

DIN EN 13261

ICS 45.040

Ersatz für
DIN EN 13261:2010-06**Bahnanwendungen –
Radsätze und Drehgestelle –
Radsatzwellen – Produktanforderungen;
Deutsche Fassung EN 13261:2009+A1:2010**

Railway applications –
Wheelsets and bogies –
Axles – Product requirements;
German version EN 13261:2009+A1:2010

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies –
Essieux axes – Prescriptions pour le produit;
Version allemande EN 13261:2009+A1:2010

Gesamtumfang 59 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13261:2009+A1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Arbeitsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-02 AA „Fahrwerke“ des Normenausschusses Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13261:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang ZA über den Zusammenhang dieser Norm mit EG-Richtlinien wurde an die neue Richtlinie 2008/57/EG und an den letzten Stand der Technischen Spezifikation zur Interoperabilität, durch die grundlegende Anforderung der Richtlinie in technische Anforderungen umgesetzt werden, angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13261: 2006-01, 2010-06

DIN 5576: 1989-05

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Radsätze und Drehgestelle —
Radsatzwellen — Produktanforderungen**

Railway applications —
Wheelsets and bogies —
Axles — Product requirements

Applications ferroviaires —
Essieux montés et bogies —
Essieux-axes — Prescriptions pour le produit

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. November 2008 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 14. September 2010 vom CEN angenommen wurde.

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

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

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



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Produktbeschreibung.....	8
3.1 Chemische Zusammensetzung	8
3.1.1 Zu erreichende Werte	8
3.1.2 Probenlage	8
3.1.3 Analyseverfahren.....	8
3.2 Mechanische Eigenschaften.....	9
3.2.1 Eigenschaften ausgehend vom Zugversuch	9
3.2.2 Eigenschaften ausgehend vom Kerbschlagbiegeversuch.....	10
3.2.3 Dauerfestigkeitseigenschaften.....	13
3.3 Mikrografische Gefügeeigenschaften.....	15
3.3.1 Zu erreichende Werte	15
3.3.2 Probenlage	15
3.3.3 Prüfverfahren	15
3.4 Reinheitsgrad	15
3.4.1 Mikrografischer Reinheitsgrad.....	15
3.4.2 Innere Fehlerfreiheit	16
3.5 Ultraschalldurchlässigkeit	17
3.5.1 Allgemeines	17
3.5.2 Zu erreichende Grenzen.....	17
3.5.3 Probe	17
3.6 Restspannungen.....	18
3.6.1 Allgemeines	18
3.6.2 Zu erreichende Werte	18
3.6.3 Probe und Lage der Messstellen.....	18
3.6.4 Messverfahren.....	18
3.7 Oberflächeneigenschaften.....	18
3.7.1 Oberflächenzustand	18
3.7.2 Fehlerfreiheit der Oberfläche.....	21
3.8 Form- und Maßtoleranzen	22
3.9 Schutz vor Korrosion und mechanischen Angriffen	26
3.9.1 Abschließende Schutzbeschichtung	26
3.9.2 Zeitweiliger Korrosionsschutz	31
3.10 Kennzeichnung	31
Anhang A (normativ) Besondere Eigenschaften von Radsatzwellen der Stahlgüten EA1T und EA4T.....	32
A.1 Chemische Zusammensetzung	32
A.2 Mechanische Eigenschaften.....	32
A.2.1 Eigenschaften ausgehend vom Zugversuch	32
A.2.2 Eigenschaften ausgehend vom Kerbschlagbiegeversuch.....	32
A.2.3 Dauerfestigkeitseigenschaften.....	33
A.3 Metallografische Eigenschaften.....	33
Anhang B (normativ) Standardvergleichskörper für Ultraschalldurchlässigkeit.....	34
B.1 Probe	34
B.2 Toleranzen des Vergleichskörpers	34
B.3 Stahlgüte.....	34
Anhang C (normativ) Bestimmung des Einschlagwiderstands der Beschichtung.....	35
C.1 Kurzbeschreibung	35

