

DIN EN 13260

ICS 45.040

Entwurf

Einsprüche bis 2023-04-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13260:2020-12

**Bahnanwendungen –
Radsätze und Drehgestelle –
Radsätze – Produktanforderungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13260:2023**

Railway applications –
Wheelsets and bogies –
Wheelsets – Product requirements;
German and English version prEN 13260:2023

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies –
Essieux montés – Prescriptions pour le produit;
Version allemande et anglaise prEN 13260:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-10 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), 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 80 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13260:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 265 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-02-01 UA „Radsätze“ des Arbeitsausschusses NA 087-00-02 AA „Fahrwerke“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13260:2020-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Berichtigung mehrerer redaktioneller Fehler, die zu technischen Missverständnissen führten;
- b) eine klarere Definition der Anforderungen an dynamische Unwucht- (4.2.4) und Dauerfestigkeitsprüfungen (4.2.2);
- c) Klarstellung der Produktqualifikationsbedingungen (Anhang D);
- d) eine klarere Definition der zulässigen Nachbesserungen am Radsatz nach der Montage (E.5).

Februar 2023

prEN 13260

Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Radsätze – Produktanforderungen

Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheelsets – Product requirements

Applications ferroviaires – Essieux montés et bogies – Essieux montés – Prescriptions pour le produit

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Produktfestlegung	7
4.1 Montage der Komponenten	7
4.1.1 Allgemeines	7
4.1.2 Passübermaß zwischen dem Radsitz und der Radnabenbohrung	8
4.1.3 Aufpressdiagramm	8
4.2 Eigenschaften von Radsätzen	8
4.2.1 Gegendruck der gefügten Bauteile	8
4.2.2 Dauerfestigkeitseigenschaften	9
4.2.3 Elektrischer Widerstand	11
4.2.4 Dynamische Unwucht	11
4.2.5 Abmessungen und Toleranzen	11
4.2.6 Eigenspannungen an Radsitzen	15
4.2.7 Schutz gegen Korrosion und mechanische Schäden	15
4.2.8 Kennzeichnung	15
5 Produktqualifizierung	16
6 Produktlieferbedingungen	16
Anhang A (normativ) Eigenschaften der Aufpresskurve	17
Anhang B (informativ) Angaben zu den Proben für Dauerfestigkeitsprüfungen	20
Anhang C (informativ) Bereitzustellende Informationen, um Radsatzkomponenten zu identifizieren	23
Anhang D (normativ) Produktqualifikation	27
D.1 Einführung	27
D.2 Allgemeines	27
D.3 Anforderungen	28
D.3.1 Durch den Fertigungsprozess zu erfüllende Anforderungen	28
D.3.2 Qualifikation des Personals	28
D.3.3 Von dem Produkt zu erfüllende Anforderungen	28
D.4 Qualifizierungsverfahren	28
D.4.1 Allgemeines	28
D.4.2 Erforderliche Dokumentation	29
D.4.3 Beurteilung der Fertigungseinrichtungen und -prozesse	29
D.4.4 Laborprüfungen	29
D.4.5 Prüfung von Fertigprodukten	30
D.5 Gültigkeit der Qualifikation	30
D.5.1 Gültigkeitsbedingungen	30
D.5.2 Änderungen und Erweiterung	30
D.5.3 Übertragung	30
D.5.4 Abgelaufene Qualifikation	30
D.5.5 Aufhebung	31
D.6 Qualifikationsdossier	31
Anhang E (normativ) Produktlieferbedingungen	32
E.1 Einführung	32
E.2 Allgemeines	32
E.3 Spezifische Verifizierungen	32
E.4 Optionale Kontrollen	33
E.4.1 Maßprüfung	33

E.4.2	Ultraschallprüfung	33
E.5	Zulässige Nacharbeiten	33
E.6	Dokumente	34
E.6.1	Aufschrupfen	34
E.6.2	Aufpressen	35
E.6.3	Komponenten	35
E.7	Qualitätsplan	36
E.7.1	Allgemeines	36
E.7.2	Zweck	36
E.7.3	Anwendungsbedingungen für den Qualitätsplan	36
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797	37
Literaturhinweise		39

Bilder

Bild 1	— Radsatz-Parameter	12
Bild 2	— Radsatzwellen mit einem Sitz für ein oder zwei Bremsscheiben	13
Bild 3	— Radsatzwellen mit zwei Sitzen für zwei oder vier Bremsscheiben	14
Bild 4	— Stirnradzahnäder für Treibradsätze, Untersetzungsgetriebe usw.	15
Bild A.1	— Akzeptable Aufpresskurven	18
Bild A.2	— Tolerierbarer Abfall der Aufpresskraft	19
Bild B.1	— Erstes Beispiel für eine Probe im Maßstab 1 : 1 für die Dauerfestigkeitsprüfung	21
Bild B.2	— Zweites Beispiel für eine Probe im Maßstab 1 : 1 für die Dauerfestigkeitsprüfung	22

Tabellen

Tabelle 1	— Mindestwerte für die Dauerfestigkeit von Radsatzwellen für Radsätze (in MPa)	10
Tabelle 2	— Maximale dynamische Unwuchtwerte	11
Tabelle 3	— Toleranzen für Radsatz-Parameter	12
Tabelle 4	— Axiallaufabweichung der inneren Fläche	13
Tabelle 5	— Toleranzen für Radsatzwellen mit einem Sitz für ein oder zwei Bremsscheiben	13
Tabelle 6	— Toleranzen für Radsatzwellen mit zwei Sitzen für zwei oder vier Bremsscheiben	14
Tabelle 7	— Toleranzen für Stirnradzahnäder für Treibradsätze, Untersetzungsgetriebe usw.	15
Tabelle C.1	— Informationen zu Eigenschaften des Radsatzes	23
Tabelle ZA.1	— Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, Verordnung (EU) Nr. 321/2013 der Kommission über die Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) des Teilsystems „Schienenfahrzeuge — Güterwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und Richtlinie (EU) 2016/797	37
Tabelle ZA.2	— Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Schienenfahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und Richtlinie (EU) 2016/797	38

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13260:2023) 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 wird EN 13260:2020 ersetzen.

Im Vergleich zur vorherigen Ausgabe, EN 13260:2020, wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- Berichtigung mehrerer redaktioneller Fehler, die zu technischen Missverständnissen führten;
- eine klarere Definition der Anforderungen an dynamische Unwucht- (4.2.4) und Dauerfestigkeitsprüfungen (4.2.2);
- Klarstellung der Produktqualifikationsbedingungen (Anhang D);
- eine klarere Definition der zulässigen Nachbesserungen am Radsatz nach der Montage (E.5).

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandates erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie (EU) 2016/797.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie (EU) 2016/797 siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Nach mehreren Jahren der Anwendung der ersten Ausgabe dieses Dokuments enthält diese neue Ausgabe Verbesserungen und zusätzliche Daten.

Die Produkthanforderungen wurden über alle drei Normen für Radsätze, Räder und Radsatzwellen harmonisiert.

