

DIN 51819-3



ICS 75.100

Ersatz für
DIN 51819-3:2005-03

**Prüfung von Schmierstoffen –
Mechanisch-dynamische Prüfung auf dem Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät
FE8 –
Teil 3: Verfahren für Schmieröl – einzusetzende Prüflager:
Axialzylinderrollenlager**

Testing of lubricants –

Mechanical-dynamic testing in the roller bearing test apparatus FE8 –

Part 3: Test method for lubricating oils – applied test bearing: axial cylindrical roller bearing

Essai des lubrifiants –

Essai mécanique dynamique au banc d'essai à roulement FE8 –

Partie 3: Méthode d'essai pour les huiles lubrifiants – roulements utilisant: munis d'une
butée à rouleaux cylindriques

Gesamtumfang 12 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP



Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	4
5 Bezeichnung	5
6 Prüfeinrichtungen	5
6.1 Prüfgerät.....	5
6.2 Prüflager D	5
6.3 Messeinrichtungen.....	5
6.4 Hilfsmittel zum Reinigen und Vorbereiten der Prüflager	5
7 Chemikalien zur Reinigung der Prüflager.....	5
8 Vorbereitung der Prüflager	6
9 Durchführung der Prüfung	6
9.1 Einstellung der Prüfbedingungen.....	6
9.2 Montage der Prüflager	7
9.3 Ölumlaufschmierung.....	8
9.4 Start des Prüflaufs, Einregeln der Temperatur	8
9.5 Reibungsmomentverlauf	8
9.6 Anzahl der Prüfungen	8
9.7 Reinigung der Prüflager nach der Prüfung und Bestimmung der Verschleißwerte	8
10 Auswertung.....	9
11 Prüfbericht.....	9
12 Präzision	10
12.1 Allgemeines	10
12.2 Wiederholbarkeit.....	11
12.3 Vergleichbarkeit	11
Literaturhinweise.....	12

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-06-61 AA „Prüfung von Schmierölen, sonstigen Ölen und Paraffinen“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP) ausgearbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 51819 *Prüfung von Schmierstoffen — Mechanisch-dynamische Prüfung auf dem Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät FE8* besteht aus:

- *Teil 1: Allgemeine Arbeitsgrundlagen*
- *Teil 2: Verfahren für Schmierfette — einzusetzende Prüflager: Schrägkugellager oder Kegelrollenlager*
- *Teil 3: Verfahren für Schmieröl — einzusetzende Prüflager: Axial-Zylinderrollenlager*

Änderungen

Gegenüber DIN 51819-3:2005-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriff Beharrungstemperatur durch Prüftemperatur ersetzt;
- b) Abschnitt Reinigung der Prüflager vollständig überarbeitet;
- c) alternative Montage bei Messung des Reibungsmomentes direkt am Außendurchmesser aufgenommen;
- d) Verwendung von Montagepaste untersagt;
- e) graphische Auswertung mittels Weibull-Diagramm ersetzt durch softwaregestützte Weibull-Auswertung;
- f) Auswertung des Reibungsmomentes entfällt;
- g) Bewertung des Käfigverschleißes entfällt;
- h) Definition der Wiederholbarkeit aufgenommen;
- i) Definition der Vergleichbarkeit überarbeitet;
- j) Tabelle 1, Prüfpunkte, eingefügt;
- k) Bild 1, Schemaskizze, aktualisiert;
- l) Bild 2 und Bild 3 entfallen.

Frühere Ausgaben

DIN 51819-3: 2005-03

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Verfahren für die mechanisch-dynamische Prüfung von Schmierölen im Bereich der Mischreibung und der Ermittlung des Schmieröleinflusses auf das Reibungs- und Verschleißverhalten von Axial-Zylinderrollenlagern im Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät FE8 bei Prüftemperatur bis 200 °C, hoher Lagerbelastung und geringer Drehgeschwindigkeit unter sonst praxisähnlichen Bedingungen fest.

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).

DIN 722, *Wälzlager — Axial-Zylinderrollenlager — Einseitig wirkend*

DIN 51819-1, *Prüfung von Schmierstoffen — Mechanisch-dynamische Prüfung auf dem Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät FE8 — Teil 1: Allgemeine Arbeitsgrundlagen*

ISO 16889:2008, *Hydraulic fluid power — Filters — Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filter element*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach DIN 51819-1.

