

DIN EN 13262



ICS 45.040

Entwurf

Einsprüche bis 2023-05-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13262:2020-12

**Bahnanwendungen –
Radsätze und Drehgestelle –
Räder – Produktanforderungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13262:2023**

Railway applications –
Wheelsets and bogies –
Wheels – Product requirements;
German and English version prEN 13262:2023

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies –
Roues – Prescriptions pour le produit;
Version allemande et anglaise prEN 13262:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-03-10 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 123 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13262:2023) 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 13262:2020-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die vorgeschriebene Verwendung von wärmeempfindlicher Farbe bei laufflächengebremsten Anwendungen im Güterverkehr;
- b) eine Definition der Beurteilung/Produktanforderungen für wärmeempfindliche Farbe;
- c) eine verbesserte Festlegung der zur Qualifikation vorgelegten Produktgruppen;
- d) verbesserte Anforderungen für die Beurteilung der Produktqualifikation nach im Fertigungsprozess vorgenommenen Änderungen.

Februar 2023

prEN 13262

Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Räder – Produktanforderungen

Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Product requirements

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Produkteigenschaften	9
4.1 Chemische Zusammensetzung	9
4.1.1 Zu erreichende Werte	9
4.1.2 Probenlage	9
4.1.3 Chemische Analyse	9
4.2 Mechanische Eigenschaften	9
4.2.1 Ergebnisse des Zugversuches	9
4.2.2 Härteeigenschaften im Radkranz	12
4.2.3 Kerbschlagbiegeversuch	14
4.2.4 Dauerfestigkeitseigenschaften	14
4.2.5 Bruchzähigkeitseigenschaften des Radkranzes	15
4.3 Gleichmäßigkeit der Wärmebehandlung	16
4.3.1 Zu erreichende Werte	16
4.3.2 Proben	17
4.3.3 Prüfverfahren	17
4.4 Reinheitsgrad des Werkstoffes	17
4.4.1 Mikrographischer Reinheitsgrad	17
4.4.2 Innere Fehlerfreiheit	18
4.5 Eigenspannungen	21
4.5.1 Allgemeines	21
4.5.2 Zu erreichende Werte	21
4.5.3 Probe	21
4.5.4 Messverfahren	22
4.6 Oberflächeneigenschaften	22
4.6.1 Oberflächenzustand	22
4.6.2 Oberflächenzustand der Ölabpressbohrung	23
4.6.3 Fehlerfreiheit der Oberfläche	23
4.7 Geometrische Toleranzen	24
4.7.1 Allgemeines	24
4.7.2 Kennrille (Grenzmaßrille)	28
4.8 Statische Unwucht	28
4.9 Korrosionsschutz	29
4.9.1 Allgemeine Anforderungen	29
4.9.2 Wärmeempfindliche Farbe bei laufflächengebremsten Rädern	29
4.10 Kennzeichnung	30
5 Produktqualifizierung	31
6 Lieferbedingungen für das Produkt	31
7 Empfehlungen für die Auswahl der Stahlgüte	31
Anhang A (normativ) Bewertungsverfahren für die Akzeptanz neuer Werkstoffe	32
A.1 Allgemeines	32
A.2 Erster Schritt: Merkmale einer neuen Stahlgüte	32
A.3 Zweiter Schritt: Betriebsversuch	32
A.4 Dritter Schritt: Bericht	33
Anhang B (informativ) Beispiele für Prüfstände zur Dauerfestigkeitsprüfung	34
B.1 Probe	34
B.2 Erstes Prüfverfahren	34
B.2.1 Prüfeinrichtung	34

B.2.2	Versuchsdurchführung	34
B.3	Zweites Prüfverfahren	35
B.3.1	Prüfeinrichtung	35
B.3.2	Versuchsdurchführung	36
B.4	Drittes Prüfverfahren	36
B.4.1	Prüfeinrichtung	36
B.4.2	Versuchsdurchführung	37
Anhang C (informativ)	Verfahren zur Ermittlung der Veränderung der Umfangsrestspannungen in Tiefe unter der Lauffläche mit Dehnungsmessstreifen (zerstörendes Verfahren)	38
C.1	Kurzbeschreibung des Verfahrens	38
C.2	Verfahren	38
C.2.1	Bestückung eines Radkranzquerschnittes mit Dehnungsmessstreifen vor dem Trennen des Rades (Bild C.1)	38
C.2.2	Ausführung der Trennschnitte (Bild C.2)	38
C.2.3	Arbeiten, die während des Trennens durchzuführen sind	39
C.3	Berechnung der Veränderung der Umfangseigen Spannung in die Tiefe unterhalb der Lauffläche	39
C.3.1	Allgemeines	39
C.3.2	Berechnung des Verlaufes der Umfangsspannung nach Trennoperation Nr. 1	39
C.3.3	Berechnung des Verlaufes der Umfangsspannung nach Trennoperation Nr. 2	40
C.3.4	Berechnung des Verlaufes der Umfangsspannung nach Trennoperation Nr. 3	40
C.3.5	Abschließendes Diagramm, das die Verteilung der Umfangsspannung in die Tiefe unterhalb der Lauffläche darstellt	40
Anhang D (normativ)	Produktqualifizierung	43
D.1	Einleitung	43
D.2	Allgemeines	43
D.3	Anforderungen	46
D.3.1	Anforderungen an den Herstellungsprozess	46
D.3.2	Anforderungen an das Produkt	46
D.4	Qualifizierungsverfahren	46
D.4.1	Allgemeines	46
D.4.2	Erforderliche Dokumentation	46
D.4.3	Bewertung der Fertigungseinrichtungen und der Fertigungsschritte	47
D.4.4	Laborprüfungen	47
D.4.5	Erprobung von Rädern	48
D.5	Gültigkeit der Qualifizierung	49
D.5.1	Geltungsbereich	49
D.5.2	Änderungen und Erweiterungen	49
D.5.3	Übertragung	49
D.5.4	Erlöschen der Qualifizierung	49
D.5.5	Entzug der Qualifizierung	49
D.6	Qualifizierungsdokumente	50
Anhang E (normativ)	Produktlieferbedingungen	51
E.1	Einleitung	51
E.2	Allgemeines	51
E.3	Lieferzustand	52
E.4	Einzelprüfungen	52
E.5	Kontrolle durch losweise Abnahme	52
E.5.1	Durchzuführende Prüfungen	52
E.5.2	Gleichmäßigkeit des Loses durch Messung der Radkranzhärte	53
E.5.3	Richtung der Eigenspannungen in radkranzvergüteten Rädern	54
E.5.4	Sichtprüfung	54
E.6	Qualitätsplan	54
E.6.1	Allgemeines	54
E.6.2	Ziele	54
E.6.3	Anwendungsmodalitäten	55
E.7	Zulässige Nacharbeiten	55

E.8	Wiederholungsprüfung	55
Anhang F	(normativ) Wasserstoffbestimmung in der Schmelze für Vollräder	56
F.1	Allgemeines	56
F.2	Probenahme	56
F.3	Analyseverfahren	56
F.4	Vorkehrungen	56
Anhang G	(informativ) Typische Anwendungen der verschiedenen Stahlgüten	57
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797	58
Literaturhinweise		61

Bilder

Bild 1	— Probenlage	11
Bild 2	— Messungen in einem Radialschnitt des Radkranzes	13
Bild 3	— Dem Radkranz entnommene Prüfstücke	16
Bild 4	— Bereich für die Härteeindrücke	17
Bild 5	— Probelage zur mikrographischen Untersuchung	18
Bild 6	— Prüfkörper Nabe für Ultraschallprüfung	21
Bild 7	— Symbole	25
Bild 8	— Einzelheiten der Kennrille	28
Bild 9	— Beispiele für thermische Überbeanspruchung im Übergangsbereich Radkranz/Radsteg	30
Bild 10	— Mögliche Anbringungsstellen für die Kennzeichnung	31
Bild B.1	— Schema	35
Bild B.2	— Schema	36
Bild B.3	— Schema	37
Bild C.1	— Anbringung der Dehnungsmessstreifen	41
Bild C.2	— Trennschritte	41
Bild C.3	— Bestimmung der Änderung der Umfangseigenspannung in die Tiefe unterhalb der Lauffläche	42

Tabellen

Tabelle 1	— Prozentualer Maximalgehalt der verschiedenen spezifizierten Elemente	9
Tabelle 2	— Eigenschaften von Radkranz und Steg der Räder	10
Tabelle 3	— Zu erreichende Werte für die Härteeigenschaften im Radkranz	12
Tabelle 4	— Zu erreichende Werte für Kerbschlagbiegeversuch	14
Tabelle 5	— Zu erreichende Werte für Dauerfestigkeitseigenschaften am Steg	14
Tabelle 6	— Zu erreichender Reinheitsgrad für die mikrographische Prüfung	17
Tabelle 7	— Durchmesser des Standardfehlers	19
Tabelle 8	— Rauheit der Radoberflächen (R_a) bei Lieferzustand	22
Tabelle 9	— Geometrische Toleranzen	26
Tabelle 10	— Vorhandensein der Kennrille in Abhängigkeit vom unter die Richtlinie (EU) 2016/797 fallenden Fahrzeugtyp	28
Tabelle 11	— Statische maximale Unwucht fertig bearbeiteter Räder, im Lieferzustand oder zusammenbaufertig	29
Tabelle D.1	— Qualifikationsvalidierungsplan in Abhängigkeit von den Veränderungen des Fertigungsprozesses	45
Tabelle D.2	— Radialspannungszustand	48
Tabelle E.1	— Art und Anzahl der durchzuführenden Prüfungen	52
Tabelle G.1	— Typische Anwendungen der verschiedenen Stahlgüten	57
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 „Fahrzeuge — Güterwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und Richtlinie (EU) 2016/797	59
Tabelle ZA.2 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und Richtlinie (EU) 2016/797	60

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13262:2023) 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 ersetzt EN 13262:2020.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie/Verordnung siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Gegenüber EN 13262:2020 wurden die folgenden technischen Änderungen in diese Überarbeitung aufgenommen:

- die vorgeschriebene Verwendung von wärmeempfindlicher Farbe bei laufflächengebremsten Anwendungen im Güterverkehr;
- eine Definition der Beurteilung/Produktanforderungen für wärmeempfindliche Farbe;
- eine verbesserte Festlegung der zur Qualifikation vorgelegten Produktgruppen;
- verbesserte Anforderungen für die Beurteilung der Produktqualifikation nach im Fertigungsprozess vorgenommenen Änderungen.

