

DIN EN 13979-1

ICS 45.040

Ersatz für
DIN EN 13979-1:2010-02

**Bahnanwendungen –
Radsätze und Drehgestelle - Vollräder - Technische
Zulassungsverfahren –
Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder;
Deutsche Fassung EN 13979-1:2003+A2:2011**

Railway applications –
Wheelsets and bogies - Monobloc wheels - Technical approval procedure –
Part 1: Forged and rolled wheels;
German version EN 13979-1:2003+A2:2011

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies - Roues monobloc - Procédure d'homologation technique –
Partie 1: Roues forgées et laminées;
Version allemande EN 13979-1:2003+A2:2011

Gesamtumfang 51 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13979-1:2003+A2:2011) 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) im DIN.

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer französischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13979-1:2010-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorwort;
- b) Anhang ZA wurde an die Richtlinie 2008/57/EG zur Interoperabilität angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13979-1: 2004-07, 2010-02

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —
Radsätze und Drehgestelle —
Vollräder —
Technische Zulassungsverfahren —
Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder

Railway applications —
Wheelsets and bogies —
Monobloc wheels —
Technical approval procedure —
Part 1: Forged and rolled wheels

Applications ferroviaires —
Essieux montés et bogies —
Roues monobloc —
Procédure d'homologation technique —
Partie 1: Roues forgées et laminées

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. November 2003 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 24. Februari 2009 vom CEN angenommen wurde, sowie Änderung 2, die am 24. Januar 2011 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-CENELEC 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	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Parameter für die Definition der Anwendung	6
3.1 Parameter für die geometrische Austauschbarkeit	6
3.1.1 Funktionsanforderungen	6
3.1.2 Montageanforderungen.....	7
3.1.3 Instandhaltungsanforderungen.....	7
3.2 Parameter für die thermomechanische Bewertung	7
3.3 Parameter für die mechanische Bewertung.....	7
3.4 Parameter für die akustische Bewertung.....	8
4 Beschreibung des zuzulassenden Rades	8
5 Bewertung der geometrischen Austauschbarkeit.....	8
6 Bewertung des thermomechanischen Verhaltens	8
6.1 Allgemeines zum Verfahren.....	8
6.2 Erster Schritt — Bremsversuch auf dem Prüfstand.....	9
6.2.1 Prüfverfahren	9
6.2.2 Entscheidungskriterien	9
6.3 Zweiter Schritt — Bruchversuch auf dem Prüfstand	10
6.3.1 Allgemeines	10
6.3.2 Prüfverfahren	10
6.3.3 Entscheidungskriterien	10
6.4 Dritter Schritt — Bremsversuch auf der Strecke	10
6.4.1 Allgemeines	10
6.4.2 Prüfverfahren	10
6.4.3 Entscheidungskriterien	10
7 Bewertung des mechanischen Verhaltens	11
7.1 Allgemeines zum Verfahren.....	11
7.2 Erster Schritt — Berechnung	11
7.2.1 Anzuwendende Kräfte	11
7.2.2 Berechnungsverfahren	12
7.2.3 Entscheidungskriterien	13
7.3 Zweiter Schritt — Prüfstandsversuch	13
7.3.1 Allgemeines	13
7.3.2 Festlegung der Prüfstandsbelastung und des Prüfverfahrens	13
7.3.3 Entscheidungskriterien	13
8 Bewertung des akustischen Verfahrens	13
8.1 Allgemeines zum Verfahren.....	13
8.2 Berechnung	14
8.3 Messungen auf der Strecke	14
8.4 Entscheidungskriterien	14
9 Technische Zulassungsunterlagen.....	15
Anhang A (normativ) Bewertung des thermomechanischen Verhaltens.....	16
A.1 Ablaufplan der Bewertung	16
A.2 Verfahren des Bremsversuchs auf dem Prüfstand	17

