

DIN EN 12082

ICS 45.040

Einsprüche bis 2015-07-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12082:2011-01

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Radsatzlager –
Prüfung des Leistungsvermögens;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12082:2015**

Railway applications –
Axleboxes –
Performance testing;
German and English version prEN 12082:2015

Applications ferroviaires –
Boîtes d'essieux –
Essais de performances;
Version allemande et anglaise prEN 12082:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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) (Hausanschrift: Panoramaweg 1, 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 93 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (prEN 12082:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-02-02 AA „Radsatzlager, Schmierung“ des DIN-Normenausschusses Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 12082 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12082:2011-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme der Prüfnormen prEN 12080, EN 15663, ISO 15243, DIN 51460-1, DIN 51829, EN ISO 11885 und ASTM D7303;
- b) Entfall der Normen ISO 2137, ISO 2176, ISO 3733 und NF F19-503;
- c) Abschnitt 1: der Anwendungsbereich wurde überarbeitet;
- d) Abschnitt 2: die normativen Verweisungen wurden aktualisiert und überarbeitet;
- e) Abschnitt 3: die Begriffe wurden überarbeitet;
- f) Abschnitt 4: Symbole und Abkürzungen neu hinzu;
- g) Abschnitt 5: Dokumentierende Informationen und Bedingungen überarbeitet;
- h) Abschnitt 8: Temperaturberechnung geändert; Mindestangaben im Prüfbericht überarbeitet;
- i) Abschnitt 9: Durchführung der Betriebserprobung überarbeitet;
- j) Anhang A: Definitionen wurden überarbeitet und Bedingungen ergänzt;
- k) Anhang B (informativ) wurde hinzugefügt;
- l) Anhang C (normativ) wurde hinzugefügt.

Bahnanwendungen — Radsatzlager — Prüfung des Leistungsvermögens

Applications ferroviaires — Boîtes d'essieux — Essais de performance

Railway applications — Axleboxes — Performance testing

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Zu vereinbarende und zu dokumentierende Informationen und Bedingungen	10
5.1 Allgemeine Anforderungen.....	10
5.2 Inhalt der Prüfspezifikation.....	10
5.2.1 Allgemein.....	10
5.2.2 Prüfungen auf dem Prüfstand	10
5.2.3 Betriebserprobung.....	11
6 Qualitätssystem	11
7 Wasserdichtheitsprüfung	11
8 Leistungsprüfung auf dem Prüfstand.....	11
8.1 Allgemeines	11
8.2 Verfahren	12
8.2.1 Prüfstand	12
8.2.2 Prüfparameter	13
8.3 Durchführung der Prüfung	14
8.3.1 Vorversuch	14
8.3.2 Leistungsprüfung	14
8.4 Freigabekriterien.....	15
8.4.1 Während der Prüfung erzielte Ergebnisse	15
8.4.2 Nach der Prüfung erzielte Ergebnisse.....	16
8.5 Prüfbericht.....	16
9 Betriebserprobung.....	17
9.1 Allgemeines	17
9.2 Durchführung der Prüfung	17
9.3 Prüfparameter	17
9.4 Freigabekriterien.....	18
9.4.1 Während der Prüfung zu erzielende Ergebnisse bei Zwischenprüfungen	18
9.4.2 Nach der Prüfung zu erzielende Ergebnisse	18
9.5 Bericht über die Betriebserprobung	18
Annex A (normativ) Leistungsprüfung auf dem Prüfstand	19
A.1 Schematisches Beispiel des Prüfstands.....	19
A.2 Temperaturmessungen	20
A.3 Fettprobenbereiche	21
A.4 Definition der Kräfte	22
A.5 Definition der Prüfzyklen	23
A.5.1 Allgemeine Beschreibung.....	23
A.5.2 Bedingungen für gestaffelte Prüfungen	23
A.5.3 Besondere Bedingungen für ähnliche Wälzlager, Schmierfette oder Lagergehäuse	23
A.6 Grafische Darstellung der Prüfzyklen	24
A.7 Temperaturmerkmale	25
A.8 Mechanische und physikalisch-chemische Freigabekriterien.....	26

A.8.1	Mechanische Kriterien	26
A.8.2	Physikalisch-chemische Kriterien	27
A.9	Verweisung zu bestehenden Freigabeergebnissen.....	28
A.9.1	Allgemeines	28
A.9.2	Vorbedingungen für die Anwendbarkeit bestehender Ergebnisse	28
Annex B	(informativ) Gestaffelte Leistungsprüfungen	31
B.1	Allgemeines	31
B.2	Beispiel für einen Hochgeschwindigkeitszug	31
B.3	Beispiel für einen Personenzug	33
B.4	Beispiel für Güterzug	34
B.5	Beispiel für einen Personenzug (der auch im städtischen Schienenverkehr verwendet wird)	36
Annex C	(normativ) Wasserdichtheitsprüfung.....	38
C.1	Allgemeines	38
C.2	Prüfbedingungen	38
C.3	Prüfverfahren	39
C.4	Annahme-/Rückweisungskriterium	39
C.5	Prüfbericht	39
C.6	Schematische Darstellung	40
C.6.1	Klassische Anwendung:	40
C.6.2	Anwendung bei dynamischen Dichtungen auf beiden Seiten des Radsatzlagers:.....	41
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Interoperabilität des Schienensystems innerhalb der Gemeinschaft (Neufassung).....	42
Literaturhinweise		46

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12082:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt die EN 12082:2007+A1:2010

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 wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN/CENELEC/ETSI erteilt haben, 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.

Anmerkung Aufgrund der Tatsache, dass die Europäische Kommission die Finanzierungszusage für die Berater für das „Neue Konzept“ noch nicht bestätigen konnte, sind derzeit für das Jahr 2015 noch keine Berater für das „Neue Konzept“ tätig. Aus diesem Grund können die Bestimmungen des CEN-CENELEC-Leitfadens 15 nicht eingehalten werden.

Dies steht weder der Erarbeitung von Norm-Entwürfen entgegen, noch dem Anbieten harmonisierter Normen an die Europäische Kommission. Insbesondere können Norm-Entwürfe ohne Bewertung durch den Berater in die Abstimmung gegeben werden.

Diese Anmerkung wird vor der endgültigen Veröffentlichung aus dem Vorwort entfernt.

Einleitung

Zum Verbessern der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Beständigkeit von hohen Geschwindigkeiten und der Instandhaltung des europäischen Schienentransportsystems müssen die erforderliche Qualität, Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Radsatzlagern sichergestellt sein, die von einer Reihe von Normen behandelt werden: prEN 12080, prEN 12081 und prEN 12082.

Diese Europäische Norm wurde mit der Absicht geschaffen, die Prüfung von Radsatzlagern für Schienenfahrzeuge aller Art zu normen, und dadurch die Einsatzfähigkeit im Betrieb sicherzustellen, d. h., dass die aus Lagergehäuse, Wälzlager(n), Dichtung(en) und Schmierfett bestehende Baugruppe den Einsatzanforderungen voll entspricht.

Diese Prüfung umfasst zwei Abschnitte, eine „Leistungsprüfung auf dem Prüfstand“, deren Einzelheiten in dieser Europäischen Norm beschrieben sind, und eine „Betriebserprobung“. Wenn eine Leistungsprüfung vorgeschrieben ist, muss sie nach dieser Europäischen Norm durchgeführt werden. Der Umfang dieser Prüfung entscheidet sich nach der Neuerung der Wälzlagerkonstruktion, der Dichtung, des Schmierfetts und/oder des Lagergehäuses, wie auch nach der Anwendung (siehe prEN 12080 und prEN 12081).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt Grundlagen und Verfahren für die Prüfung des Leistungsvermögens auf dem Prüfstand der Baugruppe eines Radsatzlagers, bestehend aus Wälzlager(n), Lagergehäuse, Dichtung(en) und Schmierfett. Für Fahrzeuge im Betrieb auf Hauptbahnen sind die Prüfbedingungen und Mindestleistungsanforderungen in Anhang A (normativ) spezifiziert. Für Fahrzeuge im Betrieb auf anderen Bahnnetzen dürfen davon abweichende Prüfbedingungen und Leistungsanforderungen gewählt werden (z. B. städtischer Schienenverkehr). Diese Norm wurde ursprünglich für Außenanwendungen entwickelt, gilt jedoch auch für Fahrzeuge mit anderen Lageranordnungen (z. B. Innenanwendungen oder Einzelräder).

Anhang B (informativ) enthält mögliche Beispiele, in denen eine „gestaffelte Leistungsprüfung“ eine große Anzahl von verschiedenen Betriebsbedingungen innerhalb einer spezifischen Anwendung oder einer Fahrzeugplattform berücksichtigt.

Anhang C (normativ) beschreibt detailliert eine optionale Dichtheitsprüfung.

Die Grundlagen und Mindestanforderungen einer Betriebserprobung werden ebenfalls festgelegt.