C.2	Probe.....	35
C.3	Gerät	35
C.4	Vorgehensweise	35
C.5	Aufzeichnung der Ergebnisse.....	35
Anhang D (normativ) Bestimmung der Beständigkeit der Beschichtung gegenüber Strahlmitteln		36
D.1	Kurzbeschreibung	36
D.2	Probe.....	36
D.3	Gerät	36
D.4	Vorgehensweise	36
D.5	Aufzeichnung der Ergebnisse.....	36
Anhang E (normativ) Bestimmung der Beständigkeit der Beschichtung gegenüber speziellen korrosiven Produkten		37
E.1	Kurzbeschreibung	37
E.2	Probe.....	37
E.3	Gerät	37
E.4	Korrosive Produkte	37
E.5	Vorgehensweise	38
E.6	Aufzeichnung der Ergebnisse.....	38
Anhang F (normativ) Bestimmung der Haftung der Beschichtung unter Umlaufbiegebeanspruchung		39
F.1	Zweck.....	39
F.2	Kurzbeschreibung	39
F.3	Probe.....	39
F.4	Gerät	39
F.5	Vorgehensweise	39
F.6	Aufzeichnung der Ergebnisse.....	40
Anhang G (normativ) Bestimmung des Wasserstoffgehalts von Stählen für Radsatzwellen bei der Stahlherstellung		41
G.1	Probennahme.....	41
G.2	Analysenverfahren	41
G.3	Durchführungsbestimmungen	41
Anhang H (informativ) Zeichnungen der Prüfstücke.....		42
Anhang I (informativ) Produktqualifizierung		44
I.1	Einleitung	44
I.2	Allgemeines	44
I.3	Anforderungen.....	44
I.3.1	Lieferantenseitig zu respektierende Anforderungen.....	44
I.3.2	Produktseitig zu respektierende Anforderungen.....	45
I.4	Qualifizierungsverfahren	45
I.4.1	Allgemeines	45
I.4.2	Geforderte Dokumentation	45
I.4.3	Bewertung der Produktionsanlagen und des Produktionsablaufs	46
I.4.4	Laborprüfungen	46
I.5	Qualifizierungsbescheinigung	46
I.5.1	Geltungsbedingung.....	46
I.5.2	Änderung und Erweiterung	47
I.5.3	Übertragung	47
I.5.4	Hinfälligkeit	47
I.5.5	Entzug.....	47
I.6	Qualifizierungsunterlagen	47
Anhang J (informativ) Produktlieferung		48
J.1	Einleitung	48
J.2	Allgemeines	48
J.3	Lieferzustand	49

	Seite
J.4 Überprüfung an jeder Radsatzwelle.....	49
J.5 Kontrolle durch Probenahme an Losen	49
J.5.1 Vorzunehmende Kontrollen.....	49
J.5.2 Ultraschalldurchlässigkeit	50
J.5.3 Oberflächenzustand	51
J.5.4 Visuelle Prüfung.....	51
J.6 Qualitätsplan	51
J.6.1 Allgemeines	51
J.6.2 Zweck	51
J.6.3 Modalitäten der Anwendung des Qualitätsplans	52
J.7 Zulässige Nachbesserungen	52
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG 	53
Literaturhinweise	57

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13261:2009+A1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 13261:2009 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und/oder CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, die am 2010-09-14 von CEN angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt EN 13261:2009.

Zur Kennzeichnung von Anfang und Ende des durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texts werden Änderungsmarken **A1** **A1** verwendet.

A1 Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das dem CEN/CENELEC/ETSI von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG. **A1**

A1 Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinie 2008/57/EG, siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist. **A1**

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

Einleitung

Die normativen Dokumente (UIC-Merkblätter, nationale Normen), die bisher in Europa für die Lieferung von Radsätzen verwendet wurden, hatten vorrangig eine vollständige Beschreibung der Abnahmeverfahren sowie der Eigenschaften der Radsätze, die zu prüfen waren, zum Ziel.

Die Produktqualifizierung wurde zwar zuweilen berücksichtigt, es wurden jedoch keine Angaben zu den Verfahren der Produktqualifizierung und den bei der Qualifikation zu prüfenden Produkteigenschaften gemacht.

Die vorliegende Norm befasst sich mit diesen Themen unter folgenden Aspekten:

- a) Festlegung aller Eigenschaften von Radsatzwellen. Diese werden bei der Qualifizierung oder bei der Lieferung des Produkts geprüft (siehe Abschnitt 3),
- b) Festlegung der Qualifizierungsverfahren (siehe Anhang I),
- c) Festlegung von Verfahrensanweisungen für die Lieferung (siehe Anhang J), wobei der Lieferant die Wahl hat zwischen
 - 1) einem konventionellen Lieferverfahren mit Loskontrolle durch Probenahme, wie in bestehenden Dokumenten festgelegt (siehe J.5), oder
 - 2) einem Lieferverfahren auf der Grundlage von Qualitätssicherungskonzepten (siehe J.6).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Eigenschaften von Radsatzwellen für den Einsatz auf europäischen Netzen fest.