A.2.1	Versuchsprinzip.....	17
A.2.2	Definition der Bremsungen	17
A.2.3	Verfahren zur Messung der Entscheidungskriterien.....	17
A.2.4	Versuche und Messungen.....	19
A.2.5	Abweichungen	20
A.3	Verfahren des Bruchversuchs auf dem Prüfstand	20
A.3.1	Versuchsprinzip.....	20
A.3.2	Definition der Dauerbremsung.....	20
A.3.3	Erzeugung des Anrisses im Radkranz	21
A.3.4	Spezielle Messverfahren für diesen Versuch	21
A.3.5	Versuche und Messungen	21
A.3.6	Abweichungen	22
A.4	Verfahren des Bremsversuchs auf der Strecke	22
A.4.1	Versuchsprinzip.....	22
A.4.2	Definition der Bremsungen	22
A.4.3	Verfahren zur Messung der Entscheidungskriterien.....	23
A.4.4	Beschreibung der Umläufe für den Versuch	23
A.4.5	Versuche und Messungen	24
A.4.6	Abweichungen	25
Anhang B (normativ)	Ablaufplan der Bewertung des mechanischen Verhaltens	26
Anhang C (informativ)	Mechanisches Verhalten, Bewertung mit FEM.....	27
Anhang D (informativ)	Mechanisches Verhalten, Prüfstandsbelastungen und Prüfverfahren.....	28
D.1	Prinzip der Prüfstandsbelastungen und des Prüfverfahrens	28
D.2	Definition der Belastung	28
D.2.1	Allgemeines	28
D.2.2	Messungen der Spannungen während der Streckenversuche.....	28
D.3	Dauerschwingversuch auf dem Prüfstand	29
D.3.1	Verfahren 1 — Verfahren des regellosen Dauerschwingversuchs	29
D.3.2	Verfahren 2 — Verfahren des Einstufendauerschwingversuchs	30
Anhang E (informativ)	Bewertung des akustischen Verhaltens	33
E.1	Ablaufplan der Bewertung.....	33
E.2	Berechnungsverfahren	34
E.2.1	Allgemeines	34
E.2.2	Berechnung der Modalbasis für das Rad	34
E.2.3	Wahl des Bezugsgleismodells	34
E.2.4	Definition der Berechnungsparameter	34
E.2.5	Berechnung des Schallleistungspegels	35
E.2.6	Zusätzliche Einflussgrößen.....	35
E.2.7	Berechnung der Kriterien für die akustische Abnahme eines Rades.....	36
E.2.8	Wahlweise Berechnungen	36
E.3	Verfahren der Betriebsmessungen.....	36
E.3.1	Zweck und Vorbemerkung.....	36
E.3.2	Empfehlungen für die betrieblichen Bedingungen	37
E.3.3	Messverfahren	40
E.3.4	Behandlung der Ergebnisse.....	42
Anhang F (informativ)	A₁ Werte der Dauerbremsung bei Interoperabilität	45
Anhang ZA (informativ)	A₂ Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	46
Literaturhinweise		49

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13979-1:2003+A2:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 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 beinhaltet Änderung 1, die von CEN am 2009-02-24 genehmigt wurde und Änderung 2, die von CEN am 2011-01-24 genehmigt wurde.

Dieses Dokument ersetzt  EN 13979-1:2003+A1:2009 .

Anfang und Ende des durch die Änderung eingefügten, oder geänderten Textes ist im Text durch die Textmarken   und   gekennzeichnet.

Die Anhänge A und B sind normativ.

 Die Anhänge C, D, E und F sind informativ. 

Dieses Dokument enthält einen Abschnitt „Literaturhinweise“.

Diese Europäische Norm ist ein Teil von der zweiteiligen Normenreihe EN 13979, Teil 2 welcher ist:

 Teil 2: *Gußräder* 

 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 EU-Richtlinie 2008/57/EG. 

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

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

Bisher legten die UIC-Vorschriften für den Einsatz eines Rades in Europa fest, dass

- dessen zeichnerische Darstellung vereinheitlicht sein musste;
- dessen Qualitätsvorschriften UIC 812-3 entsprachen.

Um eine Möglichkeit zur Anpassung an neue Bedingungen des Eisenbahnbetriebes zu haben und um die Einführung neuer Techniken zu erleichtern, war es notwendig, den Begriff der Standardzeichnung durch die Festlegung von Lastenheften zu ersetzen. Eine Radkonstruktion muss diesen Anforderungen genügen, um auf dem europäischen Netz zugelassen zu werden.