Ölgeschmierte Lager werden in dieser Norm nicht behandelt. Bis entsprechende Normen verfügbar sind, ist die Prüfung dieser Lageranordnungen zwischen den beteiligten Parteien zu vereinbaren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

prEN 12080:2015, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Wälzlager*

prEN 12081, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Schmierfette*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

ISO 15243, *Wälzlager — Schäden und Ausfälle — Begriffe, Merkmale und Ursachen*

DIN 51460-1, *Prüfung von Mineralölerzeugnissen — Verfahren zur Probenvorbereitung — Teil 1: Mikrowellenunterstützter Druckaufschluss*

DIN 51829, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung von Additiv- und Abriebelementen in Schmierfetten — Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenz-Analyse*

EN ISO 11885, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)*

ASTM D7303, *Standard Test Method for Determination of Metals in Lubricating Greases by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Anforderer

Organisation oder ihr Vertreter, die/der unabhängig von ihrem/seinem Status die Leistungsprüfung im Prüflabor oder die Betriebserprobung anordnet

3.2

Prüflabor

Organisation, die die Leistungsprüfung durchführt

3.3

Hersteller

von Wälzlager(n), Dichtung(en), Schmierfetten oder Lagergehäusen für Radsatzlager

3.4

Radsatzlager

Baugruppe, die aus den folgenden Hauptbauteilen besteht: Wälzlager, Schmierfett, Dichtung(en) und Lagergehäuse. Weitere Bauteile wie Komponenten des Wellenverschlusses, Gehäuse ring, Gehäusedeckel, Abstandsringe, Befestigungselemente und Labyrinthring(e) können ebenfalls Teil der Baugruppe sein, ihr Vorhandensein hängt jedoch vom Typ des Radsatzlagers ab.

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind in Anhang G der prEN 12080:2015 dargestellt.

3.5

Lagergehäuse

Bauteil, welches Wälzlager, Dichtung(en) und Schmierfett umschließt

3.6

Wälzlager

Lager mit vorherrschender Rollbewegung zwischen den Teilen, die Last übertragen und sich relativ zueinander bewegen

3.7

Lagereinheit

Wälzlager mit zwei oder mehr Reihen von Wälzkörpern in einer geschlossenen Baueinheit, gefettet und ausgestattet mit integrierten Dichtungen

3.8

Schmierfett

halbfester Schmierstoff, der einen Verdicker und Additive enthält, dispergiert in einem Schmieröl

3.9

Dichtung

Bauteil zum Schutz des/der Wälzlager(s) gegen das Eindringen von Wasser und Staub und zur Verhinderung von Schmierfettaustritt

3.10

innengelagert/außengelagert

unter Bezugnahme auf ein Radsatzlager mit mehr als einer Lagerreihe, bezeichnet „innengelagert“ die Lagerreihe, die näher zur Mitte des Radsatzes oder zum Prüfstand liegt. „Außengelagert“ bezeichnet die Lagerreihe, die neben der innenliegenden Lagerreihe hinsichtlich des Fahrzeugs oder der Anwendung außen liegt. „Innengelagert“ bezeichnet eine Konfiguration mit Radsatzlagern, die zwischen den Rädern eines Radsatzes liegen. „Außengelagert“ bezeichnet eine Konfiguration mit Radsatzlagern, die außerhalb der Räder eines Radsatzes liegen

3.11

maximale Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$

maximal zulässige Betriebsgeschwindigkeit für den Normalbetrieb (in km/h)

3.12

Nennndrehzahl n_{test}

Drehzahl (unter Verwendung eines halb verschlissenen Raddurchmessers), die $v_{\max}$ um 10 % erhöht entspricht (in min^{-1})

3.13

Zielzone

bestimmter Bereich an der Unterseite einer Radsatzlagerung, der so konstruiert ist, dass die Temperatur durch eine HOA überwacht werden kann

3.14

Hauptbahn

Schienennetz, zugelassen für verschiedene Fahrzeugtypen

3.15

städtischer Schienenverkehr

alle Personenfahrzeuge mit niedriger Geschwindigkeit, die mit einer maximalen Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$ von weniger als 100 km/h fahren

3.16

Schienennetz

Betriebsanlagen, auf denen jedes Eisenbahnunternehmen Fahrzeuge betreiben kann

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Symbole in Tabelle 1:

Tabelle 1

Symbol	Einheit	Beschreibung
d_{average}	m	durchschnittlicher Raddurchmesser zwischen Neuzustand und vollständigem Verschleißzustand
d_{max}	m	Raddurchmesser im Neuzustand
d_{min}	m	Raddurchmesser an der Abnutzungsgrenze
D_{max_n}	m	maximaler Bohrungsdurchmesser bei Belastung des neuen Gehäuses
D_{min_n}	m	minimaler Bohrungsdurchmesser bei Belastung des neuen Gehäuses
D_{max_r}	m	maximaler Bohrungsdurchmesser bei Belastung des Referenzgehäuses
D_{min_r}	m	minimaler Bohrungsdurchmesser bei Belastung des Referenzgehäuses
F_0	N	vertikale Referenzlast je Radsatz, die auf das Gleis wirkt
F_a	N	axiale Prüfkraft
F_{an}	N	axiale Nennprüfkraft
F_r	N	radiale Prüfkraft
F_{rn}	N	radiale Nennprüfkraft
g	m/s ²	Erdanziehung (9,81 m/s ²)
j	–	Anzahl der Radsätze je Fahrzeug
m_2	kg	Masse des Radsatzes und Massen auf dem Radsatz zwischen Rollkreisen wie Bremsseiben usw.
m_{max}	kg	Auslegungsmasse des Fahrzeugs nach EN 15663

Symbol	Einheit	Beschreibung
n	min^{-1}	Prüfdrehzahl, die v entspricht
n_{test}	min^{-1}	nominale Prüfdrehzahl, die v_{max} mit einem Anstieg von 10 % entspricht
t_1	s	Zeit eines Prüfzyklus
t_2	s	Zeit eines Prüflaufs
t_3	s	Anlauf- und Rücklaufzeit von $n = 0 \rightarrow n = n_{\text{test}}$ und $n = n_{\text{test}} \rightarrow n = 0$ während eines Prüflaufs
t_4	s	Dauer mit der Drehzahl n_{test} während eines Prüflaufs
t_5	s	Wiederherstellungszeit der Prüfdrehzahl ($n = 0$)
t_6	s	Dauer eines halben Lastspiels der wechselnden axialen Prüfkraft
t_7	s	Dauer, während der eine axiale Prüfkraft aufgebracht wird einschließlich Anlauf- und Auslaufzeit
t_8	s	Anlauf- und Auslaufzeit von $F_a = 0 \rightarrow F_a = F_{\text{an}}$ und $F_a = F_{\text{an}} \rightarrow F_a = 0$ während eines halben Lastspiels der wechselnden axialen Prüfkraft
t_9	s	Wiederherstellungszeit der axialen Prüfkraft
T_a	°C	Umgebungstemperatur
T_{z20}	°C	gemessene Temperatur, die auf eine Umgebungstemperatur von 20 °C umgerechnet wurde
T_{zm}	°C	gemessene Temperatur
v	km/h	Fahrzeuggeschwindigkeit
v_{max}	km/h	maximal zulässige Betriebsgeschwindigkeit des Fahrzeugs im Normalbetrieb

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Symbole und Abkürzungen in Tabelle 2:

Tabelle 2

Abkürzung	Beschreibung
HOA	Heißläuferortungsanlage
HGZ	Hochgeschwindigkeitszug ($v_{\text{max}} > 200 \text{ km/h}$)
MEP	interne Lagerluft (en: mounted end play)

5 Zu vereinbarende und zu dokumentierende Informationen und Bedingungen

5.1 Allgemeine Anforderungen

Die Prüfspezifikation muss alle Informationen enthalten, die die Prüfparameter und die Freigabekriterien beschreiben. Der Anforderer stellt die Prüfspezifikation zur Verfügung, die die Eingaben der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand, die optionale Wasserdichtheitsprüfung oder die Betriebserprobung enthält.

Die folgenden Angaben müssen vollständig in der Prüfspezifikation dokumentiert werden und Teil des Freigabeverfahrens sein. Die in dieser Europäischen Norm festgelegten Anforderungen sowie die nachfolgend dokumentierten Anforderungen müssen erfüllt sein, bevor ein Anspruch auf Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm erhoben werden kann.

5.2 Inhalt der Prüfspezifikation

5.2.1 Allgemein

Folgende zwischen den Vertragspartnern zu vereinbarende Anforderungen, die in den genannten Abschnitten beschrieben sind, müssen mindestens vollständig dokumentiert und in der Prüfspezifikation angegeben werden:

5.2.2 Prüfungen auf dem Prüfstand

a) Leistungsprüfung

- Schnittstellen-Zeichnung mit Angaben zu Montagebedingungen aller Bauteile in Betrieb;
- Hauptabmessungen und Schnittstellen-Toleranzen des/der Wälzlager(s);
- Anforderungen an die Lagerluft (MEP);
- Bezeichnung des Schmierfetts (nach prEN 12081), Mengenangabe und Verteilung, Verweisung auf das Schmierfett-Los und Herstellungsdatum;
- Spezifikation der Prüfparameter nach 8.2.2;
- Abweichungen von den Prüfparametern in Anhang A.4 und A.6;
- Art des Freigabeverfahrens hinsichtlich Abschnitt 14 und Anhang E von prEN 12080:2015 sowie Anhang A.9 dieser Norm;
- erforderlicher Prüfabstand;
- Abweichungen vom Prüfbericht nach 8.5;
- mögliche Extrapolation der physikalisch-chemischen Kriterien nach Anhang A.8.2.

b) Wasserdichtheitsprüfung (optional)

- Anforderung einer Wasserdichtheitsprüfung nach Anhang C;
- Schnittstellen-Zeichnung mit Angaben zu Montagebedingungen aller Bauteile in Betrieb;
- Spezifikation der Prüfparameter nach Anhang C.3.