Darüber hinaus wurden die Anhänge bezüglich der Produktqualifikation und der Bedingungen der Produktlieferung, die zuvor informativ waren, unter Berücksichtigung der Rückmeldungen geändert und sind jetzt normativ.

Aufgrund der zahlreichen Rückmeldungen zu Radsätzen im Betrieb entsprechend den Europäischen Konstruktions- und Produktqualifikationsnormen ist die Dauerfestigkeitsprüfung für die Baugruppe in dieser Überarbeitung jetzt auf spezifische Baugruppen-Gestaltungen und Prozesse begrenzt.

Anhang A mit den Aufpresskurven enthält sehr viel mehr Einzelheiten als die vorherige Version.

Anhang C enthält Informationen zur Identifizierung von Komponenten auf der Grundlage der Norm EN 15313:2016. Darüber hinaus erfordern die TSI für Güterwagen und Lokomotiven und Personenzüge, dass ein Produktverifizierungsprozess besteht.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Eigenschaften von Radsätzen für alle Vollbahnspurweiten fest.

Dieses Dokument ist für Vollbahnfahrzeuge und grundsätzlich für andere Fahrzeuge wie z. B. Stadtbahnfahrzeuge anwendbar.

Dieses Dokument ist für Radsätze anwendbar, die aus den durch die folgenden Europäischen Normen festgelegten Teilen bestehen:

- EN 13262:2020 für Räder;
- EN 13261:2020 für Radsatzwellen.

Die in diesem Dokument festgelegten Anforderungen sind für zylindrische Radsitze anwendbar. Die meisten Anforderungen sind ebenfalls für Radsätze mit konischen Radsitzen anwendbar. Falls erforderlich, werden die spezifischen Anforderungen an konische Radsitze (z. B. Aufpresskurven, geometrische Abmessungen, etc.) in der technischen Spezifikation festgelegt.

Einige Eigenschaften sind entsprechend der Kategorie 1 oder Kategorie 2 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).

EN 13103-1:2017, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Teil 1: Konstruktionsleitfaden für außengelagerte Radsatzwellen*

EN 13261:2020, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzwellen — Produktanforderungen*

EN 13262:2020, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Räder — Produktanforderungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

technische Spezifikation

Dokument, das bestimmte Parameter und/oder Produktanforderungen zusätzlich zu den Anforderungen dieses Dokuments beschreibt

3.2

Radsatzkategorien

Klassifizierung des Bauteils auf der Grundlage betrieblicher Aspekte, die die Liste der anzuwendenden Anforderungen bestimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Kategorie 1 wird allgemein gewählt, wenn die Betriebsgeschwindigkeit mehr als 200 km/h beträgt. Der Radsatz besteht dann aus Rädern und einer Radsatzwelle der Kategorie 1 nach EN 13262:2020 für Räder und EN 13261:2020 für Radsatzwellen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kategorie 2 ist in zwei Teilkategorien (2a und 2b) unterteilt, um bestimmte Eigenschaften festzulegen:

- 2a) max. Geschwindigkeit ≤ 120 km/h;
- 2b) 120 km/h $<$ max. Geschwindigkeit ≤ 200 km/h.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Kategorien können auch entsprechend der technischen Spezifikation festgelegt werden.

4 Produktfestlegung

4.1 Montage der Komponenten

4.1.1 Allgemeines

Die verschiedenen Komponenten des Radsatzes müssen vor der Montage die geometrischen Anforderungen der spezifischen Dokumente, die diese festlegen, erfüllen. Insbesondere die Radsatzwelle und die Räder müssen sich im „zusammenbaufertigen“ Zustand nach EN 13262:2020 für Räder und EN 13261:2020 für Radsatzwellen befinden.

Die Komponenten des Radsatzes können durch Schrumpfen oder Aufpressen mit der Radsatzwelle verbunden werden.

Zur Demontage müssen die geschrumpften oder aufgedrückten Komponenten (Räder, Bremsscheiben, Kupplungen, Getrieberräder) mit einer Öleinspritzfunktion versehen sein.

Die zu verwendenden Übermaße müssen durch die technische Spezifikation in Abhängigkeit von den Eigenschaften des für dieses Element verwendeten Materials und den durch die Passung zu übertragenden Kräften und Momenten festgelegt werden. Diese Übermaße müssen entsprechend den geometrischen Toleranzen des Radsatzes und den in 4.1.2 festgelegten Passübermaßwerten festgelegt werden.

Im Falle des Schrumpfens muss das Rad erhitzt werden und die Temperatur darf 250 °C nicht überschreiten. Wenn ein anderes Erwärmungsverfahren angewendet wird, muss nachgewiesen werden, dass dies keinen Einfluss auf die Radeigenschaften hat, wie in EN 13262:2020 festgelegt.

Wenn ein anderes Fügeverfahren angewendet wird, muss dieses in der technischen Spezifikation festgelegt werden. Es muss zumindest nachgewiesen werden, dass die Eigenschaften der Radsatzwelle und des Rades, wie in EN 13261:2020 und EN 13262:2020 festgelegt, nicht durch die Fügung beeinträchtigt werden. Anschließend muss der Gegendruck der Baugruppe (siehe 4.2.1) nachgewiesen und die Rückverfolgbarkeitsdokumente für jeden Fügevorgang müssen so festgelegt werden, dass die in E.6 angegebenen Arten von Informationen enthalten sind.

Die statische Unwucht der beiden Räder jedes Radsatzes muss in der gleichen diametralen Ebene und auf der gleichen Seite der Radsatzwelle liegen. Die statische Unwucht der Bremsscheiben muss in derselben Ebene wie die Räder, aber auf der gegenüberliegenden Seite der Radsatzwelle liegen.

4.1.2 Passübermaß zwischen dem Radsitz und der Radnabenbohrung

Wenn die technische Spezifikation nichts anderes vorgibt, sind die folgenden Werte „ j “ in Millimetern einzuhalten:

- für das Schrumpfen: $0,000\,9\,dm \leq j \leq 0,001\,5\,dm$;
- für das Aufpressen: $0,001\,0\,dm \leq j \leq 0,001\,5\,dm + 0,06$.

Dabei ist dm der Nenndurchmesser des Radsitzes in Millimetern.

4.1.3 Aufpressdiagramm

4.1.3.1 Zu erreichende Ergebnisse

Für das Aufpressen stellt das Kraft-Weg-Diagramm sicher, dass die Kontaktflächen nicht beschädigt wurden und das festgelegte Übermaß wirksam ist.

Der Verlauf der zu erreichenden Aufpresskurve ist in Anhang A festgelegt.

Die endgültige Aufpresskraft F_f ist von der in 4.2.1 festgelegten Kraft F abhängig und muss innerhalb des folgenden Bereichs liegen:

$$0,85\,F \leq F_f \leq 1,45\,F$$

Dieser Bereich ist anwendbar für:

- das Aufpressen von Vollrädern;
- mit L_f/dm 0,8 bis 1,1, wobei dm der Nenndurchmesser des Wellensitzes ist und L_f die Länge des Fügesitzes (in mm);
- molybdän-basierte Pasten (MoS_2) und Talg.