Sie beschreibt die Eigenschaften für geschmiedete oder gewalzte Radsatzwellen aus vakuummentgastem Stahl der Güte EA1N¹⁾, der bei den europäischen Bahnen am meisten verwendete Stahlgüte. Bei Hohlwellen gilt diese Norm nur für diejenigen, die durch das Bohren eines Loches in eine geschmiedete oder gewalzte Vollwelle gefertigt werden.

Zusätzlich sind die für die Radsätze der Stahlgüten EA1T¹⁾ und EA4T¹⁾ zu berücksichtigende Sonderwerte der Charakteristika im Anhang A gegeben.

Es werden zwei Kategorien von Radsatzwellen unterschieden: Kategorie 1 und Kategorie 2. Im Allgemeinen wird die Kategorie 1 gewählt, wenn die Fahrgeschwindigkeit über 200 km/h liegt.

Diese Norm gilt für Radsatzwellen, die nach den Anforderungen von EN 13103 und EN 13104 konstruiert sind.

ANMERKUNG Für bestimmte Charakteristika können andere Werte akzeptiert werden, sofern diese durch besondere Fertigungsbedingungen (z. B. Kaltschmieden, Kugelstrahlen) beeinflusst werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

EN 13103, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Laufradsatzwellen — Konstruktions- und Berechnungsrichtlinie*

EN 13104, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Treibradsatzwellen — Konstruktionsverfahren*

EN 13260, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsätze — Produktanforderungen*

EN 20898-2:1993, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften; Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*

EN 22768-1, *Allgemeintoleranzen — Teil 1: Toleranzen für Längen und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung (ISO 2768-1:1989)*

EN 22768-2, *Allgemeintoleranzen — Teil 2: Toleranzen für Form und Lage ohne einzelne Toleranzeintragung (ISO 2768-2:1989)*

EN ISO 643:2003, *Stahl — Mikrophotographische Bestimmung der scheinbaren Korngröße (ISO 643:2003)*

EN ISO 2409:2007, *Beschichtungsstoffe — Gitterschnittprüfung (ISO 2409:2007)*

1) N für normalgeglühten Zustand,
T für vergüteten Zustand

EN ISO 2808:2007, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke (ISO 2808:2007)*

EN ISO 9227:2006, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227:2006)*

EN ISO 14284:2002, *Stahl und Eisen — Entnahme und Vorbereitung von Proben für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung (ISO 14284:1996)*

ISO 4967:1998, *Stahl — Ermittlung des Gehalts an nicht-metallischen Einschlüssen — Mikroskopisches Verfahren mit Bildreihen*

ISO 5948:1994, *Rollendes Eisenbahnzeug — Ultraschallabnahmeprüfung*

ISO 6933:1986, *Rollendes Eisenbahnzeug — Abnahmeprüfung mit Magnetpulververfahren*

ISO/TR 9769²⁾, *Stahl und Eisen — Übersicht über verfügbare Analyseverfahren*

3 Produktbeschreibung

3.1 Chemische Zusammensetzung

3.1.1 Zu erreichende Werte

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

Tabelle 1 — Grenzgehalte durch Produktanalyse (%)

C	Si	Mn	P ^a	S ^{a, b}	Cr	Cu	Mo	Ni	V
0,40	0,50	1,20	0,020	0,020	0,30	0,30	0,08	0,30	0,06
^a Im Rahmen einer Ausschreibung und einer Bestellung kann ein Höchstgehalt von 0,025 % vereinbart werden.									
^b In Abhängigkeit vom Stahlerzeugungsverfahren kann im Rahmen einer Ausschreibung und einer Bestellung ein Mindestgehalt an Schwefel vereinbart werden, um einer Wasserstoffversprödung vorzubeugen.									

3.1.2 Probenlage

Die Proben sind bei Vollwellen am halben Radius bzw. bei Hohlwellen in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche zu entnehmen.

3.1.3 Analyseverfahren

Die chemische Analyse muss nach den in ISO/TR 9769 angegebenen Verfahren und Bestimmungen durchgeführt werden.

2) Siehe auch CEN/TR 10261.

3.2 Mechanische Eigenschaften

3.2.1 Eigenschaften ausgehend vom Zugversuch

3.2.1.1 Zu erreichende Werte

Die am halben Radius von Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche von Hohlwellen zu erreichenden Werte sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Die nahe der Außenfläche von Radsatzwellen zu erreichenden Werte müssen größer oder gleich dem 0,95-fachen der Werte sein, die bei Vollwellen am halben Radius bzw. bei Hohlwellen in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche gemessen wurden.

Die im Kern von Vollwellen bzw. nahe der Innenfläche von Hohlwellen zu erreichenden Werte müssen größer oder gleich dem 0,8-fachen der Werte sein, die am halben Radius bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche gemessen wurden.