5.2.3 Betriebserprobung

- Referenz zum Prüfbericht der Leistungsprüfung oder der betriebsbewährten Konstruktionsanwendung;
- Spezifikation der Prüfparameter nach 9.3;
- erforderliche Laufleistung der Prüfung;
- festgelegte Jahreslaufleistung beim vorgesehenen Betrieb;
- Mindestanzahl der zu überwachenden Radsatzlager;
- Dauer (hinsichtlich Zeit oder Laufleistung) jedes Zwischenintervalls;
- Umfang der Überwachung und der Inspektionen;
- Werte für Eisen- und Kupfergehalt, falls eine Analyse des Schmierfetts festgelegt ist und die Werte nicht nur zu Informationszwecken dienen.

6 Qualitätssystem

Das/die Prüflabor(e), das/die die Analysen des Schmierfetts und die Leistungsprüfung durchführt/durchführen, muss/müssen ein Qualitätsmanagementsystem unterhalten.¹⁾ Für die Wasserdichtheitsprüfung und die informativen Analysen des Schmierfetts ist keine Akkreditierung erforderlich.

7 Wasserdichtheitsprüfung

Die Prüfspezifikation muss festlegen, ob eine Wasserdichtheitsprüfung durchgeführt werden muss.

Diese Prüfung muss wie in Anhang C beschrieben durchgeführt werden.

ANMERKUNG Bei einer neuen Dichtung wird die Durchführung der Wasserdichtheitsprüfung empfohlen.

8 Leistungsprüfung auf dem Prüfstand

8.1 Allgemeines

Bei der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand wird die zufriedenstellende Konstruktion und die sichere Funktionsweise der Radsatzlager über eine simulierte Fahrstrecke durchgeführt. Der Hersteller des Radsatzlagers und seiner Bauteile muss ein Qualitätsmanagementsystem unterhalten.²⁾

Die Prüfung besteht darin, zwei Radsatzlager, die wie für Betriebsbedingungen montiert sind, auf den Achszapfen des Prüfstands zu befestigen und diese einer oder mehreren Prüfsequenzen mit wiederholten Lastzyklen, die in der Prüfspezifikation festgelegt sind, zu unterziehen (basierend auf den Betriebsbedingungen der Fahrzeuge, die mit diesen Radsatzlagern ausgerüstet werden, falls verfügbar).

Die Lager sind vom Anforderer auszuwählen. Der Anforderer muss in einer Erklärung angeben, unter welchen Bedingungen die Lager hergestellt wurden (Serienfertigung, Prototyp). Die Lager müssen so montiert werden, dass die maximale Abweichung der Lagerluft durch die gewählten Lager und die verfügbare Ausrüstung erreicht wird. Die Lagerluft (MEP) nach der Lagerspezifikation sollte vom Hersteller des Lagers berechnet werden und dabei sollten Durchmesser des Achszapfens, Bohrungsdurchmesser des Lagers und das Spiel des unmontierten Lagers berücksichtigt werden. Die Lagerluft muss vor und nach der Leistungsprüfung gemessen werden (Axialspiel bei Kegelrollenlagern und Radialspiel bei Zylinder- oder Pendelrollenlagern).

1) Das verwendete System sollte mit EN ISO/IEC 17025 gleichwertig sein. Die Äquivalenz muss vom/von den Prüflabor(en) nachgewiesen und dokumentiert werden.

2) Die verwendeten Systeme sollten mit EN ISO 9001 gleichwertig sein.

Falls identische(s) Wälzlager, Dichtung(en) und Schmierfett bereits erfolgreich geprüft worden sind, enthält Anhang A.9 Richtlinien für Bedingungen, unter denen eine bereits bestandene Prüfung für die vorgesehene Anwendung zugelassen werden kann.

Während der Prüfung werden die Radsatzlager konstanten Radial- und wechselnden Axialkräften ausgesetzt.

Vor dieser Leistungsprüfung muss ein Vorversuch durchgeführt werden. Dies ist kein Teil der bewerteten Freigabeprüfung der zu prüfenden Lager oder Schmierfette, hat jedoch den Zweck, das thermische Verhalten der Lager während der Fettverteilung und der Einlaufphase zu beobachten.

Die Leistungsprüfung besteht aus einer Wiederholung identischer Zyklen über eine vereinbarte Gesamtfahrstrecke. Die Anzahl der Zyklen und die Gesamtfahrstrecke entsprechen den Betriebsbedingungen des vorgesehenen Einsatzes. Während der gesamten Prüfung wird das Verhalten der Wälzlager durch Temperaturmessungen überwacht, wobei die Werte sowohl absolut als auch in der Differenz innerhalb bestimmter Grenzen bleiben müssen. Nach Abschluss der Prüfung werden Wälzlager und Schmierfett untersucht und diese dürfen sich nicht über die zulässigen Grenzen hinaus verändert haben.

8.2 Verfahren

8.2.1 Prüfstand

Der Prüfstand muss die von den Betriebsbedingungen abgeleiteten Prüfbedingungen anwenden und eine genaue Überwachung der zu prüfenden Radsatzlager sicherstellen und gleichzeitig die Beeinflussung durch den Prüfstand minimieren. Insbesondere muss vermieden werden, dass Störungen von einem Radsatzlager auf das andere übertragen werden.

Ein Beispiel für den Aufbau eines Prüfstands ist in Anhang A.1 schematisch dargestellt und besteht im Wesentlichen aus:

- a) einer Welle oder zwei synchronisierten Wellen, auf deren Achszapfen die Radsatzlager montiert werden;
- b) Antriebsvorrichtung zum Aufbringen der Nenndrehzahl n_{test} ;
- c) einer Messvorrichtung zur Bestimmung der Wellendrehzahl n ;
- d) einer Vorrichtung, mit der jedes Radsatzlager einer konstanten Radialkraft $F_r = F_m$ ausgesetzt wird;
- e) einer Messvorrichtung zur Überwachung dieser radialen Prüfkraft F_r ;
- f) einer Vorrichtung, mit der jedes Radsatzlager einer wechselnden Axialkraft $F_a = F_{an}$ ausgesetzt wird;
- g) einer Messvorrichtung zur Überwachung dieser wechselnden axialen Prüfkraft F_a ;
- h) einer Gebläsevorrichtung, um die Abkühlung im Betrieb zu simulieren;
- i) Sensoren zur Temperaturmessung:
 - 1) durch einen Sensor in der Lastzone jeder Lagerreihe, der mittig über den Lagerreihen ausgerichtet ist und den Außenring berührt (in Bild A.2 sind die typischen Positionen für ein Radsatzlager mit zwei Lagern dargestellt);
 - 2) in der Zielzone der Heißläuferortungsanlagen (HOA) mittels eines Sensors, der direkten Kontakt mit der Gehäuseoberfläche hat, wie in Bild A.2 dargestellt (ein berührungsloser Temperatursensor – für die Messung im gleichen Bereich – darf nur verwendet werden, wenn keine geeigneten Oberflächen für die Befestigung eines Sensors verfügbar sind);
 - 3) im Luftstrom der Belüftung, der auf die Radsatzlager gerichtet ist, gemessen an der Auslassöffnung der Kühlungsgebläse. Die Temperatur muss für beide Radsatzlager gemessen werden (siehe Bild A.1). Bei kanalgeführten Luftströmen sind die Sensoren in einem ungestörten Luftstrom ausreichend zu positionieren.

8.2.2 Prüfparameter

8.2.2.1 Allgemeines

Die Prüfparameter werden auf Grundlage der Betriebsbedingungen der mit den Radsatzlagern auszurüstenden Fahrzeuge festgelegt und nach Abschnitt 5 in der Prüfspezifikation dokumentiert. Der Anforderer ist für die Korrektheit der Prüfparameter verantwortlich. Die folgenden Informationen sind vor der Prüfung erforderlich, vereinbart und dokumentiert und werden im Prüfbericht dargestellt:

- a) die Auslegungsmasse nach EN 15663 $m_{\max}$, in kg, ist:
 - „die Auslegungsmasse unter normaler Nutzlast“ (siehe EN 15663) unter Berücksichtigung von Personenfahrzeugen (einschließlich Hochgeschwindigkeitszügen) und Güterfahrzeugen;
 - die „Auslegungsmasse des betriebsbereiten Fahrzeugs“ unter Berücksichtigung von Lokomotiven. Lokomotiven werden als Personenfahrzeuge ohne Nutzlast behandelt.

Falls nicht nach prEN 12082, Anhang A.4 berechnet, sind die Prüfkraften F_{an} und F_{m} (in N) vom Anforderer in der Prüfspezifikation festzulegen.

- b) Masse, die nicht von den Lagern getragen wird, m_2 (Masse des Radsatzes und Massen auf dem Radsatz zwischen Rollkreisen wie Bremsscheiben usw.), in kg;
- c) Wiederherstellungszeit der axialen Prüfkraft t_0 , in s;
- d) der neue Raddurchmesser $d_{\max}$ und an der Abnutzungsgrenze $d_{\min}$, in m;
- e) die maximale Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$, in km/h;
- f) das Verfahren des Vorversuchs;
- g) die Gesamtfahrstrecke, in km.