4 Kurzbeschreibung

Die Prüfung erfolgt mit Prüflager D (siehe 6.2) Die bevorzugten Prüfbedingungen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Im Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät FE8 nach DIN 51819-1 werden als Prüflager zwei Prüflager D eingebaut, durch die entsprechende axial gerichtete Prüfkraft F_a belastet, mit der entsprechenden Prüfdrehzahl n betrieben und auf einer Prüftemperatur zwischen Raumtemperatur und 200 °C gehalten. Ein Vergleich von Ergebnissen unterschiedlicher Messungen ist nur zulässig, wenn bei gleicher Prüftemperatur gemessen wurde; die Prüftemperatur muss dabei ein ganzzahliges Vielfaches von 10 °C betragen.

Mit dem Start des Prüflagers werden die Öumlaufschmierung sowie die externe Heizung in Betrieb genommen, sofern mit Heizung gefahren wird. Die Prüfung wird so lange betrieben, bis das Reibungsmoment wegen mangelhafter Schmierung der Lagerung den Grenzwert des Abschaltmoments nach Tabelle 1 über eine Zeitspanne von mindestens 6 s erreicht oder die angestrebte Beanspruchungsdauer t nach Tabelle 1 erreicht ist. Bei Überschreitung der genannten Grenze des Reibungsmoments wird der Prüfstand durch die Abschaltautomatik abgeschaltet. Bei Betrieb über die angestrebte Beanspruchungsdauer t , z. B. infolge einer Betriebsunterbrechung auf Grund eines Stromausfalles, kann der Prüflauf fortgesetzt und wie ein nicht unterbrochener Prüflauf behandelt werden.

5 Bezeichnung

Beispiel für die Bezeichnung der Prüfung von Schmierölen nach dieser Norm mit dem Wälzlagerschmierfett-Prüfgerät FE8 nach DIN 51819-1 mit Prüflager D bei einer Prüfdrehzahl $n = 7,5 \text{ min}^{-1}$ und einer axial gerichteten Prüfkraft $F_a = 100 \text{ kN}$ und der Prüftemperatur von 80 °C :

Prüfung DIN 51819-3 — D — 7,5/100-80

6 Prüfeinrichtungen

6.1 Prüfgerät

Wälzlagerschmierstoff-Prüfgerät FE8 nach DIN 51819-1.

6.2 Prüflager D

Axial-Zylinderrollenlager 81212 nach DIN 722 spezieller Ausführung für FE8-Prüfung, enthält einen Messingmassivkäfig, der bis 200 °C eingesetzt werden kann.

6.3 Messeinrichtungen

6.3.1 Temperaturlaufnehmer, mäßige Auflagekraft durch Feder;

6.3.2 Kraftaufnehmer zum Messen der Haltekraft;

6.3.3 Verschiedene Kalibriergewichte zum Kalibrieren der Messstrecke;

6.3.4 Messwerterfassungssystem zum Registrieren der Prüftemperatur und der Reibkraft;

6.3.5 Feinwaage zum Messen des Gewichtsverlustes der Wälzkörper und der Käfige, bei einer Masse der zu wägenden Teile von 800 g mit einer Anzeige von $0,001 \text{ g}$ und Fehlergrenzen von $\pm 0,005 \text{ g}$ oder besser.

6.4 Hilfsmittel zum Reinigen und Vorbereiten der Prüflager

6.4.1 lösemittelgeeignete Schutzhandschuhe;

6.4.2 Heizgerät zur Montage der Wellenringe;

6.4.3 Reinigungsschale und Pinsel, alternativ Ultraschallbad;

6.4.4 fusselfreies Tuch.

7 Chemikalien zur Reinigung der Prüflager

7.1 Rückstandsfrei verdampfendes, organisches, aromatenfreies Lösungsmittel auf Basis von Kohlenwasserstoffen mit einem Flammpunkt über 60 °C , z. B. Testbenzin DIN 51632-E-4 [1];

7.2 bei Bedarf wässrige alkalische Reinigungslösung und Leitungswasser.

8 Vorbereitung der Prüflager

Die Rollen der Prüflager werden aus den Käfigen genommen.

Die Vorreinigung erfolgt in rückstandsfrei verdampfendem, organischem, aromatenfreiem Lösungsmittel auf Basis von Kohlenwasserstoffen mit einem Flammpunkt über 60 °C im Ultraschallbad oder in einer Schale mit Pinsel.