Diese Norm beschreibt das Lastenheft und gibt an, wie die Radkonstruktion zu bewerten ist.

Um das Lastenheft anzuwenden, ist es erforderlich, den Anwendungsbereich des Rades festzulegen. Diese Norm gibt an, wie der Anwendungsbereich zu definieren ist.

Es sind mindestens vier Gesichtspunkte mit ihren unterschiedlichen Zielsetzungen zu unterscheiden:

- geometrisch: um die Austauschbarkeit verschiedener Lösungen für den gleichen Anwendungsbereich zu ermöglichen;
- thermomechanisch: um die Verformungen des Rades zu beherrschen und um sicherzustellen, dass Bremsungen nicht zum Radbruch führen;
- mechanisch: um sicherzustellen, dass kein Dauerschwingriss im Radsteg auftritt;
- akustisch: um sicherzustellen, dass die Lösung so gut wie ein Referenzrad für den betrachteten Anwendungsbereich ist.

Für jeden der drei letztgenannten Aspekte ist das Bewertungsverfahren eingeschränkt, wenn die zu erfüllenden Bedingungen bei weitem erreicht werden.

Diese Norm behandelt weder die Bewertung der Nabe noch die Bewertung der statischen Auslegung des Rades.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen fest, denen ein Vollrad für Eisenbahnfahrzeuge genügen muss, bevor es auf dem europäischen Eisenbahnnetz eingesetzt werden kann.

Für Räder von Treibradsätzen oder für Räder mit Schallabsorbern können die Anforderungen geändert werden.

Für Nahverkehrsfahrzeuge und Straßenbahnen können andere Normen oder Dokumente angewendet werden. Diese sind zwischen Kunden und Lieferanten zu vereinbaren.

Diese Norm gilt nur für neue Radkonstruktionen.

Der Zweck der Anforderungen besteht darin, die Wahl der Konstruktion für den betrachteten Anwendungsbereich zu genehmigen.

Die Bewertung dieser Anforderungen wird technisches Zulassungsverfahren genannt.

Dieser Teil der Norm bezieht sich auf geschmiedete und gewalzte Räder, deren Qualitätsanforderungen in [EN 13262](#) [A1](#) festgelegt sind.

2 Normative Verweisungen

[A1](#) 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). [A1](#)

EN 12668-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 3: Komplette Prüfausrüstung*

EN 13103, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Laufradsatzwellen, Konstruktions- [A1](#) und Berechnungsrichtlinie [A1](#)*

[A1](#) EN 13262 [A1](#), *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Räder, Produktanforderungen*

3 Parameter für die Definition der Anwendung

Die Anwendung, für die das Rad zuzulassen ist, muss durch die folgenden Parameter definiert werden.

Falls für ein zugelassenes Rad die Anwendungsparameter geändert werden, muss zwischen Kunde und Lieferant eine Überprüfung der Bewertung durchgeführt werden.

3.1 Parameter für die geometrische Austauschbarkeit

Es gibt drei Arten von Parametern für die geometrische Austauschbarkeit, die mit Funktionsanforderungen, Montageanforderungen oder Instandhaltungsanforderungen zusammenhängen.

3.1.1 Funktionsanforderungen

- Nenndurchmesser der Lauffläche: Er beeinflusst die Pufferhöhe und die Fahrzeugbegrenzungslinie;
- Maximale Radkranzbreite: Sie ist verbunden mit Weichen und Schienenbremsen;
- Laufflächenprofil außerhalb des konischen Teils der Lauffläche;

- Lage des Radkranzes bezüglich des Radsitzes auf der Radsatzwelle;
- Konizität der Nabenbohrung;
- Freiraum für Radbremsscheiben;
- Freiraum für Drehgestellrahmen, Bremsausrüstung und Federung.

3.1.2 Montageanforderungen

- Bohrungsdurchmesser;
- Nabenlänge, um den Überhang der Radnabe über den Radsitz der Radsatzwelle sicherzustellen.