Die informativen Anhänge dieses Dokuments enthalten zusätzliche Angaben, die nicht verpflichtend sind, aber das Verständnis oder die Anwendung des Dokuments erleichtern.

ANMERKUNG Die informativen Anhänge können optionale Anforderungen enthalten. Beispielsweise kann ein optionales oder als Beispiel dargestelltes Prüfverfahren Anforderungen enthalten, jedoch ist es nicht erforderlich, diese Anforderungen zu erfüllen, um dem Dokument zu entsprechen.

1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Dokument legt die Eigenschaften von Eisenbahnrädern für alle Spurweiten fest.

Dieses Dokument ist für Vollbahnfahrzeuge und grundsätzlich für andere Fahrzeuge wie Nahverkehrsfahrzeuge anwendbar. Im vorliegenden Dokument werden fünf Stahlgüten, ER6, ER7, ER8, ERS8 und ER9, definiert.

ANMERKUNG 1 Die Stahlgüte ERS8 wurde im vorliegenden Dokument als eine optimierte Variante der Stahlgüten ER8 und ER9 in Hinsicht der Kontaktermüdung (RCF) und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten aus dem europäischen Bahnbetrieb, z. B. aus der in Großbritannien geltenden Norm BS 5892-3, eingeführt.

Bestimmte Eigenschaften werden nach Kategorie 1 oder Kategorie 2 angegeben.

Die in dem vorliegenden Dokument festgelegten Anforderungen sind für zylindrische Bohrungen anzuwenden. Die meisten Vorschriften sind auch für Räder mit kegelförmigen Bohrungen anzuwenden. Spezielle Anforderungen an kegelförmige Bohrungen (z. B. geometrische Abmessungen usw.) sind in der technischen Spezifikation festgelegt.

Dieses Dokument gilt für geschmiedete und gewalzte Vollräder, die aus vakuumentgastem Stahl hergestellt werden und eine Radkranzvergütung erhalten haben. Sie müssen bereits in einer bedeutenden Anzahl und unter kommerziellen Bedingungen in einem europäischen Eisenbahnnetz eingesetzt sein oder die Konstruktion muss eine Zulassungsprüfung nach EN 13979-1:2020 bestanden haben.

Anhang A beschreibt das Bewertungsverfahren für die Zulassung neuer Werkstoffe, die im vorliegenden Dokument nicht behandelt werden.

Das vorliegende Dokument legt die Produkt-Anforderungen fest, die für Räder erfüllt werden müssen; das technische Zulassungsverfahren ist nicht Bestandteil des Anwendungsbereichs des vorliegenden Dokuments.

ANMERKUNG 2 Eine Radkranzvergütung wird durch Wärmebehandlung erreicht, deren Ziel die Härtung des Radkranzes und die Schaffung von Druckeigenspannungen ist.

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 10020:2000, *Begriffsbestimmung für die Einteilung der Stähle*

EN 13979-1:2020, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Vollräder — Technische Zulassungsverfahren — Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder*

EN ISO 148-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2016)*

EN ISO 1101:2017, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2017)*

EN ISO 6506-1:2014, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2014)*

EN ISO 6892-1:2019, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2019)*

EN ISO 14284:2022, *Stahl und Eisen — Entnahme und Vorbereitung von Proben für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung (ISO 14284:2022)*

ISO 4967:2013, *Steel — Determination of content of non-metallic inclusions — Micrographic method using standard diagrams*

ISO 5948:2018, *Railway rolling stock material — Ultrasonic acceptance testing*

ISO 6933:1986, *Railway rolling stock material — Magnetic particle acceptance testing*

ISO/TR 9769:2018¹, *Steel and iron — Review of available methods of analysis*

ASTM E399-19, *Standard Test Method for Linear-Elastic Plane-Strain Fracture Toughness K_{Ic} of Metallic Materials*

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

3.1 technische Spezifikation

Dokument, das bestimmte Parameter und/oder Produkthanforderungen zusätzlich zu den Anforderungen dieser Norm beschreibt

3.2

Los

Los, bestehend aus Rädern, von denen angenommen wird, dass sie dieselben Eigenschaften aufweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Los besteht aus Rädern derselben Konstruktion aus einem Werkstoff aus ein und derselben Schmelze, die unter Anwendung desselben Warmformgebungsprozesses und desselben Wärmebehandlungsverfahrens gefertigt wurden. Wenn der Werkstoff aus mehreren Schmelzen mit derselben erwarteten chemischen Zusammensetzung stammt, können die so hergestellten Räder zu einem Los zusammengefasst werden. In diesem Fall muss im Rahmen der Produktqualifizierung der Nachweis erbracht werden, dass die aus mehreren Schmelzen stammenden Räder die Anforderungen der Produktqualifizierung erfüllen.

3.3

Nenndurchmesser

Messkreisdurchmesser eines neuen Rades, wie auf der Zeichnung des Rades angegeben

3.4

Radkategorien

Klassifizierung des Bauteils in Abhängigkeit von betrieblichen Aspekten, die die Liste der anzuwendenden Anforderungen bestimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kategorie 1 wird allgemein dann gewählt, wenn die Zuggeschwindigkeit über 200 km/h liegt.

¹ Siehe auch CEN/TR 10261:2018.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Kategorie 2 wird allgemein dann gewählt, wenn die Geschwindigkeit unter oder gleich 200 km/h liegt.

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

4 Produkteigenschaften

4.1 Chemische Zusammensetzung

4.1.1 Zu erreichende Werte

Der maximale prozentuale Anteil der verschiedenen Elemente wird in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Prozentualer Maximalgehalt der verschiedenen spezifizierten Elemente

Stahl- güte	Maximaler Bestandteil %^a										
	C	Si	Mn	P^b	S^{b c}	Cr	Cu	Mo	Ni	V	Cr + Mo + Ni
ER6	0,48	0,40	0,75	0,020	0,015	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,50
ER7	0,52	0,40	0,80	0,020	0,015	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,50
ER8	0,56	0,40	0,80	0,020	0,015	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,50
ERS8	0,57	1,10	1,10	0,020	0,015	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,60
ER9	0,60	0,40	0,80	0,020	0,015	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06	0,50
^a Für besondere Anwendungen können Änderungen der Anforderungen innerhalb des Rahmens der Maximalgehalte in der technischen Spezifikation vereinbart werden											
^b Für besondere Anwendungen darf in der technischen Spezifikation ein Höchstgehalt von 0,025 % vereinbart werden											
^c In der technischen Spezifikation darf ein minimaler Schwefelgehalt nach dem Stahlherstellungsverfahren vereinbart werden, um vor Wasserstoffversprödung zu schützen											

4.1.2 Probenlage

Die Probe zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung muss in der Messkreisebene in einer Tiefe von 15 mm unter der Lauffläche, bezogen auf den Nenndurchmesser, entnommen werden.

ANMERKUNG Der Messkreis ist die Nennposition auf der Lauffläche, an der das Rad die Schiene berührt.

Die chemische Zusammensetzung kann auch mittels einer Schmelzanalyse bestimmt werden. In diesem Fall muss die chemische Zusammensetzung in der technischen Spezifikation angepasst werden.

4.1.3 Chemische Analyse

Die chemische Analyse muss nach ISO/TR 9769:2018 durchgeführt werden, sofern in der technischen Spezifikation keine andere Norm festgelegt ist.

Beispielsweise können die Normen ASTM E415-14 und ASTM E1019-11 angewendet werden.

4.2 Mechanische Eigenschaften

4.2.1 Ergebnisse des Zugversuches

4.2.1.1 Zu erreichende Werte

Die Eigenschaften von Radkranz und Steg der Räder sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 — Eigenschaften von Radkranz und Steg der Räder

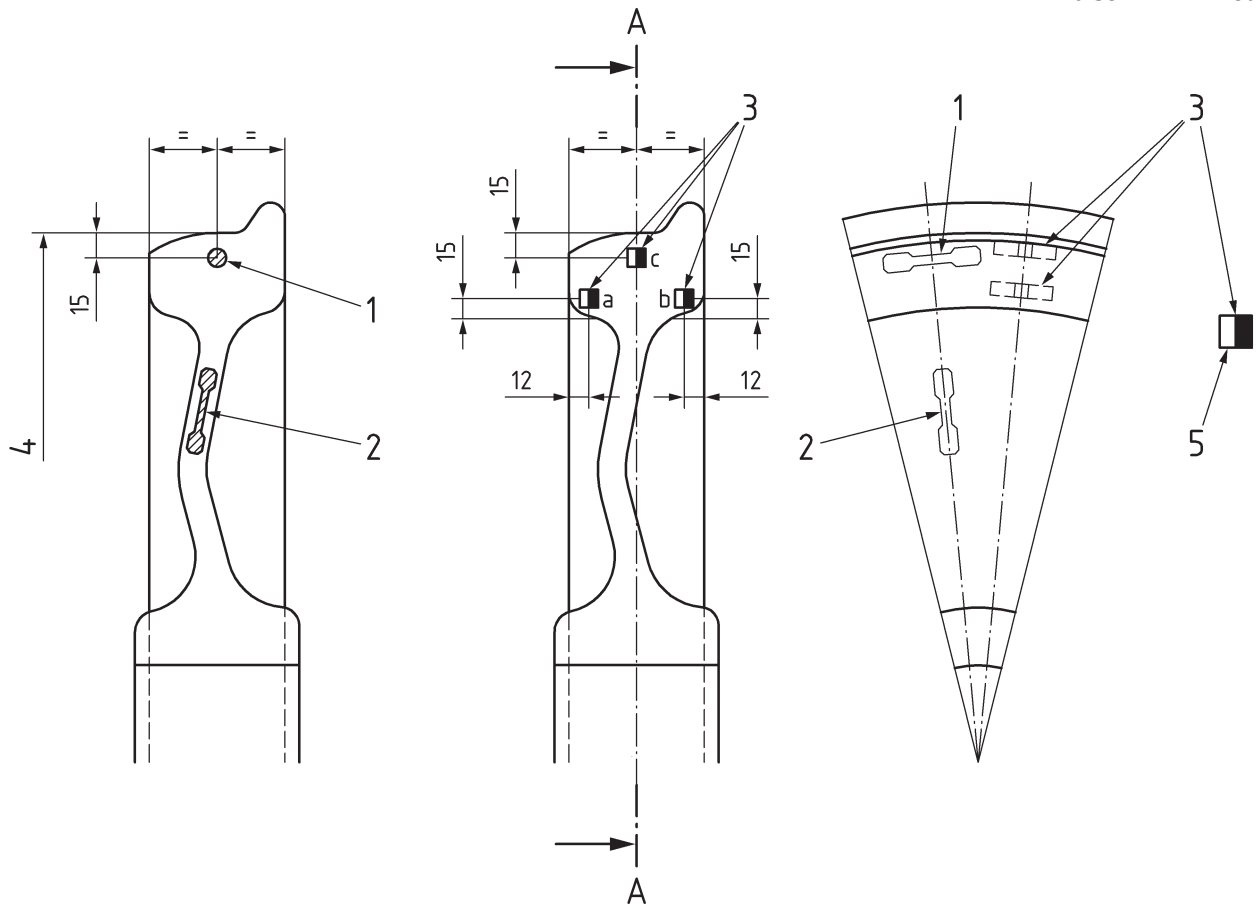
Stahlgüte	Radkranz			Steg	
	ReH^a MPa	R_m MPa	A_5 %	Verminderung von R_m^b MPa	A_5 %
ER6	≥ 500	780/900	≥ 15	≥ 100	≥ 16
ER7	≥ 520	820/940	≥ 14	≥ 110	≥ 16
ER8	≥ 540	860/980	≥ 13	≥ 120	≥ 16
ERS8	≥ 580	900/1 020	≥ 13	≥ 110	≥ 14
ER9	≥ 580	900/1 050	≥ 12	≥ 130	≥ 14
^a Wenn keine ausgeprägte Elastizitätsgrenze vorhanden ist, ist der konventionelle Grenzwert $R_{p0,2}$ zu ermitteln.					
^b Verminderung der Zugfestigkeit des Steges im Verhältnis zur Zugfestigkeit des Radkranzes des gleichen Rades.					