Tabelle 2 — Am halben Radius von Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche von Hohlwellen zu erreichenden Werte

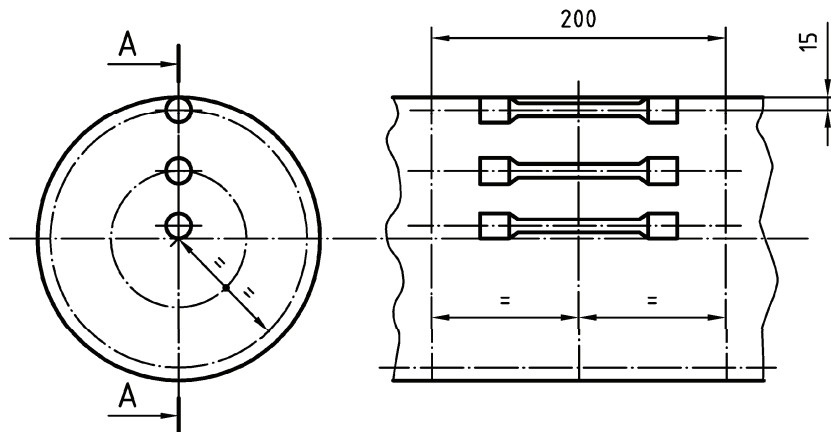
R_{eH} (N/mm ²) ^a	R_m (N/mm ²)	A_5 %
≥ 320	550–650	≥ 22
^a Wenn es keine scheinbare Elastizitätsgrenze gibt, ist die klassische Grenze $R_{p0,2}$ zu ermitteln.		

3.2.1.2 Probenlage

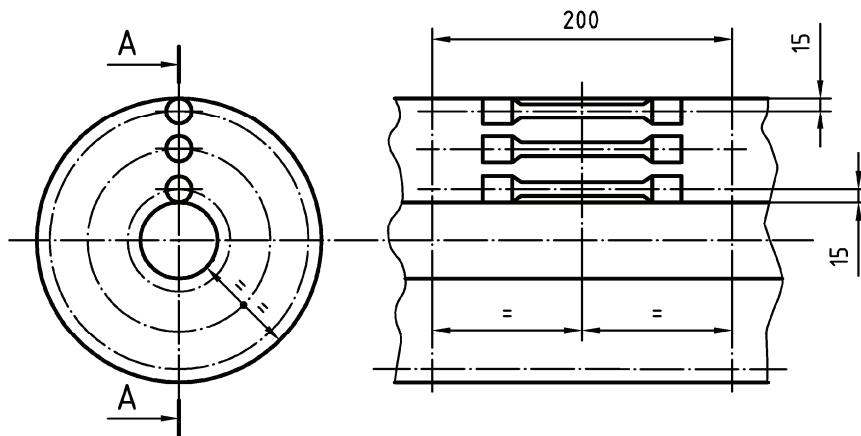
Die Proben sind in drei Ebenen in dem Bereich mit dem größten Durchmesser der Radsatzwelle zu entnehmen:

- 1) möglichst nahe an der Außenfläche — für alle Radsatzwellen;
- 2) am halben Radius und im Kern — bei Vollwellen;
- 3) in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche und nahe der Innenfläche — bei Hohlwellen

wie in den Bildern 1 a) und b) angegeben.



1 a) — Vollwelle



1 b) — Hohlwelle

Bild 1 — Probenlage

3.2.1.3 Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach EN 10002-1 durchgeführt werden. Der Probendurchmesser muss im kalibrierten Bereich mindestens 10 mm betragen. Messgrundlage der Dehnung ist das 5-fache des Durchmessers.

3.2.2 Eigenschaften ausgehend vom Kerbschlagbiegeversuch

3.2.2.1 Zu erreichende Werte

Die Eigenschaften im Kerbschlagbiegeversuch sind bei 20 °C in Längs- und Querrichtung der Radsatzwelle zu ermitteln. Die am halben Radius bei Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche bei Hohlwellen zu erreichenden Werte sind in Tabelle 3 angegeben.

Die nahe der Außenfläche zu erreichenden Werte müssen größer oder gleich dem 0,95-fachen der Werte sein, die (bei Vollwellen) am halben Radius bzw. bei Hohlwellen in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche gemessen wurden.

Die im Kern von Vollwellen bzw. nahe der Innenfläche von Hohlwellen zu erreichenden Werte müssen größer oder gleich dem 0,8-fachen der Werte sein, die am halben Radius bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche gemessen wurden.