3.1.3 Instandhaltungsanforderungen

- Verschleißgrenze der Lauffläche oder Durchmesser der letzten Reprofilierung;
- Form der Grenzmaßrille;
- Geometrie des Bereiches für das Spannen des Rades auf Radsatzdrehbänken;
- Lage der Ölabbpressbohrung für die Demontage;
- Allgemeine Form des Radkranzes, um die Ultraschalleigenspannungsmessung von klotzgebremsten Rädern durchführen zu können.

3.2 Parameter für die thermomechanische Bewertung

Die Anwendung muss definiert werden durch:

- die maximale Bremsenergie, die durch die Reibung der Bremssohlen auf der Lauffläche erzeugt wird. Diese Energie kann definiert werden durch eine Leistung P_a , eine Zeit t_a und eine Zuggeschwindigkeit V_a einer Dauerbremsung. Falls sie durch andere Parameter definiert ist (z. B. für eine Haltebremsung), werden diese Parameter zwischen Kunde und Lieferant vereinbart.
- die Art der Bremssohlen (Art, Abmessungen und Anzahl).

ANMERKUNG Für interoperable Güterwagen ist kein Nachweis des thermomechanischen Verhaltens bei Stillstandsbremsung erforderlich, lediglich bei einer Verzögerungsbremsung, da bei der Stillstandsbremsung weniger Energie eingetragen wird.

3.3 Parameter für die mechanische Bewertung

Die Anwendung muss definiert werden durch:

- die maximale statische Radsatzlast;
- die Betriebsarten der Fahrzeuge, die mit dem zuzulassenden Rad ausgerüstet werden:
 - Beschreibung der Strecken: Qualität der Gleisgeometrie, Parameter der Bögen, Höchstgeschwindigkeit, usw.;
 - Zeitanteile der Umläufe auf diesen Strecken;
- die Anzahl der Kilometer während der gesamten Lebensdauer des Rades.

3.4 Parameter für die akustische Bewertung

Die Anwendung muss durch alle Parameter definiert werden, die die Geräuschemission des Rades beeinflussen und die nicht direkt die Konstruktion des zuzulassenden Rades betreffen, wie:

- das Referenzgleis, auf dem das Rad fahren wird;
- das Referenzrad, mit dem die Konstruktion verglichen wird;
- das Referenzfahrzeug und eine oder mehrere Referenzgeschwindigkeiten;
- ein oder zwei Referenzrauheitsspektren, die für den Bereich der Betriebsbedingungen des geprüften Rades repräsentativ sind.

4 Beschreibung des zuzulassenden Rades

Der Konstrukteur des zuzulassenden Rades muss Dokumente übergeben, die aus Folgendem bestehen:

- Beschreibung des Herstellungsverfahrens (Schmieden, Walzen, Wärmebehandlung, usw.);
- geometrische Definition des Rades (Zeichnung);
- nachfolgende Herstellungsparameter, wenn sie von denen in **EN 13262** geforderten abweichen:
 - geometrische Toleranzen;
 - Oberflächenbearbeitung;
 - Stahlgüte;
- Parameter für die Definition des Anwendungsbereiches, für den die technische Zulassung beantragt wird.

Nach diesem technischen Zulassungsverfahren und vor dem Betriebseinsatz muss das Rad erfolgreich das Qualifizierungsverfahren abschließen, das in der **EN 13262** festgelegt ist.

5 Bewertung der geometrischen Austauschbarkeit

Die Zeichnung des Rades muss den Anforderungen von 3.1 entsprechen.

6 Bewertung des thermomechanischen Verhaltens

6.1 Allgemeines zum Verfahren

Die Bewertung kann drei Stufen umfassen. Der Übergang von einer Stufe zur nächsten ist abhängig von den Ergebnissen der jeweils absolvierten Stufe.

Der Ablauf der Bewertung ist im Anhang A dargestellt.

Für jede Stufe müssen Versuche mit einem Rad mit neuem Radkranz (Lauffläche mit Nenndurchmesser) und mit einem Rad mit abgenutztem Radkranz (Lauffläche an der Verschleißgrenze) durchgeführt werden.