Wenn andere Schmierstoffe verwendet werden, müssen diese in der technischen Spezifikation festgelegt sein und während der Produktqualifikation nach Anhang D einschließlich der Gegenpressprüfung nach 4.2.1 überprüft werden.

4.1.3.2 Messverfahren

Die zum Aufpressen verwendete Presse muss über ein kalibriertes System zur Aufzeichnung des Diagramms verfügen, das den Kraftwert an jeder Position des zu fügenden Bauteils darstellt, der während des Aufschiebens des Bauteils auf die Radsatzwelle ermittelt wird. Die Skala der X-Achse für das Aufschieben muss mindestens dem 0,5-fachen der tatsächlichen Verschiebung des aufzupressenden Bauteils entsprechen. Die Skala der Y-Achse der Kraft muss das Ablesen der Kraft an jedem Punkt der Kurve mit einer Genauigkeit von 25 kN ermöglichen. Die Genauigkeit des Kraftsensors muss 10 kN betragen. Die x-Achse und die y-Achse können vertauscht werden.

Im Fall einer Punktaufzeichnung muss mindestens ein Punkt je Millimeter der relativen Verschiebung der zu fügenden Bauteile und je 25 kN Kraftabweichung aufgezeichnet werden.

4.2 Eigenschaften von Radsätzen

4.2.1 Gegendruck der gefügten Bauteile

4.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Anhang A und Anhang E legen die Notwendigkeit der Durchführung dieser Prüfung fest.

4.2.1.2 Zu erreichende Ergebnisse

Um die Momente und Kräfte zwischen den Radsatzwellen und dem Rad übertragen zu können, muss diese Baugruppe in der Lage sein, einer Axialkraft F für 30 s ohne Verschiebung zwischen den gefügten Bauteilen zu widerstehen.

Diese Kraft F muss in der technischen Spezifikation festgelegt sein.

Falls nicht anders in der technischen Spezifikation angegeben, so beträgt für Räder der Wert der

Kraft $F = 4 \, dm$

wenn

$$0,8 \, dm \leq L_f \leq 1,1 \, dm$$

Dabei ist

dm der Nenndurchmesser des Radsitzes in mm;

L_f die Länge Fügesitzes in mm; und

F die Kraft in kN.

4.2.1.3 Prüfverfahren

Die Prüfung muss an einer Presse durchgeführt werden, die mit einem System zur Aufzeichnung der Kräfte ausgestattet ist.

Die Kraft wird schrittweise bis zum Wert F zwischen einer der Nabenflächen des aufgedrückten Bauteils und der Radsatzwelle aufgebracht.

Für aufgedrückte Räder wird empfohlen, die Gegendruckprüfung frühestens 48 h nach dem Fügen durchzuführen.

Bei aufgeschrumpften Rädern muss die Prüfung durchgeführt werden, wenn das Rad und die Radsatzwelle nach dem Fügen auf die gleiche Temperatur zurückgeführt wurde.

4.2.2 Dauerfestigkeitseigenschaften

4.2.2.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt legt die Umlaufbiegedauerfestigkeitswerte für 10^7 Lastwechseln fest. Diese Werte werden verwendet, um die maximal zulässigen Radsatzwellensitzspannungen zu berechnen, und sind für die Anwendung von EN 13103-1:2017 erforderlich. Diese Werte gelten für „konventionelle“ Radsatzwellenkonstruktionen, Räder und Montageverfahren (Aufpressen und Schrumpfen) und müssen für die Produktqualifikation nicht nachgewiesen bzw. geprüft werden.

ANMERKUNG Eine Gestaltung gilt als „konventionell“, wenn die Parameter, die die gefügten Bauteile definieren, die Anforderungen der Europäischen Produkt- und Konstruktionsnormen für innen- und außengelagerte Radsatzwellen erfüllen (z. B. Rauheit, Geometrie, Übermaßpassungen, Überhang, Durchmesserhältnisse, Stahlsorten usw.).

Für andere Arten von Konstruktionen oder Montageverfahren (z. B. Abkühlen eines Radsitzes, spezifische Durchmesserhältnisse, neue Werkstoffe, spezifische Oberflächenbeschichtungen der Radsitze usw.) müssen die folgenden Eigenschaften verifiziert und mindestens einmal im Fall neuer oder geänderter Parameter mit Auswirkung auf das Fügen geprüft werden.

Diese Dauerfestigkeitseigenschaften sind für Voll- und Hohlradsatzwellen unterschiedlich. Dies resultiert aus dem Einfluss der Radsatzwellenbohrung auf die Spannungsverteilung.

Für eine Vollradsatzwelle muss nur ein Dauerfestigkeitsgrenzwert (F_3) unter dem Radsitz bestimmt werden.

Bei Hohlradsatzwellen müssen zwei Dauerfestigkeitswerte berücksichtigt werden, da aufgrund der unterschiedlichen Wandstärken der Radsatzwelle der Fügeeffekt an den Wellenschenkeln größer ist als in anderen gefügten Bereichen:

- unter dem Radsitz, mit Ausnahme der Radsatzwellenschenkel, der Grenzwert F_4 ,
- unter den gefügten Bauteilen der Wellenschenkel der Grenzwert F_5 .

Falls erforderlich, muss der Dauerfestigkeitsgrenzwert F_3 oder F_4 durch Prüfung während der Produktqualifikation (siehe Anhang D) verifiziert werden. Der Dauerfestigkeitsgrenzwert F_5 kann anhand der Verhältnisse $F_4/F_5 = 1,17$ und $F_3/F_5 = 1,28$ berechnet werden.

ANMERKUNG Die Dauerfestigkeitseigenschaften F_1 und F_2 der Radsatzwelle sind in EN 13261:2020 festgelegt.

4.2.2.2 Dauerfestigkeitsgrenzwerte

Die Mindestwerte für die Dauerfestigkeit von Radsatzwellen für Radsätze sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Mindestwerte für die Dauerfestigkeit von Radsatzwellen für Radsätze (in MPa)

Stahlsorte	F_3	F_4	F_5
EA1N/EA1T	120	110	94
EA4T	145	132	113

4.2.2.3 Proben für die Dauerfestigkeitsprüfung

Für die Dauerfestigkeitsprüfung von Radsätzen muss ein Rad oder ein Dummy-Rad mit ähnlichen Abmessungen (insbesondere der Nabe) durch Aufpressen oder Schrumpfen auf den Radsitz gefügt werden. Das Übermaß muss die Anforderungen nach 4.1.2 erfüllen.

Die Geometrie, die Umgebung und die Oberflächeneigenschaften der Probe, in dem der Beginn der Rissbildung erwartet wird, müssen für die Radsatzwelle repräsentativ sein.

Beispiele für Proben sind in Anhang B enthalten.

4.2.2.4 Prüfverfahren

Die Prüfungen sind mit Maschinen durchzuführen, die Umlaufbiegespannungen in der Rissinitiierungszone erzeugen.