Für jede Ebene (Oberfläche, Radiusmitte, Mitte) ist der Durchschnittswert der 3 Proben (siehe 3.2.2.2) in Tabelle 3 definiert.

Kein Einzelwert darf unterhalb 70 % der Werte in Tabelle 3 liegen.

Tabelle 3 — Am halben Radius von Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche von Hohlwellen zu erreichenden Werte

<i>KU</i> längs (J)	<i>KU</i> quer (J)
≥ 30	≥ 20

3.2.2.2 Probenlage

Die Proben sind in drei Ebenen in dem Bereich mit dem größten Durchmesser der Radsatzwelle zu entnehmen:

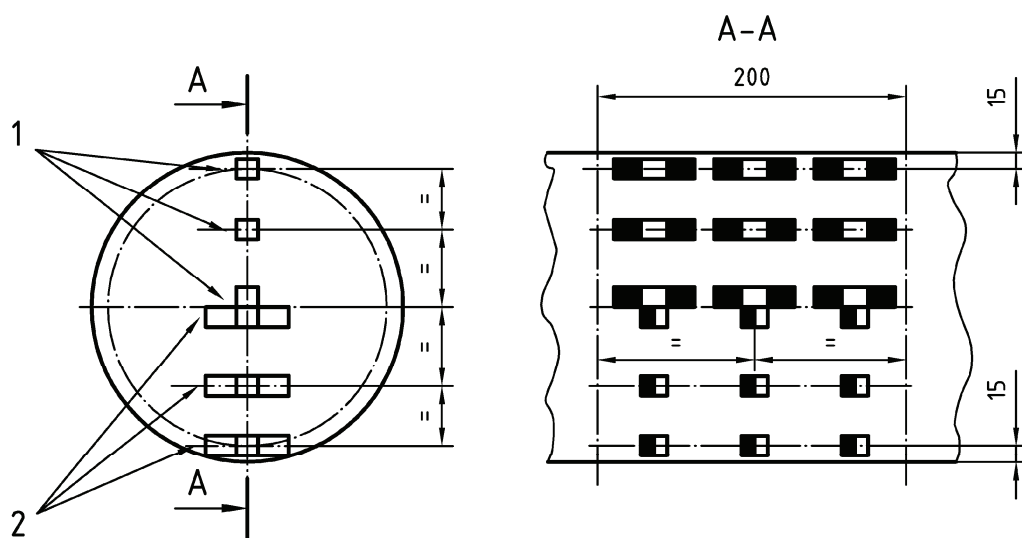
- 1) möglichst nahe an der Außenfläche — für alle Radsatzwellen;
- 2) am halben Radius und im Kern — bei Vollwellen;
- 3) in der Mitte zwischen Innen- und Außenfläche und nahe der Innenfläche — bei Hohlwellen

wie in den Bildern 2 a) und b) gezeigt.

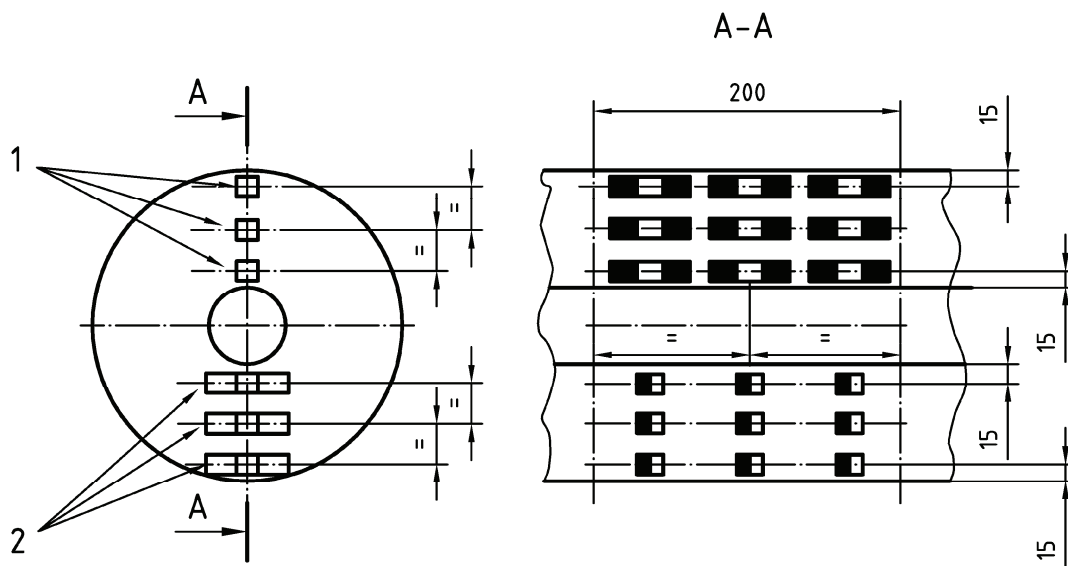
3.2.2.3 Prüfverfahren

Der Schlagbiegeversuch ist nach den Anforderungen der EN 10045-1 durchzuführen.

