

DIN EN 12082-1



ICS 45.040

Entwurf

Einsprüche bis 2024-10-30
Vorgesehen mit
E DIN EN 12082-2:2024-10
als Ersatz für
DIN EN 12082:2021-09

**Bahnanwendungen –
Radsatzlager –
Teil 1: Prüfverfahren;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12082-1:2024**

Railway applications –
Axleboxes –
Part 1: Test procedures;
German and English version prEN 12082-1:2024

Applications ferroviaires –
Boîtes d'essieux –
Partie 1: Méthodes d'essai;
Version allemande et anglaise prEN 12082-1:2024

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-08-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 96 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Das Dokument prEN 12082-1:2024 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-02-04 UA „Radsatzlager“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12082:2021-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde aufgeteilt in EN 12082-1 zu Prüfverfahren und EN 12082-2 zum Inverkehrbringungsprozess;
- b) EN 12082-1 enthält Anforderungen an Prüfungen, auf die in EN 12082-2 als Teil des Inverkehrbringungsprozesses von Radsatzlagern verwiesen wird. Diese Prüfanforderungen beziehen sich im Schwerpunkt auf Prüfungsvorbereitung, Prüfungsdurchführung und Maßnahmen nach der Prüfung, einschließlich Prüfbericht. Die Adressaten für EN 12082-1 sind im Wesentlichen Prüfinstitute, die diese Prüfungen durchführen;
- c) Anforderungen an Prüfspezifikationen und Prüfberichte wurden überarbeitet und für jede Prüfung separat aufgeführt;
- d) Dichtheitsprüfungen werden nur mit der Wasserdichtheitsprüfung als ein Beispiel aufgeführt;
- e) geänderte Anforderungen an die Wasserdichtheitsprüfung in Hinsicht auf Prüfverfahren und Prüfbedingungen;
- f) Satteladapter als mögliche Gehäuseform zur Übersicht über gebräuchliche Ausführungen von Radsatzlagern hinzugefügt;
- g) Änderungen an der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand in Hinsicht auf nach der Prüfung erzielte Ergebnisse, Festlegung der Probenahmebereiche des Schmierfetts, des Prüfberichts und des Prüfverfahrens;
- h) Änderungen der Anforderungen an die Betriebserprobung in Hinsicht auf die Freigabekriterien.

September 2024

prEN 12082-1

Bahnanwendungen – Radsatzlager – Teil 1: Prüfverfahren

Railway applications – Axleboxes – Part 1: Test procedures

Applications ferroviaires – Boîtes d’essieux – Partie 1: Méthodes d’essai

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Dichtheitsprüfung	10
5.1 Wasserdichtheitsprüfung	10
5.2 Prüfspezifikationen	10
6 Leistungsprüfung auf dem Prüfstand	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Prüfspezifikationen	11
6.3 Verfahren	12
6.3.1 Prüfstand	12
6.3.2 Prüfparameter	13
6.4 Durchführung der Prüfung	14
6.4.1 Vorversuch	14
6.4.2 Leistungsprüfung	15
6.5 Freigabekriterien	15
6.5.1 Während der Prüfung erzielte Ergebnisse	15
6.5.2 Nach der Prüfung erzielte Ergebnisse	16
6.6 Prüfbericht	16
7 Betriebserprobung	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Prüfspezifikationen	17
7.3 Durchführung der Prüfung	18
7.4 Prüfparameter	18
7.5 Während und nach der Betriebserprobung zu erzielende Ergebnisse	19
7.6 Bericht über die Betriebserprobung	19
Anhang A (normativ) Leistungsprüfung auf dem Prüfstand	21
A.1 Schematische Beispiele von Prüfständen	21
A.2 Temperaturmessungen	23
A.3 Fettprobenbereiche	24
A.4 Definition der Kräfte	25
A.5 Definition der Prüfzyklen	25
A.5.1 Geschwindigkeitsklassen und kumulative Abstände zur Prüfung	25
A.5.2 Bedingungen für sequentielle Prüfungen	26
A.5.3 Besondere Bedingungen für ähnliche Wälzlager, Schmierfette oder Lagergehäuse	26
A.6 Graphische Darstellung der Prüfzyklen	27
A.7 Temperaturmerkmale	28
A.8 Mechanische und physikalisch-chemische Freigabekriterien	29
A.8.1 Mechanische Kriterien	29
A.8.2 Physikalisch-chemische Kriterien	30
Anhang B (informativ) Sequentielle Leistungsprüfungen	32
B.1 Allgemeines	32
B.2 Beispiel für einen Hochgeschwindigkeitszug	32
B.3 Beispiel für einen Personenzug	34
B.4 Beispiel für einen Güterzug	35
B.5 Beispiel für einen Personenzug (der auch im städtischen Schienenverkehr verwendet wird)	36
Anhang C (informativ) Wasserdichtheitsprüfung	39

C.1	Allgemeines	39
C.2	Prüfbedingungen	39
C.3	Prüfverfahren	40
C.4	Annahme-/Rückweisungskriterium	40
C.5	Prüfbericht	40
C.6	Schematische Darstellung	42
C.6.1	Klassische Anwendung	42
C.6.2	Anwendung bei dynamischen Dichtungen auf beiden Seiten des Radsatzlagers	43
Anhang D (informativ) Temperaturbewertungsbeispiele		44
D.1	Allgemeines	44
D.2	Benennung	44
D.3	Kriterium A	44
D.4	Kriterium B	45
D.5	Kriterium C	45
D.6	Kriterium D	46
D.7	Kriterium E1	46
D.8	Kriterium E2	46
Literaturhinweise		47

Bilder

Bild A.1	— Schematisches Beispiel eines Prüfstands mit Gebläsen	21
Bild A.2	— Schematisches Beispiel eines Prüfstands mit geschlossener Luftkühlung	22
Bild A.3	— Temperaturmessstellen	23
Bild A.4	— Fettprobenbereiche (Beispiel eines Radsatzlagers mit einer Kegelrollenlagereinheit)	24
Bild A.5	— Graphische Darstellung der Prüfzyklen	27
Bild B.1	— Schematisches Beispiel eines Vorversuchs und einer sequentiellen Leistungsprüfung für Hochgeschwindigkeitszüge	33
Bild B.2	— Schematisches Beispiel eines Vorversuchs und einer sequentiellen Leistungsprüfung für Personenzüge	35
Bild B.3	— Schematisches Beispiel eines Vorversuchs und einer sequentiellen Leistungsprüfung für Güterzüge	36
Bild B.4	— Schematisches Beispiel eines Vorversuchs und einer sequentiellen Leistungsprüfung für Personenzüge, die auch im städtischen Schienenverkehr verwendet werden	38
Bild C.1	— Wasserdichtheitsprüfung — schematische Darstellung	42
Bild C.2	— Wasserdichtheitsprüfung — schematische Darstellung	43
Bild D.1	— Vereinfachtes Beispiel Kriterium A	44
Bild D.2	— Vereinfachtes Beispiel Kriterium B	45
Bild D.3	— Vereinfachtes Beispiel Kriterium C	45
Bild D.4	— Vereinfachtes Beispiel Kriterium D	46
Bild D.5	— Vereinfachtes Beispiel Kriterium E1	46

Tabellen

Tabelle 1	— Symbole	9
Tabelle 2	— Abkürzungen	10
Tabelle A.1	— Zyklusdauer für Diagramme A.6	28
Tabelle A.2	— Temperaturmerkmale	28
Tabelle A.3	— Physikalisch-chemische Kriterien	30
Tabelle A.4	— Verfahren für die Bestimmung von Eisen- und Kupfergehalt	31
Tabelle D.1	— Symbole	44

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12082-1:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12082:2017+A1:2021 ersetzen.