Für jeden Grenzwert F_3 und F_4 ist an drei Proben zu überprüfen, dass sich nach 10^7 Lastwechseln mit einer Oberflächenspannung von F_3 oder F_4 kein Riss ausgebreitet hat. Anzeigen mit einer Tiefe von weniger als 0,5 mm sind nicht als wachsende Risse zu betrachten.

Diese Spannungsniveaus sind nach der Biegebalkentheorie auf dem Wellensitz zu berechnen, ohne Berücksichtigung der Flächenpressungsspannung

4.2.3 Elektrischer Widerstand

Der elektrische Widerstand jedes Radsatzes, gemessen zwischen den Lauflächen der beiden Räder, darf 0,01 Ω nicht überschreiten.

Die für diese Messung eingesetzten Geräte und das Verfahren müssen in der technischen Spezifikation festgelegt werden

4.2.4 Dynamische Unwucht

4.2.4.1 Maximal zulässige Werte

Für einen Laufradsatz eines Fahrzeugs, das für Geschwindigkeiten von mehr als 120 km/h ausgelegt ist, sind die maximalen dynamischen Unwuchtwerte in Tabelle 2 angegeben. Diese müssen in der Messkreisebene gemessen werden.

Für Radsätze der Kategorie 1 muss die dynamische Unwucht einzeln gemessen werden.

Für Radsätze der Kategorie 2 (mehr als 120 km/h) muss die dynamische Unwucht einzeln gemessen werden, sofern nicht anders in der technischen Spezifikation festgelegt.

Tabelle 2 — Maximale dynamische Unwuchtwerte

Geschwindigkeit km/h	Unwucht g·m
120 < V ≤ 200	75
V > 200	50

Bei einem angetriebenen Radsatz ist die Auswuchtung dadurch zu erreichen, dass die Anforderungen an die Unwucht der einzelnen Komponenten (Räder, Bremsscheiben und andere Komponenten wie Kupplungen und Zahnräder) erfüllt wird und in der richtigen Ausrichtung angebracht werden, um eine minimale Unwucht zu gewährleisten (siehe 4.1.1 für Räder und Bremsscheiben). In diesem Fall ist eine dynamische Unwuchtmessung nicht erforderlich.

4.2.4.2 Probe

Die Unwucht wird an einem vollständig montierten und maschinell bearbeiteten Radsatz durchgeführt.

4.2.4.3 Prüfverfahren

Das für diese Messung eingesetzte Gerät und das Verfahren müssen in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

4.2.5 Abmessungen und Toleranzen

4.2.5.1 Allgemeines

Die Abmessungen des Radsatzes müssen den Konstruktionszeichnungen entsprechen und die Maß- und geometrischen Toleranzen, die bei der Montage der verschiedenen Bauteile des Radsatzes anzuwenden sind, sind in den folgenden Unterabschnitten angegeben.

Abmessungen und Toleranzen von Radsätzen sind von der Kategorie des Radsatzes abhängig.

Die Werte sind für die Messungen ohne Last auf dem Radsatz angegeben.

4.2.5.2 Räder

Sofern nicht anders in der technischen Spezifikation angegeben, müssen die in Bild 1 festgelegten Parameter-toleranzen denen in Tabelle 3 entsprechen.

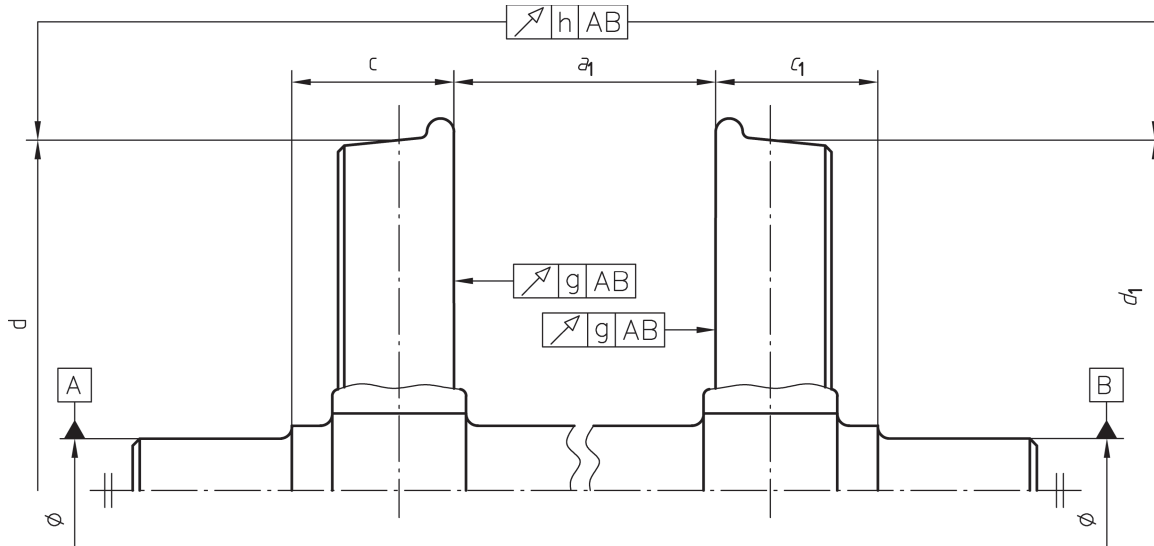


Bild 1 — Radsatz-Parameter

Tabelle 3 — Toleranzen für Radsatz-Parameter

Maße in Millimeter

Beschreibung	Symbol	Kategorie 2		Kategorie 1
		2a	2b	
Abstand zwischen zwei inneren Radflächen ^a	a_1	$+2^b$ 0		$+2^b$ 0
Differenz der Abstände zwischen der Innenfläche jedes Rades und der Bezugsebene (Anlagefläche des Lagerdichtringes)	$c - c_1$ oder $c_1 - c$	≤ 1		≤ 1
Differenz der Messkreisdurchmesser	$d - d_1$ oder $d_1 - d$	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$
Rundlaufabweichung des Messkreisdurchmessers	h	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$
Planlaufabweichung der inneren Radfläche ^a	g	$\leq 0,8$	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$
^a Messung 60 mm unter der Oberkante des Spurkranzes.				
^b Die Toleranzen dürfen bei speziellen Gestaltungen von Radsätzen geändert werden.				

4.2.5.3 Bremsscheiben

4.2.5.3.1 Allgemeines

Die in Bild 2 und Bild 3 festgelegten Parametertoleranzen müssen den Vorgaben in Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6 entsprechen.

Tabelle 4 — Axiallaufabweichung der inneren Fläche

Maße in Millimeter

Beschreibung	Symbol	Kategorie 2a	Kategorie 2b	Kategorie 1
Planlaufabweichung der inneren Fläche ^a	g_1	$\leq 0,75$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
^a Siehe Bild 2 und Bild 3. Messungen bei 30 mm vom Außendurchmesser.				

