EN 17149-1

ICS 45.060.01

Einsprüche bis 2021-08-11

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Festigkeitsnachweis von Schienenfahrzeugstrukturen –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen für Festigkeitsnachweise (Statik und
Ermüdung);
Deutsche und Englische Fassung prEN 17149-1:2021**

Railway applications –
Strength assessment of railway vehicle structures –
Part 1: General;
German and English version prEN 17149-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-06-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) oder Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17149-1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-04 AA „Festigkeit/Kollisionssicherheit“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Titel de: Bahnanwendungen — Festigkeitsnachweis von
Schienenfahrzeugstrukturen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen für
Festigkeitsnachweise (Statik und Ermüdung)

Titel en: Railway applications — Strength assessment of railway vehicle
structures — Part 1: General

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
3.1 Allgemeine Begriffe und festigkeitsbezogene Begriffe	5
3.2 Materialbezogene Begriffe	7
3.3 Begriffe mit Bezug zum Schweißen	8
3.4 Ermüdungsbezogene Begriffe	13
4 Symbole und Abkürzungen	16
5 Lineare Spannungsermittlung	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Grundwerkstoff	23
5.3 Geschweißte Verbindungen	23
5.3.1 Allgemeines	23
5.3.2 Auswertungspunkt	24
5.4 Bestimmung der Spannungen im Test	27
6 Modi des Strukturfestigkeitsverhaltens	28
6.1 Instabilität	28
6.2 Kollabieren	28
6.3 Bruch	28
6.4 Signifikante bleibende Verformung	28
6.5 Niedrigzyklische Ermüdung	28
6.6 Hochzyklische Ermüdung	28
7 Teilbeiwert zur Abdeckung von Unsicherheiten	29
7.1 Allgemeines	29
7.2 Teilungsfaktor für Lasten γ_L	29
7.3 Teilungsfaktor für die Bauteilfestigkeit γ_M	29
7.3.1 Allgemeines	29
7.3.2 Konsequenz des Versagens	30
7.3.3 Validierungsgrad	30
8 Verfahren zum Festigkeitsnachweis	30
9 Toleranzen und Unsicherheiten in Bezug auf die Strukturfestigkeit	31
9.1 Allgemeines	31
9.2 Einfluss der Fertigung auf die Materialqualität	31
9.3 Einfluss der Fertigung auf Maßtoleranzen	31
9.4 Lasten	31
9.5 Validierungsprozess	31
Literaturhinweise	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17149-1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist Teil der Normenreihe EN 17149 „Bahnanwendungen — Festigkeitsnachweis von Schienenfahrzeugstrukturen“, die aus den folgenden Teilen besteht:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen für Festigkeitsnachweise (Statik und Ermüdung)
- Teil 3: Betriebsfestigkeitsnachweis

Der folgende Teil befindet sich in der Vorbereitung:

- Teil 2: Statischer Festigkeitsnachweis

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Einleitung

Die strukturelle Auslegung von Schienenfahrzeugstrukturen hängt von den Lasten ab, denen sie ausgesetzt sind, sowie von den Eigenschaften der Werkstoffe, aus denen sie hergestellt werden. Dieses Dokument stellt die grundlegende Vorgehensweise und Kriterien für eine pragmatische Methode bereit, die für Festigkeitsnachweise anzuwenden ist.

Aufgrund der vielfältigen Anwendungsfälle und der unterschiedlichen Anforderungen an die Lebensdauer werden in diesem Dokument keine Lastfälle definiert und es wird nicht festgelegt, in welchen Fällen oder für welche Arten von Schienenfahrzeugen einen Festigkeitsnachweis durchzuführen ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die grundlegenden Begriffe und Definitionen sowie allgemeine Verfahren zum Festigkeitsnachweis von Schienenfahrzeugstrukturen, die nach den für den Einsatz in Bahnsystemen gültigen Normen hergestellt, betrieben und instandgehalten werden.

Das Nachweisverfahren der Normenreihe beschränkt sich auf eisenhaltige Werkstoffe und Aluminium.

Dieses Dokument legt keine Bemessungslastfälle fest.

Dieses Dokument ist nicht anzuwenden für Korrosionszustände oder Betrieb bei erhöhter Temperatur im Kriechbereich.

Dieses Dokument ist für alle Arten von Schienenfahrzeugen anwendbar.

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).

EN 17343:2020, *Bahnanwendungen — Allgemeine Begriffe*

ISO/TR 25901-1:2016, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: General terms*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe, Symbole und Abkürzungen nach ISO/TR 25901-1:2016 und EN 17343:2020 sowie die folgenden Begriffe, Symbole und Abkürzungen.