Maße in Millimeter



2 a) — Vollwelle



2 b) — Hohlwelle

Legende

- 1 Prüfstück längs
- 2 Prüfstück quer

Bild 2 — Probenlage

3.2.3 Dauerfestigkeitseigenschaften

3.2.3.1 Allgemeines

3.2.3.1.1 Einführung

Die Überprüfung der Dauerfestigkeitseigenschaften ist für die richtige Auslegung einer Radsatzwelle von wesentlicher Bedeutung. Die einwandfreie Funktion der Radsatzwelle im Betrieb hängt von diesen Eigenschaften ab. Die in diesem Abschnitt angegebenen Werte werden als Referenzen zur Berechnung der höchstzulässigen Spannungen herangezogen, die in den Konstruktionsregeln nach EN 13103 und EN 13104 Anwendung finden.

Um die Sicherheit für das Verhalten der Radsatzwelle unter Betriebsspannungen zu erhalten, ist es notwendig, die Werte der Dauerfestigkeitsgrenzen nach den zwei folgenden Gesichtspunkten einzuschätzen:

- 1) aus werkstoffkundlicher Sicht — durch Versuche an Proben mit reduzierten Abmessungen (Kleinproben), deren Form nicht von der Geometrie des Produkts abhängt;
- 2) aus der Sicht des Produkts — durch Versuche an Proben im Maßstab 1 : 1, deren Abmessungen und Herstellung für das Endprodukt und dessen zulässige Herstellungsmängel repräsentativ sind.

3.2.3.1.2 Dauerfestigkeitsgrenzen an Kleinproben

Dauerfestigkeitsgrenzen, die an Proben mit reduzierten Abmessungen ermittelt werden, dienen der Überprüfung dahingehend, ob die Kerbempfindlichkeit des zur Herstellung verwendeten Werkstoffes der Radsatzwelle mit dem Sicherheitsbeiwert „S“ nach den Konstruktionsnormen EN 13103 und EN 13104 übereinstimmt. Sie werden wie folgt bestimmt:

- an einer glatten Probe (Dauerfestigkeitsgrenze R_{fL}) und
- an einer gekerbten Probe (Dauerfestigkeitsgrenze R_{fE}).

3.2.3.1.3 Dauerfestigkeitsgrenzen an Proben im Maßstab 1 : 1

Dauerfestigkeitsgrenzen, die an Proben im Maßstab 1 : 1 bestimmt werden, dienen der Überprüfung dahingehend, ob die Dauerfestigkeitseigenschaften der Radsatzwelle mit den Eigenschaften übereinstimmen, die den Erhalt der höchstzulässigen Spannungen gestatten, die in den Konstruktionsnormen EN 13103 und EN 13104 gegeben sind.

Diese Dauerfestigkeitsgrenzen charakterisieren die verschiedenen Bereiche der Radsatzwelle. In vorliegender Norm werden nur die Dauerfestigkeitsgrenzen berücksichtigt, die sich allein auf die Radsatzwelle beziehen. Die Dauerfestigkeitsgrenzen, die den kompletten Radsatz charakterisieren, hängen in der Hauptsache vom Zusammenbau ab, und werden in der Norm EN 13260 behandelt.

Es ist erforderlich, zwei Dauerfestigkeitsgrenzen festzulegen:

- auf der Schaftoberfläche, Grenzwert F_1 ;
- auf der Bohrungsoberfläche bei Hohlwellen, Grenzwert F_2 .

3.2.3.2 Zu erreichende Werte

Die zu erreichenden Werte sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Dauerfestigkeitsgrenzen

Grenzen	F_1	F_2	R_{fL}	R_{fE}	$q = R_{fL}/R_{fE}$
Wert	$\geq 200 \text{ N/mm}^2$	$\geq 80 \text{ N/mm}^2$	$\geq 250 \text{ N/mm}^2$	$\geq 170 \text{ N/mm}^2$	$\leq 1,47$

3.2.3.3 Proben zur Bestimmung der Dauerfestigkeit

Zur Bestimmung von F_1 und F_2 müssen die Proben im Anrissbereich eine Geometrie und eine Oberflächenbeschaffenheit ähnlich / gleich denen in dem zu charakterisierenden Bereich der Radsatzwelle aufweisen. Zur Bestimmung von F_2 muss die Probenfläche mit einer 1 mm tiefen Kerbe, wie in Bild 3 b) dargestellt, versehen sein. Die Kerbe muss sich dabei an der Außenseite der Probe befinden. Alle diese Proben müssen aus demselben Fertigungsverfahren stammen, das auch für die Radsatzwellen zur Anwendung gelangt.