EN 12082-1 beinhaltet die folgenden wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 12082:2017+A1:2021:

- das Dokument wurde aufgeteilt in EN 12082-1 zu Prüfverfahren und EN 12082-2 zum Inverkehrbringungsprozess;
- EN 12082-1 enthält Anforderungen an Prüfungen, auf die in EN 12082-2 als Teil des Inverkehrbringungsprozesses von Radsatzlagern verwiesen wird. Diese Prüfanforderungen beziehen sich im Schwerpunkt auf Prüfungsvorbereitung, Prüfungsdurchführung und Maßnahmen nach der Prüfung, einschließlich Prüfbericht. Die Adressaten für EN 12082-1 sind im Wesentlichen Prüfinstitute, die diese Prüfungen durchführen;
- Anforderungen an Prüfspezifikationen und Prüfberichte wurden überarbeitet und für jede Prüfung separat aufgeführt;
- Dichtheitsprüfungen werden nur mit der Wasserdichtheitsprüfung als ein Beispiel aufgeführt;
- geänderte Anforderungen an die Wasserdichtheitsprüfung in Hinsicht auf Prüfverfahren und Prüfbedingungen;
- Satteladapter als mögliche Gehäuseform zur Übersicht über gebräuchliche Ausführungen von Radsatzlagern hinzugefügt;
- Änderungen an der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand in Hinsicht auf nach der Prüfung erzielte Ergebnisse, Festlegung der Probennahmebereiche des Schmierfetts, des Prüfberichts und des Prüfverfahrens;
- Änderungen der Anforderungen an die Betriebserprobung in Hinsicht auf die Freigabekriterien.

Diese Reihe Europäischer Normen, *Bahnanwendungen — Radsatzlager*, besteht aus:

- EN 12080, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Wälzlager*
- EN 12081, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Schmierfette*
- EN 12082-1, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Prüfverfahren*
- EN 12082-2, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Inverkehrbringungsprozess*

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

Einleitung

Dieses Dokument wurde mit der Absicht geschaffen, die Komponentenintegration und die Leistungsprüfung von Radsatzlagern für Schienenfahrzeuge zu normen, um die Einsatzfähigkeit im Betrieb sicherzustellen, d. h., dass die aus Lagergehäuse, Wälzlager(n), Dichtung(en) und Schmierfett bestehende Baugruppe den Einsatzanforderungen voll entspricht.

Die Leistungsprüfung von Radsatzlagern umfasst zwei Abschnitte, eine „Leistungsprüfung auf dem Prüfstand“, deren Einzelheiten in diesem Dokument beschrieben sind, und eine „Betriebserprobung“. Der Umfang dieser Prüfungen entscheidet sich nach der Neukonstruktion der Wälzlager, der Dichtung, der Schmierfettformulierung und/oder des Lagergehäuses, wie auch nach der Anwendung.

Der zweite Teil dieser Europäischen Norm umfasst Anforderungen an die Inverkehrbringung in Hinsicht auf die Auslegungsparameter des Radsatzlagers und seiner Bauteile. Dieser spezielle Teil der Norm wird eingeführt, um die CEN-Regelungen hinsichtlich Konformitätsbewertung zu erfüllen, und besteht hauptsächlich aus Abschnitten und Anforderungen, die zuvor Teil von EN 12080 und EN 12081 waren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Grundlagen und Verfahren für die Prüfung des Leistungsvermögens auf dem Prüfstand der Baugruppe Radsatzlager, bestehend aus Wälzlager(n), Lagergehäuse, Dichtung(en) und Schmierfett, fest, die für den zuverlässigen Betrieb von Zügen auf den europäischen Schienennetzen erforderlich sind. Sie behandelt eine Leistungsprüfung auf dem Prüfstand, eine Wasserdichtheitsprüfung und die Grundlagen für eine Betriebserprobung. Für Fahrzeuge im Betrieb auf Vollbahnen sind die Prüfbedingungen und Mindestleistungsanforderungen spezifiziert. Für Fahrzeuge im Betrieb auf anderen Schienennetzen dürfen davon abweichende Prüfbedingungen und Leistungsanforderungen gewählt werden (z. B. städtische Schienenbahnen). Dieses Dokument wurde ursprünglich für Außenlagerungen mit rotierenden Innenringen entwickelt, kann jedoch auch für Fahrzeuge mit Innenlageranordnungen verwendet werden.

Sie enthält mögliche Beispiele, in denen eine sequentielle Leistungsprüfung auf dem Prüfstand die breite Vielfalt von verschiedenen Betriebsbedingungen innerhalb einer spezifischen Anwendung oder einer Fahrzeugplattform berücksichtigt.

Sie beschreibt die Verträglichkeitsprüfungen von Bauteilen für ihren Einbau in die Radsatzlager-Baugruppe.

Unter Berücksichtigung der Auslegungsanforderungen an Wälzlager nach EN 12080 und Schmierfett nach EN 12081 beschreibt sie die Anforderungen für die Inverkehrbringung des entsprechenden Bauteils oder der entsprechenden Baugruppe.

Dieses Dokument gilt nur für Radsatzlager, die mit Wälzlagern und Schmierfetten nach EN 12080 und EN 12081 ausgestattet sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ASTM D7303:2012, *Standard Test Method for Determination of Metals in Lubricating Greases by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*

DIN 51460-1:2007, *Prüfung von Mineralölerzeugnissen — Verfahren zur Probenvorbereitung — Teil 1: Mikrowellenunterstützter Druckaufschluss*

DIN 51829:2013, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung von Additiv- und Abriebelementen in Schmierfetten — Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenz-Analyse*

prEN 12081:2024¹, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Schmierfette*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

EN ISO 11885, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES) (ISO 11885:2007)*

ISO 15243:2017, *Rolling bearings — Damage and failures — Terms, characteristics and causes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

¹ Derzeit in Überarbeitung

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

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

3.1

Radsatzlager

Baugruppe, die aus den folgenden Hauptbauteilen besteht: Wälzlager, Schmierfett, Dichtung(en) und Lagergehäuse

Anmerkung 1 zum Begriff: 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.

3.2

Lagergehäuse

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

3.3

Ovalität

Veränderung (bleibende Verformung) der Bohrungsform eines Lagergehäuses, welches leicht oval wird

3.4

Wälzlager

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

3.5

Lagereinheit

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

3.6

Schmierfett

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

3.7

Dichtung

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

3.8

Rollensatz

Baugruppe bestehend aus Käfig und Rollen

3.9

innengelagert

<Radsatzlager mit mehr als einer Lagerreihe> Lagerreihe, die näher zur Mitte des Radsatzes oder zum Prüfstand liegt

3.10

innengelagert

<Fahrzeug oder Anwendung> Konfiguration mit Radsatzlagern, die zwischen den Rädern eines Radsatzes liegen

3.11

außengelagert

<Radsatzlager mit mehr als einer Lagerreihe> Lagerreihe, die neben der innenliegenden Lagerreihe auf der Außenseite liegt

3.12

außengelagert

<Fahrzeug oder Anwendung> Konfiguration mit Radsatzlagern, die am Wellenende außerhalb der Räder eines Radsatzes liegen

3.13

maximale Prüfgeschwindigkeit

$v_{\max}$

höchstzulässige Betriebsgeschwindigkeit für den Normalbetrieb (in km/h), für die das Fahrzeug zugelassen sein muss

3.14

nominale Prüfdrehzahl

n_{test}

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

3.15

Zielbereich

festgelegter Bereich an der Unterseite einer Radsatzlagerung, der so konstruiert ist, dass die Temperatur durch eine Heißläuferortungsanlage (HOA) überwacht werden kann

3.16

Vollbahn

Schienennetz, zugelassen für verschiedene Fahrzeugtypen

3.17

städtische Schienenbahnen

öffentliche Verkehrssysteme, die dauerhaft durch mindestens eine Schiene geführt werden, für die Personenbeförderung im örtlichen Verkehr, Stadt- und Vorortverkehr durch Fahrzeuge mit eigenem Antrieb vorgesehen sind und entweder getrennt von oder zusammen mit dem allgemeinen Straßen- und Fußgängerverkehr betrieben werden

[QUELLE: CEN-CENELEC Guide 26]

3.18

Schienennetz

Betriebsanlagen, auf denen jedes Eisenbahnunternehmen Fahrzeuge betreiben kann

3.19

Inverkehrbringungsprozess

methodisches Verfahren, um ein Radsatzlager oder eine Änderung an einem Radsatzlager in den Fahrzeugbetrieb einzuführen

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Abkürzungen in Tabelle 1 und Tabelle 2.