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

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

3.1 Allgemeine Begriffe und festigkeitsbezogene Begriffe

3.1.1

Schienenfahrzeugstruktur

Kombination aller lasttragenden Teile eines Schienenfahrzeugs einschließlich seiner Unterbauten und Komponenten

3.1.2

korrosiver Zustand

Zustand, in dem ein Betrieb in korrosiver Umgebung Auswirkungen auf die Werkstofffestigkeitswerte oder Werkstoffverluste verursacht

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird vorausgesetzt, dass bei Bahnanwendungen ein angemessener Korrosionsschutz korrosive Bedingungen für die Konstruktion vermeidet. Korrosive Bedingungen sind daher außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

3.1.3

Finite-Elemente-Analyse

FEA

numerisches Verfahren zur Gewinnung von approximativen Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen unter Randbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Finite-Elemente-Analyse ist eine Art der numerischen Berechnung.

[QUELLE: ISO 18459:2015, 3.6, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde geändert.]

3.1.4

Teilbeiwert

Beiwert unter Berücksichtigung der Unsicherheiten von Lasten (Kräften), Werkstoff, Modell, Geometrie, Fertigung und/oder Validierungsgrad

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen der in Verweis genommenen Dokumente wird der Teilbeiwert mit Begriffen wie „Sicherheitsbeiwert“ wie in den Normenreihen EN 12663 und EN 13749 oder Teilbeiwert für veränderliche Einwirkungen (z. B. Lasten oder Kräfte) und für Material-, Modell- und Geometrieunsicherheiten wie in ISO 2394 beschrieben.

3.1.5

Bemessungslast

Last oder Lastkombination, für die eine Konstruktion ausgelegt ist, unter Berücksichtigung aller erforderlichen Toleranzen zur Berücksichtigung von Unsicherheiten bei ihren Werten

3.1.6

repräsentative Last

Last oder Kombination von Lasten, die aus Normen, Simulationen oder Tests abgeleitet werden, die einen bekannten Satz von Einflüssen abdecken und als Grundlage für die Ableitung der Auslegungslast dienen

3.1.7

Auslastung

Verhältnis zwischen dem einwirkenden Wert - berechnet oder gemessen - und dem zulässigen Grenzwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Werte werden normalerweise als Lasten, Spannungen oder Dehnungen ausgedrückt.

3.1.8

Sicherheitskategorie

Klassifizierung, die die Folgen des Versagens des einzelnen Bauteils hinsichtlich der Auswirkungen auf Personen, Anlagen und die Umwelt definiert

[QUELLE: EN 15085-1:2007+A1:2013, 3.17, modifiziert – „Klassifizierung“ wurde hinzugefügt, „Schweißnaht“ wurde durch „Bauteil“ ersetzt.]

3.1.9

außergewöhnliche Last

seltene Last, die die extremen Lasten oder Lastkombinationen für die jeweiligen Betriebsbedingungen darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Außergewöhnliche Last wird auch mit den Begriffen „statische Last“, „statische Bemessungslast“ oder „Prüflast“ beschrieben.

3.1.10

Bruchlast

extreme Bemessungslast, der die Struktur ohne Bruch oder Einsturz standhält

3.1.11

Ermüdungslast

häufige Last oder Lastkombination, die die normalen relevanten Betriebsbedingungen darstellt

3.2 Materialbezogene Begriffe

3.2.1

spröder Werkstoff

Werkstoff, der eine bleibende Bruchdehnung von $A < 6 \%$ aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL) und Aluminiumguss (AC) sind Beispiele für sprödes Material.

3.2.2

duktiler Werkstoff

Werkstoff, das nicht spröde ist

3.2.3

Plastifizierung

lastinduziertes inelastisches Dehnungsverhalten ab einem Spannungsniveau oberhalb der Werkstofffließgrenze

3.2.4

erhebliche bleibende Verformung

Plastifizierung, die die Funktionalität eines Bauteils oder der Struktur beeinträchtigt

3.2.5

Strukturversagen

Verlust der Tragfähigkeit der Struktur

3.2.6

lokales Fließen

plastische Dehnung in einem lokalen Bereich, der so klein ist, dass keine nennenswerte bleibende Verformung auftritt

3.2.7

voll einsatzfähig

vollständig funktionsfähig, funktionstüchtig und bestimmungsgemäß, um einen definierten Zweck unter bestimmten Bedingungen zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „voll einsatzfähig“ bedeutet, dass keine signifikante dauerhafte Verformung vorliegt und keine Reparatur erforderlich ist.

3.2.8

Überlebenswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit, dass das Bauteil innerhalb einer bestimmten Betriebszeit nicht versagt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Überlebenswahrscheinlichkeit bezieht sich auf die einseitige Wahrscheinlichkeit der Verteilungsfunktion.

[QUELLE: ISO 11994:1997, 7.1, modifiziert – „Produkt“ wurde in „Bauteil“ geändert; Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.2.9

Scherspannung

Komponente der Spannung koplanar zu einem Werkstoffquerschnitt

3.2.10

Direktspannung

Komponente eines Spannungstensors, die keine Scherspannung ist und keine bestimmte Orientierung angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist auch als „Normalspannung“ bekannt. Der Begriff „Direktspannung“ wird gewählt, um Verwechslungen mit einer orientierten Spannungskomponente normal (senkrecht) zur Schweißnaht zu vermeiden.