Falls die technische Spezifikation keine weiteren Anforderungen vorsieht, ist für die Stahlgüten ER7, ER8, ERS8 und ER9 bezüglich der Streckgrenze im Steg ein Mindestwert von 355 MPa erforderlich. Für die Stahlgüte ER6 ist bezüglich der Streckgrenze im Steg ein Mindestwert von 310 MPa erforderlich.

4.2.1.2 Probenlage

Die Proben müssen dem Radkranz und dem Steg des Rades entnommen werden. Ihre Lagen sind in Bild 1 angegeben.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Zugversuchsprüfstück im Radkranz (Mittellinie 15 mm unter der Lauffläche unter Berücksichtigung des Nenndurchmessers)
- 2 Zugversuchsprüfstück im Steg
- 3 Prüfstück für Kerbschlagbiegeversuch
- 4 Nenndurchmesser
- 5 Kerbe

Bild 1 — Probenlage

4.2.1.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist nach EN ISO 6892-1:2019 durchzuführen. Der Nenndurchmesser der Probe muss mindestens 10 mm betragen und die Prüflänge muss dem 5-Fachen des Durchmessers entsprechen. Wenn die Probe nicht im Steg entnommen werden kann, ist ein geringerer Durchmesser in der technischen Spezifikation zu vereinbaren.

4.2.2 Härteeigenschaften im Radkranz

4.2.2.1 Zu erreichende Werte

Die in Tabelle 3 angegebenen Mindestwerte der Brinell-Härte gelten bis zu einer maximalen Dicke des Verschleißbereichs von 35 mm unter der Lauffläche. Wenn die Dicke des Verschleißbereichs mehr als 35 mm beträgt, müssen die Werte in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

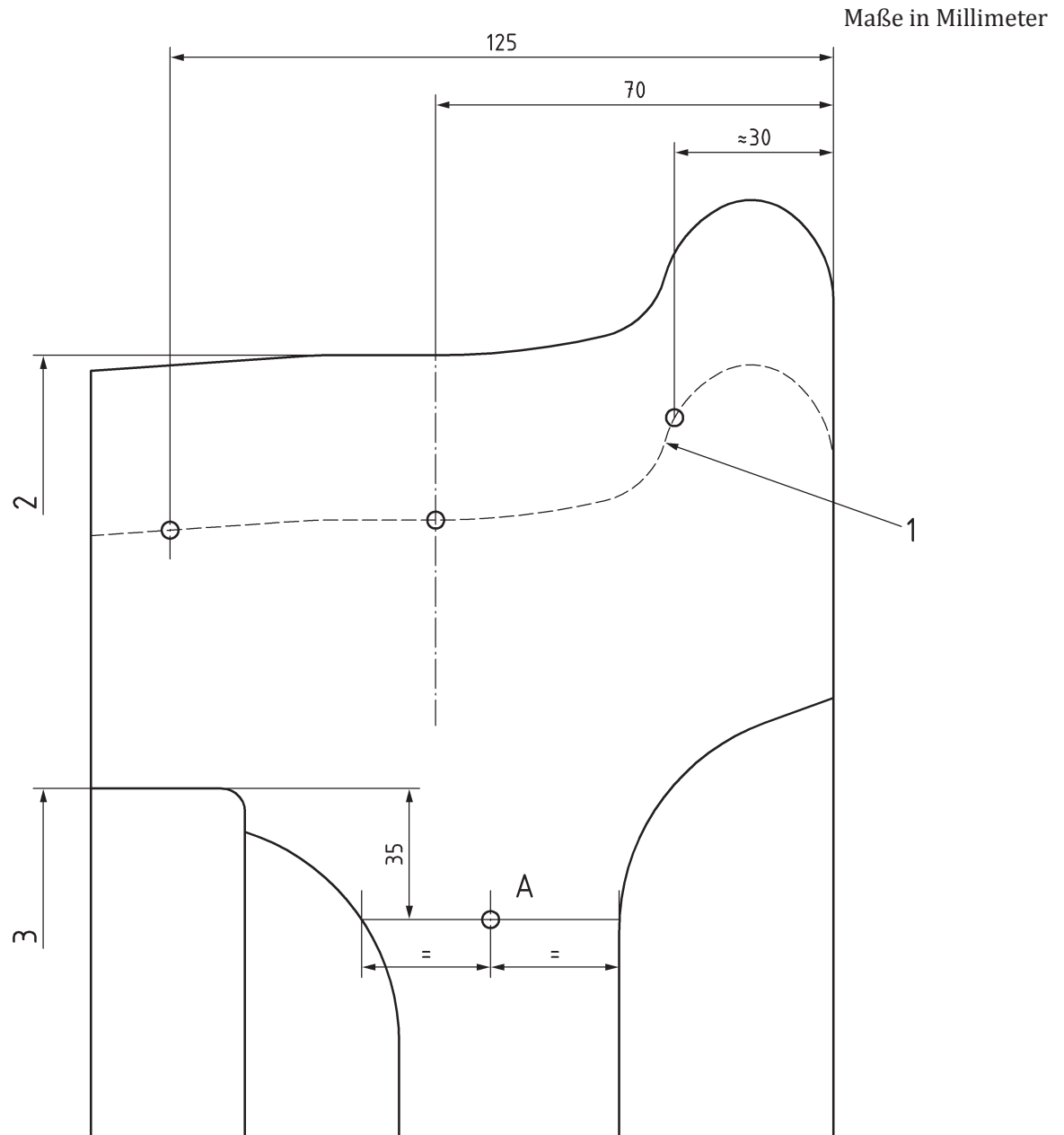
Im Übergang zwischen Radkranz und Steg (Punkt A in Bild 2) muss die Härte um mindestens 10 Punkte geringer als die Werte an der Verschleißgrenze sein.

Tabelle 3 — Zu erreichende Werte für die Härteeigenschaften im Radkranz

Stahlgüte	Mindestwert der Brinell-Härte	
	Kategorie 1	Kategorie 2
ER6	—	225
ER7	245	235
ER8	245	245
ERS8	250	250
ER9	255	255

4.2.2.2 Lage der Messpunkte

Die Härte wird an vier Punkten in einem Radialschnitt des Radkranzes gemessen, wie in Bild 2 dargestellt.



Legende

- 1 Verschleißgrenze oder Durchmesser der letzten möglichen Reprofilierung (nach der technischen Spezifikation)
- 2 Nenndurchmesser
- 3 Innendurchmesser (an der Außenseite)

Bild 2 — Messungen in einem Radialschnitt des Radkranzes

Die Werte in Bild 2 gelten für Radsätze mit Standardabstand und eine Radkranzprofilbreite von 135 mm und mehr. Zusätzliche Abstände und Profile können in der technischen Spezifikation festgelegt sein.

4.2.2.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist nach EN ISO 6506-1:2014 durchzuführen. Der Kugeldurchmesser beträgt 5 mm.

4.2.3 Kerbschlagbiegeversuch

4.2.3.1 Zu erreichende Werte

Die beim Kerbschlagbiegeversuch einzuhaltenden Werte sind in Tabelle 4 angegeben. Es werden die Durchschnitts- und Mindesteinzelnwerte für die jeweilige Prüftemperatur und die drei Proben nach 4.2.3.2 angegeben und andererseits die Mindestwerte je Einheit. Bei +20 °C müssen Proben mit U-Kerben benutzt werden. Bei -20 °C müssen Proben mit V-Kerben benutzt werden.

Tabelle 4 — Zu erreichende Werte für Kerbschlagbiegeversuch

Stahlgüte	KU (Joule) bei +20 °C		KV (Joule) bei -20 °C	
	Durchschnitts- werte	Mindestwerte	Durchschnitts- werte	Mindestwerte
ER6	≥ 17	≥ 12	≥ 12	≥ 8
ER7	≥ 17	≥ 12	≥ 10	≥ 7
ER8	≥ 17	≥ 12	≥ 10	≥ 5
ERS8	≥ 15	≥ 11	≥ 9	≥ 5
ER9	≥ 13	≥ 9	≥ 8	≥ 5

4.2.3.2 Probenlage

Die Lage der drei Proben ist Bild 1 zu entnehmen. Der Kerbgrund muss parallel zu A-A in Bild 1 liegen.

4.2.3.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist nach EN ISO 148-1:2016 durchzuführen.

4.2.4 Dauerfestigkeitseigenschaften

4.2.4.1 Zu erreichende Werte

Unabhängig von der Stahlgüte muss der Steg eine Schwingbreite $\Delta\sigma$ nach Tabelle 5 über 10 Millionen Lastspielen ohne Rissentstehung mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,7 % ertragen können.

Diese Anforderung wird durch die Prüfung von zwei Rädern nach D.4.4 erfüllt.