Abweichungen von den Prüfparametern in Anhang A.4 und A.6 (der Vorversuch muss nicht berücksichtigt werden) sind zulässig, basierend auf Prüfspezifikationen. Diese Abweichungen müssen im Prüfbericht angegeben werden.

8.2.2.2 Prüfdrehzahl

Die während der Prüfung überwiegend beizubehaltende maximale Drehzahl n_{test} (in min^{-1}) entspricht der zulässigen Geschwindigkeit eines Radsatzes, wenn die Räder an der Abnutzungsgrenze sind, wobei die Drehzahl von der maximalen Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$ abgeleitet und um eine Sicherheitsspanne von 10 % erhöht ist.

$$n_{\text{test}} = \frac{110v_{\max}}{6\pi d_{\text{average}}} \quad (1)$$

Dabei ist

$$d_{\text{average}} = (d_{\min} + d_{\max}) / 2$$

Die Toleranzen sind in Anhang A.6 festgelegt.

8.2.2.3 Radial- und Axialkräfte

Die Prüfkraften werden auf jedes Radsatzlager aufgebracht und an die Wälzlager weitergeleitet, um so genau wie möglich die Lastverteilung durch die Primärfederung zu simulieren. Es muss eine konstante Radialkraft und eine wechselnde Axialkraft wirken. Die Axialkraft muss an der Achse des Radsatzlagers ausgerichtet werden.

Die Verfahren zur Festlegung der konstanten radialen Nennprüfkraft F_m und der axialen Nennprüfkraft F_{an} sind in Anhang A.4 beschrieben, basierend auf den nach Abschnitt 5 festgelegten Lastdaten. Die Kräfte werden für jedes Radsatzlager berechnet.

Die Axialkraft F_a darf nur aufgebracht werden, wenn die momentane Prüfgeschwindigkeit n höher als 20 % der Nenndrehzahl n_{test} ist.

8.2.2.4 Luftkühlung

Ein Luftkühlungssystem muss eine durchschnittliche Luftgeschwindigkeit von 8 m/s bis 10 m/s liefern, wobei die Werte an mehreren Stellen im Luftstrom an jedem Radsatzlager gemessen werden. Die Kühlung ist anzuhalten, wenn die Geschwindigkeit null beträgt. Es wird eine Lufttemperatur von 20 °C empfohlen.

8.3 Durchführung der Prüfung

8.3.1 Vorversuch

Vor der Leistungsprüfung muss ein Vorversuch durchgeführt werden. Diese Prüfung hat den Zweck, das thermische Verhalten der Lager zu beobachten und das Fett zu verteilen.

Die Verfahren eines Vorversuchs müssen sich im Prüflabor bewährt haben und in der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 vereinbart und dokumentiert sein. Die radiale Prüfkraft muss während des Vorversuchs auf ihrem Nennwert F_m gehalten werden.

Falls nichts anderes vorgeschlagen wird, ist in Anhang A.6 ein Beispiel eines Vorversuchs dargestellt: Er besteht aus vier Zyklen, von denen jeder aus zwei Prüfläufen, einem je Drehrichtung, besteht. Die Drehzahlen betragen jeweils 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der Nenndrehzahl. Die Axialkraft wird wie vereinbart aufgebracht, z. B. 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der Nennaxialkraft F_{an} . Jeder Prüflauf besteht aus Anfahren, gleichbleibender Drehzahl, Abbremsen und Halt.

Es wird empfohlen den Vorversuch bei mindestens 100 % der Nenndrehzahl, in einem Bereich von 5 °C stabiler Lagertemperaturen und einer Dauer von mindestens 2 h in jede Richtung durchzuführen.

Die Gesamtfahrstrecke des Vorversuchs darf 30 000 km oder 250 h nicht überschreiten, unabhängig davon, was zuerst erreicht wird.

8.3.2 Leistungsprüfung

Die Leistungsprüfung besteht aus einer Wiederholung identischer Zyklen. Ein Zyklus besteht aus zwei Prüfläufen, einem je Drehrichtung, die mit einem kurzen Halt unterbrochen sind und sich aus den Perioden Anfahren, gleichbleibende Nenndrehzahl n_{test} und Abbremsen zusammensetzen.

Die Gesamtfahrstrecke (in Kilometern) sowie auch die Dauer der Nenndrehzahl n_{test} während eines jeden Zyklus hängen von den Betriebsbedingungen der mit diesen Radsatzlagern auszurüstenden Fahrzeuge ab. Die Bedingungen in A.5 und A.6 sind für drei Klassen der Betriebsgeschwindigkeit vorgesehen.

Als alternatives Verfahren kann die Gesamtfahrstrecke der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand in drei Sequenzen unter Verwendung verschiedener Eingabeparameter im Betrieb aufgeteilt werden. Eine gestaffelte Leistungsprüfung ist in Anhang B dargestellt.

Im Fall einer Unterbrechung der Leistungsprüfung, die sich nicht auf die Leistungsfähigkeit der geprüften Wälzlager bezieht, muss das folgende Verfahren angewendet werden:

- bei einer Unterbrechungsdauer von weniger oder gleich einer Stunde: Die unvollendete Fahrt oder der Zyklus (abhängig vom Prüfstand) darf laut Anhang A.7, Tabelle A.2 nicht fortgeführt werden. Die Gesamtfahrstrecke der Prüfung muss um diese Fahrt oder diesen Zyklus erhöht werden;
- bei einer Unterbrechungsdauer von mehr als einer Stunde: Die unvollendete Fahrt oder der Zyklus und die zwei dem Wiederanlauf des Prüfstands folgenden Fahrten dürfen nicht fortgesetzt werden. Die Gesamtfahrstrecke der Prüfung muss um diese Fahrten erhöht werden.

Diese Regeln müssen nach jeder einzelnen Unterbrechung angewendet werden. Falls die Anzahl der Unterbrechungen 3 % der Gesamtzahl der Prüfläufe plus 5 zusätzliche Unterbrechungen überschreitet, ist die Leistungsprüfung zu beenden.

8.4 Freigabekriterien

8.4.1 Während der Prüfung erzielte Ergebnisse

Während der Prüfung müssen die Temperaturen bei jedem Prüflauf in verschiedenen Lastbereichen und in den Zielzonen beider Radsatzlager gemessen werden. Die gemessenen Temperaturen müssen durch Neuberechnung mit Hilfe der folgenden Gleichung auf eine Umgebungstemperatur von 20 °C bezogen werden:

$$T_{z20} = T_{zm} - 0,6 \times (T_a - 20) \quad (2)$$

Dabei ist

- T_{z20} eine Temperatur, die an einer Stelle z gemessen und dann auf eine Temperatur bezogen auf eine Umgebungstemperatur von 20 °C umgerechnet wurde;
- T_{zm} eine Temperatur, die an einer Stelle z gemessen wurde (Messstellen sind die Lastbereiche und die Zielzone);
- 0,6 der Verlustfaktor durch Konvektion. Die im Radsatzlager durch Konvektion umgewandelte Energie, ausgenommen der Leitfähigkeit und der Strahlungswirkung, wird berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um einen empirischen Mittelwert (basierend auf Erfahrungswerten von Prüflaboren);
- T_a die Umgebungstemperatur, die zur gleichen Zeit wie T_{zm} und an jedem Radsatzlager gemessen wurde. Es ist zulässig, einen fortlaufenden Mittelwert über maximal 30 min zu verwenden, um Änderungen der Umgebungstemperatur zu kompensieren.

Diese Berechnung muss zur Bewertung aller Kriterien in Anhang A.7, Tabelle A.2 angewendet werden, außer bei einer klimatisierten Windströmung mit $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ zum Kühlen der Radsatzlager über die gesamte Prüfdauer.

Dabei ist eine Umgebungstemperatur von 10 °C bis 40 °C erforderlich.

Für jede Messstelle müssen die Höchsttemperatur sowie der gleichzeitig gemessene Temperaturunterschied zwischen den Radsatzlagern ermittelt werden. Es müssen ausreichend viele Temperaturdatenpunkte ermittelt werden, um die Ergebnisse nach den Kriterien in Tabelle A.2 interpretieren zu können (dafür wird ein Probenahmezeitraum von 100 s oder weniger empfohlen).

Für die weitere Bewertung nach Kriterium C in Tabelle A.2 muss der Höchstwert der genannten gleichzeitig gemessenen Temperaturunterschiede verwendet werden.

Für aufeinanderfolgende Prüfläufe muss die Abweichung der Höchsttemperaturen für identische Lastbereichsmessstellen angegeben und bei der weiteren Bewertung nach Kriterium E in Tabelle A.2 verwendet werden.

Die einzuhaltenden Grenzwerte und die zu tolerierenden Überschreitungen sind in Tabelle A.2 angegeben. Ein oder mehrere Vorkommen je Prüflauf müssen als eine Überschreitung des in Bezug genommenen Kriteriums gezählt werden. Falls beim gleichen Prüflauf mehrere Kriterien überschritten werden, wird die Anzahl der Überschreitungen um eins für jedes betroffene Kriterium erhöht.