3.2.11

Membranspannung

mittlere Direktspannung, die über die Dicke einer Platte oder Schale gleichmäßig ist

3.2.12

Biegespannung

Spannung in einer Schale oder einem plattenförmigen Teil eines Bauteils mit linearer Verteilung über die Dicke

3.2.13

Sekundärbiegespannung

Biegespannung in einer Schweißnahtkehle, verursacht durch Membranspannung und Exzentrizität zwischen Schweißnahtkehle und angeschlossenem Plattenmittelpunkt e_W

3.2.14

Eigenspannung

permanente, in sich ausgeglichene Spannungen in einer Struktur, verursacht durch Fertigungsprozesse (z. B. Walzen, Schneiden oder Schweißen)

3.3 Begriffe mit Bezug zum Schweißen

3.3.1

Grundwerkstoff

Werkstoff einer Konstruktion außerhalb von Schweißnähten

[QUELLE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.1.1.5, modifiziert - Erweiterung auf alle nicht geschweißten Werkstoffe.]

3.3.2

quer zur Schweißnaht

senkrecht zum betrachteten Merkmal (z. B. des Nahtübergangs)

Anmerkung 1 zum Begriff: Spannungen und Dehnungen in Längsrichtung der Schweißnaht werden mit einem Index „ $\parallel$ “ angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Spannungsrichtungsdefinition „quer zur Schweißnaht“ ist in Bild 1 dargestellt.