Tabelle 5 — Zu erreichende Werte für Dauerfestigkeitseigenschaften am Steg

Maximale Rauheit	Zulässige Dauerfestigkeitsspannungen nach dem Konstruktionsbewertungsverfahren für das Rad (EN 13979-1:2020)	Zu erreichende Werte für Dauerfestigkeitseigen- schaften
R_a	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma$ (99,7%)
μm	MPa	MPa
6,3	360	450
12,5	290	315

ANMERKUNG Zweck dieser Werte ist es sicherzustellen, dass die Produkteigenschaften besser sind als die bei der Auslegung des Steges eingesetzten zulässigen Spannungen für dessen dauerfeste Gestaltung.

Da es viele Näherungen bei der Festigkeitsberechnung gibt, ist es nicht sinnvoll, zwischen den fünf Stahlgüten zu unterscheiden. Wenn bei der Stahlgüte ER6 ein geringerer Wert erwartet wird, muss dieser in der technischen Spezifikation angegeben und begründet werden.

4.2.4.2 Proben für die Dauerfestigkeitsprüfung

Die Proben müssen aus Rädern in ihrem Lieferzustand bestehen. Insbesondere der Oberflächenzustand der Radstege entspricht den Festlegungen in 4.6.

4.2.4.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren muss die Erzeugung von Biegespannungen in einem Bereich des Steges ermöglichen.

Die Prüfungen sind so durchzuführen, dass sie statistische Auswerteverfahren zur Bewertung der Ergebnisse der Dauerfestigkeitsprüfung liefern.

Die Prüfverfahren werden durch Messung der Radialspannungen, die im anrissgefährdeten Bereich des Steges herrschen, überwacht.

Beispiele für Prüfverfahren sind in Anhang B enthalten.

4.2.5 Bruchzähigkeitseigenschaften des Radkranzes

4.2.5.1 Allgemeines

Diese Eigenschaft wird ausschließlich an klotzgebremsten Rädern (Betriebs- oder Feststellbremse) oder mit einem Reinigungssystem der Lauffläche ausgestatteten Rädern (z. B. Putzklötze) der Kategorie 1 oder der Kategorie 2 überprüft.

4.2.5.2 Zu erreichende Werte

Für die Stahlgüte ER6 muss der an sechs Probestücken ermittelte Durchschnittswert größer oder gleich $100 \text{ MPa} \sqrt{m}$ sein, wobei die Einzelwerte größer oder gleich $80 \text{ MPa} \sqrt{m}$ sein müssen.

Für Räder der Stahlgüte ER7 muss der an sechs Probestücken ermittelte Durchschnittswert größer oder gleich $80 \text{ MPa} \sqrt{m}$ sein, wobei die Einzelwerte größer oder gleich $70 \text{ MPa} \sqrt{m}$ sein müssen.

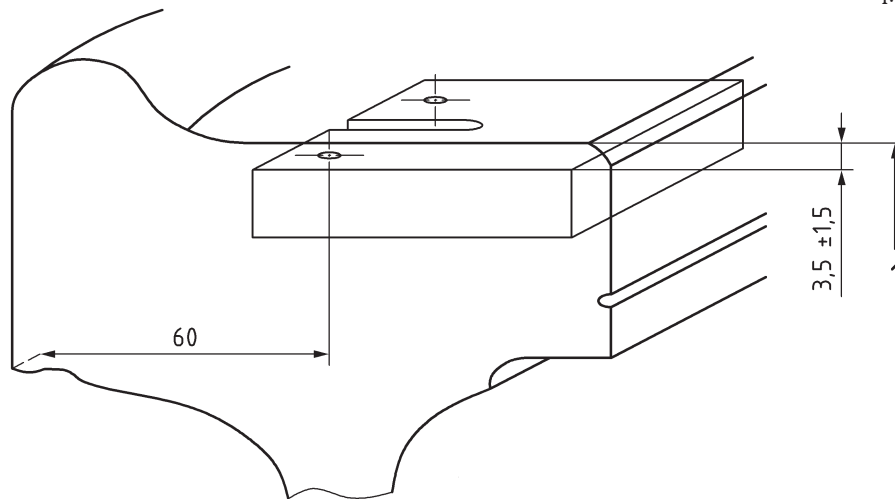
Für andere Stahlgüten sind die zu erreichenden Werte in der technischen Spezifikation zu vereinbaren.

4.2.5.3 Probenlage

Sechs Proben müssen nach Bild 3 dem Radkranz entnommen werden.

Die Probenabschnitte müssen regelmäßig über den Radumfang verteilt werden.

Maße in Millimeter



Legende

1 Nenndurchmesser

Bild 3 — Dem Radkranz entnommene Prüfstücke

4.2.5.4 Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach ASTM E399-19 durchgeführt werden.

Es gelten folgende besondere Bedingungen:

- kompakte CT-Probe: Dicke 30 mm (CT30-Probe), mit Chevron-Kerbe Öffnungswinkel 90°;
- Prüftemperatur zwischen +15 °C und +25 °C;
- Messung des Risswachstums am Ende der Probe;
- Belastungsgradient des Spannungsintensitätsfaktors $\Delta K/s$ für den Zugversuch zwischen $0,55 \text{ MPa} \sqrt{m}/s$ und $1 \text{ MPa} \sqrt{m}/s$.

Der zu berücksichtigende Bruchzähigkeitswert ist der Wert K_Q , der aus dem Wert der Last P_Q aus der Zugversuchskurve berechnet wird.

Wenn bei der Stahlgüte ER6 $P_{\max}/P_Q \geq 1,4$ ist, kann der Wert $P_{\max}$ zur Bestimmung des Wertes von K_Q verwendet werden.

ANMERKUNG Diese Möglichkeit wird im Dokument ERRI B169 DT 251 erläutert.

4.3 Gleichmäßigkeit der Wärmebehandlung

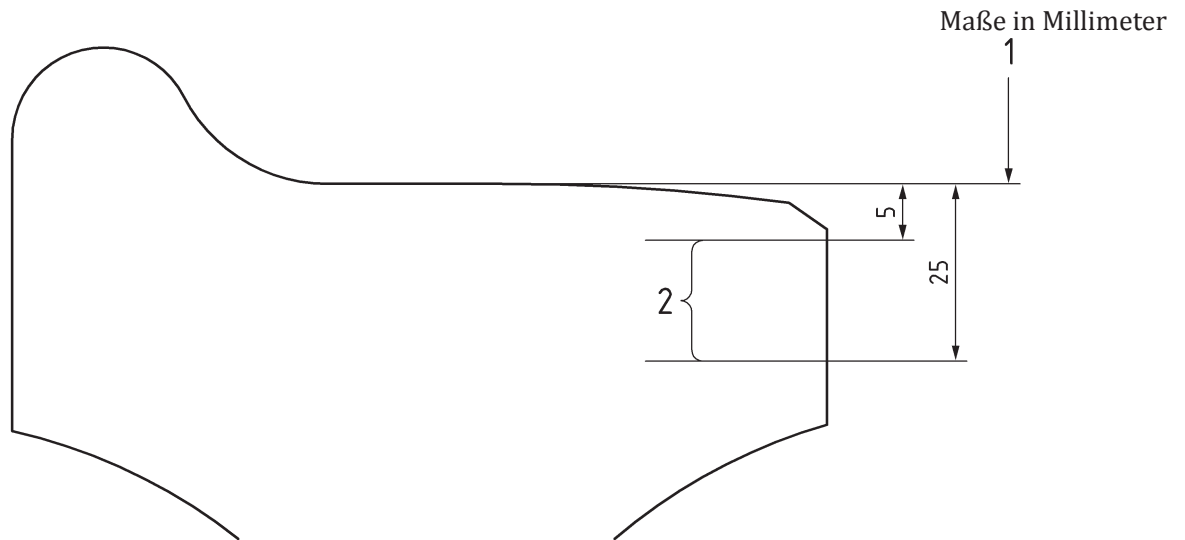
4.3.1 Zu erreichende Werte

Für Räder der Kategorie 1 muss die Differenz der gemessenen Brinell-Härtewerte an der Stirnseite des Radkranzes des kontrollierten Rades kleiner oder gleich 30 HB sein.

ANMERKUNG Die Werte korrelieren nicht mit den nach 4.2.2 im Radkranz gemessenen Härtewerten oder mit den Ergebnissen des Zugversuchs am Radkranz nach 4.2.1.

4.3.2 Proben

Die Härteprüfung muss an drei Punkten im gleichmäßigen radialen Abstand (120°) zueinander auf der äußeren Stirnfläche des Radkranzes erfolgen. Die Eindrücke müssen auf dem gleichen Durchmesser in einem Bereich gemacht werden, dessen Lage in Bild 4 definiert ist.



Legende

- 1 Nenndurchmesser des Messkreises
- 2 Bereich für die Messung der Brinell-Härte

Bild 4 — Bereich für die Härteeindrücke

4.3.3 Prüfverfahren

Die Messungen sind nach EN ISO 6506-1:2014 durchzuführen. Der Kugeldurchmesser beträgt 10 mm.

4.4 Reinheitsgrad des Werkstoffes

4.4.1 Mikrographischer Reinheitsgrad

4.4.1.1 Zu erreichender Reinheitsgrad

Die Bewertung muss durch eine mikrographische Prüfung nach 4.4.1.3 erfolgen. Die zu erreichenden Werte sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6 — Zu erreichender Reinheitsgrad für die mikrographische Prüfung

Art der Einschlüsse	Kategorie 1		Kategorie 2	
	Dicke Serie (max.)	Dünne Serie (max.)	Dicke Serie (max.)	Dünne Serie (max.)
A (Schwefel)	1,5	1,5	1,5	2
B (Aluminium)	1	1,5	1,5	2
C (Silicate)	1	1,5	1,5	2
D (Globulare Oxide)	1	1,5	1,5	2