Zur Bestimmung von R_{fL} und R_{fE} muss der Durchmesser der Proben im Anrissbereich in der Größenordnung von 10 mm liegen. Die Rauigkeit (R_a) des Prüfstücks zur Bestimmung von R_{fL} ist kleiner oder gleich $0,4 \mu\text{m}$. Die Kerbe zur Ermittlung von R_{fE} weist eine Form gleich der in Bild 3a auf. Diese Proben werden so nahe wie möglich an der Schaftoberfläche der Radsatzwelle entnommen.

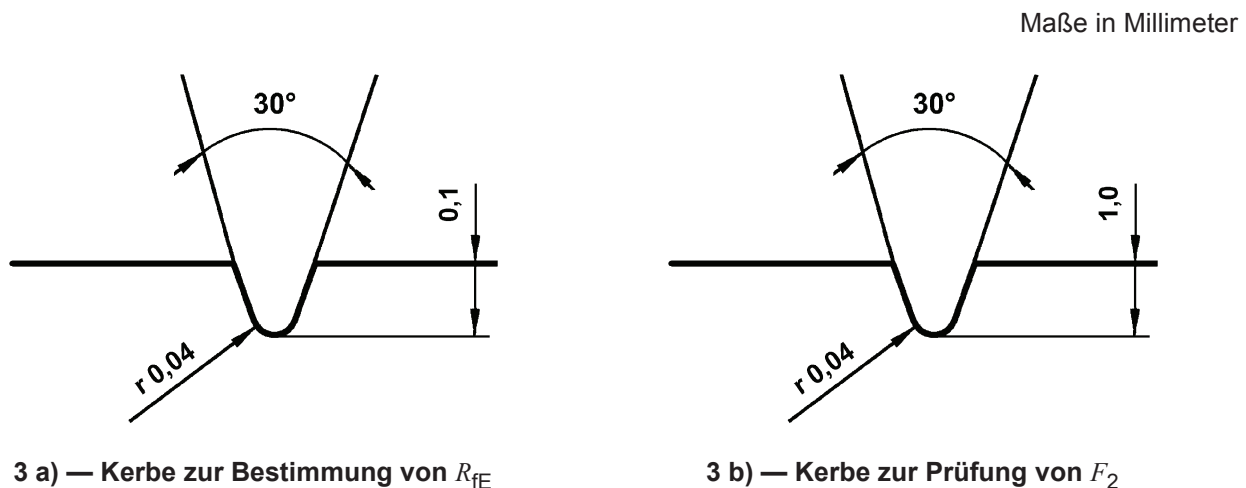


Bild 3 — Kerben in den Prüfstücken zur Bestimmung der Dauerfestigkeit

Musterzeichnungen für Proben im Maßstab 1 : 1 und Kleinproben sind in Anhang H enthalten.

3.2.3.4 Prüfverfahren

Die Prüfungen müssen mit Maschinen durchgeführt werden, die Umlaufbiegespannungen in den Anrissbereichen erzeugen können.

Für jeden Grenzwert F_1 und F_2 ist an jeweils drei Proben nachzuweisen, dass nach 10^7 Lastspielen bei Oberflächenspannungen gleich F_1 oder F_2 keinerlei Risse entstehen. Die aufzuerlegenden Spannungswerte sind nach den klassischen Methoden des Materialwiderstands zu berechnen, sofern diese angewendet werden können. Andernfalls müssen die Spannungen in den Anrissbereichen mit Dehnungsmessstreifen gemessen werden.

R_{fL} und R_{fE} sind mit 10^7 Lastspielen mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 %, dass es nicht zum Bruch kommt, zu ermitteln, was für jeden Grenzwert mindestens 15 Proben und ein statistisches Auswertungsverfahren erfordert.

3.3 Mikrografische Gefügeeigenschaften

3.3.1 Zu erreichende Werte

Das Mikrogefüge muss ferritisch-perlitisch sein. Die Korngröße darf nicht größer als die nach Musterbild 5 der Norm EN ISO 643:2003, Anhang B sein.