In jedem Fall, sowohl beim neuen als auch beim abgenutzten Radkranz, muss die Geometrie der Radscheibe des geprüften Rades hinsichtlich des thermomechanischen Verhaltens innerhalb der geometrischen Toleranzen am ungünstigsten sein. Der Konstrukteur muss durch numerische Simulation nachweisen, dass die untersuchten Räder am ungünstigsten sind. Ist dies nicht der Fall, müssen die erzielten Ergebnisse auf das ungünstigste Rad mit der gleichen numerischen Simulation extrapoliert werden.

ⓘ Die erforderlichen Werte für P_a für europäische Interoperabilität sind im informativen Anhang F angegeben. ⓘ

Zur Messung der Eigenspannungen dürfen die zu untersuchenden Räder weder eine Grenzmaßrille noch eine Fase aufweisen.

ANMERKUNG Momentan sind die thermomechanischen Berechnungsverfahren und die Parameter nicht ausreichend genug und entsprechend anerkannt, um für eine vereinheitlichte Bewertung verwendet werden zu können. Falls sich dies in Zukunft ändern sollte, sollte eine thermomechanische Berechnung der erste Schritt der Bewertung sein.

6.2 Erster Schritt — Bremsversuch auf dem Prüfstand

6.2.1 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren und die aufzuzeichnenden Messungen sind im Anhang A angegeben.

Die Leistung, die während des Versuches anzuwenden ist, muss gleich $1,2 P_a$ sein (P_a ist in 3.2 definiert). Die Zeit jeder Dauerbremsung und die Zuggeschwindigkeit muss den Festlegungen in 3.2 entsprechen (t_a und V_a).

6.2.2 Entscheidungskriterien

Drei Kriterien müssen vom neuen und vom abgenutzten Rad gleichzeitig erfüllt werden.

Für das neue Rad:

- maximale seitliche Verformung des Radkranzes während der Bremsung im Bereich von $+3/-1$ mm.
- Eigenspannungen im Radkranz nach Abkühlung:
 - $\sigma_m \leq + \Sigma_r$ N/mm² für den Mittelwert der drei Messungen;
 - $\sigma_{in} \leq + (\Sigma_r + 50)$ N/mm² für jede Einzelmessung;
- maximale seitliche Verformung des Radkranzes nach Abkühlung im Bereich von $+1,5/-0,5$ mm.

Für das abgenutzte Rad:

- maximale seitliche Verformung des Radkranzes während der Bremsung im Bereich von $+3/-1$ mm.
- Eigenspannungen im Radkranz nach Abkühlung:
 - $\sigma_{rw} \leq + (\Sigma_r + 75)$ N/mm² für den Mittelwert der drei Messungen;
 - $\sigma_{iw} \leq + (\Sigma_r + 100)$ N/mm² für jede Einzelmessung;
- maximale seitliche Verformung des Radkranzes nach Abkühlung im Bereich von $+1,5/-0,5$ mm.

Die Werte von Σ_r müssen entsprechend den Anforderungen an die Stahlgüte des Radkranzes festgelegt werden. Für die Güten ER6 und ER7 der ⓘ EN 13262 ⓘ gilt $\Sigma_r = 200$ N/mm².

Die seitliche Verformung ist positiv, wenn sich der Abstand zwischen den Radkranzrückenflächen der beiden Räder eines Radsatzes vergrößert.

Für Inlandsverkehre können andere Werte der seitlichen Verformung zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, wenn die Gleistoleranzen von den im Allgemeinen in Europa angewendeten Toleranzen abweichen.

6.3 Zweiter Schritt — Bruchversuch auf dem Prüfstand

6.3.1 Allgemeines

Der zweite Schritt ist nur dann durchzuführen, wenn die während des ersten Schrittes gemessenen Eigenspannungen über den Entscheidungskriterien liegen.

6.3.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist im Anhang A angegeben.

6.3.3 Entscheidungskriterien

Das geprüfte Rad darf nicht brechen.

6.4 Dritter Schritt — Bremsversuch auf der Strecke

6.4.1 Allgemeines

Dieser dritte Schritt ist nur durchzuführen, wenn ein Ergebnis des ersten Schrittes über den Entscheidungskriterien liegt und wenn das Rad nach dem zweiten Schritt nicht abgelehnt wird.

6.4.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren und die aufzuzeichnenden Messungen sind im Anhang A angegeben.