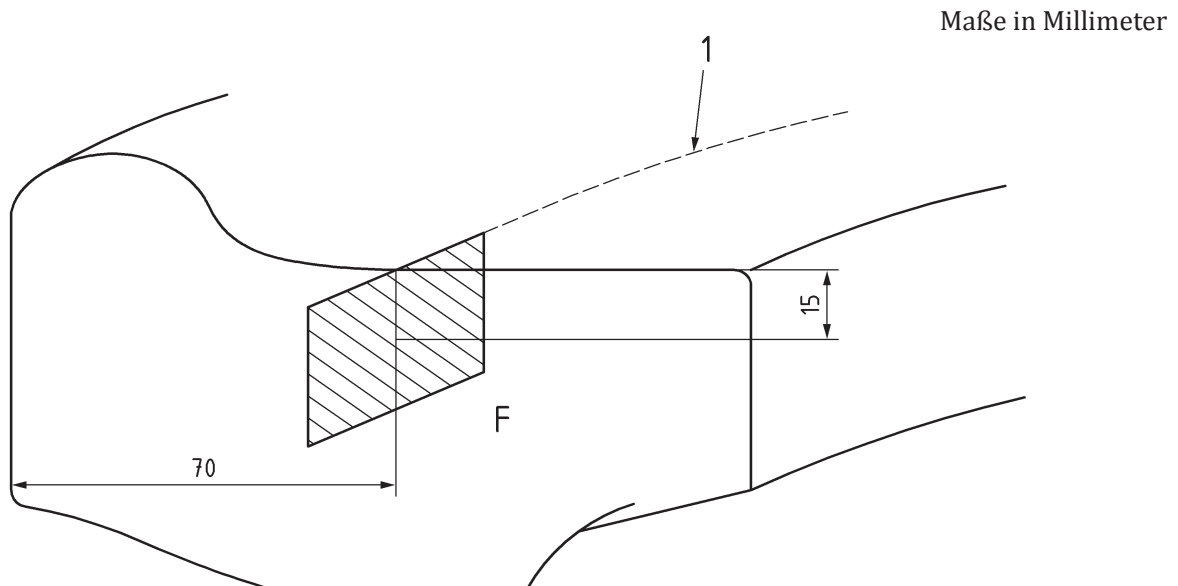
Tabelle 6 (fortgesetzt)

Art der Einschlüsse	Kategorie 1		Kategorie 2	
	Dicke Serie (max.)	Dünne Serie (max.)	Dicke Serie (max.)	Dünne Serie (max.)
B + C + D	2	3	3	4
DS	1,5		2	

4.4.1.2 Lage der mikrographischen Probe

Der Prüfbereich ist die schraffierte Fläche in Bild 5.

Der Mittelpunkt „F“ liegt 15 mm unterhalb der Lauffläche.



Legende

1 Nenndurchmesser des Messkreises

Bild 5 — Probelage zur mikrographischen Untersuchung

4.4.1.3 Prüfverfahren

Die Reinheitsgradbestimmung muss nach ISO 4967:2013, Verfahren „A“ erfolgen.

4.4.2 Innere Fehlerfreiheit

4.4.2.1 Allgemeines

Innere Fehler müssen durch Ultraschallprüfung festgestellt werden. Als Standardfehler werden Prüfkörper mit Flachbodenbohrungen verschiedener Durchmesser verwendet.

4.4.2.2 Einzuhaltende Grenzen

4.4.2.2.1 Radkranz

Der Radkranz darf keine gleich großen oder größeren inneren Fehler als die, die von den Standardfehlern in gleicher Tiefe angezeigten aufweisen. Die Durchmesser dieser Standardfehler sind in Tabelle 7 enthalten.

Tabelle 7 — Durchmesser des Standardfehlers

	Kategorie 1	Kategorie 2
Durchmesser des Standardfehlers (mm)	1	2 ^a
^a Für Räder bis zu einer Geschwindigkeit von 120 km/h kann abweichend ein Wert von 3 mm vereinbart werden und muss in der technischen Spezifikation dokumentiert werden.		

Es darf keine Schwächung des Rückwandechos von gleich oder mehr als 4 dB bei axialer Prüfung des Radkranzes toleriert werden.

4.4.2.2.2 Steg

Der Steg darf nicht aufweisen:

- mehr als 10 Echos einer Höhe größer oder gleich der Anzeige eines Standardfehlers mit $\varnothing$ 3 mm;
- Echos einer Höhe größer oder gleich der Anzeige eines Standardfehlers mit $\varnothing$ 5 mm.

Der Abstand zwischen zwei zulässigen Fehlern muss mindestens 50 mm betragen.

4.4.2.2.3 Radnabe

Die Nabe darf nicht aufweisen:

- mehr als 3 Echos einer Höhe größer oder gleich der Anzeige eines Standardfehlers mit $\varnothing$ 3 mm;
- Echos einer Höhe größer oder gleich der Anzeige eines Standardfehlers mit $\varnothing$ 5 mm.

Der Abstand zwischen zwei zulässigen Fehlern muss mindestens 50 mm betragen.

Bei einer Prüfung über den Umfang ist eine Schwächung des Rückwandechos von gleich oder mehr als 6 dB nicht zulässig.

4.4.2.3 Probe

Die Prüfung muss am vollständigen Rad selbst nach der Wärmebehandlung entweder vor oder nach der mechanischen Bearbeitung, jedoch vor dem Aufbringen des Korrosionsschutzes, durchgeführt werden.

4.4.2.4 Prüfverfahren

4.4.2.4.1 Allgemeines

Die Prüfung muss von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

EN ISO 9712 muss angewendet werden, um diese Anforderung zu erfüllen.

Allgemeine Bedingungen zur Durchführung dieser Ultraschallprüfungen sind in ISO 5948 angegeben; sie müssen mit den folgenden besonderen Bedingungen ergänzt werden.

4.4.2.4.2 Radkranz

Die Prüfung des Radkranzes muss nach ISO 5948:2018, Tabelle 1, Verfahren D1 und D2 durchgeführt werden.

Die Fehlerbewertung muss durch den Vergleich mit künstlichen Fehlern in einem dem Radkranz vergleichbaren Prüfkörper nach ISO 5948:2018, Anhang A, vorgenommen werden.

4.4.2.4.3 Steg

Der Krümmungstyp (konvex/konkav) des Steges muss bei der Bestimmung der Empfindlichkeit des Prüfverfahrens berücksichtigt werden.

Der künstliche Referenzfehler muss sich sowohl auf der Innen- als auch auf der Außenfläche des Steges befinden.

Die Prüfung des Steges muss von zwei Seiten erfolgen. Die Prüfung wird in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche durchgeführt.

Die Fehlerbewertung muss durch den Vergleich mit künstlichen Fehlern in einem Standardsteg vorgenommen werden.

Der Steg ist definiert als Teil des Rades zwischen den beiden Durchmessern, wo m und n in Bild 7 definiert sind.

Die Dicke e des Steges ist definiert als:

$$e = \frac{m + n}{2}$$

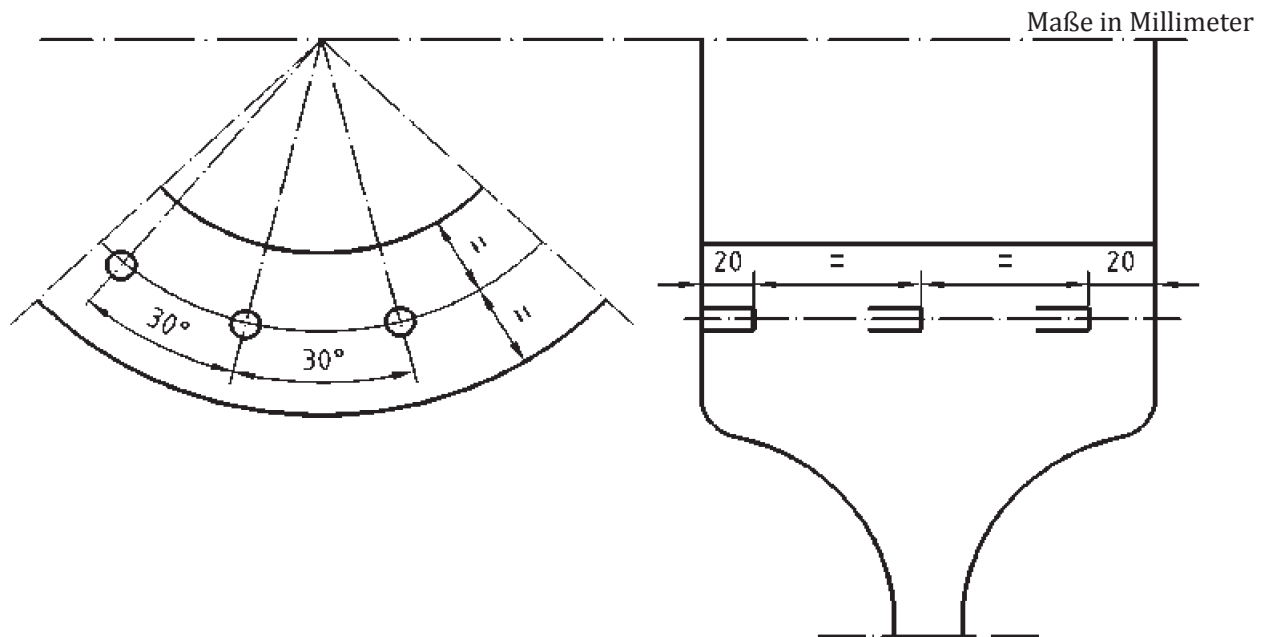
Die Lage der künstlichen Fehler ist als eine Funktion von e angegeben. Zwei künstliche Fehler müssen wenigstens 100 mm Abstand in Umfangsrichtung aufweisen.

- $e \leq 10$ mm:
 - eine 3-mm-Flachbodenbohrung 5 mm unter der inneren Oberfläche des Steges;
 - eine 5-mm-Flachbodenbohrung 5 mm unter der inneren Oberfläche des Steges;
- $10 \text{ mm} < e \leq 20$ mm:
 - zwei 3-mm-Flachbodenbohrungen 5 mm und $(e - 5)$ mm unter der inneren Oberfläche des Steges;
 - zwei 5-mm-Flachbodenbohrungen 5 mm und $(e - 5)$ mm unter der inneren Oberfläche des Steges;
- $e > 20$ mm:
 - drei 3-mm-Flachbodenbohrungen 5 mm, $\left(\frac{e}{2}\right)$ mm und $(e - 5)$ mm unter der inneren Oberfläche des Steges;
 - drei 5-mm-Flachbodenbohrungen 5 mm, $\left(\frac{e}{2}\right)$ mm und $(e - 5)$ mm unter der inneren Oberfläche des Steges.

4.4.2.4.4 Radnabe

Die Prüfung der Nabe muss von den beiden Seitenflächen aus vorgenommen werden. Die Einstrahlrichtung liegt senkrecht zur Oberfläche.

Die Fehlerbewertung muss durch den Vergleich mit künstlichen Fehlern in einem der Nabe vergleichbaren Prüfkörper nach Bild 6 vorgenommen werden.



ANMERKUNG Die Kalibrierstandards sind:
– 3 Bohrungen von 3 mm Durchmesser in verschiedener Tiefe;
– 3 Bohrungen von 5 mm Durchmesser in verschiedener Tiefe;
Abstand wie oben abgebildet.