3.3.2 Probenlage

Die Proben müssen in dem Bereich mit dem größten Durchmesser der Radsatzwelle auf einer Fläche von 200 mm² senkrecht zum Pfeil F, zentriert auf dem halben Radius bei Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Außen- und Innenfläche bei Hohlwellen — wie in Bild 4 dargestellt — entnommen werden.

3.3.3 Prüfverfahren

Die Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit ISO 643 durchgeführt werden.

3.4 Reinheitsgrad

3.4.1 Mikrografischer Reinheitsgrad

3.4.1.1 Zu erreichender Reinheitsgrad

Der Reinheitsgrad ist mittels mikrografischer Untersuchung — wie nach 3.4.1.2 und 3.4.1.3 beschrieben — zu bestimmen. Die Maximalgehalte an Einschlüssen sind in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 — Maximalgehalte an Einschlüssen für dicke und dünne Serien

Art des Einschlusses	Kategorie 1		Kategorie 2	
	dicke Serien (max.)	dünne Serien (max.)	dicke Serien (max.)	dünne Serien (max.)
A (Sulfide)	1,5	1,5	1,5	2
B (Aluminate)	1	1,5	1,5	2
C (Silikate)	1	1,5	1,5	2
D (globulare Oxide)	1	1,5	1,5	2
B + C + D	2	3	3	4

3.4.1.2 Lage der mikrografischen Probe

Die Prüfposition ist in Bild 4 angegeben.

Die Prüfung ist an einem Längsschnitt von 200 mm² senkrecht zum Pfeil F, zentriert auf dem halben Radius bei Vollwellen bzw. in der Mitte zwischen Außen- und Innenfläche bei Hohlwellen vorzunehmen. Die Proben sind in dem Bereich mit dem größten Durchmesser der Radsatzwelle zu entnehmen.

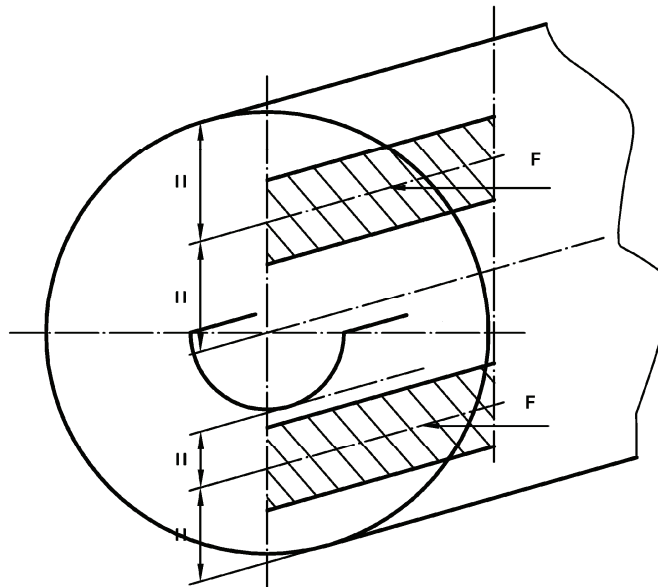


Bild 4 — Probefuge zur mikroskopischen Untersuchung

3.4.1.3 Prüfverfahren

Die Ermittlung des Reinheitsgrades ist nach den Anforderungen der ISO 4967:1998, Methode A, durchzuführen.

3.4.2 Innere Fehlerfreiheit

3.4.2.1 Allgemeines

Die innere Fehlerfreiheit muss durch Ultraschall-Prüfung bestimmt werden. Als Fehlermaß sind Flachbodenbohrungen verschiedener Tiefen heranzuziehen.

3.4.2.2 Einzuhaltende Grenzen

Radsatzwellen dürfen keine inneren Fehler aufweisen, bei denen Anomalien gleich oder größer denen der Fehlermaße in gleicher Tiefe festgestellt werden. Der Durchmesser dieser Fehler muss 3 mm betragen. Eine Schwächung des Rückwandechos aufgrund von Inhomogenitäten oder inneren Fehlern größer als 4 dB ist unzulässig.

3.4.2.3 Probe

Die der Prüfung unterzogene Probe muss aus der Radsatzwelle selbst nach Wärmebehandlung und im Lieferzustand vor Aufbringung des Endschutzes bestehen.

3.4.2.4 Prüfverfahren

Die innere Fehlerfreiheit von Radsatzwellen ist durch Ultraschallprüfung mit Echolotung über den Durchmesser (*Quereinstrahlung*) nach dem Da-Verfahren nach ISO 5948: nachzuweisen. Mit Ausnahme einiger Bereiche (Kehlen, Nuten usw.), die zwischen Kunden und Lieferant zu vereinbaren sind, ist die gesamte Radsatzwelle zu prüfen.