8.4.2 Nach der Prüfung erzielte Ergebnisse

Nach Abschluss der Gesamtfahrstrecke müssen die Wälzlager demontiert und untersucht werden; gleiche Fettproben müssen in den in Anhang A.3 angegebenen Bereichen analysiert werden. Die von den Lagern zu erfüllenden mechanischen Kriterien und die vom Schmierfett zu erfüllenden physikalisch-chemischen Kriterien sind in Anhang A.8 festgelegt.

Bei Lagereinheiten muss die im Lager verbleibende Schmierfettmenge anhand Gewichtsmessung der Lagereinheit vor und nach der Prüfung ermittelt werden. Die Schmierfettmenge vor der Prüfung wird durch Abzug des Gewichts aller gereinigten Bauteile der Lagereinheit (nach der Prüfung) vom Gewicht der gefetteten Lagereinheit vor der Prüfung ermittelt.

8.5 Prüfbericht

Nach Abschluss der Prüfung muss ein Bericht mit folgenden Mindestangaben abgefasst werden:

- die Bezeichnung jedes Bauteils der geprüften Radsatzlager und des/der Hersteller(s);
- die prüfende Gesellschaft, Ort, verantwortliches Personal und Beschreibung des Prüfstands (Messausrüstung, Sensoren und ihre Position, Datenerfassungsrate usw.);
- die Prüfparameter nach der Prüfspezifikation;
- Verweisung, Index und Erscheinungsdatum der Prüfspezifikation;
- die Einbauparameter für Lager nach 8.1;
- der Zeitablauf, die Strecke und die abschließend beobachtete stabilisierte Temperatur des Vorversuchs;
- die während und nach der Prüfung erzielten Ergebnisse, die eine Bewertung nach den Kriterien in 8.4, Anhang A.7 und A.8 ermöglichen;
- eine Erklärung, dass die Prüfung nach prEN 12082 durchgeführt wurde, einschließlich der in der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 vereinbarten Informationen und Bedingungen für die Leistungsprüfung auf dem Prüfstand;
- Anzahl und Dauer jeder Unterbrechung der Leistungsprüfung nach 8.3.2;
- für jeden Sensor und unter Berücksichtigung aller Prüfläufe jeder Prüfsequenz muss der Mittelwert und die Standardabweichung der Höchsttemperaturwerte (von jedem Prüflauf) berechnet werden;
- Bezeichnung, Eigenschaften des Schmierfetts (einschließlich Verweisung auf das Schmierfett-Los und Herstellungsdatum), die in jedem Radsatzlager verwendete Menge und bei Lagereinheiten: der Schmierfettverlust;
- eine Skizze oder Zeichnung des Radsatzlagers, die die Anwendungsbereiche aller Prüfkrafts und deren Richtungen darstellen;
- eine Schnittstellen-Zeichnung mit Angaben zu Montagebedingungen aller Bauteile;
- Richtungen des Luftstroms; Luftgeschwindigkeiten und Querschnittsfläche jedes Kühlsystems der Radsatzlager;
- Messunsicherheiten der Ergebnisse (Temperaturen und Ergebnisse der Analyse des Schmierfetts).

Dieser Bericht muss dem Anforderer der Prüfung zur Verfügung gestellt werden.

9 Betriebserprobung

9.1 Allgemeines

Die Betriebserprobung muss zur Anpassung, Bestätigung und Festlegung der instandhaltungsbezogenen Anweisungen durchgeführt werden: d. h. Verfahren zum Nachfetten der Lager (wenn zutreffend), Überholungsperiode, Diagnoseparameter (d. h. Temperatur und/oder Schwingungen und/oder Alarmpegel für Lärm usw.). Die Betriebserprobung ist eine Überwachung an Fahrzeugen anhand einer ausreichenden Anzahl von Radsatzlagern über eine festgelegte Entfernung und/oder Dauer und liefert Daten zur Validierung der vorgeschlagenen Instandhaltungsvorgaben.

Das zu prüfende Radsatzlager muss identisch zu dem im Betrieb genutzten sein.

Das/die Rollenlager, das Schmierfett und der Typ des bei der Betriebserprobung zu prüfenden Radsatzlagers müssen die Leistungsprüfung in einem Prüflabor bestanden haben.

Es kann auf die Ergebnisse von bestehenden Betriebserprobungen im Hinblick auf die in Anhang A.9 beschriebenen Vorbedingungen verwiesen werden.

9.2 Durchführung der Prüfung

Die zu prüfenden Radsatzlager werden möglichst in Fahrzeugen mit hoher Jahreslaufleistung bei einer für diese Fahrzeugbauart maximal zulässigen Geschwindigkeit und mit möglichst hohen Radsatzlasten eingesetzt.

Der Umfang der Betriebserprobung (Gesamtfahrstrecke, mögliche Zwischenprüfungen) muss in der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 festgelegt sein.

Die Anzahl der zu überwachenden Radsatzlager hängt von der Menge der Fahrzeuge ab und ist in der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 festgelegt. Bei Fahrzeugen mit Motor- und Laufradsätzen müssen beide Arten von Laufradsätzen durch diese Anzahl an zu überwachenden Radsätzen nach ihrem Anteil im Fahrzeug enthalten sein.

Die Mindestlaufleistung muss repräsentativ sein und sich innerhalb eines angemessenen Zeitrahmens befinden und die Prüfung muss mindestens das Doppelte der festgelegten Jahreslaufleistung des vorgesehenen Betriebs andauern (wird bei Erreichen des maximalen Instandhaltungsabstands unterbrochen).

Die Radsatzlager, die während der Betriebserprobung die längste Laufleistung erreicht haben, müssen für die Validierung ausgewählt werden.

Bei neuen Anwendungen oder neuartigen instandhaltungsbezogenen Anweisungen müssen Radsätze während der vollständigen Betriebserprobung durch Zwischenprüfungen überwacht werden. Es wird eine Menge von 20 Radsätzen (d. h. 40 Radsatzlager) empfohlen.

Der Anwendungsbereich der Zwischen- und Abnahmeprüfungen muss in der Prüfspezifikation, basierend auf verfügbaren Felddaten (z. B. bordseitige/stationäre Temperaturopzeichnungen), festgelegt sein. Bei der Abnahmeprüfung müssen die Wälzlager mindestens einer Sichtprüfung unterzogen werden. Weitergehende Untersuchungen (z. B. Analyse des Schmierfetts, mikroskopische Analyse) können in der Prüfspezifikation festgelegt werden.

9.3 Prüfparameter

Die Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 muss Folgendes festlegen:

- Mindeststrecke bei der Betriebserprobung;
- Intervall der Nachfettung und Schmierfettmenge, wenn vorhanden;
- Intervalle der Zwischenprüfungen, Probenahmeverfahren und Art der Inspektionen;
- Anzahl der Radsatzlager und Art der Radsätze (Motor- oder Laufradsatz);

- Fahrzeugeigenschaften (Achslast, Höchstgeschwindigkeit usw.);
- Anwendungsbereich der Zwischen- und Abnahmeprüfungen.

Diese Bedingungen müssen festgelegt werden, um den Betriebsverhältnissen und den Einbaubedingungen gerecht zu werden und die erforderliche Zuverlässigkeit nachzuweisen.

9.4 Freigabekriterien

9.4.1 Während der Prüfung zu erzielende Ergebnisse bei Zwischenprüfungen

Während der Prüfung und bei jeder Zwischenprüfung dürfen sich keine Mängel an der Schmierung zeigen. Außerdem dürfen sich keine Mängel an den Wälzlagern (Abblätterung, Bruch usw.) oder an den Dichtungen zeigen.

9.4.2 Nach der Prüfung zu erzielende Ergebnisse

Am Ende der Prüfung müssen die im Anwendungsbereich der Prüfspezifikation festgelegten zu erzielenden Ergebnisse vorgestellt werden, wie in Anhang A.8 beschrieben.

9.5 Bericht über die Betriebserprobung

Nach Abschluss der Betriebserprobung muss ein Bericht mit folgenden Mindestangaben abgefasst werden:

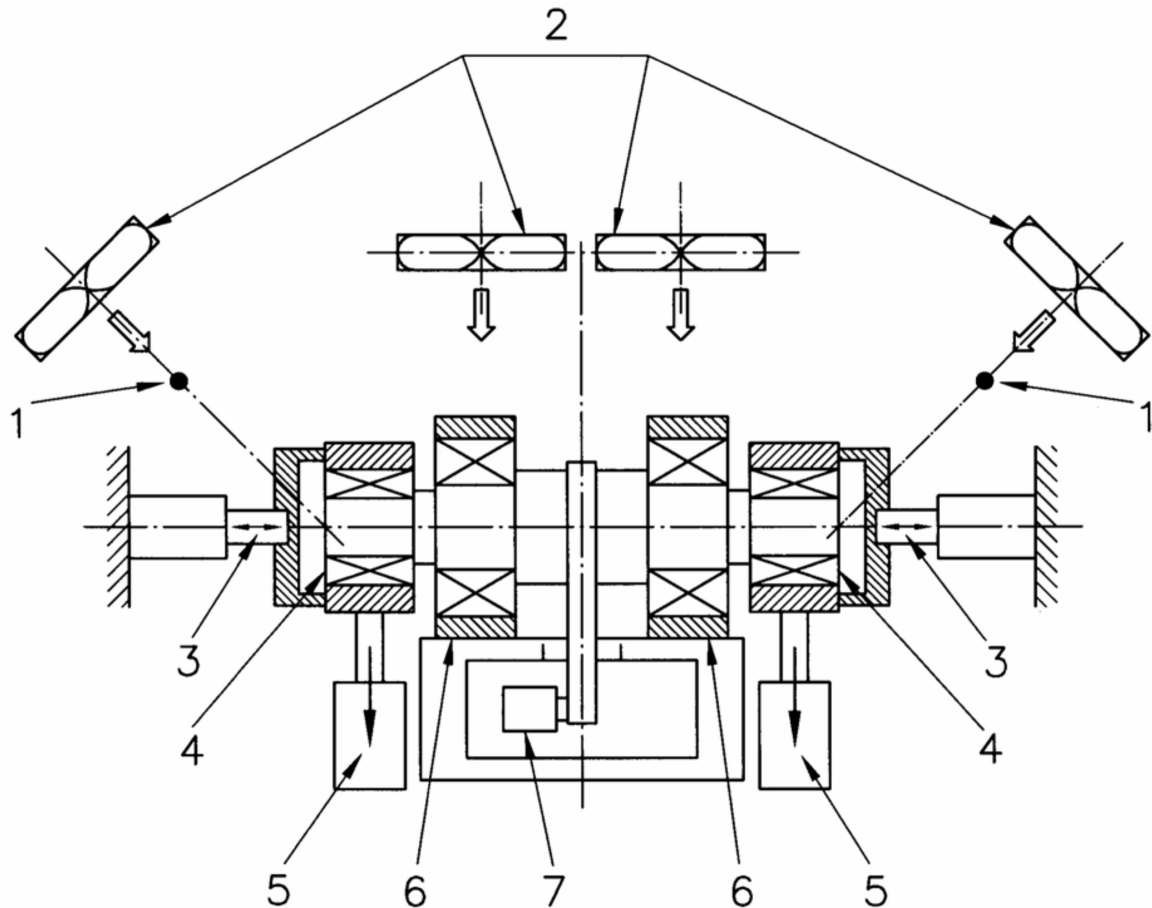
- die Bezeichnung jedes Bauteils der geprüften Radsatzlager und des/der Hersteller(s);
- detaillierte Angaben über die geprüften Radsatzlager (z. B. Seriennummer, Herstellungsdatum, Verweisung auf das Schmierfett-Los);
- Prüfparameter nach 9.3;
- prüfende Gesellschaft, verantwortliches Personal;
- Beschreibung der Fahrstrecken, der Gleisbedingungen und des Betriebsprofils;
- Berichte der HOA-Systeme (schienenengebunden und/oder bordseitig), sofern verfügbar;
- während und nach der Erprobung erzielte Ergebnisse, die eine Bewertung nach den Kriterien in Anhang A.8 ermöglichen;
- eine Erklärung, dass die Erprobung nach prEN 12082 durchgeführt wurde, einschließlich der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5, soweit diese der Betriebserprobung entsprechen.

Dieser Bericht muss dem Anforderer der Prüfung zur Verfügung gestellt werden.

Annex A (normativ)

Leistungsprüfung auf dem Prüfstand

A.1 Schematisches Beispiel des Prüfstands

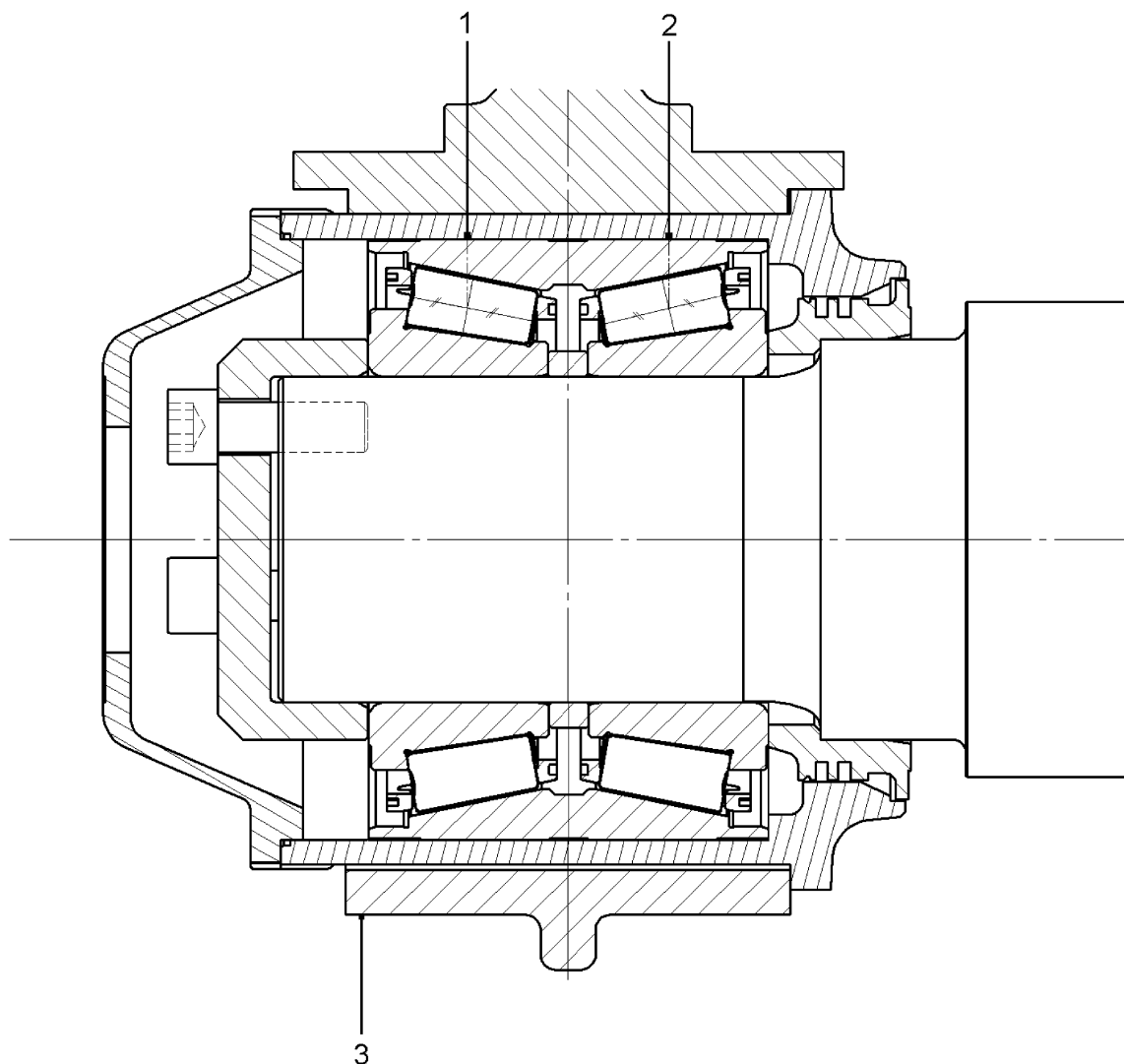


Legende

- 1 Temperatursensor
- 2 Kühlungsgebläse
- 3 axiale Prüfkraft, Geber und Sensor
- 4 Prüflager
- 5 Radialkraft, Geber und Sensor
- 6 Traglager
- 7 Motor