Tabelle 1 — Symbole

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	N	Kraft
F_0	N	vertikale Referenzkraft 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	Erdbeschleunigung (9,81 m/s ²)
j	—	Anzahl der Radsätze je Fahrzeug
m_2	kg	Masse des Radsatzes und Massen auf dem Radsatz zwischen den Laufkreisen wie Brems scheiben usw.
m_{max}	kg	Auslegungsmasse des Fahrzeugs nach EN 15663
n	min ⁻¹	Prüfdrehzahl, die v entspricht
n_{test}	min ⁻¹	(siehe 3.14, Begriff „nominale Prüfdrehzahl“)
N_{trips}	—	geschätzte Anzahl der für die Erfüllung der Leistungsprüfung erforderlichen Prüfläufe (basierend auf der Nenngeschwindigkeit)
N_{trips_adj}	—	angepasster Wert von N_{trips} zur Berücksichtigung von Geschwindigkeitsschwankungen
t_1	s	Zeit eines Prüfzyklus (siehe A.6)
t_2	s	Zeit eines Prüflaufs
t_3	s	Hochlauf- und Abbremszeit von $n = 0 \rightarrow n = n_{test}$ oder $n = n_{test} \rightarrow n = 0$ während eines Prüflaufs
t_4	s	Dauer mit der Drehzahl n_{test} während eines Prüflaufs
t_5	s	Dauer des Halts ($n = 0$)
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) im Zeitraum t_6
t_8	s	Anlauf- und Auslaufzeit von $F_a = 0 \rightarrow F_a = F_{an}$ oder $F_a = F_{an} \rightarrow F_a = 0$ während eines halben Lastspiels der wechselnden axialen Prüfkraft
t_9	s	Zeit ohne axiale Prüfkraft

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Beschreibung
T_a	°C	Umgebungstemperatur (für diesen Wert kann ein fortlaufender Mittelwert verwendet werden. Wenn ein fortlaufender Mittelwert verwendet wird, muss die Dauer für den fortlaufenden Mittelwert begründet und dokumentiert werden)
T_{z20}	°C	gemessene Temperatur an der Stelle z und auf eine Temperatur umgerechnet, die einer Umgebungstemperatur von 20 °C entspricht
T_{zm}	°C	gemessene Temperatur an der Stelle z (Messstellen sind Lastzonen und Zielbereiche)
v	km/h	Fahrzeuggeschwindigkeit
$v_{\max}$	km/h	(siehe 3.13, Begriff „maximale Prüfgeschwindigkeit“)

Tabelle 2 — Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
HOA	Heißläuferortungsanlage
ICP	induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (en: inductively coupled plasma)
MEP	Lagerspiel im montierten Zustand (en: mounted end play)
XRF	Röntgenfluoreszenz-Analyse (en: x-ray fluorescence)

5 Dichtheitsprüfung

5.1 Wasserdichtheitsprüfung

Ein Beispiel für eine Wasserdichtheitsprüfung ist in Anhang C enthalten.

5.2 Prüfspezifikationen

Die Prüfspezifikation muss alle Informationen enthalten, die die Prüfparameter und die Freigabekriterien beschreiben.

Folgende Anforderungen müssen mindestens vollständig dokumentiert und in der Prüfspezifikation angegeben werden:

- Liste der Empfänger des Berichts;
- Qualitätsmanagementsystem Akkreditierung und ihr Anwendungsbereich;
- Schnittstellen-Zeichnung mit Angaben zu Montagebedingungen aller Bauteile in Betrieb;
- Produktionsbedingungen der Wälzlager (Serienfertigung, Prototypen);
- Spezifikation der Prüfparameter nach C.3.

6 Leistungsprüfung auf dem Prüfstand

6.1 Allgemeines

Der Zweck der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand ist der Nachweis einer zufriedenstellenden Konstruktion und der sicheren Funktionsweise der Hauptbauteile eines Radsatzlagers über eine simulierte Fahrstrecke.

Die Leistungsprüfung auf dem Prüfstand und die vorgeschriebene Analyse des Schmierfetts müssen von einem kompetenten Prüflaboratorium durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die Kompetenz eines Prüflaboratoriums wird üblicherweise durch die Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 nachgewiesen.

Die Prüfung besteht darin, ein Paar für Betriebsbedingungen zusammengestellte Radsatzlager auf den Wellenschenkeln des Prüfstands zu befestigen und diese einer oder mehreren Sequenzen mit wiederholten Lastzyklen entsprechend der Prüfspezifikation zu unterziehen (basierend auf den Betriebsbedingungen der Fahrzeuge, die mit diesen Radsatzlagern ausgerüstet werden, falls verfügbar).

Die Lager müssen so montiert werden, dass die höchstmögliche Abweichung des Lagerspiels durch die gewählten Lager und die verfügbare Ausrüstung erreicht wird. Das Lagerspiel (MEP) muss nach der Lagerspezifikation vom Laborkunden unter der Berücksichtigung des Durchmessers des Wellenschenkels, des Bohrungsdurchmessers des Lagers, der inneren und äußeren Laufbahnwinkel (an den Wälzkörperkontaktstellen), der mittleren Innen- und Außenlaufbahndurchmesser und der gemessenen Lagerluft des unmontierten Lagers berechnet werden.

Das Lagerspiel muss vor und nach der Leistungsprüfung gemessen werden (Axialspiel bei Kegelrollenlagern und Radialspiel bei Zylinder- oder Pendelrollenlagern).

Falls (ein) identische(s) Wälzlager, Dichtung(en) und Schmierfett bereits erfolgreich geprüft worden ist/sind, enthält A.8.2 Leitlinien für Bedingungen, unter denen eine bereits bestandene Prüfung für die vorgesehene Anwendung zugelassen werden kann.

Während der Prüfung (während einer Sequenz) werden die Radsatzlager konstanten Radial- und wechselnden Axialkräften ausgesetzt.

Vor dieser Leistungsprüfung muss ein Vorversuch durchgeführt werden. Dies ist kein Teil der bewerteten Freigabepfung der zu prüfenden Lager oder Schmierfette, hat jedoch den Zweck, das thermische Verhalten der Lager während der Fettverteilung in 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 muss das Verhalten der Radsatzlager durch Temperaturmessungen überwacht werden, wobei die Werte sowohl absolut als auch in der Differenz innerhalb bestimmter Grenzen bleiben müssen. Nach Abschluss der Prüfung müssen die Wälzlager und das Schmierfett untersucht werden und dürfen sich nicht über die zulässigen Grenzen hinaus verändert haben.

6.2 Prüfspezifikationen

Die Prüfspezifikation muss alle Informationen enthalten, die die Prüfparameter und die Freigabekriterien beschreiben.