Bild 6 — Prüfkörper Nabe für Ultraschallprüfung

4.5 Eigenspannungen

4.5.1 Allgemeines

Die Wärmebehandlung des Rades muss Druckeigenspannungen in Umfangsrichtung des Radkranzes erzeugen.

4.5.2 Zu erreichende Werte

Die Eigenspannungen in Umfangsrichtung σ_{crs} nahe der Lauffläche des Rades müssen Druckeigenspannungen mit $\sigma_{crs} \leq -80$ MPa sein. Wenn der Wert der Druckeigenspannungen in Umfangsrichtung auf der Oberfläche der Radlauffläche kleiner als -200 MPa ist, muss der Beweis erbracht werden, dass das daraus resultierende Niveau der radialen Restspannungen im Steg zulässig ist.

Die Restzugspannungen im Radsteg können das Ermüdungsverhalten des Radstegs beeinflussen. Eine Beurteilung dieser Wirkung kann beispielsweise auf der Grundlage von Erfahrungswerten, durch eine Dauerfestigkeitsprüfung des Radstegs oder eine Berechnung unter Berücksichtigung des Einflusses der mittleren Spannung im Verhältnis zur Restspannung usw. erfolgen.

Die Eigenspannungen in Umfangsrichtung müssen über den gesamten Verschleißbereich Druckeigenspannungen sein.

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass der Wert der Druckeigenspannung im Radkranz null erreicht. Eine typische Tiefe dieses Übergangs findet sich in dem Bereich zwischen der Verschleißgrenze und 15 mm darunter.

4.5.3 Probe

Die Probe muss aus dem vollständigen Rad nach der Wärmebehandlung und Endbearbeitung bestehen.

4.5.4 Messverfahren

Die Messverfahren (zum Beispiel Ultraschall oder zerstörende Prüfungen) muss die Bestimmung der Verteilung der Umfangsspannungen in die Tiefe unterhalb der Lauffläche erlauben. Das Verfahren muss in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

Anhang C beschreibt ein Verfahren für diese Messung durch zerstörende Prüfung.

4.6 Oberflächeneigenschaften

4.6.1 Oberflächenzustand

4.6.1.1 Allgemeines

Für alle Radanwendungen werden bearbeitete Stege empfohlen. Wenn unbearbeitete Stege verwendet werden (z. B. für Räder mit doppelt gewelltem Radsteg), muss eine Magnetpulverprüfung nach 4.6.3 durchgeführt werden.

Die Teile, die „roh geschmiedet“ und/oder „roh gewalzt“ verbleiben, müssen mechanisch (z. B. mittels Strahlen) gereinigt werden, um alle Unregelmäßigkeiten aufgrund des Schmiedevorgangs und der Wärmebehandlung zu beseitigen und einen stufenlosen Übergang zu den bearbeiteten Bereichen zu schaffen.

4.6.1.2 Zu erreichende Eigenschaften

Im Hinblick auf ihren Betriebseinsatz können Räder vollständig bearbeitet oder teilbearbeitet sein. Ihre Oberfläche darf keine anderen Eindrücke (z. B. Einspannmarken) als die an den in diesem Dokument bezeichneten Stellen haben (z. B. Kennzeichnung, Eindrücke der Härteprüfung).

Die Rauheit (Ra) der Oberflächen „bearbeiteter“ oder „zusammenbaufertiger“ Räder ist in Tabelle 8 angegeben.

Tabelle 8 — Rauheit der Radoberflächen (Ra) bei Lieferzustand

Bereich des Rades	Lieferzustand^a	Rauheit Ra μm	
		Kategorie 1	Kategorie 2
Bohrung	fertig bearbeitet	$\leq 12,5$	
	zusammenbaufertig ^b	0,8 bis 3,2	
Steg und Nabe	fertig bearbeitet ^c	$\leq 3,2$	$\leq 6,3$ (der Wert 12,5 kann verwendet werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Dauerfestigkeit nach EN 13979-1:2020 erreicht wird)
Oberfläche der Lauffläche	fertig bearbeitet	$\leq 6,3$	$\leq 12,5^d$
Flächen der Radkränze	fertig bearbeitet	$\leq 6,3$	$\leq 12,5^d$
^a Siehe E.3.			
^b Wenn das Rad auf eine Radsatzwelle mit Längsbohrung gefügt werden muss, dürfen andere Werte in der technischen Spezifikation vorgeschrieben werden, um Ultraschallprüfungen im Betrieb zu ermöglichen.			
^c Wenn in der technischen Spezifikation so festgelegt, dürfen diese Partien unbearbeitet bleiben, sofern die Rauheitstoleranzen dieser Tabelle eingehalten werden.			
^d $\leq 6,3$, wenn ein Standardfehler von 2 mm vorgeschrieben ist (siehe 4.4.2).			

4.6.1.3 Mess- und Kontrollverfahren

Der allgemeine Zustand des Rades muss per Sichtprüfung kontrolliert werden.

Die Rauheit der Radoberflächen (Ra) im Lieferzustand nach Tabelle 8 muss durch Vergleich mit Rauheitsproben überprüft oder mit einem Rauheitsmesser auf den ebenen Flächen gemessen werden.

4.6.2 Oberflächenzustand der Ölabpressbohrung

Die Ölabpressbohrung für das Rad sowie die Nut müssen frei von Verschmutzungen und anderen Verstopfungen sein. Sie müssen nach der Endbearbeitung des Rades vor Verschmutzungen während des Transports und der Lagerung geschützt werden.

4.6.3 Fehlerfreiheit der Oberfläche

4.6.3.1 Allgemeines

Die Fehlerfreiheit der Radoberfläche ist durch eine Magnetpulverprüfung nachzuweisen. Es können auch andere Verfahren für die Lieferung angewendet werden, wenn die technische Spezifikation dies vorsieht (siehe Tabelle E.1).

Die Prüfungen müssen von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

EN ISO 9712 muss angewendet werden, um diese Anforderung zu erfüllen.

4.6.3.2 Zu erreichende Grenzen

Falls nicht anders in der technischen Spezifikation vereinbart, sind folgende maximale Längen von Fehleranzeigen als zulässig zu betrachten:

- 2 mm auf bearbeiteten Flächen;
- 6 mm auf geschmiedeten oder gewalzten Oberflächen.

4.6.3.3 Probe

Die Prüfung ist am Rad nach der Wärmebehandlung im fertig bearbeiteten Zustand vor dem Aufbringen einer Korrosionsschutzbeschichtung durchzuführen.

4.6.3.4 Prüfverfahren

Die Magnetpulverprüfung ist nach den in ISO 6933:1986 beschriebenen allgemeinen Anforderungen durchzuführen, ausgenommen dass:

- die Höhe der magnetischen Induktion gleich oder größer als 4 mT sein muss;
- die Lichtstärke des ultravioletten Lichtes gleich oder größer als 15 W/m² sein muss.

Das für die Magnetisierung zu wählende Verfahren ist in ISO 6933:1986, Bild C angegeben.

Die verwendete Prüfeinrichtung muss die gesamte Oberfläche des Rades abtasten und Fehler unabhängig von ihrer Lage finden.

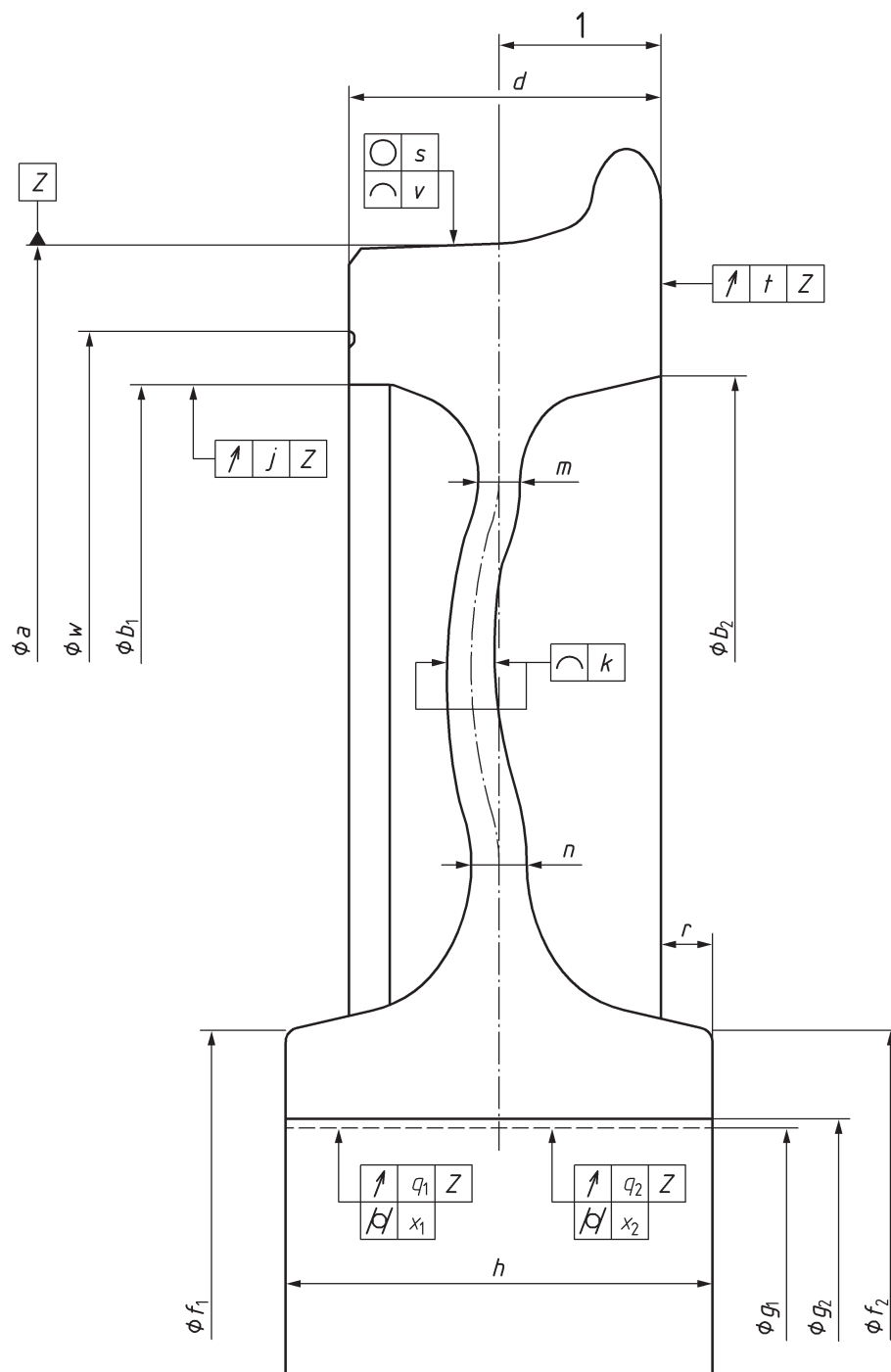
Nach der Durchführung einer Magnetpulverprüfung müssen die Räder entmagnetisiert werden. Der Restmagnetismus muss weniger als 4 A/cm betragen.