Bild A.1 — Schematisches Beispiel des Prüfstands

A.2 Temperaturmessungen



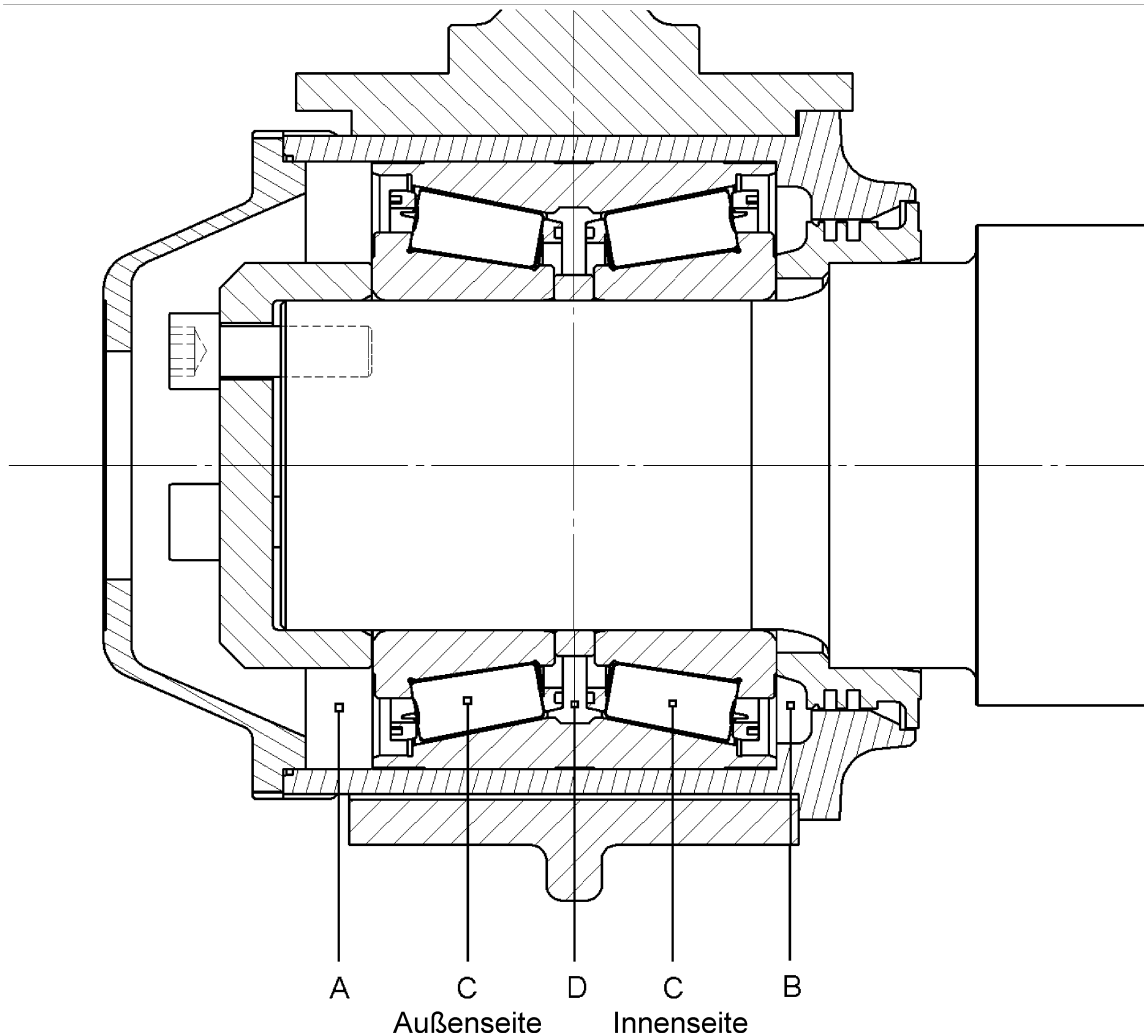
Legende

- 1 im Lastbereich positionierter Temperatursensor (außenliegende Lagerreihe)
- 2 im Lastbereich positionierter Temperatursensor (innenliegende Lagerreihe)
- 3 in der Zielzone positionierter Temperatursensor

ANMERKUNG Die Position und die Abmessungen der Zielzone sind in EN 15437-1 festgelegt.

Bild A.2 — Temperaturmessstellen

A.3 Fettprobenbereiche



Legende

- A Druckkappenseiten-Bereich zwischen den Rollen und der Dichtung (äußerer abgedichteter Bereich bei Lagereinheiten)
- B Spurscheibenseiten-Bereich zwischen den Rollen und der Dichtung (innerer abgedichteter Bereich bei Lagereinheiten)
- C_{inboard} Laufbahnbereich
- C_{outboard} Laufbahnbereich
- D Bereich zwischen Lagern

Bild A.3 — Fettprobenbereiche

A.4 Definition der Kräfte

Falls nicht anders nach Abschnitt 5 dokumentiert, müssen die Kräfte mit Hilfe der Gleichungen (A.1) bis (A.3) berechnet werden.

- a) vertikale Referenzkraft: F_0 , in N:

$$F_0 = \frac{1}{j} m_{\max} g \quad (\text{A.1})$$

- b) konstante radiale Nennprüfkraft: F_{rn} , die während der ganzen Prüfung aufgebracht wird, in N:

$$F_{\text{rn}} = \frac{1,2}{2} (F_0 - m_2 g) = 0,6 (F_0 - m_2 g) \quad (\text{A.2})$$

- c) wechselnde axiale Prüfkraft, wie in Anhang A.6 dargestellt, nur aufgebracht, wenn die Prüfdrehzahl mindestens 20 % der Nenndrehzahl beträgt. Die axiale Nennprüfkraft, in N, beträgt:

Die maximale quasi-statische axiale Prüfkraft, abgeleitet von Messungen oder Berechnungen mit einem Sicherheitsfaktor von 1,2. Falls solche Spezifikationen nicht verfügbar sind, muss folgende axiale Nennprüfkraft verwendet werden:

$$F_{\text{an}} = \frac{1,2}{2} \times 0,5 \times 0,85 \left(10^4 + \frac{F_0}{3} \right) = 0,255 \left(10^4 + \frac{F_0}{3} \right) \quad (\text{A.3})$$

Dabei ist

F_0 die vertikale Referenzlast je Radsatz, die auf das Gleis wirkt, in N;

j die Anzahl der Radsätze je Fahrzeug;

$m_{\max}$ in kg (siehe 8.2.2.1);

g die Fallbeschleunigung (9,81 m/s²);

1,2 gilt für die Zusatzlast von 20 % zur senkrechten Referenzlast;

$\frac{1}{2}$ gilt für die Berechnung der Kräfte für ein Radsatzlager;

m_2 ist die Masse eines Radsatzes (siehe 8.2.2.1), in kg;

0,5 ist ein Faktor, um eine durchschnittliche Axialkraft für die Gesamtprüfung einzusetzen;

0,85 ist ein Koeffizient für den Grenzwert seitlicher Gleisverschiebung (Formel nach Prud'homme).

- d) Die Toleranzen für die auf den Prüfstand aufgebrachten Kräfte sind:

— für den F_{rn} -Wert: ± 3 % der radialen Nennprüfkraft;

— für den F_{an} -Wert: ± 6 % der axialen Nennprüfkraft. Die F_{a} -Toleranz während der Wiederherstellungszeit der axialen Kraft beträgt ± 1 kN.

A.5 Definition der Prüfzyklen

A.5.1 Allgemeine Beschreibung

Jeder Prüfzyklus muss zwei Prüfläufe enthalten (einer in eine Richtung und einer in die andere Richtung). Jeder Prüflauf besteht aus Anfahren, gleichbleibender Drehzahl, Abbremsen und Halt.

Die Einzelheiten sind in Tabelle A.1 angegeben.

Die Prüfung muss eine Anzahl von Zyklen umfassen, die mindestens folgenden Gesamtfahrstrecken entsprechen:

- 800 000 km für $v_{\max} > 200$ km/h;
- 600 000 km für $100 \text{ km/h} \leq v_{\max} \leq 200 \text{ km/h}$ (z. B. für Güter- und Personenfahrzeuge);
- 400 000 km für $v_{\max} < 100$ km/h (z. B. für Güter- und städtische Schienenfahrzeuge).

Wenn das Fahrzeug verschiedene Betriebsarten abdeckt, muss die Gesamtfahrstrecke mindestens der Gesamtfahrstrecke der Betriebsart mit der höchsten Geschwindigkeit entsprechen. Jede Prüfsequenz muss nach Tabelle A.1 festgelegt und nach Tabelle A.2 und dem entsprechenden Geschwindigkeitsprofil analysiert werden.

A.5.2 Bedingungen für gestaffelte Prüfungen

Wenn in der Prüfspezifikation eine gestaffelte Prüfung vereinbart wurde, wird die folgende Aufteilung der Entfernung standardmäßig angenommen:

- $v_{\max} > 200$ km/h
70 % der Gesamtfahrstrecke der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 30 % der anderen Sequenz (siehe Beispiel B.2 in Anhang B);
- $100 \text{ km/h} \leq v_{\max} \leq 200 \text{ km/h}$
50 % der Gesamtfahrstrecke der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 50 % der anderen Sequenz (siehe Beispiel B.3 und B.4 in Anhang B);
- Bei Personenzügen wie auch im städtischen Schienenverkehr:
75 % der Gesamtfahrstrecke der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 25 % der anderen Sequenz (siehe Beispiel B.5 in Anhang B).

A.5.3 Besondere Bedingungen für ähnliche Wälzlager, Schmierfette oder Lagergehäuse