Die Leistung, die während des Versuches anzuwenden ist, muss gleich $1,2 P_a$ sein. (P_a ist in 3.2 definiert). Die Zeit jeder Dauerbremsung und die Zuggeschwindigkeit muss den Festlegungen in 3.2 entsprechen (t_a und V_a).

6.4.3 Entscheidungskriterien

Drei Kriterien müssen vom neuen und vom abgenutzten Rad gleichermaßen erfüllt werden.

Für das neue Rad:

- maximale seitliche Verformung des Radkranzes während der Bremsung im Bereich von $+3 / -1$ mm.
- Eigenspannungen im Radkranz nach Abkühlung:
 - $\sigma_m \leq + (\Sigma_r - 50) \text{ N/mm}^2$ für den Mittelwert der drei Messungen,
 - $\sigma_{in} \leq + \Sigma_r \text{ N/mm}^2$ für jede Einzelmessung.
- maximale seitliche Verformung des Radkranzes nach Abkühlung im Bereich von $+1,5 / -0,5$ mm.

Für das abgenutzte Rad:

- maximale seitliche Verformung des Radkranzes während der Bremsung im Bereich von $+3 / -1$ mm.

- Eigenspannungen im Radkranz nach Abkühlung:
 - $\sigma_{rw} \leq + \Sigma_r \text{ N/mm}^2$ für den Mittelwert der drei Messungen;
 - $\sigma_{iw} \leq + (\Sigma_r + 50) \text{ N/mm}^2$ für jede Einzelmessung;
- maximale seitliche Verformung des Radkranzes nach Abkühlung im Bereich von +1,5 / –0,5 mm.

Die Werte von Σ_r müssen entsprechend den Anforderungen an die Stahlgüte des Radkranzes festgelegt werden. Für die Güten ER6 und ER7 der **EN 13262 A1** gilt $\Sigma_r = 200 \text{ N/mm}^2$.

Die seitliche Verformung ist positiv, wenn sich der Abstand zwischen den Radkranzrückenflächen der beiden Räder eines Radsatzes vergrößert.

Für Inlandsverkehre können andere Werte der seitlichen Verformung zwischen den Partnern vereinbart werden, wenn die Gleistoleranzen von den im Allgemeinen in Europa angewendeten Toleranzen abweichen.

7 Bewertung des mechanischen Verhaltens

7.1 Allgemeines zum Verfahren

Die Bewertung kann zwei Schritte umfassen. Der Übergang vom ersten zum zweiten Schritt ist von den Ergebnissen des ersten Schrittes abhängig. Ziel dieser Bewertung ist der Nachweis, dass kein Dauerschwingriss, weder im Radsteg noch in den Übergängen zum Radkranz oder zur Nabe, während der gesamten Lebensdauer des Rades auftritt.

Die Geometrie der Räder sowohl für die Berechnung als auch für den Versuch muss in Bezug auf das mechanische Verhalten die ungünstigste sein. Falls dies beim Versuch nicht der Fall ist, muss eine Korrektur durch eine Berechnung der Versuchsparameter erfolgen.

Der Ablauf der Bewertung ist im Anhang B dargestellt.

7.2 Erster Schritt — Berechnung

7.2.1 Anzuwendende Kräfte

Es sind konventionelle Kräfte zu verwenden. Sie werden berechnet auf Grundlage des Wertes der Kraft P , der in EN 13103 festgelegt ist. Dies ist die Hälfte der auf die Schiene wirkenden vertikalen Kraft je Radsatz.

Zusätzliche Kräfte sind zu berücksichtigen, wenn in Folge der in 3.3 festgelegten Parameter höhere Kräfte auftreten (z. B. Neigezüge, Gleisbogenparameter, gefrorenes Gleisbett usw.).