4.7 Geometrische Toleranzen

4.7.1 Allgemeines

Geometrie und Abmessungen der Räder müssen durch Zeichnungen, die Bestandteil der technischen Spezifikation sind, beschrieben werden.

Die geometrischen Toleranzen müssen mit den Angaben in Tabelle 9 übereinstimmen. Die Bedeutung der Symbole wird in Bild 7 beschrieben.



Legende

1 Abmessung nach Zeichnung (Position des Messkreises)

Bild 7 — Symbole

- Entwurf -

Tabelle 9 — Geometrische Toleranzen

Toleranzen						
Bezeichnungen		Symbole (siehe Bild 7)		Werte Kat. 1	Werte Kat. 2	
		Dimensional	Geometrisch ^a	mm	unbearbeitet	bearbeitet
Radkranz	Außendurchmesser	<i>a</i>	—	0/+4 ^b	—	0/+4 ^b
	Innendurchmesser (Außenseite)	<i>b1</i>	—	0/−2	—	0/−4
	Innendurchmesser (Innenseite)	<i>b2</i>	—	0/−2	0/−6	0/−4
	Radkranzbreite	<i>d</i>	—	±1	—	±1
	Laufflächenprofile ^c	—	<i>v</i>	≤ 0,5	—	≤ 0,5
	Rundheit der Lauffläche	—	<i>s</i>	≤ 0,1	—	≤ 0,2
	Seitenschlag	—	<i>t</i>	≤ 0,2	—	≤ 0,3
	Höhenschlag des Radkranzes	—	<i>j</i>	≤ 0,2	—	≤ 0,2
	Außendurchmesser der Kennrille	<i>w</i>	—	0/+2	—	0/+2
Nabe	Außendurchmesser (Außenseite)	<i>f1</i>	—	0/+2	0/+10	0/+5
	Außendurchmesser (Innenseite)	<i>f2</i>	—	0/+2	0/+10	0/+5
	Bohrungsdurchmesser: — Bearbeitet ^d	<i>g1</i>	—	0/−2	—	0/−2
	— Zusammenbaufertig ^d	<i>g2</i>	—	In Bezug auf die Zeichnung oder die Normen, um das Einspannen sicherzustellen		
	Zylindrigkeit des Innendurchmessers der Nabe — Bearbeitet ^d	—	<i>x1</i>	≤ 0,1	—	≤ 0,2
	— Zusammenbaufertig ^d	—	<i>x2</i>	≤ 0,02 ^e	—	≤ 0,02 ^e
	Länge	<i>h</i>	—	0/+2 ^b	—	0/+2 ^b
	Nabenüberstand im Vergleich zum Radkranz	<i>r</i>	—	0/+2 ^b	—	0/+2 ^b
	Unrundheit der Bohrung — Bearbeitet ^d	—	<i>q1</i>	≤ 0,2	—	≤ 0,2
	— Zusammenbaufertig ^d	—	<i>q2</i>	≤ 0,1	—	≤ 0,1

Tabelle 9 (fortgesetzt)

Toleranzen						
Bezeichnungen		Symbole (siehe Bild 7)		Werte Kat. 1	Werte Kat. 2	
		Dimensional	Geometrisch ^a	mm	unbearbeitet	bearbeitet
Steg	Form ^f	—	k	≤ 4	≤ 8	≤ 8
	Stegdicke im Übergang zum Radkranz	m	—	+2/0	+8/0	+5/0
	Stegdicke im Nabenübergang	n	—	+2/0	+10/0	+5/0
^a Siehe EN ISO 1101:2017. ^b Für angetriebene Fahrzeuge können andere Werte aufgrund abweichender Zusammenbauverfahren von Rad und Radsatzwelle notwendig werden. ^c Von der Oberkante des Spurkranzes bis zur äußeren Abschrägung. ^d Siehe Abschnitt E.3 für Begriffe in Bezug auf Radnabenbohrung. ^e Bei einer leichten Konizität der Bohrung innerhalb der Toleranz muss der „größere“ Durchmesser am Radsatzwelleneintrittsende liegen. ^f Die Anordnung des Steges an der Verbindung mit Radkranz und Nabe muss berücksichtigt werden.						

4.7.2 Kennrille (Grenzmaßrille)

Die Einzelheiten bezüglich des Durchmessers der Kennrille müssen bei Bedarf in der technischen Spezifikation festgelegt werden. Die Toleranzen für den Durchmesser der Kennrille müssen den Werten in Tabelle 9 entsprechen.

Die Form der Kennrille muss Bild 8 entsprechen.

Maße in Millimeter

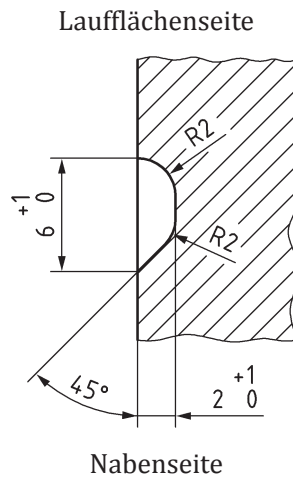


Bild 8 — Einzelheiten der Kennrille

Eine andere Art von Kennrille kann für Fahrzeuge verwendet werden, die nicht unter die Richtlinie (EU) 2016/797 fallen; diese darf jedoch keine scharfen Kerben aufweisen.

Das Vorhandensein der Kennrille in Abhängigkeit vom unter die Richtlinie (EU) 2016/797 fallenden Fahrzeugtyp wird in Tabelle 10 angegeben.

Tabelle 10 — Vorhandensein der Kennrille in Abhängigkeit vom unter die Richtlinie (EU) 2016/797 fallenden Fahrzeugtyp

Fahrzeugtyp	Kennrille an der äußeren Stirnfläche des Radkranzes
Reisezugwagen	Ja
Güterwagen	Ja
Lokomotiven, andere Fahrzeuge	In Abhängigkeit vom Überwachungsmittel ^a , das vom Unternehmen verwendet wird
^a Spezifische Ermittlung des Raddurchmessers.	

4.8 Statische Unwucht

In Tabelle 11 sind die zulässigen statischen Restunwuchten eines fertig bearbeiteten Rades, im Lieferzustand oder zusammenbaufertig, beschrieben.

Mittel und Verfahren ihrer Bestimmung müssen in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

Tabelle 11 — Statische maximale Unwucht fertig bearbeiteter Räder, im Lieferzustand oder zusammenbaufertig

Für Fahrzeuge mit Geschwindigkeit v km/h	Statische Unwucht g·m	Symbol
$v \leq 120$	≤ 125	E3
$120 < v \leq 200$	≤ 75	E2
$200 < v \leq 250$	≤ 50	E1
$v > 250$	≤ 25	E0

4.9 Korrosionsschutz

4.9.1 Allgemeine Anforderungen

Ein Korrosionsschutz ist vorzusehen:

- auf allen vollständig bearbeiteten Bereichen, mit Ausnahme der Oberflächen des Radkranzes;
- auf dem unbearbeiteten Steg und der unbearbeiteten Nabe.

Die Beschichtungssysteme müssen in der technischen Spezifikation festgelegt werden.

4.9.2 Wärmeempfindliche Farbe bei laufflächengebremsten Rädern

4.9.2.1 Verwendung einer Farbe mit wärmeempfindlichen Eigenschaften

Bei laufflächengebremsten Radsätzen für Güterwagen ist die Verwendung einer Farbe mit wärmeempfindlichen Eigenschaften auf der Außenseite des Radsteges vorgeschrieben.

Bei anderen laufflächengebremsten Anwendungen wird die Verwendung einer Farbe mit wärmeempfindlichen Eigenschaften auf der Außenseite des Radsteges empfohlen.

ANMERKUNG Einige bewährte Farben mit wärmeempfindlichen Eigenschaften können verschiedenen Referenzunterlagen (z. B. VPI European Maintenance Guide oder ECM-Instandhaltungsregelwerke) entnommen werden.

4.9.2.2 Produktanforderungen an Farben mit wärmeempfindlichen Eigenschaften

4.9.2.2.1 Zu erreichende Werte

Die Farbe muss während der Prüfung in einem Temperaturbereich von 300 °C und 350 °C, der über eine Dauer von 10 min aufrechterhalten wird, eine für Wärmeempfindlichkeit charakteristische Reaktion zeigen. Die Farbe muss Risse, Abblättern, Blasenbildung oder Farbveränderungen (nur in den Fällen zulässig, in denen die Sauberkeit des Steges im Betrieb gegeben ist) aufweisen. Diese Reaktion muss dauerhaft sein.

Unter 250 °C darf keine Reaktion erfolgen.

Die Schwellentemperaturen und/oder Dauer der Prüfung können in der technischen Spezifikation angepasst werden.

Referenzbilder sind nachstehend in Bild 9 aufgeführt.



Bild 9 — Beispiele für thermische Überbeanspruchung im Übergangsbereich Radkranz/Radsteg

4.9.2.2 Prüfverfahren

Zwei Verfahren können angewendet werden:

- Verfahren A: mit dem Dauerbremsversuch für Radzulassung nach EN 13979-1:2020;
- Verfahren B: unter Verwendung von Referenzproben in einem heißen Ofen mit gesteuerter, gleichmäßiger Temperatur.

Bei Anwendung von Verfahren B muss die Referenzprobe, z. B. eine lackierte Stahlplatte, für die endbearbeitete Oberfläche des Rades (Rauheit) und die Merkmale des Lackierungssystems (z. B. Dicke, Applikationsverfahren) repräsentativ sein.

Die Beurteilung muss mittels Sichtprüfung und Vergleich mit Referenzbildern erfolgen.