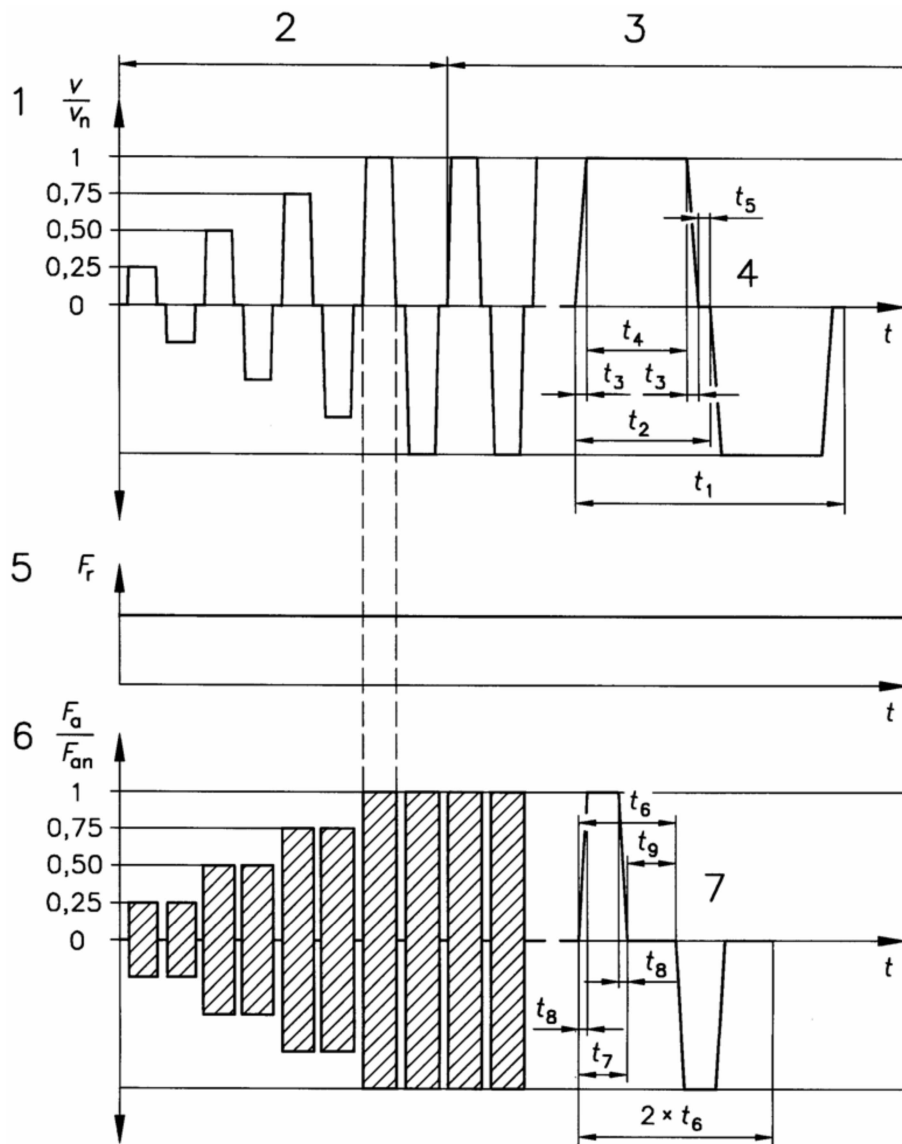
Wenn ein vereinfachtes Verfahren nach prEN 12080:2015, Anhang F wohlbegründet ist, kann die Gesamtfahrstrecke der Prüfung begrenzt werden.

Der einzige Zweck dieser Prüfung ist festzustellen, dass nach Erreichen des Beharrungszustands die Lagertemperaturen die in 7.4 aufgeführten Bedingungen erfüllen.

Bei einer einzelnen Prüfsequenz beträgt die berücksichtigte Gesamtfahrstrecke mindestens 100 000 km.

Bei einer gestaffelten Prüfung ist das Verhältnis der Prüfsequenzen das gleiche wie bei der Referenzprüfung. Die Strecke der längsten Sequenz beträgt mindestens 100 000 km.

A.6 Grafische Darstellung der Prüfzyklen



Legende

- 1 Geschwindigkeitsänderung
- 2 Vorversuch (Beispiel)
- 3 Leistungsprüfung
- 4 Einzelheit: ein Prüfzyklus
- 5 radiale Prüfkraft
- 6 Schwankung der axialen Prüfkraft (Beispiel für die Kraft bei einem Vorversuch, falls vom Prüflabor nichts anderes vorgeschlagen und mit dem Anforderer vereinbart wurde)
- 7 Einzelheit: Axialkraftverlauf (vergrößerter Zeitmaßstab)

Bild A.4 — Grafische Darstellung der Prüfzyklen

Tabelle A.1 — Zyklusdauer für Diagramme A.6

$v_{\max}$	Zeit								
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9^a
> 200 km/h	$2 \times t_2$	$(2 \times t_3) + t_4 + t_5$	10 min	90 min	10 min	$t_7 + t_9$	5 s	0,2 s	0–10 s
≤ 200 km/h (Fahrgast)			5 min	100 min	10 min				0–10 s
Güterwagen			5 min	220 min	10 min				0–5 s
städtischer Schienen- verkehr			2,5 min	50 min	5 min				0–5 s
Toleranzen ^b			± 1 min	± 1 min	± 1 min		± 0,1 s	± 0,1 s	± 0,1 s

Die grafische Darstellung in A.6 beschreibt in erster Linie den Zeitablauf, aber die Änderungsfrequenz und die Übergangspunkte brauchen nicht linear zu sein.

^a Der Wert für t_9 muss in der Prüfspezifikation festgelegt sein und bezieht sich auf die Anwendung.

^b Die Toleranz für die Geschwindigkeit des Prüfstands (in min^{-1}) beträgt: $\Delta n = \pm(25 + 0,01 \times n)$

A.7 Temperaturmerkmale

Tabelle A.2 — Temperaturmerkmale

Kriterium	Eigenschaft	Anforderung	
A	Höchsttemperatur des Wälzlagers in der Lastzone während jedes Prüflaufs	$\leq 90^\circ\text{C}$ Bei höchstens 1 % der Prüfläufe darf die Höchsttemperatur zwischen 90°C und 100°C liegen, mit Ausnahme der ersten 4 Prüfläufe.	
B	Höchsttemperatur in der Lastzone während jedes Prüflaufs	$\leq 70^\circ\text{C}$ Bei höchstens 1 % der Prüfläufe darf die Höchsttemperatur zwischen 70°C und 80°C liegen, mit Ausnahme der ersten 4 Prüfläufe.	
		$v_{\max} \leq 200 \text{ km/h}$	$v_{\max} > 200 \text{ km/h}$
C	Maximaler Temperaturunterschied zwischen den Temperatursensoren der Lastzone (Vergleiche zwischen den Sensoren der inneren und äußeren Lagerreihen sind nicht zulässig), gleichzeitig gemessen während jedes Prüflaufs in der Lastzone, wenn die Höchsttemperatur des heißesten Radsatzlagers in jeder Lastzone $\geq 50^\circ\text{C}$ beträgt.	$\leq 15^\circ\text{C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied 15°C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.	$\leq 20^\circ\text{C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied 20°C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.

Kriterium	Eigenschaft	Anforderung	
D	Maximaler Temperaturunterschied zwischen den beiden Radsatzlagern, gleichzeitig gemessen während jedes Prüflaufs in der Zielzone, wenn die höhere Temperatur in jeder Lastzone $\geq 50\text{ °C}$ beträgt.	$\leq 15\text{ °C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied 15 °C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.	$\leq 20\text{ °C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied 20 °C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.
E	Für jeden Temperatursensor der Lastzone während zwei aufeinanderfolgenden Prüfläufen in der Lastzone gemessene maximale Temperaturunterschied.	$\leq 15\text{ °C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied für jedes Radsatzlager 15 °C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.	$\leq 20\text{ °C}$ Bei höchstens 2 % der Prüfläufe darf der maximale Temperaturunterschied für jedes Radsatzlager 20 °C betragen, mit Ausnahme der 4 ersten Prüfläufe.

A.8 Mechanische und physikalisch-chemische Freigabekriterien

A.8.1 Mechanische Kriterien

Die folgenden Kriterien müssen nach dem Reinigen der Lager erfüllt werden:

Die Laufbahnen der Rollen und Ringe der Wälzlager dürfen keine sichtbaren und mit dem Fingernagel spürbaren Schäden wie Abschälung oder Anschmierungen aufweisen, wie in ISO 15243 festgelegt:

- Jede abgeblätterte Oberfläche (fehlende Stücke des Oberflächenmaterials), die sicht- oder mit einem Fingernagel, einer Kugelschreiberspitze oder einer Kontaktsonde spürbar ist, führt zu einer Zurückweisung.
- Kleine Kerben oder Riefen können durch Verunreinigung im Schmierfett entstehen, die bei der Analyse des Schmierfetts entdeckt werden. Es ist normal, dass manche dieser Riefen nach dem Betrieb des Lagers vorhanden sind, und darf als zulässig angesehen werden, wenn keine anderen Gründe der Zurückweisung vorliegen. Die Menge und die Verteilung identifizierter Stellen sollten zufälliger Natur sein.
- Ein Fleck, der schnell mit einem Scheuerschwamms (Scotch-Britetm oder ähnlich) entfernt werden kann, darf als zulässig erachtet werden, sofern kein anderer Grund für eine Zurückweisung besteht. Ein Fleck, der nicht schnell von einem Scheuerschwamm (Scotch-Britetm oder ähnlich) entfernt werden kann, vor allem am breiteren Ende der Rollen oder am Außendurchmesser der breiten Rippe, ist ein erstes Anzeichen eines überhitzten Lagers und Grund für eine Zurückweisung.
- Das breite Ende jeder Rolle muss glatt und poliert sein und darf keinen sichtbaren Verschleiß oder Riefen aufweisen, die mit dem Fingernagel fühlbar sind (oder einer Kugelschreiberspitze oder einer Kontaktsonde).

Käfige dürfen keinen Bruch oder sichtbare Risse aufweisen. Leichte Reibungsspuren (leichter Abrieb) sind aufgrund der Drehung der Wälzkörper normal. Verschleiß und Verformung hingegen sind nicht normal. Dieses Phänomen erkennt man, wenn Folgendes an den Bauteilen beobachtet werden kann:

- Strömen von Material;
- Verlust von Material;
- Grate.

Wenn bei Metall-Käfigen Anzeichen von Verschleiß oder Verformung vorhanden sind, der Gehalt an Eisen bzw. Kupfer sich jedoch innerhalb der Grenzwerte in Tabelle A.3 bewegt, dürfen die mechanischen Kriterien des Käfigs als zulässig betrachtet werden.