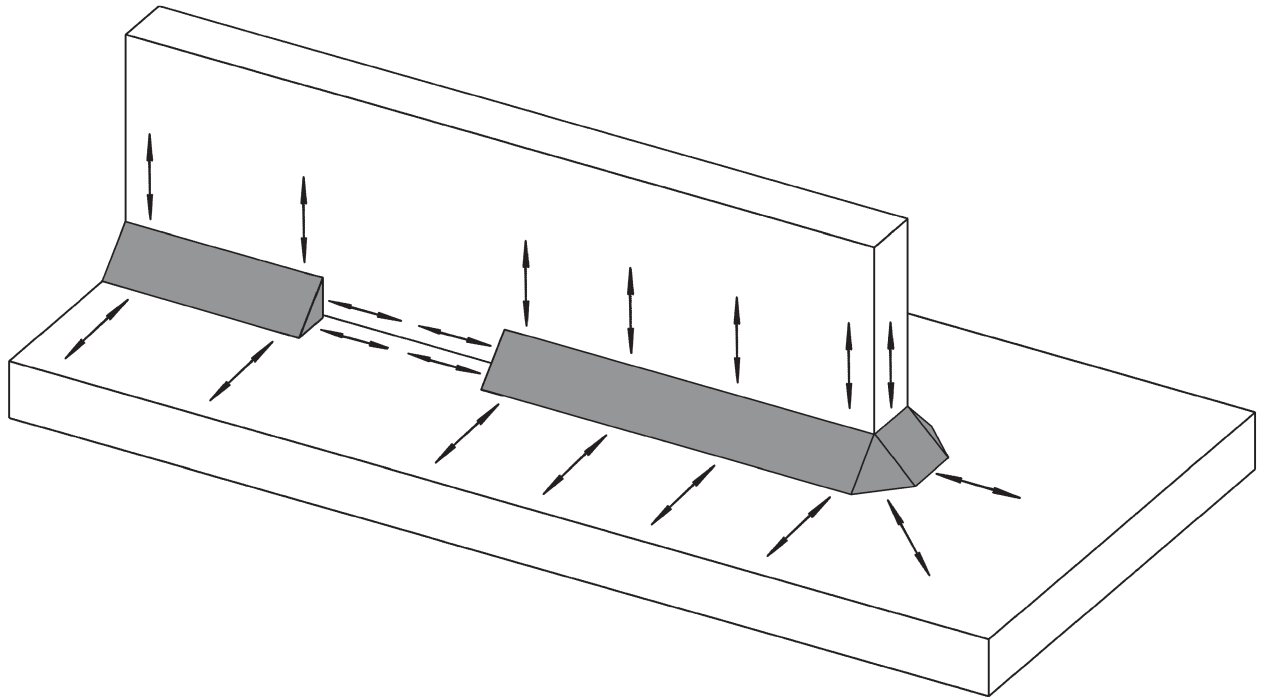


Bild 1 — Spannungsrichtungsdefinition quer zur Schweißnaht

3.3.3

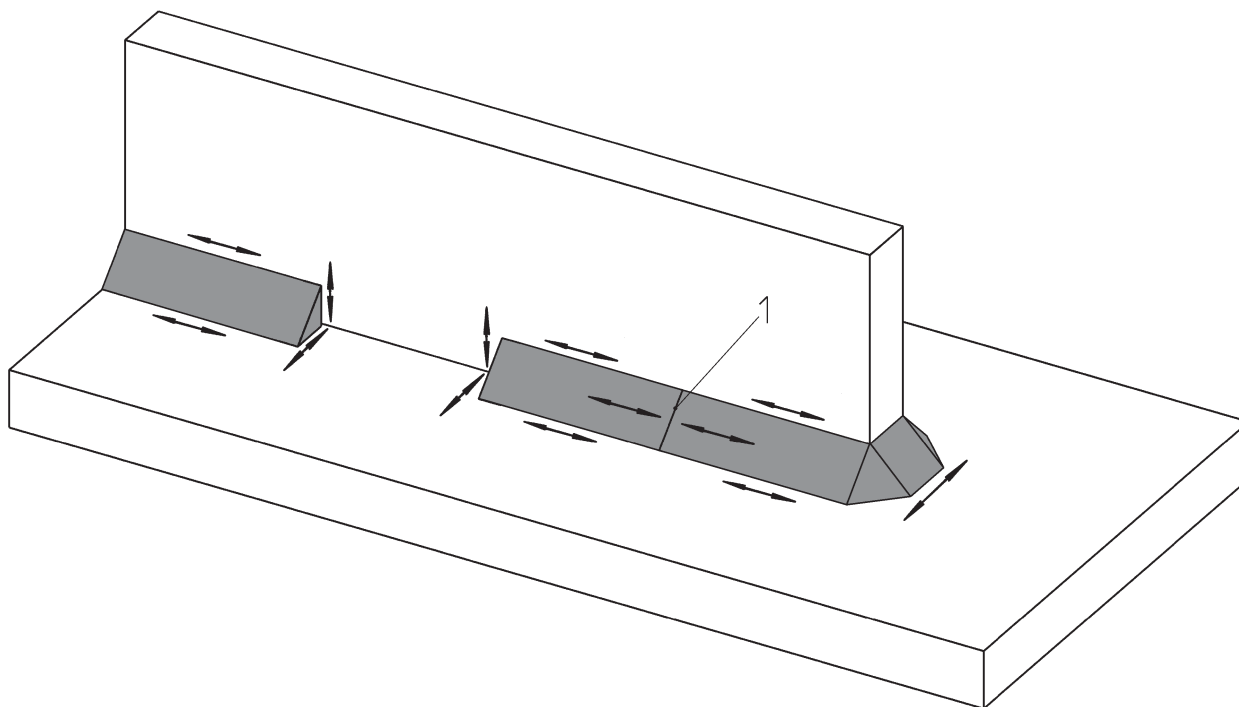
längs zur Schweißnaht

ausgerichtet mit (parallel zu) dem betrachteten Merkmal (z. B. des Nahtübergangs)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spannungsrichtungsdefinition „längs zur Schweißnaht“ ist in Bild 2 dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Beurteilung des Schweißendes ist die Richtung „längs zur Schweißnaht“ orthogonal zur Richtung „quer zur Schweißnaht“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Spannungen und Dehnungen in Längsrichtung der Schweißnaht werden mit einem Index „II“ angegeben.



Legende

1 Stopp/Start-Position

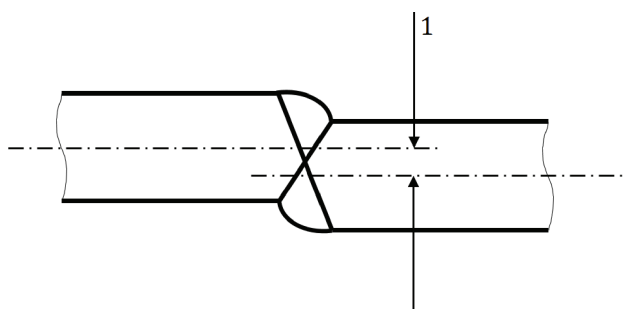
Bild 2 — Definition der Spannungsrichtung längs zur Schweißnaht

3.3.4

Linearversatz

axialer Versatz von der Nenngeometrie der Platten innerhalb einer Schweißnaht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition „linearer Versatz“ ist in Bild 3 dargestellt.



Legende

1 Linearversatz

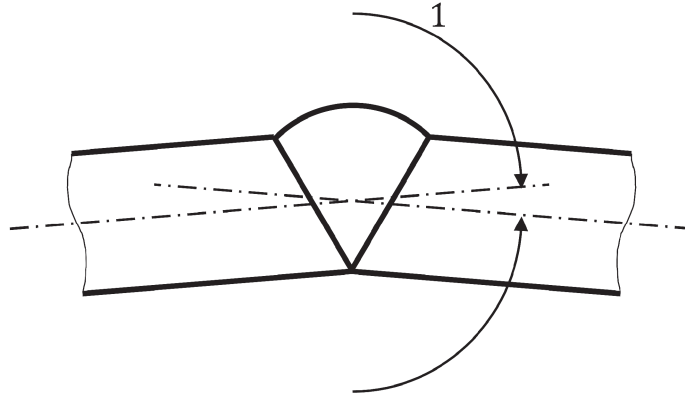
Bild 3 — Linearer Versatz

3.3.5

Winkelversatz

Winkelabweichung von der Nenngeometrie von Blechen innerhalb einer Schweißverbindung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition „Winkelversatz“ ist in Bild 4 dargestellt.