4.10 Kennzeichnung

Zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit muss jedes Rad mindestens wie folgt gekennzeichnet werden:

- Herstellerzeichen;
- Schmelznummer oder Chargennummer, von der aus auf die Schmelznummer geschlossen werden kann;
- Stahlgüte;
- Monat und die letzten beiden Ziffern des Herstellungsjahres;
- Lage und Symbol der Unwucht (siehe 4.8);
- Seriennummer nach der Wärmebehandlung.

Diese Kennzeichnungen können wie in Bild 10 oder wie in der technischen Spezifikation festgelegt angebracht werden.

Diese Kennzeichnungen sind mit Ausnahme derer für die Restunwucht, die abweichend gekennzeichnet werden kann, zu stempeln. Stempel mit scharfen Kanten sind nicht zulässig.

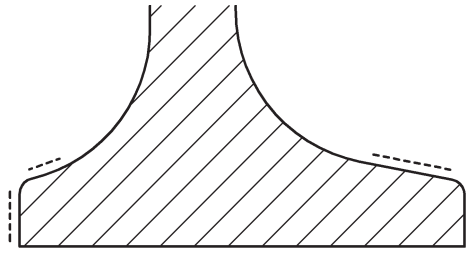


Bild 10 — Mögliche Anbringungsstellen für die Kennzeichnung

Die Herstellerkennzeichnung ist die eindeutige Referenz für die Qualitätsüberwachung.

5 Produktqualifizierung

Die Produktqualifizierung muss entsprechend den Anforderungen in Anhang D durchgeführt werden.

6 Lieferbedingungen für das Produkt

Die Bedingungen für die Produktlieferung müssen den Vorschriften in Anhang E entsprechen.

7 Empfehlungen für die Auswahl der Stahlgüte

Anhang G (informativ) gibt Empfehlungen für die Auswahl der Stahlgüte.

Anhang A (normativ)

Bewertungsverfahren für die Akzeptanz neuer Werkstoffe

A.1 Allgemeines

Um die Leistungen der im Betrieb befindlichen Räder zu verbessern, legt dieser Anhang verbindliche Schritte zur Verwendung einer neuen Stahlgüte und deren eventuellen Integration in das vorliegende Dokument fest.

Dieser Anhang gilt für Stahlgüten, die mit den in dieser Norm festgelegten Stahlgüten (unlegierter Kohlenstoffstahl nach EN 10020:2000 mit einem Kohlenstoffgehalt von maximal 0,70 %) vergleichbar sind und die mechanische Eigenschaften gleichen Umfangs bieten.

Die Radkonstruktion mit dieser neuen Stahlgüte muss nach EN 13979-1:2020 erfolgen.

Der Anwendungstyp für eine neue Stahlgüte muss durch Erfahrungswerte bestätigt werden (siehe A.3).

A.2 Erster Schritt: Merkmale einer neuen Stahlgüte

Es muss ein Bericht vorgelegt werden, in dem die Merkmale der neuen Stahlgüte dargestellt werden; dieser Bericht muss mindestens sämtliche Merkmale des Werkstoffs aus Abschnitt 4 des vorliegenden Dokuments im Hinblick auf Mindest- und Höchstbereiche (einschließlich der Dauerfestigkeitsprüfung im Maßstab 1 : 1) unter Angabe von Empfehlungen bezüglich der Anwendung festlegen.

Wenn diese Stahlgüte für eine Konstruktion verwendet werden muss, die andere als die in Abschnitt 4 festgelegten Bereiche zulässiger Dauerfestigkeitsspannungen (höhere oder niedrigere) erfordert, muss die Dauerfestigkeit mittels des Treppenstufenverfahrens (en: staircase method) oder eines gleichwertigen Verfahrens unter Bestimmung der Dauerfestigkeit mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,7 % ($\Delta\sigma_{99,7\%}$) begründet werden.

ANMERKUNG Es kann das Bastenaire-Verfahren nach NF A 03-405 angewendet werden.

A.3 Zweiter Schritt: Betriebsversuch

Die neue Stahlgüte muss im Betrieb getestet werden, um deren Betriebssicherheit nachzuweisen und die Leistung im Betrieb quantifizieren zu können. Zur Bestimmung des Einflusses der neuen Stahlgüte muss die Betriebsprüfung auf eine vergleichbare Art und Weise wie mit einer bereits verwendeten Stahlgüte durchgeführt werden.

Vor seiner Verwendung für den Betriebsversuch muss das erste Los der mit der neuen Stahlgüte gefertigten Räder, die die in A.2 festgelegten Merkmale erfüllen, die Produktqualifizierung und die in Anhang D festgelegte Qualifizierung des Fertigungsverfahrens, einschließlich der Dauerfestigkeitsprüfung im Maßstab 1 : 1, durchlaufen.

Für die Dauerfestigkeitsprüfung im Maßstab 1 : 1 dürfen die Ergebnisse verwendet werden, die zur Festlegung der technischen Spezifikation gedient haben.

Für den Betriebsversuch muss eine technische Spezifikation Folgendes festlegen:

- Dauer der Prüfung;
- Anzahl der Prüfstücke;

— Kontroll- und Überwachungsprogramm.

Die Prüfungsdauer muss ausreichend sein, um die tatsächliche Leistung im Betrieb ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit zu quantifizieren.

Nach dem Betriebsversuch muss ein Bericht erstellt werden, in dem die Ergebnisse des Betriebsversuches zusammengestellt sind. Es ist eine Empfehlung bezüglich des Nutzungsbereichs auszusprechen.

A.4 Dritter Schritt: Bericht

Es muss ein Abschlussbericht mit einer Analyse und einem Vergleich der Ergebnisse der ersten und zweiten Phase erstellt werden, der Empfehlungen bezüglich der Zweckmäßigkeit der Akzeptanz des neuen Radwerkstoffs enthält.

Anhang B (informativ)

Beispiele für Prüfstände zur Dauerfestigkeitsprüfung

B.1 Probe

Die Probe ist das Rad selbst.

B.2 Erstes Prüfverfahren

B.2.1 Prüfeinrichtung

Das Schema der Prüfeinrichtung ist in Bild B.1 dargestellt:

- das Rad ist auf einer nachgebildeten Radsatzwelle befestigt, die auf einer Grundplatte eingespannt ist;
- Kräfte werden durch einen hydraulischen Aktuator in den Radkranz eingeleitet;
- das Rad bleibt fest eingespannt.

B.2.2 Versuchsdurchführung

Der Aktuator wird durch überwachte Kräfte gesteuert, die gegen die Radialspannungen kalibriert sind, die am Prüfrad im Bereich des Rissstartes gemessen werden.

Die höchsten und niedrigsten Kräfte für jeden Versuch liegen symmetrisch zur Mittellast 0 N (Newton).

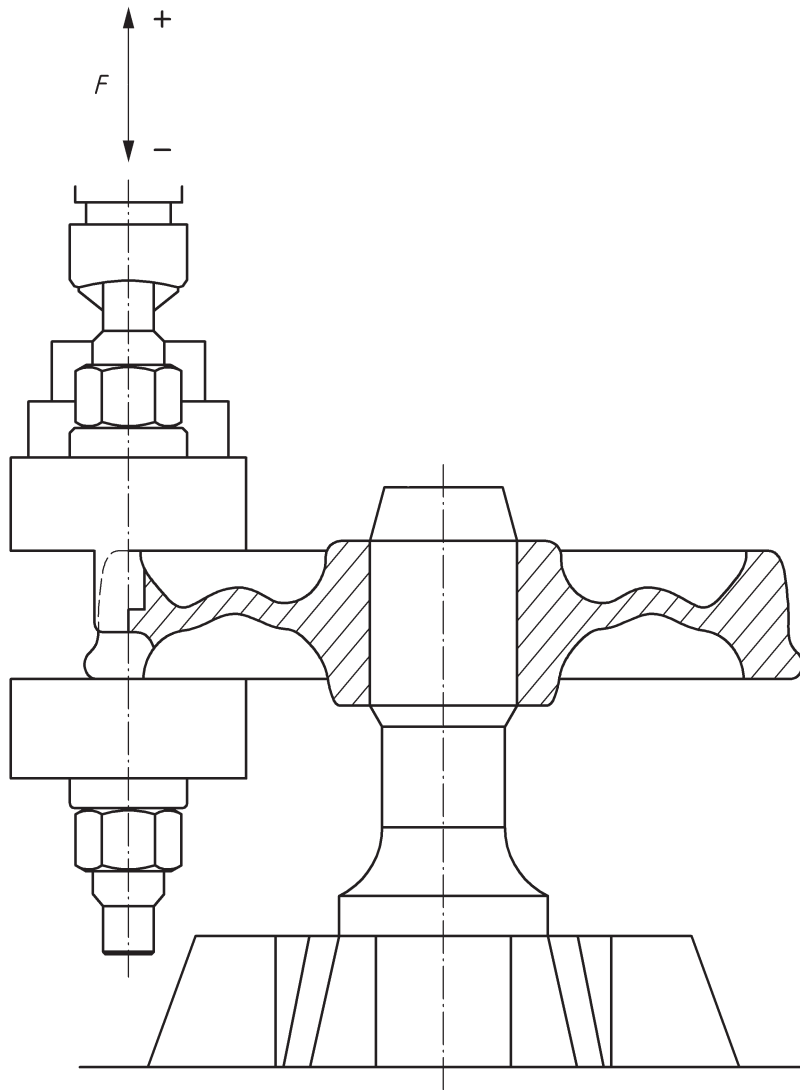


Bild B.1 — Schema

B.3 Zweites Prüfverfahren

B.3.1 Prüfeinrichtung

Das Prinzip der Versuchseinrichtung ist in Bild B.2 dargestellt.

Der Umlaufbiegeprüfstand ist eine Vorrichtung zur Resonanzprüfung, in der das Prüfstück die Rolle einer Feder in einem schwingenden System einnimmt. Das Schwingungsverhalten des Prüfstücks wird hauptsächlich durch die Parameter Masse, Steifigkeit (Federkonstante) und Dämpfung bestimmt. Die Erregung des schwingenden Systems stammt von einem Unwuchtantrieb. Die Belastung des Prüfstücks wird durch die Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit des Motors gesteuert. Die Belastungsveränderungen erfolgen durch Bewegungen auf dem Steigungsbereich der Resonanzkurve unterhalb der Eigenfrequenz.

Der Prüfstand besteht aus einem federnd gelagerten Betonfundament, auf dem ein Aufspannbett montiert ist.

Der Halbradsatz wird auf dem Aufspannbett montiert.

Ein Elektromotor mit einer Unwucht ist an einem Wellensitz der Radsatzwelle angebracht.