Folgende Anforderungen müssen mindestens vollständig dokumentiert und in der Prüfspezifikation angegeben werden:

- Liste der Empfänger des Berichts;
- Qualitätsmanagementsystemzulassung und ihr Anwendungsbereich;

E DIN EN 12082-1:2024-10
prEN 12082-1:2024 (D)

- Schnittstellen-Zeichnung mit Angaben zu Montagebedingungen aller Bauteile in Betrieb;
- Hauptabmessungen und Schnittstellen-Toleranzen des/der Wälzlager(s);
- Anforderungen an das Lagerspiel MEP;
- Produktionsbedingungen der Wälzlager (Serienfertigung, Prototypen);
- Schmierfett (nach EN 12081): Bezeichnung, Mengenangabe und Verteilung, Angabe der Schmierfettcharge und Herstellungsdatum;
- Spezifikation der Prüfparameter nach 7.2.2;
- Abweichungen von den Prüfparametern in A.4 und A.6;
- erforderliche Gesamtfahrstrecke in der Prüfung;
- Abweichungen vom Prüfbericht nach 7.5;
- mögliche Extrapolation der physikalisch-chemischen Kriterien nach A.8.2;
- Fahrzeugart (siehe Tabelle A.1).

6.3 Verfahren

6.3.1 Prüfstand

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

Der Prüfstand muss mindestens aus Folgendem bestehen:

- a) einer Welle oder zwei synchronisierten Wellen, auf deren Schenkeln 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 $F_r = F_{rn}$ ausgesetzt wird;
- e) einer Messvorrichtung zur Überwachung dieser radialen Prüfkraft F_r ;
- f) einer Vorrichtung, mit der jedes Radsatzlager einer wechselnden Axialkraft F_a ausgesetzt wird;
- g) einer Messvorrichtung zur Überwachung dieser wechselnden axialen Prüfkraft F_a ;
- h) einer Belüftung, um die Abkühlung im Betrieb zu simulieren;
- i) Sensoren, die Temperaturmessungen zulassen:
 - 1) durch einen Sensor in der Lastzone jeder Wälzlagerreihe, mittig über den Lagerreihen ausgerichtet und den Außenring berührend, wie in Bild A.3 für typische Positionen dargestellt (für ein Radsatzlager mit zwei Wälzlagern);

- 2) in dem Zielbereich der Heißläuferortungsanlagen (HOA) mittels eines Sensors, der direkten Kontakt mit der Gehäuseoberfläche hat, wie in Bild A.3 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 Strom der Umgebungsluft, der auf jedes Radsatzlager gerichtet ist, gemessen an der Auslassöffnung der Kühlungsgebläse (siehe Bild A.1). Bei kanalgeführten Luftströmen sind die Sensoren für jedes Radsatzlager entsprechend im Luftstrom stromaufwärts zu positionieren (siehe Bild A.2).

Beispiele für Prüfstände werden in A.1 skizziert.

6.3.2 Prüfparameter

6.3.2.1 Allgemeines

Die Prüfparameter müssen auf Grundlage der Betriebsbedingungen der mit den Radsatzlagern auszurüsten- den Fahrzeuge festgelegt und nach Abschnitt 5 in der Prüfspezifikation dokumentiert werden. Die folgenden Informationen sind vor der Prüfung erforderlich, vereinbart und in der Testspezifikation dokumentiert und werden im Prüfbericht dargestellt:

- a) die Auslegungsmasse nach EN 15663 $m_{\max}$, (in kg), ist:
 - 1) die „Auslegungsmasse unter normaler Nutzlast“ (siehe EN 15663) bei Personenfahrzeugen (einschließlich Hochgeschwindigkeitszügen) oder Güterfahrzeugen;
 - 2) die „Auslegungsmasse des betriebsbereiten Fahrzeugs“ bei Lokomotiven. Lokomotiven werden als Personenfahrzeuge ohne Nutzlast behandelt;
- b) die Masse, die nicht von den Lagern getragen wird, m_2 (Masse des Radsatzes und Massen am Radsatz zwischen Laufkreisen wie Bremsscheiben usw.), in kg;
- c) die Zeit ohne axiale Prüfkraft t_0 , in s;
- d) der Raddurchmesser neu $d_{\max}$ und an der Abnutzungsgrenze $d_{\min}$, in m;
- e) die maximale Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$, in km/h;
- f) das Verfahren des Vorversuchs;
- g) die erforderliche Gesamtfahrstrecke, in km.

Wenn nicht nach A.4 berechnet, müssen die Prüfkraften F_{an} und F_{rn} (in N) in der Prüfspezifikation festgelegt werden.

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

6.3.2.2 Prüfdrehzahl

Die während der Prüfung überwiegend beizubehaltende maximale Drehzahl n_{test} (in min^{-1}) entspricht der eines Radsatzes, wenn die Räder zur Hälfte abgenutzt sind, wobei die Drehzahl von der maximalen Betriebsgeschwindigkeit $v_{\max}$ abgeleitet und um einen Sicherheitszuschlag von 10 % erhöht ist.

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

Dabei ist

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

Die Toleranzen sind in A.6 festgelegt.

Da die Geschwindigkeit innerhalb der in A.6 definierten Toleranzen schwanken kann, muss die Anzahl der Prüfläufe N_{trips} auf $N_{\text{trips_adj}}$ angepasst werden, um die Annahmekriterien in A.7 zu bewerten.

6.3.2.3 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 längs der Achse der Radsatzwelle ausgerichtet werden.

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

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

6.3.2.4 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 muss angehalten werden, wenn die Geschwindigkeit null beträgt.

6.4 Durchführung der Prüfung

6.4.1 Vorversuch

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

Verfahren zur Durchführung eines Vorversuchs sind in der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 anzugeben.

Falls in der Prüfspezifikation nichts anderes vorgeschlagen wird, ist in 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 nominalen Prüfdrehzahl. Die Axialkraft wird wie vereinbart aufgebracht, z. B. 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der Nennaxialkraft F_{an} . Die radiale Prüfkraft wird auf ihrem Nennwert F_{rn} gehalten. Jeder Prüflauf besteht aus Hochlauf, gleichbleibender Drehzahl, Abbremsen und Halt.

Es wird empfohlen, dass der Vorversuch als beendet gilt, wenn bei 100 % der Nenndrehzahl, alle Lagertemperaturen sich über eine Dauer von mindestens 2 h in einem Bereich von 5 °C und in jeder Drehrichtung stabilisiert haben.

Die Gesamtlaufzeit des Vorversuchs darf 250 h nicht überschreiten.

Die während des Vorversuches erreichten Prüfläufe unterliegen keiner der in 7.4 beschriebenen Annahmekriterien.

6.4.2 Leistungsprüfung

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

Die Gesamtfahrstrecke (in Kilometer) sowie auch die Dauer der nominalen Prüfdrehzahl 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 mehrere Klassen der Betriebsgeschwindigkeit und Fahrzeugklassen vorgesehen.

Als alternatives Verfahren darf die Gesamtfahrstrecke der Leistungsprüfung auf dem Prüfstand in Sequenzen unter Verwendung verschiedener betrieblicher Eingabeparameter aufgeteilt werden. Beispielhafte sequentielle Leistungsprüfungen sind in Anhang B dargestellt.

Im Fall einer Unterbrechung der Leistungsprüfung, die nicht durch die Leistungsfähigkeit der geprüften Wälzlager verursacht wird, muss das folgende Verfahren angewendet werden:

- bei einer Unterbrechungsdauer von weniger oder gleich einer Stunde: Der unvollendete Prüflauf oder der Zyklus (abhängig von der Prüfstandeinstellung) darf nicht nach Tabelle A.2 ausgewertet werden. Die Gesamtfahrstrecke der Prüfung muss um diese unberücksichtigten Prüfläufe oder diesen unberücksichtigten Zyklus erhöht werden;
- bei einer Unterbrechungsdauer von mehr als einer Stunde: Der unvollendete Prüflauf oder der Zyklus und die zwei dem Wiederanlauf des Prüfstands folgenden Fahrten dürfen nicht ausgewertet werden. Die Gesamtfahrstrecke der Prüfung muss um diese unberücksichtigten Prüfläufe erhöht werden.

Diese Regeln müssen nach jeder einzelnen Unterbrechung angewendet werden. Falls die Anzahl der Unterbrechungen $(5 + 0,03 \times N_{\text{trips_adj}})$ überschreitet, muss die Leistungsprüfung als nicht bestanden angesehen werden.