Legende

1 Winkelversatz

Bild 4 — Winkelversatz

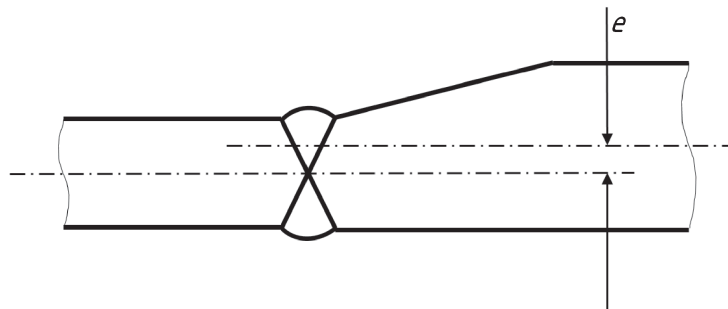
3.3.6

Exzentrizität

e

axialer Versatz von Platten aufgrund der Nenngeometrie innerhalb einer Schweißnaht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition „Exzentrizität“ ist in Bild 5 dargestellt.



Legende

e Exzentrizität

Bild 5 — Beispiel für Exzentrizität

3.3.7

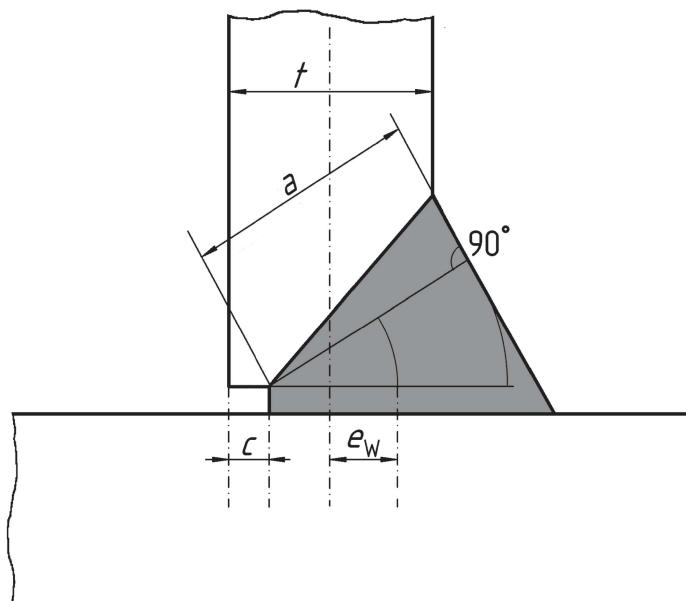
effektive Kehlnahtdicke

a

Maß, das für die Aufnahme der Last verantwortlich ist, die von der Form und dem Eindringen der Schweißnaht abhängig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei T-Stößen ist die effektive Halsdicke gleich dem Mindestabstand von der Wurzel bis zur Schweißfläche, wie in Bild 6 dargestellt.

[QUELLE: EN ISO 17659:2004, 3.20, modifiziert – Das Symbol *a* wurde hinzugefügt.]



Legende

a effektive Kehlnahtdicke

c Stegabstandslänge

e_w Exzentrizität zwischen dem Mittelpunkt der Schweißnahtkehle und der angeschlossenen Platte

t Blechdicke

Bild 6 — Effektive Kehlnahtdicke in einem T-Stoß mit HY-Schweißnaht und mit zusätzlicher Kehlnaht

3.3.8

relevante Dicke

Maße, die für die Beurteilung einer Schweißverbindung zu verwenden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abmessungen sind abhängig von der Art der Bewertung (statische Festigkeit oder Dauerfestigkeit) bzw. vom möglichen Risseinleitungspunkt bei Betriebsfestigkeitsnachweisen (z. B. Schweißnahtwurzel- oder Nahtübergangsbruch).

3.3.9

Schweißnahtleistungs-klasse

Leistungsanforderungen an die Schweißverbindung in Bezug auf die Anforderungen an die Schweißnahtqualität und die Schweißnahtprüfung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schweißnahtleistungs-klasse wird mit „CP“ (Class of Performance) abgekürzt.

[QUELLE: EN 15085-1:2007+A1:2013, 3.2]

3.3.10

Schweißnahtprüfklasse

für eine bestimmte Schweißnaht durchzuführende Prüfungen in Bezug auf die Häufigkeit und die Art der Prüfung (z. B. volumetrisch, oberflächlich oder visuell), wie durch die Schweißnaht-Leistungsklasse definiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schweißnahtprüfklasse wird mit „CT“ (Class of Testing) abgekürzt

[QUELLE: EN 15085-1:2007+A1:2013, 3.3]

3.3.11

zerstörungsfreie Prüfung

NDT

Bestimmung der Eignung eines Materials oder eines Bauteils für den vorgesehenen Zweck unter Verwendung von Techniken, die die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigen

[QUELLE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.2.4.1, modifiziert – Die Abkürzung „NDT“ wurde hinzugefügt; „bis“ wurde gestrichen].