4.2.5.3.2 Radsatzwellen mit einem Sitz für ein oder zwei Bremscheiben

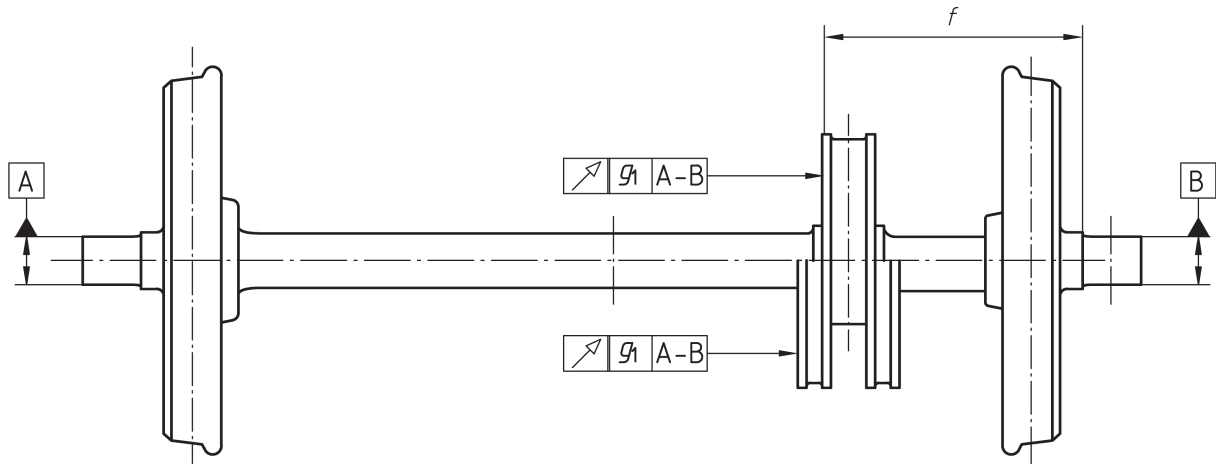


Bild 2 — Radsatzwellen mit einem Sitz für ein oder zwei Bremscheiben

Tabelle 5 — Toleranzen für Radsatzwellen mit einem Sitz für ein oder zwei Bremscheiben

Maße in Millimeter

Beschreibung	Symbol	Kategorien 1 und 2
Abstand zwischen der Innenfläche der Bremscheibe und der Bezugsebene, die die Anlagefläche des Lagerdichtringes auf der Seite des Wellenschenkels ist.	f	$\pm 0,5$

4.2.5.3.3 Radsatzwellen mit zwei Sitzen für zwei oder vier Bremsscheiben

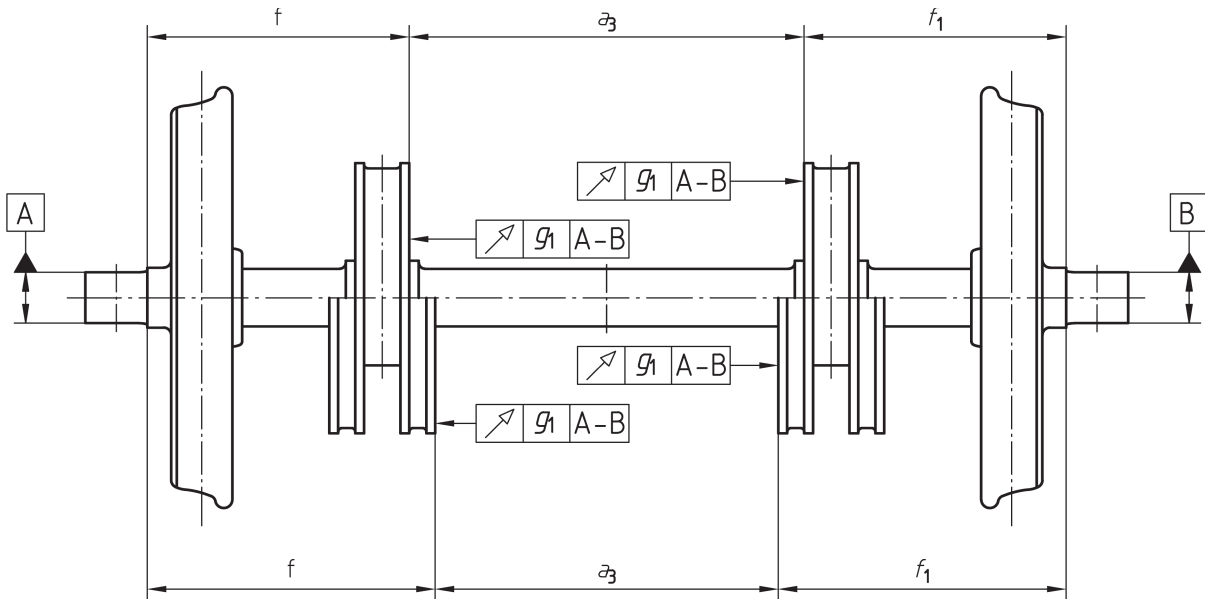


Bild 3 — Radsatzwellen mit zwei Sitzen für zwei oder vier Bremsscheiben

Tabelle 6 — Toleranzen für Radsatzwellen mit zwei Sitzen für zwei oder vier Bremsscheiben

Maße in Millimeter

Beschreibung	Symbol	Kategorien 1 und 2
Abstand zwischen den Bremsscheibeninnenflächen	a_3	$\pm 0,5$
Abstandsdifferenz zwischen der Innenfläche jeder Scheibe und der Bezugsebene, die die Anlagefläche des Lagerdichtringes auf der Seite des Wellenschenkels ist	$f - f_1$ oder $f_1 - f$	≤ 1

4.2.5.3.4 Mehr als zwei Sitze

Bei mehr als zwei Sitzen für Bremsscheiben entsprechen die Toleranzen für die Maße wie etwa a_3 oder $f - f_1$ (siehe Bild 3) denen gemäß 4.2.5.3.3.

4.2.5.4 Stirnradzahnräder für Treibradsätze, Untersetzungsgetriebe usw.

Die in Bild 4 festgelegten Parametertoleranzen müssen den Werten in Tabelle 7 entsprechen.