6.5 Freigabekriterien

6.5.1 Während der Prüfung erzielte Ergebnisse

Während der Prüfung müssen die Temperaturen in jedem Prüflauf in den Lastzonen und in den Zielbereichen beider Radsatzlager durchgehend gemessen werden. Die gemessenen Temperaturen müssen mit Hilfe der folgenden Gleichung auf eine Umgebungstemperatur von 20 °C umgerechnet werden:

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

Dabei ist

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).

Diese Berechnung muss zur Bewertung aller Kriterien in Tabelle A.2 angewendet werden, außer wenn über die Prüfdauer eine klimatisierte Windströmung mit (20 ± 2) °C zum Kühlen der Radsatzlager verwendet wird.

Die Prüfung auf dem Prüfstand darf nicht durchgeführt werden, wenn die Umgebungstemperatur nicht zwischen 10 °C und 40 °C liegt.

Für jeden Temperatursensor 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 Abtastzeitraum von 100 s oder weniger empfohlen).

E DIN EN 12082-1:2024-10
prEN 12082-1:2024 (D)

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 der Unterschied der Höchsttemperaturen an identischen Messstellen in den Lastzonen angegeben und nach Kriterium E in Tabelle A.2 bewertet werden.

Die einzuhaltenden Grenzwerte und die zu tolerierende Anzahl an Überschreitungen sind in Tabelle A.2 angegeben.

Die ersten 4 Prüfläufe der Leistungsprüfung (oder jede Sequenz bei sequentiellen Prüfungen) dürfen nicht nach Tabelle A.2 bewertet werden. Sie werden jedoch weiterhin als erreichte Gesamtfahrstrecke gezählt.

6.5.2 Nach der Prüfung erzielte Ergebnisse

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

Lagereinheiten müssen zu Informationszwecken vor und nach der Prüfung gewogen werden. Für die Messung nach der Prüfung müssen alle Außenflächen der Lagereinheit gereinigt werden.

6.6 Prüfbericht

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

- Bezeichnung und Herkunft der einzelnen Komponenten der geprüften Radsatzlager;
- Produktionsbedingungen der Wälzlager (Serienfertigung, Prototypen) und die Art ihrer Auswahl für die Prüfung (Beispiel: zufällig, aus einer Losfertigung, im Beisein von Repräsentanten der Firma XXX);
- die prüfende Gesellschaft, Ort, verantwortliches Personal für Durchführung und Berichtserstellung, Beschreibung des Prüfstands (Messausrüstung, Sensoren und ihre Positionen, Datenerfassungsrate usw.);
- Verweisung auf eine Qualitätsmanagement Akkreditierung;
- die Prüfparameter nach der Prüfspezifikation;
- Verweisung, Index und Erscheinungsdatum der Prüfspezifikation;
- die Montageparameter für die Lager nach 7.1;
- der Zeitablauf, die Laufleistung und die abschließend beobachteten stabilisierten Temperaturen im Vorversuch;
- die während und nach der Prüfung erzielten Ergebnisse, die eine Bewertung nach den Kriterien in 7.4, A.7 und A.8 ermöglichen;
- eine Erklärung, dass die Prüfung nach EN 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 7.3.2;
- für jeden Temperatursensor und unter Berücksichtigung aller ausgewerteten (siehe 7.3.2 und 7.4.1) Prüfläufe der Leistungsprüfung (oder für jede Sequenz bei sequentiellen Prüfungen) müssen der Mittelwert

und die Standardabweichung der Höchsttemperaturwerte (von jedem Prüflauf) berechnet werden. Werte des Vorversuches dürfen nicht berücksichtigt werden;

- Bezeichnung, Eigenschaften des Schmierfetts (einschließlich Angabe der Schmierfettcharge und des Herstellungsdatums), die in jedem Radsatzlager verwendete Menge und bei Lagereinheiten: der Schmierfettverlust;
- eine Skizze oder Zeichnung des Radsatzlagers, in der alle Prüfkräfte mit Wirkflächen und Wirkrichtungen eingetragen sind;
- eine Einbauskizze des geprüften Radsatzlagers einschließlich Änderungen, um dessen Montage auf dem Prüfstand zu ermöglichen;
- Richtungen des Luftstroms; Luftgeschwindigkeiten und Querschnittsfläche (in m²) jedes Kühlsystems der Radsatzlager;
- Messunsicherheiten der Ergebnisse (Temperaturen und Ergebnisse der Analyse des Schmierfetts).

7 Betriebserprobung

7.1 Allgemeines

Die Betriebserprobung muss zur Anpassung, Bestätigung und Festlegung der instandhaltungsbezogenen Anweisungen durchgeführt werden: d. h. Verfahren zum Nachfetten der Lager (wenn zutreffend), Instandhaltungsintervall, Diagnoseparameter (d. h. Temperatur und/oder Schwingungen und/oder Alarmpegel für Lärm, usw.).

Die Betriebserprobung ist eine Überwachung 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 der Betriebserprobung zu unterziehende Radsatzlager muss die Leistungsprüfung nach dieser Norm bestanden haben.

Es kann auf die Ergebnisse von bestehenden Betriebserprobungen im Hinblick auf die in A.8.2 beschriebenen Vorbedingungen verwiesen werden.

7.2 Prüfspezifikationen

Die Prüfspezifikation muss alle Informationen enthalten, die die Prüfparameter und die Freigabekriterien beschreiben.

Folgende Anforderungen müssen mindestens vollständig dokumentiert und in der Prüfspezifikation angegeben werden:

- Liste der Empfänger des Prüfberichts;
- Verweisung auf den Prüfbericht der Leistungsprüfung oder der betriebsbewährten Konstruktionsanwendung;
- Spezifikation der Prüfparameter nach 8.3;
- erforderliche Gesamtfahrstrecke der Betriebserprobung;
- festgelegte Jahreslaufleistung beim vorgesehenen Betrieb;

E DIN EN 12082-1:2024-10
prEN 12082-1:2024 (D)

- Mindestanzahl der zu überwachenden Radsatzlager;
- Dauer (hinsichtlich Zeit oder Laufleistung) jeder Zwischenprüfung;
- Umfang der Überwachung und der Inspektionen;
- Werte für Eisen- und Kupfergehalt, falls eine Analyse des Schmierfetts festgelegt ist, andernfalls nur zu Informationszwecken.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die zu prüfenden Radsatzlager müssen, wenn möglich, in Fahrzeugen mit hoher Jahreslaufleistung bei einer für diese Fahrzeugbauart maximal zulässigen Geschwindigkeit und mit höchstmöglichen Radsatzlasten eingesetzt werden.

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 Treib- und Laufradsätzen müssen beide Arten von Radsätze durch diese Anzahl an zu überwachenden Radsätzen nach ihrem Anteil im Fahrzeug enthalten sein.

Die Laufleistung muss mindestens das Doppelte der festgelegten Jahreslaufleistung des vorgesehenen Betriebs oder das maximale Instandhaltungsintervall andauern, je nachdem, was zuerst erreicht wird. Für Fahrzeuggeschwindigkeiten über 200 km/h kann die Mindestlaufleistung auf 1 000 000 km begrenzt werden.

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

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

Der Umfang der Zwischen- und Abnahmeprüfungen muss in der Prüfspezifikation, basierend auf verfügbaren Felddaten (z. B. Feldsensordaten), 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.

7.4 Prüfparameter

Die Prüfspezifikation nach Abschnitt 5 muss Folgendes festlegen:

- Mindeststrecke bei der Betriebserprobung;
- Intervall der Nachfettung und Schmierfettmenge, wenn vorhanden;
- Intervalle der Zwischenprüfungen, Probeentnahmeverfahren und Art der Inspektionen;
- Anzahl der Radsatzlager und Art der Radsätze (Treib- oder Laufradsatz);
- Fahrzeugeigenschaften (Radsatzlast, Höchstgeschwindigkeit usw.);
- Umfang der Zwischen- und Abnahmeprüfungen.