3.4 Ermüdungsbezogene Begriffe

3.4.1

Ermüdung

Prozess der Initiierung und Ausbreitung von Rissen durch ein Bauteil aufgrund der Einwirkung schwankender Spannungen

3.4.2

Ermüdungswirkung

zeitlich variierende, wiederholte Belastungsereignisse, die eine Spannung in ein Bauteil einleiten

3.4.3

Ermüdungsbeanspruchung

Beanspruchung durch Ermüdungswirkung

3.4.4

Spannungszyklus

Muster der Variation der Spannung an einem Punkt, der durch die Zykluszahlmethode definiert ist und aus einer Änderung der Spannung zwischen einem Minimum (Tal) und einem Maximum (Spitze) und wieder zurück besteht

3.4.5

Mittelspannung

Mittelwert der maximalen und der minimalen Wechsellastspannung in einem Zyklus

3.4.6

Amplitude

Hälfte der algebraischen Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum während eines Zyklus

3.4.7

Spannungsbereich

Zweifaches der Spannungsamplitude

3.4.8

Spannungsverhältnis

R

Verhältnis zwischen dem minimalen und dem maximalen algebraischen Wert der Spannung in einem bestimmten Spannungszyklus

3.4.9

Spannungsspektrum

Ermüdungsspannungen einschließlich des Teilbeiwerts für Einwirkungen (z. B. Lasten) und relevant für den Betriebsfestigkeitsnachweis

3.4.10

Spannungsbereichsblock

Teil des Spannungsspektrums mit konstantem Spannungsbereich

3.4.11

Wöhlerlinie

experimentell abgeleiteter, quantitativer Zusammenhang zwischen der Ermüdungsfestigkeit und der Anzahl der Zyklen für ein Strukturdetail, entsprechend einer bestimmten Überlebenswahrscheinlichkeit des Versagens

Anmerkung 1 zum Begriff: Wöhlerlinien werden üblicherweise durch eine Reihe von $(\log \Delta\sigma)$ - $(\log N)$ -Werten oder von $(\log \Delta\tau)$ - $(\log N)$ -Werten dargestellt.

3.4.12

konstante Amplitude

Signal mit nicht-variiierenden Amplituden

3.4.13

variable Amplitude

Signal mit unterschiedlichen Amplituden

3.4.14

Ermüdungsfestigkeit

Widerstand eines Bauteils gegen Ermüdungseinwirkungen, ausgedrückt in Form einer Wöhlerlinie für eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $P_s = 97,5 \%$

3.4.15

Bemessungswert der Bauteilfestigkeit

Festigkeit eines Strukturdetails unter Berücksichtigung des Teilbeiwerts für die Bauteilfestigkeit γ_M

3.4.16

Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit

$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$

Ermüdungsfestigkeit für eine Schweißverbindung bezogen auf $N_C = 2 \times 10^6$ Zyklen und ein Spannungsverhältnis von $R = 0,5$

3.4.17

Bauteil-Ermüdungsfestigkeit

$\Delta\sigma_R, \Delta\tau_R$

Ermüdungsfestigkeit unter Berücksichtigung der spezifischen Konstruktionsdetails bei einem Spannungsverhältnis von $R = -1$

3.4.18

Kraft am Knickpunkt

$\Delta\sigma_D, \Delta\tau_D$

Bauteil-Ermüdungsfestigkeit am Knickpunkt der Wöhlerlinie N_D

3.4.19

Dauerfestigkeit

Spannungsbereich, unterhalb dessen bei konstanter Amplitudenspannung keine Ermüdungsschäden auftreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies wird auch als „Ermüdungsgrenze bei konstanter Amplitude“ bezeichnet.

3.4.20

proportionale Spannungen

Hauptspannungen oder Spannungskomponenten mit konstanten Richtungen und konstanten Verhältnissen ihrer Werte für zeitlich veränderliche Belastungen

3.4.21

nichtproportionale Spannungen

Hauptspannungen oder Spannungskomponenten mit nicht-konstanten Richtungen und nicht-konstanten Verhältnissen ihrer Werte für zeitlich veränderliche Lasten

3.4.22

Äquivalentspannungsschwingbreite

Spannungsbereich mit konstanter Amplitude, der die gleiche Ausnutzung wie bei einem Spannungsspektrum mit variabler Amplitude ergibt

3.4.23

Miner-Summe

Summe der Schäden, verursacht durch Ermüdungseinwirkung

3.4.24

akkumulierte Miner-Summe

lineare kumulative Schädigungssummierung nach der von Palmgren und Miner aufgestellten Regel der Ermüdungsschädigung durch alle Zyklen in einem Spannungsspektrum

3.4.25

Schadensakkumulationsregel

Verfahren zur Abschätzung der Ermüdungslebensdauer unter variabler Amplitudenbelastung aus der Spannungs-Lebensdauer mit konstanter Amplitude (S-N)

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird oft als Schadensakkumulationshypothese, Verfahren Miner oder Verfahren Palmgren-Miner bezeichnet.