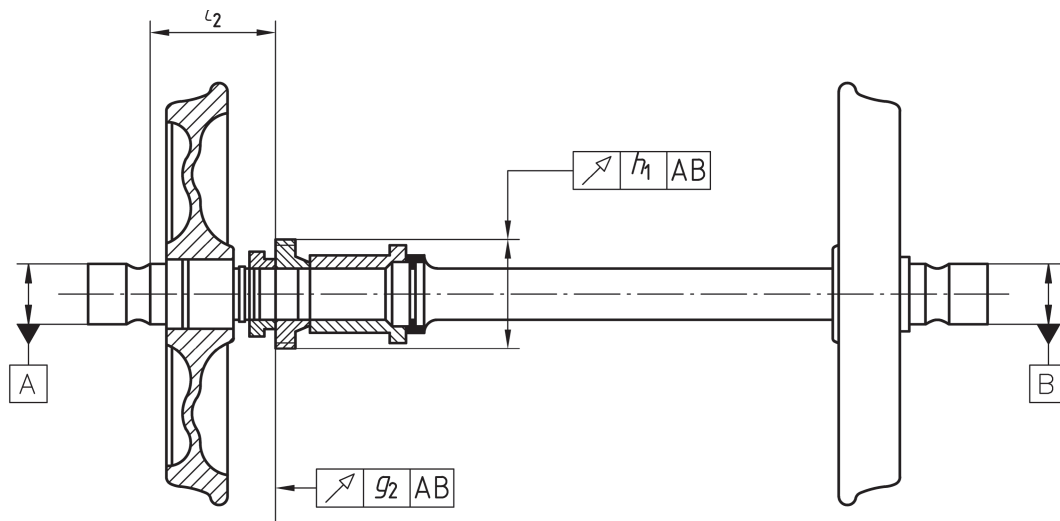


Bild 4 — Stirradzahnräder für Treibradsätze, Untersetzungsgetriebe usw.

Tabelle 7 — Toleranzen für Stirradzahnräder für Treibradsätze, Untersetzungsgetriebe usw.

Maße in Millimeter

Beschreibung	Symbol	Kategorie 2	Kategorie 1
Rundlaufabweichung ^a	h_1	b	b
Planlaufabweichung ^a	g_2	b	b
Abstand zwischen der seitlichen Bezugsfläche des Zahnrades und der Bezugsebene, die die Anlagefläche des Lagerdichtringes auf der Seite des Wellenschenkels ist ^a	c_2	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
^a Siehe Bild 4.			
^b In Übereinstimmung mit der technischen Spezifikation.			

4.2.6 Eigenspannungen an Radsitzen

Die verschiedenen Fertigungsverfahren, die zu einem zusammenbaufertigen Zustand der Radsatzwelle führen, dürfen keine Eigenspannungen erzeugen, die zu einer Ermüdungsrisssbildung führen können.

Die Anforderungen sind in EN 13261:2020 angegeben.

4.2.7 Schutz gegen Korrosion und mechanische Schäden

Die Komponenten des Radsatzes müssen entsprechend den Anforderungen ihrer jeweiligen Normen geschützt werden.

Durch den Überhang der Radnabe an den Radsitzen verursachte Hohlräume müssen mit einem Korrosionsschutzmittel geschützt werden, das in der technischen Spezifikation festgelegt werden muss.

4.2.8 Kennzeichnung

Die Bauteile des Radsatzes müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Normen gekennzeichnet werden.

Der Radsatz muss mindestens mit den folgenden Markierungen gekennzeichnet werden (entsprechend der technischen Spezifikation):

- 1) Typ des Radsatzes,
- 2) Seriennummer,
- 3) Kennzeichnungen des Montageunternehmens,
- 4) Datum der Montage,
- 5) Kennzeichnung des Eigentümers.

Diese Kennzeichnungen müssen sich am gleichen Ende des Wellenschenkels befinden, an dem sich bereits die Markierungen für die Radsatzwellen entsprechend der EN 13261 befinden, und sie müssen unter diesen Kennzeichnungen angebracht werden.

Am Ende des anderen Wellenschenkels muss die Hälfte der Oberfläche der Instandhaltung vorbehalten bleiben. Die andere Hälfte dieser Fläche ist frei.

Die Kennzeichnungen müssen dauerhaft beispielsweise durch Stempeln, Punktstempeln oder Gravieren erfolgen. Durch die Stempelung entstandene Grate müssen geebnet werden, um während des Betriebs eine Ultraschallprüfung durchführen zu können.

5 Produktqualifizierung

Die Produktqualifikation muss entsprechend den in Anhang D festgelegten Anforderungen durchgeführt werden.

6 Produktlieferbedingungen

Die Bedingungen für die Produktlieferung müssen die in Anhang E festgelegten Anforderungen erfüllen.

Anhang A (normativ)

Eigenschaften der Aufpresskurve

Die Eigenschaften der Aufpresskurve für zylindrische Radsitze werden in diesem Anhang beschrieben.

Die $F(x)$ -Kurve muss in den ersten 30 mm vor dem theoretischen Beginn Aufpressens starten und kontinuierlich mit einer abnehmenden Steigung ansteigen (siehe Kurve *I* in Bild A.1), mit den folgenden Ausnahmen:

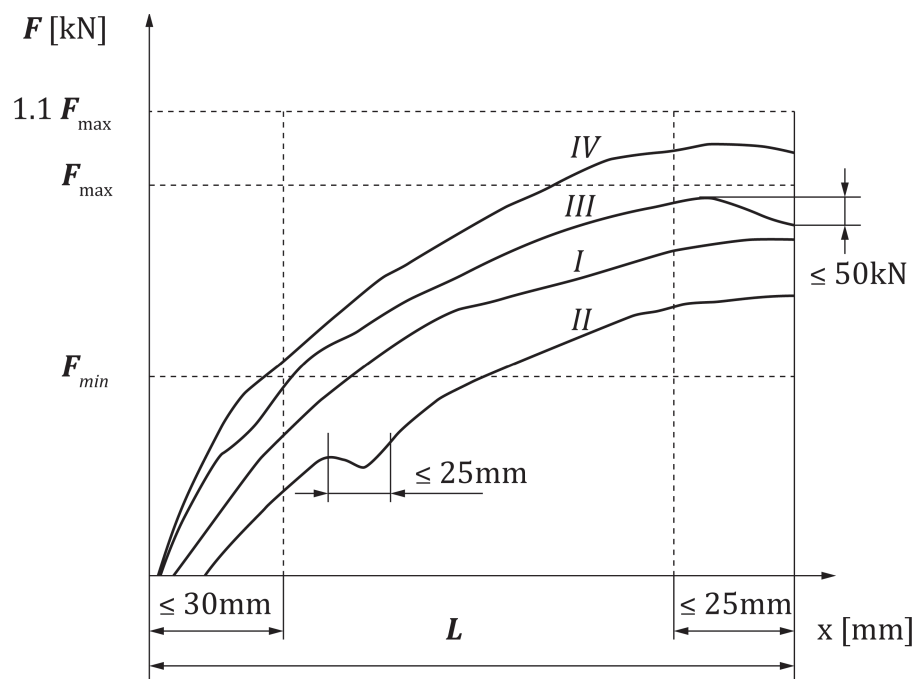
- 1) Ein Abfall der Aufpresskraft im Bereich der Nut für die Demontage durch Öleinspritzung ist erlaubt. Die maximale Kraft, die vor der Nut erreicht wird, muss innerhalb von 25 mm beim weiteren Aufpressen erreicht werden (siehe Kurve *II* in Bild A.1). Während dieser Unterbrechung darf die untere Kurvengrenze unterschritten werden.
- 2) Eine maximale Reduzierung von 50 kN ist über die letzten 25 mm des Aufpressens zulässig (siehe Kurve *III* in Bild A.1);
- 3) Die Aufpresskraft darf die maximale Aufpresskraft $F_{\max}$ um bis zu 10 % überschreiten (siehe Kurve *IV* in Bild A.1). In diesem Fall muss die Baugruppe durch eine Gegenpressprüfung verifiziert werden.