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

7.5 Während und nach der Betriebserprobung zu erzielende Ergebnisse

Die Hauptbauteile von Radsatzlagern müssen nach der Prüfspezifikation für die Betriebserprobung bewertet werden. Bei Prüfungen von Lagern müssen mindestens die in A.8.1 genannten Prüfungen durchgeführt und die Ergebnisse im Bericht über die Betriebserprobung festgehalten werden.

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

- Bezeichnung und Herkunft jedes Bauteils der geprüften Radsatzlager;
- detaillierte Angaben über die geprüften Radsatzlager (z. B. Seriennummer, Herstellungsdatum, Verweisung auf die Schmierfettcharge);
- Prüfparameter nach 8.3;
- prüfende Gesellschaft, Personal für Erstellung und Freigabe des Prüfberichtes;
- Beschreibung der Fahrstrecken, der Gleisbeschaffenheit und des Betriebsprofils;
- Berichte der Feldsensormessungen (schienengebunden und/oder fahrzeugseitig), sofern verfügbar;
- während und nach der Erprobung erzielte Ergebnisse, die eine Bewertung nach den Kriterien in A.8 ermöglichen;
- eine Bewertung, ob möglicherweise erkannte Mängel systematisch sind, in dem Sinne, dass sie den Wartungsplan infrage stellen;
- eine Erklärung, dass die Erprobung nach EN 12082 durchgeführt wurde, einschließlich der Prüfspezifikation nach Abschnitt 5, soweit diese der Betriebserprobung entsprechen;
- eine Bestätigung der instandhaltungsbezogenen Anweisungen.

7.6 Bericht über die Betriebserprobung

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

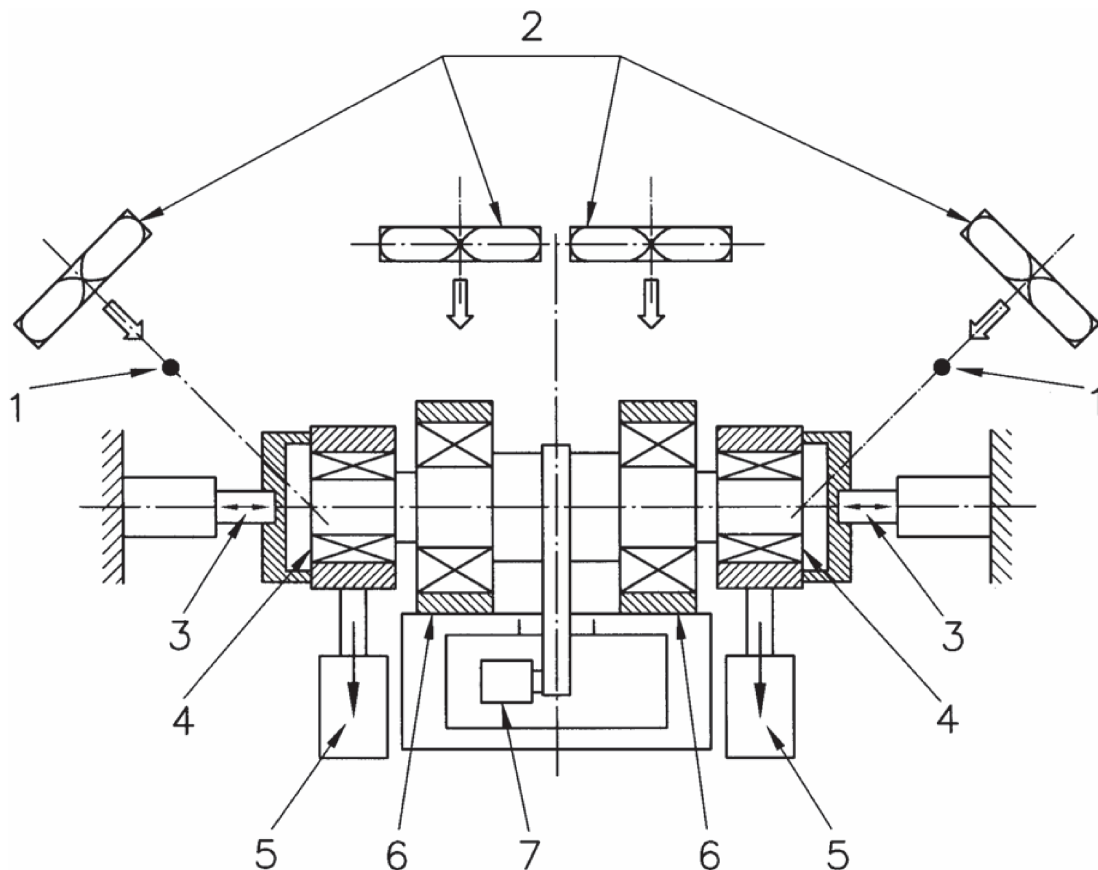
- Bezeichnung und Herkunft jedes Bauteils der geprüften Radsatzlager;
- detaillierte Angaben über die geprüften Radsatzlager (z. B. Seriennummer, Herstellungsdatum, Verweisung auf die Schmierfettcharge);
- Prüfparameter nach 7.4;
- prüfende Gesellschaft, Personal für Erstellung und Freigabe des Prüfberichtes;
- Beschreibung der Fahrstrecken, der Gleisbeschaffenheit und des Betriebsprofils;
- Berichte der Feldsensormessungen (schienengebunden und/oder fahrzeugseitig), sofern verfügbar;
- während und nach der Erprobung erzielte Ergebnisse, die eine Bewertung nach den Kriterien in A.8 ermöglichen;
- eine Bewertung, ob möglicherweise erkannte Mängel systematisch sind, in dem Sinne, dass sie den Wartungsplan infrage stellen;
- eine Erklärung, dass die Erprobung nach EN 12082 durchgeführt wurde, einschließlich der Prüfspezifikation nach Abschnitt 7.2, soweit diese der Betriebserprobung entsprechen;

— eine Bestätigung der instandhaltungsbezogenen Anweisungen.

Anhang A (normativ)

Leistungsprüfung auf dem Prüfstand

A.1 Schematische Beispiele von Prüfständen

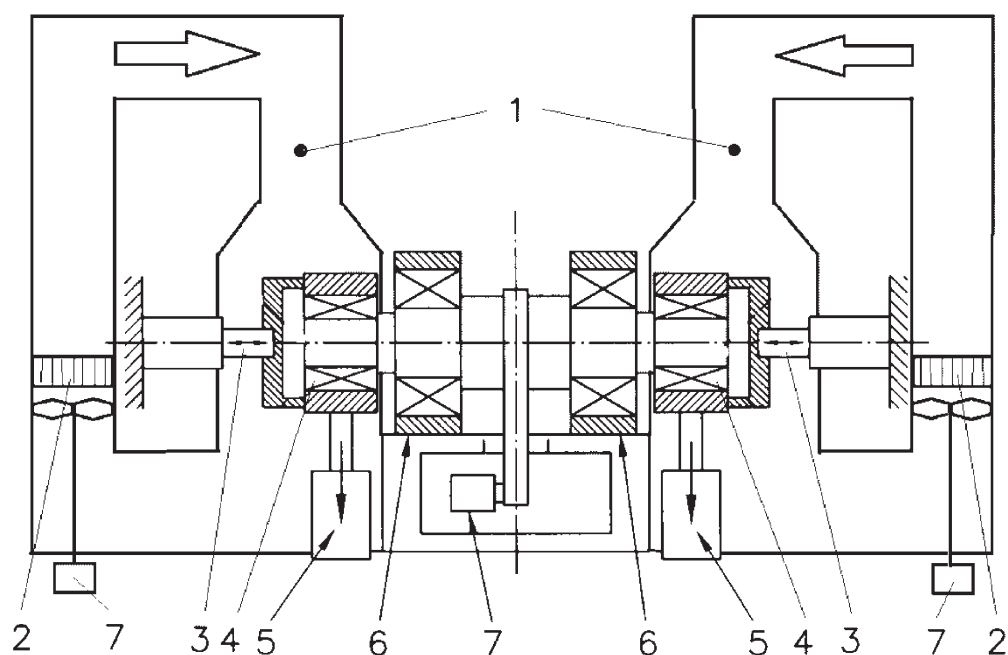


Legende

- 1 Temperatursensor (Umgebung)
- 2 Kühlungsgebläse
- 3 axiale Prüfkraft, Antriebselement und Sensor
- 4 Prüflager
- 5 radiale Prüfkraft, Antriebselement und Sensor
- 6 Traglager
- 7 Motor

ANMERKUNG Für Einzelheiten über Sensoranordnung am Radsatzlager siehe A.2.