3.4.26

Cut-Off-Limit

Spannungsbereich, unterhalb dessen die Spannungszyklen unter variablen Amplitudenbedingungen als nicht schädigend angesehen werden

3.4.27

Verfahren Miner elementar

Schadenshypothese nach dem Verfahren Miner mit einer Wöhlerlinie mit einem konstanten Exponenten unter Berücksichtigung einer eingeschränkten zulässigen Miner-Summe

3.4.28

Verfahren Miner modifiziert

Schadenshypothese nach dem Verfahren Miner mit einer modifizierten Wöhlerlinie mit höherem Exponenten nach einem Knickpunkt und unter Berücksichtigung einer eingeschränkten zulässigen Miner-Summe

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Version des Verfahren Miner ist auch als „Haibach-Modifikation“ bekannt.

3.4.29

Verfahren Miner konsequent

Schadenshypothese nach dem Verfahren Miner innerhalb eines iterativen Verfahrens zur Bestimmung einer modifizierten Wöhlerlinie, um eine zulässige Miner-Summe zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Version des Verfahrens Miner wird auch als „Miner konsistent“ bezeichnet.

3.4.30

Nennspannung

Spannung in einem Bauteil in der Nähe einer potenziellen Rissstelle, berechnet nach der Elastizitätstheorie unter Ausschluss aller Spannungskonzentrationseffekte (z. B. Schweißnähte, Öffnungen, Dickenänderungen)

3.4.31

modifizierte Nennspannung

Nennspannung einschließlich makro-geometrischer Effekte

Anmerkung 1 zum Begriff: Die makrogeometrischen Effekte sind die spannungserhöhenden Effekte, die durch die Makrogeometrie in der Umgebung der Schweißverbindungen verursacht werden (z. B. konzentrierte Lasteffekte, Fluchtungsfehler, Exzentrizität), aber ohne Berücksichtigung der spannungserhöhenden Effekte der Schweißverbindung selbst.

3.4.32

Strukturspannung

Oberflächenwert der linear verteilten Spannung über die Querschnittsdicke angrenzend an ein geschweißtes Detail oder lineare Extrapolation auf der Oberfläche bis zur Schweißnahtspitze, beide unter Berücksichtigung der Auswirkungen einer strukturellen Diskontinuität

Anmerkung 1 zum Begriff: Die strukturelle Spannung wird auch als geometrische Spannung bezeichnet. Die durch lineare Extrapolation ermittelte Strukturspannung an der Oberfläche bis zum Nahtübergang wird auch als Heißpunktspannung bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die lineare Spannungsverteilung beinhaltet die Auswirkungen von groben strukturellen Unstetigkeiten (z. B. Vorhandensein eines Anbauteils, einer Öffnung, einer Querschnittsänderung, eines Versatzes, einer Überschneidung von Stäben) und verformungsinduzierte Biegemomente. Sie schließt jedoch die Kerbwirkungen lokaler struktureller Unstetigkeiten (z. B. Schweißnahtfuß, Schweißnahtende) aus, die zu nichtlinearen Spannungsverteilungen über die Querschnittsdicke führen.

3.4.33

Kerbspannung

berechnete Spannung für eine Kerbe einer Schweißverbindung mit einem bestimmten angenommenen Kerbradius

4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Beschreibung	Teil	Klausel
A	bleibende Bruchdehnung	2	7.2.3.2
A_{eq}	Formfaktor des Spannungsspektrums	3	7.4.2
a	effektive Halsdicke	1	3.3.7
a_m	Mittelspannungsempfindlichkeitsparameter	3	A.2.1
$a_{R,\sigma}$	Konstante für den Rauheitsfaktor	3	5.1.4.1
b	Spalt zwischen den Platten einer Schweißnaht	3	Tabelle D.25, 5