Aufpresskurven mit ebenen und/oder konkaven Profilen können unter den folgenden Bedingungen akzeptiert werden:

- 4) Kurven oberhalb der Linie, die den Startpunkt der Kurve mit dem Punkt in dem Diagramm, der der minimalen zulässigen Kraft entspricht, verbindet (siehe Kurve *V* in Bild A.2);
- 5) Kurven, die über der geraden Linie liegen, die den Startpunkt der Kurve mit dem Punkt in dem Diagramm, der der minimalen zulässigen Kraft entspricht, während die lokale Kraftreduzierung durch Unterbrechungen aufgrund der Öleinspritznut unterhalb dieser geraden Linie fallen dürfen (siehe Kurve *VI* in Bild A.2);
- 6) Wenn die Summe der Längen der flachen Teile h_i der Aufpresskurve (mit Ausnahme der Bereiche, in denen die Unterbrechung der Öleinspritznut geschuldet ist) $\sum h_i \leq L/10$ beträgt, wie in Kurve *VII* in Bild A.2 gezeigt. In diesem Fall muss die Baugruppe durch eine Gegendruckprüfung verifiziert werden;
- 7) Die Positionierung der beiden Kontaktflächen am Beginn der Aufpressung (< 10 % der Gesamtlänge L des Diagramms) kann einen plötzlichen, aber vorübergehenden Anstieg oder Abfall der Kraft am Anfang der Kurve verursachen.

Kurven, die andere lokale Abweichungen aufweisen, müssen in der technischen Spezifikation festgelegt und durch eine Gegendruckprüfung verifiziert werden.

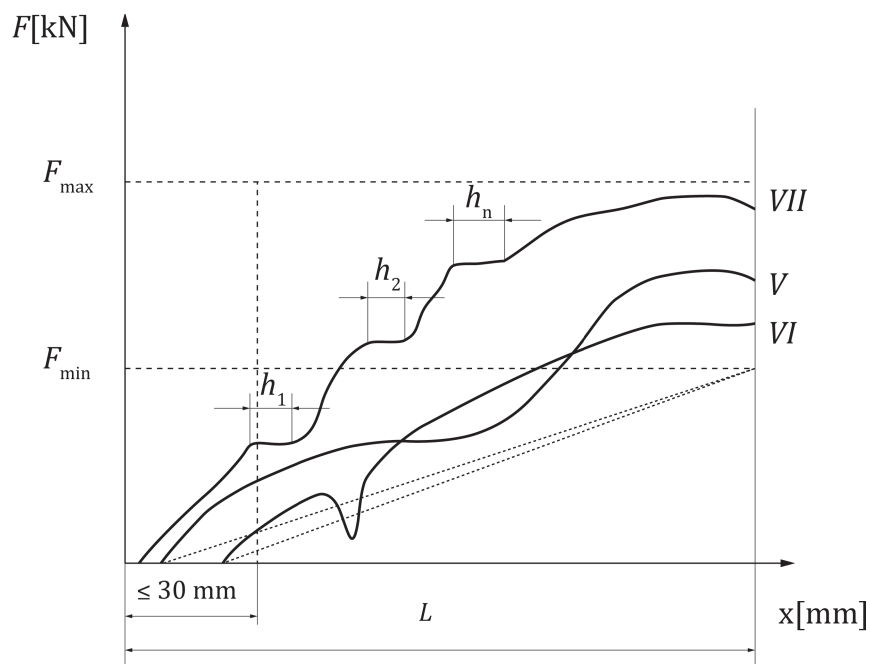
ANMERKUNG Optionale Kriterien (wie etwa Hüllkurven) können in der technischen Spezifikation festgelegt werden. Darüber hinaus können andere Anforderungen für die Anbauteile wie etwa Brems scheiben, Getrieberäder usw. in der technischen Spezifikation festgelegt werden.



Legende

- $F_{\min}$ minimale Aufpresskraft (siehe 4.1.3.1)
 $F_{\max}$ maximale Aufpresskraft (siehe 4.1.3.1)
 L Gesamtlänge des Aufpressweges entlang der X-Achse

Bild A.1 — Akzeptable Aufpresskurven



Legende

$F_{\min}$ minimale Aufpresskraft (siehe 4.1.3.1)

$F_{\max}$ maximale Aufpresskraft (siehe 4.1.3.1)

L Gesamtlänge des Aufpressweges entlang der X-Achse

ANMERKUNG Die Länge von h_i ist indikativ und nicht maßstabsgetreu.

Bild A.2 — Tolerierbarer Abfall der Aufpresskraft

Anhang B (informativ)

Angaben zu den Proben für Dauerfestigkeitsprüfungen

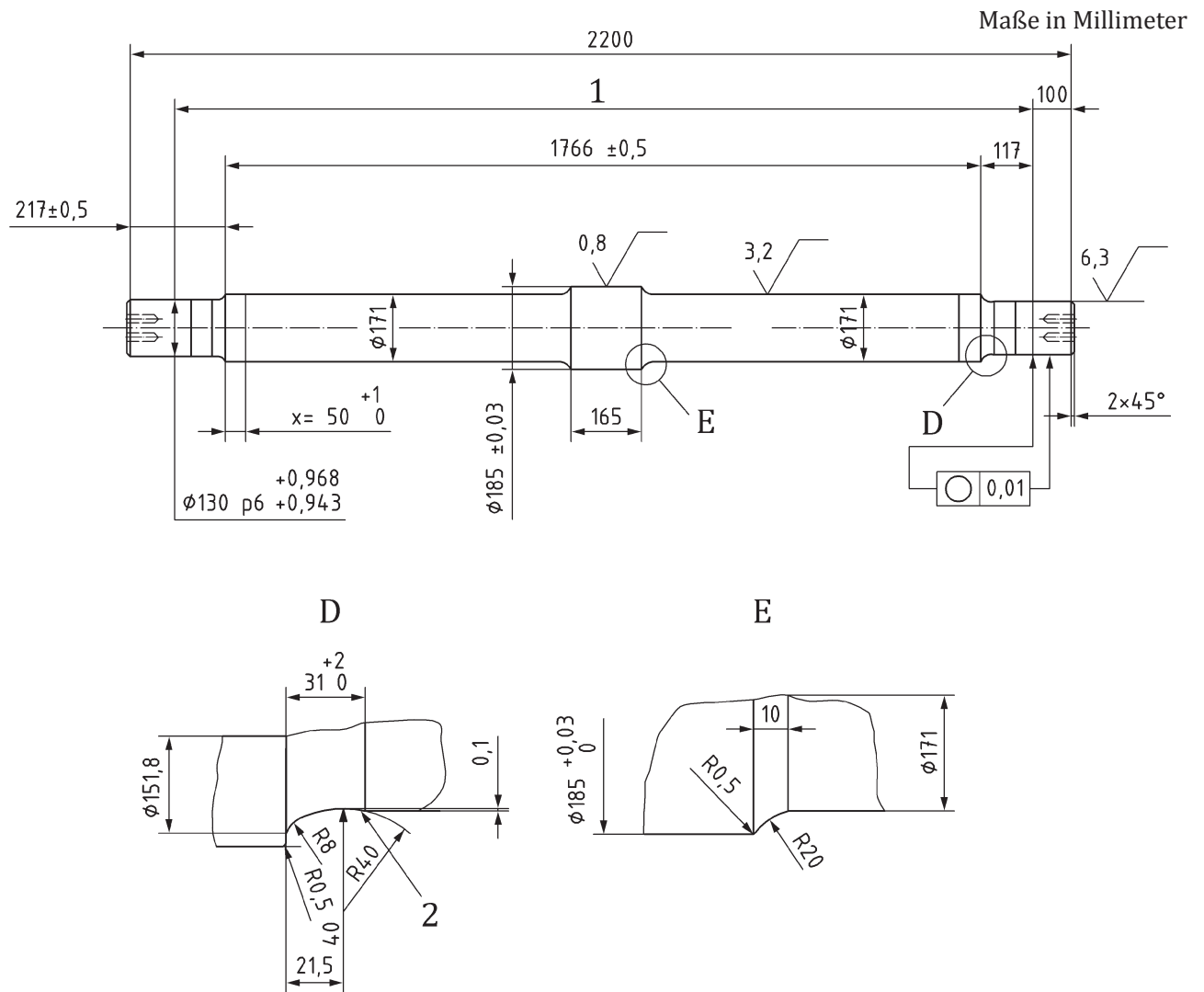
Bild B.1 und Bild B.2 zeigen Beispiele für Zeichnungen von Proben für Dauerfestigkeitsprüfungen.