Bild A.1 — Schematisches Beispiel eines Prüfstands mit Gebläsen



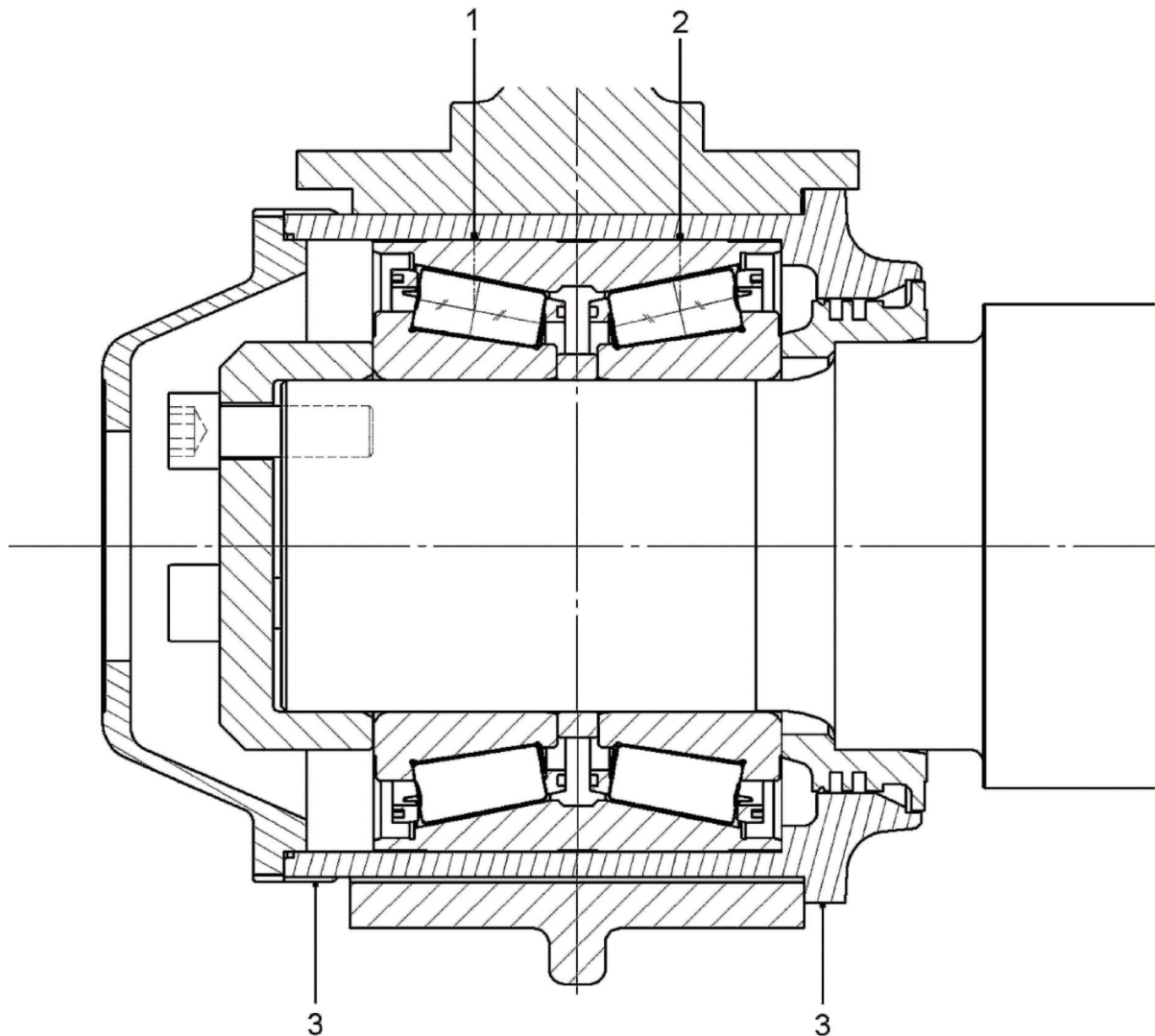
Legende

- 1 Temperatursensor (Umgebung) und Windgeschwindigkeitsmesser
- 2 Kühlungsanordnung im Luftkanal
- 3 axiale Prüfkraft, Antriebselement und Sensor
- 4 Prüflager
- 5 radiale Prüfkraft, Antriebselement und Sensor
- 6 Traglager
- 7 Motor

ANMERKUNG Für Einzelheiten über Sensoranordnung am Radsatzlager siehe A.2.

Bild A.2 — Schematisches Beispiel eines Prüfstands mit geschlossener Luftkühlung

A.2 Temperaturmessungen



Legende

1 im Lastbereich positionierter Temperatursensor (außenliegende Lagerreihe)

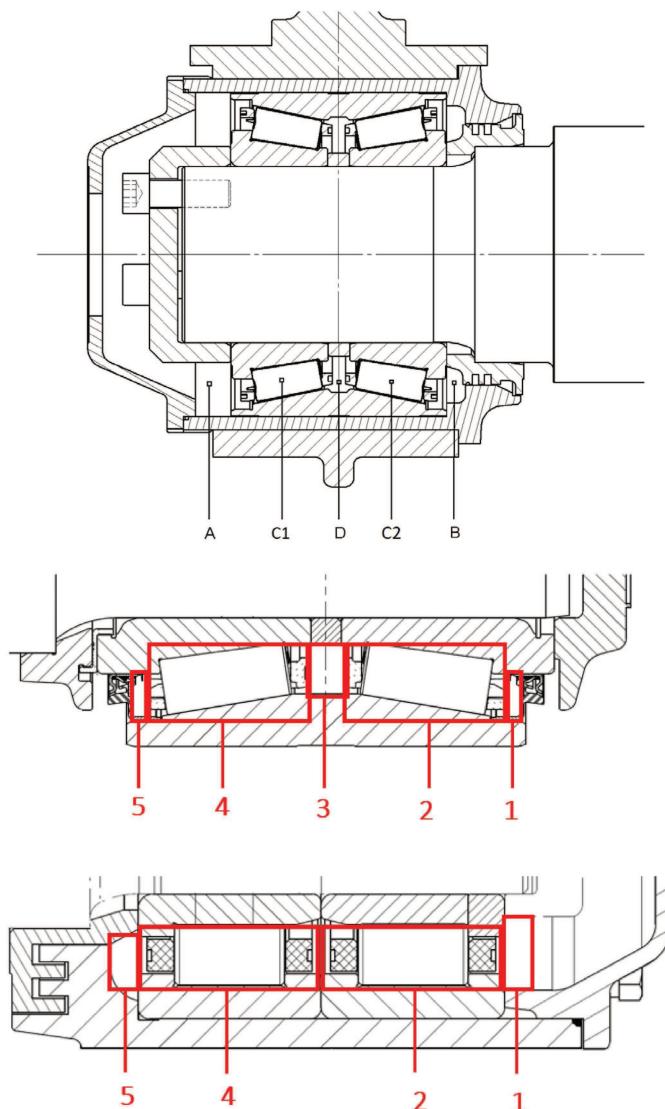
2 im Lastbereich positionierter Temperatursensor (innenliegende Lagerreihe)

3 im Zielbereich positionierter Temperatursensor (eine von zwei Positionen)

ANMERKUNG Die Position und die Abmessungen des Zielbereichs sind in EN 15437-1 festgelegt.