Verbleiben nach dem Prüflauf in Lösungsmittel unlösliche Rückstände erfolgt die Vorreinigung in einer wässrigen alkalischen Reinigungslösung. In diesem Fall werden die Reinigerrückstände mit ausreichend Wasser abgespült und die Lager mit gefilterter, trockener Druckluft getrocknet.

Die Endreinigung erfolgt stets in sauberem rückstandsfrei verdampfendem, organischem, aromatenfreiem Lösungsmittel auf Basis von Kohlenwasserstoffen mit einem Flammpunkt über 60 °C. Bei Vorreinigung mit wässriger, alkalischer Reinigungslösung und Wasser (7.2) muss zur Vermeidung von Korrosion die Endreinigung innerhalb weniger Minuten nach der Vorreinigung erfolgen.

Zur Trocknung werden die Prüflagerteile mit fusselfremdem Tuch abgewischt und das Lösungsmittel wird bei Raumtemperatur vollständig abgedampft. Für Testbenzin DIN 51632-E-4 [1] beträgt die Trocknungszeit etwa 30 min.

Die Sicherheitsbestimmungen zur Handhabung des Lösungsmittels und der Reinigungslösung sowie des Ultraschallbades sind zu beachten. Zum Handhaben der Prüflagerteile müssen lösemittelgeeignete Schutzhandschuhe verwendet werden. Die Permeationszeit der Schutzhandschuhe ist zu beachten!

Die Rollen und die metallischen Käfige werden bei Raumtemperatur mit einer Feinwaage auf 1 mg genau ausgewogen. Bei Raumtemperatur werden die Rollen in die Käfigtaschen eingelegt. Vor dem Einbau muss der Einbauraum mit Lösungsmittel und einem fusselfremdem Tuch gereinigt werden. Temperaturempfänger und Reibungsaufnehmer sind auf Beweglichkeit hin zu überprüfen. Vor der Prüfung ist die Funktion des Kraftaufnehmers zu kontrollieren.

9 Durchführung der Prüfung

9.1 Einstellung der Prüfbedingungen

Die bevorzugten Kombinationen von Drehzahlen, Belastungen und Beanspruchungsdauern für die Prüfung von Schmierölen auf dem Wälzlagerschmierstoff Prüfgerät FE8 sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 – Bevorzugte Einstellungen der Prüfbedingungen

Prüfpunkt- Bezeichnung	Prüf- lager	Prüf- temperatur °C	Grenzwert des Abschalt- moments Nm	Drehzahl <i>n</i> min ⁻¹	Belastung <i>F_a</i> kN	Beanspruchungs- dauer <i>t</i> h
FE8-03	D	max. 200 °C	60	7,5	80	80
FE8-04	D	max. 200 °C	60	7,5	100	80

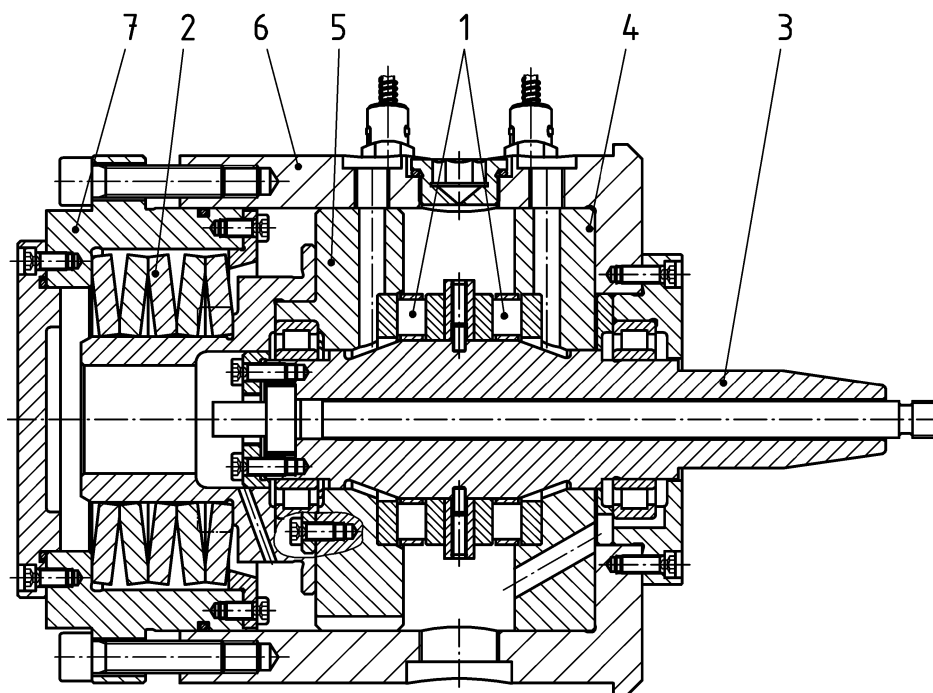
9.2 Montage der Prüflager

Zum besseren Verständnis siehe Bild 1.