Drei Lastfälle sind zu berücksichtigen (siehe Bild 1):

- Fall 1: gerade Strecke (radsatzmittig im Gleis)
 $F_z = 1,25 P$
 $F_{y1} = 0$
- Fall 2: Gleisbogen (Spurkranz berührt die Schiene)
 $F_z = 1,25 P$
 $F_{y2} = 0,6 P$ für nicht führende Radsätze
 $F_{y2} = 0,7 P$ für führende Radsätze

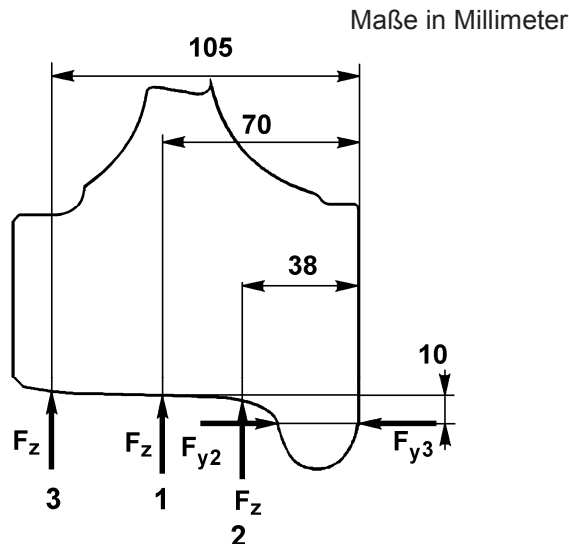
— Fall 3: Weichen und Kreuzungen (Spurkranzrückenfläche berührt Radlenker)

$$F_z = 1,25 P$$

$$F_{y3} = 0,6 \quad F_{y2} = 0,36 P \text{ für nicht führende Radsätze}$$

$$F_{y3} = 0,6 \quad F_{y2} = 0,42 P \text{ für führende Radsätze}$$

Bild 1 zeigt für den allgemeinen Fall die Einleitungspunkte der verschiedenen Kräfte



Legende

- 1 Gerade Strecke
- 2 Gleisbogen
- 3 Weichen und Kreuzungen

Bild 1 — Einleitungspunkte der verschiedenen Kräfte

7.2.2 Berechnungsverfahren

Um die Spannungen zu berechnen, ist ein Finite-Element-Programm zu verwenden. Die Gültigkeit des Programms muss nachgewiesen sein und die Auswahl von Parametern, die sich kritisch auf die Ergebnisse auswirken muss abgeglichen werden. Anhang C enthält hierzu weitere Angaben.

Die Spannungen müssen folgendermaßen analysiert werden:

- Bestimmung der Hauptspannungen in allen Punkten des Netzes (Knoten) für jeden der drei Lastfälle;
- Bestimmung der maximalen Hauptspannung für jeden Knoten für die drei Lastfälle ($\sigma_{\max}$), und die Richtung dieser Hauptspannung;
- Bestimmung der kleinsten Spannung, die gleich der kleinsten Normalspannung in der Richtung von $\sigma_{\max}$ für jeden Knoten für alle drei Lastfälle ist ($\sigma_{\min}$);
- Berechnung für jeden Knoten:

$$\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

7.2.3 Entscheidungskriterien

Die Spanne der dynamischen Spannung $\Delta\sigma$ muss in jedem Punkt der Radscheibe unterhalb der zulässigen Spannung liegen.

Die zulässige Spanne der dynamischen Spannungen A ist wie folgt:

- für Räder mit bearbeiteter Radscheibe $A = 360 \text{ N/mm}^2$
- für Räder mit unbearbeiteter Radscheibe $A = 290 \text{ N/mm}^2$.

7.3 Zweiter Schritt — Prüfstandsversuch

7.3.1 Allgemeines

Dieser zweite Schritt muss durchgeführt werden, wenn die Ergebnisse des ersten Schrittes über den Entscheidungskriterien liegen.

7.3.2 Festlegung der Prüfstandsbelastung und des Prüfverfahrens

Sie sind zwischen dem Konstrukteur des Rades und der Organisation, die die technische Zulassung durchführt, zu vereinbaren.

Die Einspannung und die Prüfdurchführung müssen in dem Steg der Radscheibe Spannungen erzeugen, die in Richtung, Höhe und Anzahl der Zyklen denjenigen entsprechen, wie sie während der gesamten Lebensdauer des Rades auftreten werden.

Anhang D beschreibt hierzu ein Verfahren.

7.3.3 Entscheidungskriterien

Vier Räder müssen geprüft werden.