Bild A.3 — Temperaturmessstellen

A.3 Fettprobenbereiche



Legende

- 1 Druckkappenseite, Bereich zwischen den Rollen und der Dichtung (vorderer abgedichteter Bereich bei Lagereinheiten)
- 2 vorderer Laufbahnbereich
- 3 Bereich zwischen Rollensätzen
- 4 hinterer Laufbahnbereich
- 5 Labyrinthseite, Bereich zwischen den Rollen und der Dichtung (hinterer abgedichteter Bereich bei Lagereinheiten)

Bild A.4 — Fettprobenbereiche (Beispiel eines Radsatzlagers mit einer Kegelrollenlagereinheit)

Fettproben müssen aus allen 5 Bereichen entnommen werden. Jede Fettprobe muss gleichmäßig von allen Flächen innerhalb dieser Bereiche entnommen werden.

A.4 Definition der Kräfte

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

- vertikale Referenzkraft: F_0 , in N:

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

- radiale Nennprüfkraft: F_{rn} , in N:

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

- wechselnde axiale Prüfkraft, wie in 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:

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

Dabei ist

1,2 ist ein Sicherheitsbeiwert, der die vertikale Referenzlast um 20% erhöht;

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

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).

- 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 Zeit ohne Axialkraft beträgt ± 1 kN.

A.5 Definition der Prüfzyklen

A.5.1 Geschwindigkeitsklassen und kumulative Abstände zur Prüfung

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

Die Details sind in Tabelle A.1 festgelegt und in Bild A.5 visualisiert.

E DIN EN 12082-1:2024-10
prEN 12082-1:2024 (D)

Wenn das Fahrzeug verschiedene Betriebsarten abdeckt, muss die Gesamtfahrstrecke mindestens der Gesamtfahrstrecke der Betriebsart mit der höchsten Geschwindigkeit entsprechen (d. h. 400 000 km, 600 000 km oder 800 000 km). Jede Prüfsequenz muss nach Tabelle A.1 festgelegt und nach Tabelle A.2 und dem entsprechenden Geschwindigkeitsprofil analysiert werden.

A.5.2 Bedingungen für sequentielle Prüfungen

Wenn in der Prüfspezifikation eine sequentielle Prüfung vereinbart wurde, muss die Gesamtfahrstrecke mindestens der erforderlichen Fahrstrecke der Betriebsart mit der höchsten Geschwindigkeit entsprechen (d. h.: 400 000 km, 600 000 km oder 800 000 km). Jede Prüfsequenz muss nach Tabelle A.1 festgelegt und nach Tabelle A.2 und dem entsprechenden Geschwindigkeitsprofil analysiert werden.

Sofern in der Prüfspezifikation (Abschnitt 5) nicht anders angegeben, ist folgende Aufteilung der Entfernungen zu berücksichtigen:

— $v_{\max} > 200 \text{ km/h}$:

70 % der erforderlichen kumulativen Gesamtfahrstrecke in der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 30 % in der anderen Sequenz (siehe Beispiele in B.2, Bild B.1);

— $100 \text{ km/h} < v_{\max} \leq 200 \text{ km/h}$:

50 % der geforderten kumulativen Gesamtfahrstrecke in der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 50 % in der anderen Sequenz (siehe Beispiele B.3, Bild B.2 und Bild B.4, Bild B.3);

— bei Personenzügen, die auch im städtischen Schienenverkehr eingesetzt werden:

75 % der geforderten kumulativen Gesamtfahrstrecke in der Sequenz mit höherer Geschwindigkeit und die restlichen 25 % in der anderen Sequenz (siehe Beispiel B.5, Bild B.4).

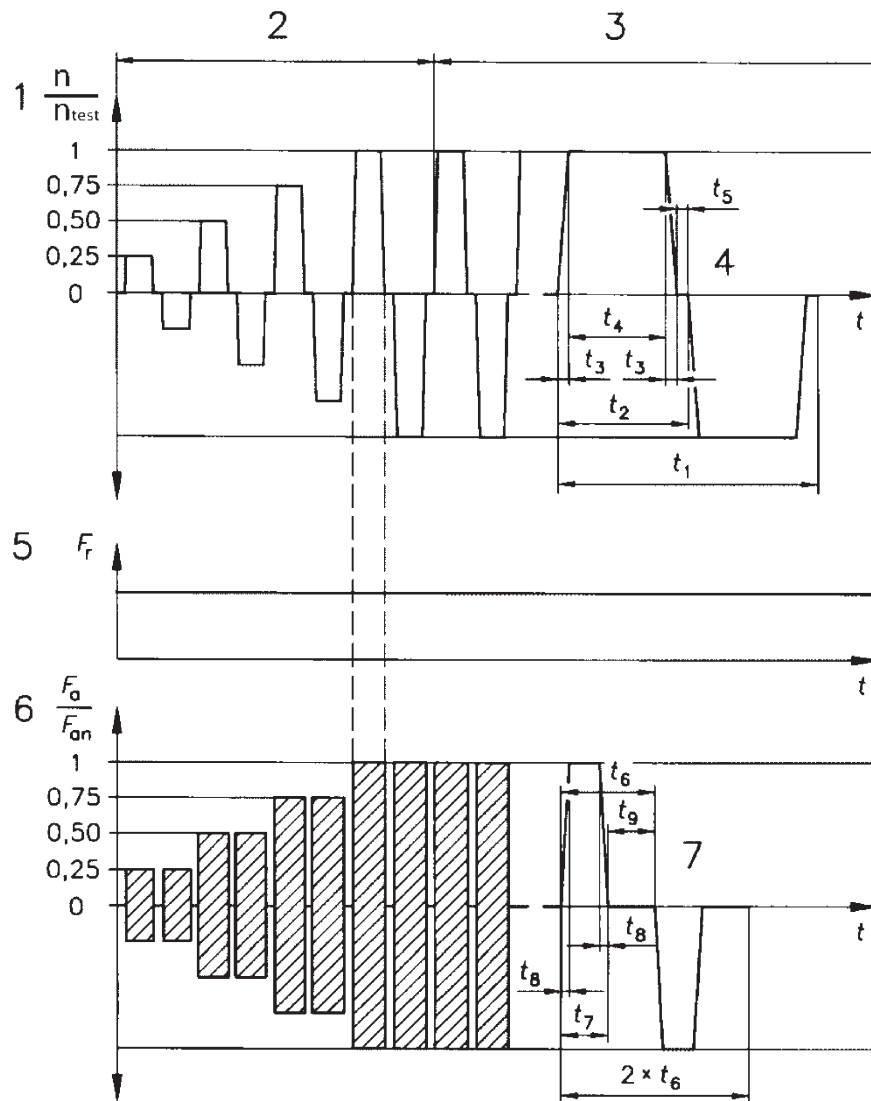
A.5.3 Besondere Bedingungen für ähnliche Wälzlager, Schmierfette oder Lagergehäuse

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

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

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

A.6 Graphische Darstellung der Prüfzyklen



Legende

- 1 Geschwindigkeitsänderung
- 2 Vorversuch (Beispiel)
- 3 Leistungsprüfung
- 4 Einzelheit: ein Prüfzyklus
- 5 radiale Prüfkraft
- 6 Wechsel der axialen Prüfkraft (Beispiel für die Kraft bei einem Vorversuch, falls in der Prüfspezifikation nichts anderes vorgeschlagen wurde)
- 7 Einzelheit: Axialkraftverlauf (vergrößerter Zeitmaßstab)

Bild A.5 — Graphische Darstellung der Prüfzyklen