Die Wellenscheiben der Prüflager (1) werden auf die Prüfkopfwelle (3) aufgezogen. Die Prüfkopfwelle wird in das stirnseitig aufgelegte Gehäuse (6) (Belastungsfederseite nach oben) eingeführt. Das Gehäuse enthält bereits die antriebsseitige Lageraufnahme (4) sowie die Gehäusescheibe und den Käfig mit Rollen des antriebsseitigen Lagers. Auf die Wellenscheibe des belastungsfederseitigen Lagers wird der Käfig mit den Rollen aufgeschoben. Anschließend wird die belastungsfederseitige Lageraufnahme (5) eingeführt, die die belastungsfederseitige Gehäusescheibe enthält. Danach werden die Distanzscheibe (im Bild 1 nicht dargestellt) sowie der Tellerfedersatz (2) mit der Federführungshülse und der Deckel (7) eingeführt. Auf Lagersitze und Anlageflächen darf keine Montagepaste aufgebracht werden. Zur Erleichterung der Montage ist ein Benetzen mit dem zu prüfenden Öl zulässig.

Zwischen der stirnseitigen Auflagefläche des Gehäuses (6) und dem Deckel (7) ist mittels einer Hochdruckpresse eine Belastung größer als die gewünschte Prüflast aufzubringen. Im nun vorliegenden formschlüssigen Zustand der Teile ist der Deckel (7) mit dem Gehäuse zu verschrauben (Schraubenanzugsmoment 40 Nm).

Wenn das Prüfgerät mit einem Kraftmesssystem ausgerüstet ist, entfällt die Distanzscheibe. Das Kraftmesssystem wird zwischen Deckel und Presse eingebracht und mit der Presse bis zum gewünschten Wert belastet. Der Deckel wird mit Schrauben zum Gehäuse fixiert. Hierzu werden die Schrauben kreuzweise angezogen.



Legende

- 1 Prüflager
- 2 Tellerfedersatz
- 3 Prüfkopfwelle
- 4 antriebsseitige Lageraufnahme
- 5 belastungsseitige Lageraufnahme
- 6 Gehäuse
- 7 Deckel

Bild 1 — Schemaskizze des Prüfkopfes

9.3 Ölumlaufschmierung

Die Prüfölmenge beträgt 4^{+1}_0 l. Mittels einer Schmierölversorgung, bestehend aus Behälter, Pumpe mit Filter und Mengenregulierung ist ein Ölumlauf mit einer Menge von $(0,1 \pm 0,02)$ l/min Prüföl je Lager zu installieren. Der Ölbehälter kann mit einer Einrichtung zur Ölvorwärmung ausgestattet sein. Die Prüfölauführung ist mittels elastischem Schlauch über die einzuschraubenden Anschlussstücke vorzunehmen. Dabei ist der Schlauch möglichst zwangsfrei anzuordnen, um die Reibungsmomentmessung nicht zu verfälschen. Die Ölversorgung ist mit einer Filterung mit einem Filtrationsquotienten von $\beta_{10(c)} = 200$ nach ISO 16889 auszustatten. Nach zwei Prüfläufen ist der Filter zu wechseln. Der Behälter ist vor dem ersten Prüflauf mit Frischöl zu befüllen. Der zweite Prüflauf erfolgt ohne Ölwechsel.

Die Schmierölversorgung muss für die vorliegende Prüftemperatur geeignet sein.

9.4 Start des Prüflaufs, Einregeln der Temperatur

Die Thermoelemente sind auf Leichtgängigkeit zu kontrollieren. Die Temperaturkontrolle ist mit den Temperaturlaufnehmern und dem nachgeschalteten Messwerterfassungssystem vorzunehmen.

Mit dem Start des Versuchs wird, sofern mit Heizung gefahren wird, die externe Heizung am Regler ein- und, falls erforderlich, nachgestellt, bis die gewünschte Prüftemperatur vorliegt.