Der Bezugsquerschnitt für die Berechnung des Biegemoments und der zugehörigen Spannung muss die Kante des Radsitzes (Innenseite) sein.

Diese Probe sollte mit einem Durchmesser Verhältnis $\emptyset$ Radsitz (185)/ $\emptyset$ Korpus (171) von 1,08 (siehe Bild B.1) ausgeführt werden. Dieses Verhältnis wird gewählt, um eine Überprüfung des Zusammenbaus im Hinblick auf die Dauerfestigkeit des Radsatzes zu gewährleisten. Wenn Risse auftreten, entstehen diese im Radsitz und nicht im Wellenschaft. Dieser Wert ist möglicherweise nicht für hochlegierte Stähle anwendbar. Höhere Durchmesser Verhältnisse können für alle in EN 13261:2020 festgelegten Stähle verwendet werden, jedoch:

- besteht bei höheren Durchmesser Verhältnissen ein Risiko der Rissbildung im Übergangsradius zum Wellenschaft;
- besteht bei geringen Durchmesser Verhältnissen ein Risiko, dass die erforderliche Spannung an dem Radsitz nicht erreicht wird;
- Wenn das Verhältnis größer als 1,12 ist (siehe Abbildung B.2), sollte der Übergangsbereich nach der Prüfung untersucht werden, um sicherzustellen, dass in diesem Bereich keine Risse aufgetreten sind. (siehe Bild B.2)

Wenn ein Riss festgestellt wird, kann die Prüfung für die Verifizierung von F_3/F_4 nicht akzeptiert werden.

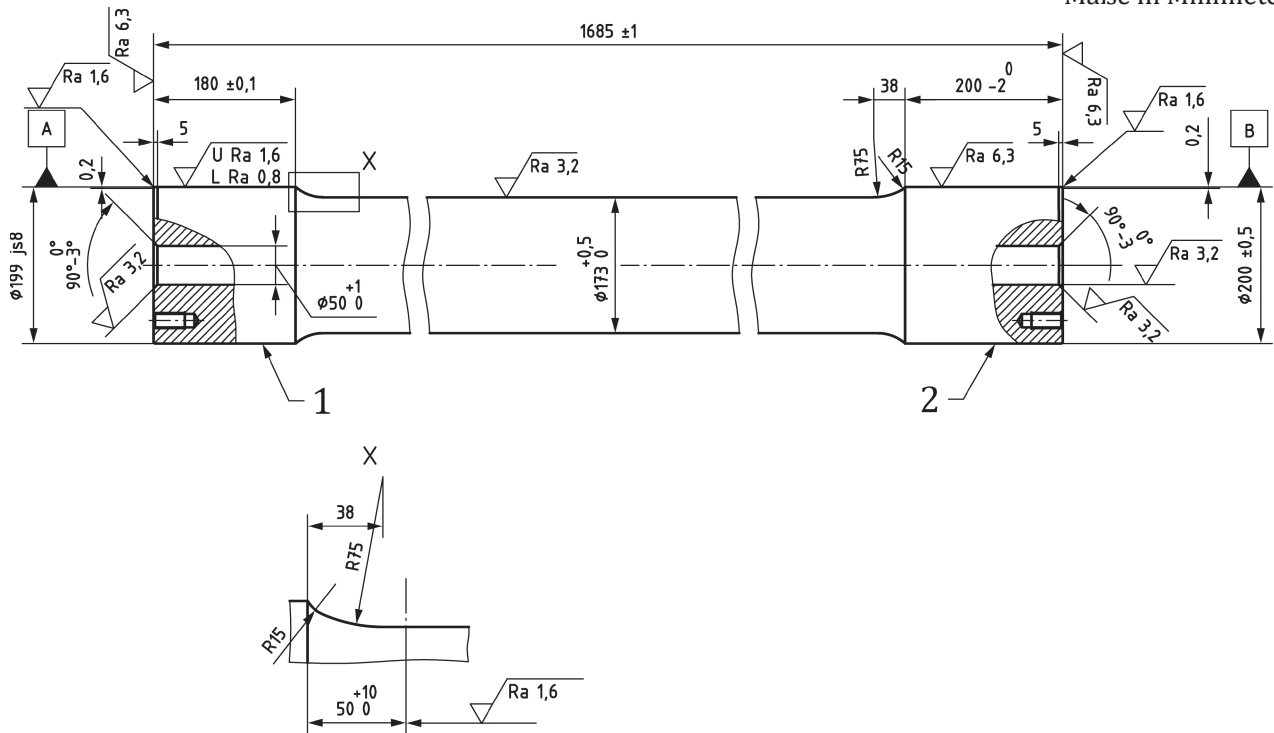


Legende

- 1 Abstand von Mitte zu Mitte des Wellenschenkels 2 000
2 abgerundete Kante

Bild B.1 —Erstes Beispiel für eine Probe im Maßstab 1 : 1 für die Dauerfestigkeitsprüfung

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Wellensitz des Rades oder des Dummy-Rades
- 2 Sitz des Resonanzmotors
- x Detailansicht des Übergangsbereichs

Bild B.2 — Zweites Beispiel für eine Probe im Maßstab 1 : 1 für die Dauerfestigkeitsprüfung