Kein Dauerschwingriss darf nach dem Versuch vorkommen. Ein Anriss ist dann vorhanden, wenn seine Länge größer oder gleich 1 mm ist.

8 Bewertung des akustischen Verfahrens

8.1 Allgemeines zum Verfahren

Die Bewertung des akustischen Verhaltens eines Rades hängt in hohem Maß von verschiedenen Parametern ab, die nicht direkt durch die Konstruktion des Rades bestimmt werden. Dies ist der Grund, warum die Eigenschaften einer neuen Radkonstruktion mit einem Referenzsystem Rad/Schiene für einen vorgegebenen Instandhaltungszustand der Schienenoberflächen verglichen werden muss.

Eine schematische Darstellung des akustischen Zulassungsverfahrens für ein Rad ist im Anhang E angegeben. Die akustische Zulassung eines Rades kann durch rechnerische Verfahren erlangt werden, wenn es zuverlässig für das zuzulassende Rad ist, und oder falls erforderlich durch Betriebsmessungen:

- Fall 1: Ein Verfahren auf der Grundlage von Berechnungen wird als ausreichend erachtet. Dies betrifft axialsymmetrische Vollräder mit Standarddurchmessern (≥ 800 mm), für die ein rechnerischer Ansatz bereits validiert wurde¹⁾.
- Fall 2: Ein Verfahren auf der Grundlage von Berechnungen und ergänzt durch eine experimentelle Modalanalyse des Rades kann angewendet werden. Dieses Verfahren betrifft nicht-axialsymmetrische Vollräder (außer Räder mit Bohrungen) sowie Räder mit kleinem Durchmesser (< 800 mm), für die eine Abstimmung der berechneten modalen Basis entsprechend der experimentellen Modalanalyse erforderlich ist (z. B. wenn Absorbereinrichtungen am Rad montiert sind).
- Fall 3: Eine Messreihe ist für die technische Zulassung der Akustik notwendig. Dieses Verfahren gilt für Räder außer Vollrädern, Räder mit Bohrungen, nicht axialsymmetrischen Rädern, Räder mit Blenden, für die der Berechnungsansatz für die technische Zulassung noch nicht zuverlässig genug ist.

8.2 Berechnung

Eine Berechnung ist für die in 8.1 festgelegten Fälle 1 und 2 durchzuführen. Ein Berechnungsverfahren wird im Anhang E dargestellt.

8.3 Messungen auf der Strecke

Messungen auf der Strecke müssen in den folgenden Fällen durchgeführt werden:

- das Berechnungsverfahren wurde nicht angewendet oder konnte nicht mit ausreichender Zuverlässigkeit angewendet werden (Fall 3 von 8.1),
- das Berechnungsverfahren wurde angewendet, aber es führte nicht zur technischen Zulassung der Radakustik.

Ein Verfahren für Messungen auf der Strecke ist im Anhang E dargestellt.²⁾

8.4 Entscheidungskriterien

Wenn sich $\frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} L \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{ref}}}$ auf den mittleren Schalldruckpegel bezieht, der in einer Entfernung von 3 m vom Gleis abgestrahlt wird

- durch ein Bezugsrad W_{ref} ;
- auf einem Bezugsgleis T_{ref} ;
- bei einer Bezugsgeschwindigkeit S_{ref} ;
- für ein Bezugsrauheitsspektrum R_{ref} ;

dann ist W_{opt} die neue Radkonstruktion und $\frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} L \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{ref}}}$ sein Geräuschemissionspegel unter den selben Bedingungen wie für das Bezugsrad und der Leistungsmesser $\frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} G \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{ref}}}$ kann ausgedrückt werden durch:

$$\frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} G \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{opt}}} = \frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} L \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{opt}}} - \frac{R_{\text{ref}}}{S_{\text{ref}}} L \frac{T_{\text{ref}}}{W_{\text{ref}}}$$

-
- 1) Der Berechnungsansatz, der das TWINS-Modell benutzt, wurde vom ERRI validiert.
 - 2) Dieses Verfahren wurde durch das ERRI validiert [2], [3] und es wurde für die Zwecke des technischen Zulassungsverfahrens für das Rad vereinfacht.