Symbol	Beschreibung	Teil	Klausel
b_{EP}	Abstand vom Nahtübergang bzw. der Nahtwurzel zum Auswertepunkt	1	5.3.2
b_{HAZ}	Breite der wärmebeeinflussten Zone	2	5.1.3.2
b_m	Mittelspannungsempfindlichkeitsparameter	3	A.2.1
b_R	Konstante für den Rauheitsfaktor	3	5.1.4.1
c	Stegabstandslänge	1	3.3.7
D_{it}	akkumulierte Miner-Summe des Spannungsspektrums	3	7.4.4
D_m	zulässige Miner-Summe	3	7.4.3
$D_{m,min}$	Miner-Summengrenze	3	5.2.9
E	Elastizitätsmodul		
e	Exzentrizität als axialer Versatz von Platten aufgrund der Nenngeometrie innerhalb einer Schweißverbindung	1	3.3.6
e_W	Exzentrizität zwischen dem Mittelpunkt der Schweißnahtkehle und der angeschlossenen Platte	1	3.3.7
f_A	Anisotropiefaktor für gewalzte Bleche und Strangpressprofile	3	5.1.3.1
f_{bend}	Bonusfaktor für Biegung	3	E.2.3
f_C	Druckfestigkeitsfaktor	2	5.1.2.2
f_{CT}	Bonusfaktor für die Schweißnahtprüfklasse	3	5.2.8
f_e	Exzentrizitätseffektfaktor für Membranspannungen	3	F.2.2
$f_{m,\sigma}$	Mittelspannungsfaktor für Normalspannungen	3	Anhang A
$f_{m,\tau}$	Mittelspannungsfaktor für Schubspannungen	3	Anhang A
f_{post}	Bonusfaktor für die Verbesserung nach dem Schweißen	3	5.2.6
f_{QL}	Qualitätsstufenfaktor	3	5.2.7
$f_{R,C}$	Ermüdungsfestigkeitsfaktor für Gussteile	3	5.1.6
$f_{R,\sigma}$	Ermüdungsfestigkeitsfaktor für Normalspannungen	3	5.1.5
$f_{R,\tau}$	Verhältnis zwischen der Ermüdungsfestigkeit der Schubspannung und derjenigen der Normalspannung	3	5.1.5
$f_{res,\sigma}$	Eigenspannungsfaktor für Normalspannungen	3	5.2.5
$f_{res,\tau}$	Eigenspannungsfaktor für Schubspannungen	3	5.2.5
f_{SR}	Rauheitsfaktor	3	5.1.4.1
$f_{SR,\sigma}$	Rauheitsfaktor für Normalspannungen	3	5.1.4.1
$f_{SR,\tau}$	Rauheitsfaktor für Schubspannungen	3	5.1.4.1
f_{struc}	Ermüdungsfestigkeitsfaktor für Strukturspannungen	3	Anhang H
f_{thick}	Dickenkorrekturfaktor	3	5.2.4

Symbol	Beschreibung	Teil	Klausel
h	Grad der Spannungsmehrachsigkeit	2	5.2
i	Spannungsbereich Blocknummer	3	7.3.4
j	Gesamtzahl der Spannungsbereichsblöcke	3	7.4.2
j_{it}	Gesamtzahl der Spannungsbereichsblöcke, wobei $x_{it} \cdot \Delta\sigma_i > \Delta\sigma_L$ ist	3	7.4.4
K_p	plastischer Kerbfaktor	2	7.2.3.1
K_t	Spannungskonzentrationsfaktor	3	Anhang G
$K_{t, root}$	Spannungskonzentrationsfaktor an der Nahtwurzel	3	Anhang G
$K_{t, toe}$	Spannungskonzentrationsfaktor am Nahtübergang	3	Anhang G
K_w	Schweißkerbfaktor	3	I.2.4.4
k	Element der Rainflow-Matrix	3	7.3
L	Schweißnahtabstand	3	E.2.1
l	Länge eines Aufsatzes oder eines Zwickels oder einer nicht tragenden rechteckigen oder runden Unterlage oder Platte	3	D.1.3, Tabelle D.29
l_{SG}	Länge des Dehnungsmessstreifen-Messgitters	1	5.4
$l_{SG, tot}$	Gesamtlänge des Dehnungsmessstreifens einschließlich Trägerfolie	3	Bild H.2
M_σ	Mittelspannungsempfindlichkeit für Normalspannungen	3	A.2.1
M_τ	Mittelspannungsempfindlichkeit für Schubspannungen	3	A.2.1
m	Exponent der Wöhlerlinie	3	5.1.7
m_2	Exponent der Wöhlerlinie jenseits des Knickpunktes	3	5.1.7
N	Anzahl der Zyklen oder Vorkommnisse	1	3.4.11
N_C	Anzahl der Zyklen des Referenzwertes der Ermüdungsfestigkeit	3,	5.1.2
N_D	Anzahl der Zyklen am Knickpunkt der Wöhlerlinie	3	5.1.7
$N_{D,2}$	Anzahl der Zyklen am zweiten Knickpunkt der Wöhlerlinie	3	5.1.7
N_L	Anzahl der Zyklen des Cut-Off-Limits für den Spannungsbereich	1	4
N_t	Gesamtzahl der Zyklen in einem gegebenen Spannungsspektrum, wobei $\Delta\sigma_i > \Delta\sigma_{OM}$ ist	3	7.4.2
n	Exponent im Korrekturterm für die Dicke	3	5.2.4
n_i	Zyklenzahl des Spannungsbereichsblocks i des Spannungsspektrums	3	7.3
n_k	Zyklenzahl des Elements k der Rainflow-Matrix	3	7.3
n_{pl}	Querschnittsfaktor	2	7.2.3.2