Mit Hilfe der Heizung oder Kühlung wird eine beliebige Prüftemperatur zwischen Raumtemperatur und 200 °C gehalten. Ein Vergleich von Ergebnissen unterschiedlicher Messungen ist nur zulässig, wenn bei gleicher Prüftemperatur gemessen wurde; die Prüftemperatur muss dabei ein ganzzahliges Vielfaches von 10 °C betragen.

Bei angestrebter Temperatur über 130 °C ist vor dem Start eine Vorheizphase über 15 min auf rund 100 °C zulässig. Das Prüföl kann mittels der Ölvorwärmung auch auf rund 80 °C vorgewärmt werden. Während der Startphase entfällt über zwei Minuten die Reibungsmomentbegrenzung. Die Bezugs- und Regeltemperatur ist die Temperatur am stillstehenden Lagerring. Die Aufheizung erfolgt über die externe Prüfkopfheizung.

9.5 Reibungsmomentverlauf

Die Prüfung ist vorzeitig zu beenden, wenn das Reibungsmoment mindestens 6 s den Grenzwert nach Tabelle 1 überschreitet. Der Reibungsmomentverlauf ist mit einem geeigneten Registriersystem aufzuzeichnen, z. B. mit papierlosem Schreiber.

9.6 Anzahl der Prüfungen

Die Schmierölprüfung ist mit mindestens zwei Prüfläufen zu belegen. Beide Prüfläufe sind hintereinander auf einem Prüfstand mit demselben Prüfkopf ohne Ölwechsel durchzuführen.

9.7 Reinigung der Prüflager nach der Prüfung und Bestimmung der Verschleißwerte

Die Reinigung der Lagerteile nach dem Prüflauf erfolgt in gleicher Weise wie vor dem Prüflauf.

Rollen und metallische Käfige werden bei Raumtemperatur mit einer Feinwaage auf 1 mg genau ausgewogen. Die Verschleißwerte ergeben sich aus der Differenz der Massen vor und nach Prüflauf.

10 Auswertung

Die versuchstechnisch ermittelten Verschleißwerte in mg werden durch eine Weibullverteilung statistisch ausgewertet, siehe z. B. [2]. Dies sollte mit Hilfe einer geeigneten Software erfolgen.

Die Berechnung der m_{10} und m_{50} Werte (Ausfallwahrscheinlichkeit für 10 % und 50 %) erfolgt mittels der Methoden Rangregression X (RRX), Fisher Matrix (FM) und Median Rang (MED), siehe z. B. [3]. Die Rechenwerte sind auf ganze Zahlen zu runden.

Hinweis: Falls bei der Wägung Einzelwerte mit einem Verschleiß von 0 mg oder negative Werte auftreten, wird für die Weibullberechnung der Wert 1 mg eingesetzt. Sind alle Werte 0 mg oder negativ, erfolgt keine Weibullauswertung. Es ist dann ein Verschleiß < 1 mg anzugeben.

11 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Prüflabor und Prüfgerät;
- b) alle Informationen, die zur vollständigen Identifizierung des geprüften Produktes erforderlich sind, z. B. Schmierstoff, Charge;
- c) Bezeichnung der Prüfung nach dieser Norm ;
- d) Einzelwerte der Verschleißbeträge aller metallischen Lagerteile;
- e) Rechenwerte für den Verschleiß m_{w50} des Wälzkörpersatzes und m_{k50} der metallischen Käfige in mg bei 50 % Verschleißwahrscheinlichkeit unter Angabe der Prüfbedingungen;
- f) jede Abweichung, vereinbart oder nicht, von dem in dieser Norm festgelegten oder als optional angegebenen Verfahren;
- g) Einzelheiten von Vorfällen, die das Prüfergebnis beeinflusst haben können;
- h) das Startdatum der Prüfung.

Die graphische Darstellung des Wälzkörperverschleißes (Bild 2) ist optional.

BEISPIEL

Prüflabor XY

Maschine 2

Schmierstoff: ABC

Charge: 23-2012

Prüfung DIN 51819-3 – D – 7,5/100-80

Einzelwerte des Wälzkörpersatzverschleißes m_w : 22 mg; 25 mg; 35 mg; 36 mg

Einzelwerte des Käfigverschleißes m_k : 69 mg; 77 mg; 88 mg; 102 mg

Einzelwerte des Außenringverschleißes: 5 mg; 12 mg; 18 mg; 27 mg

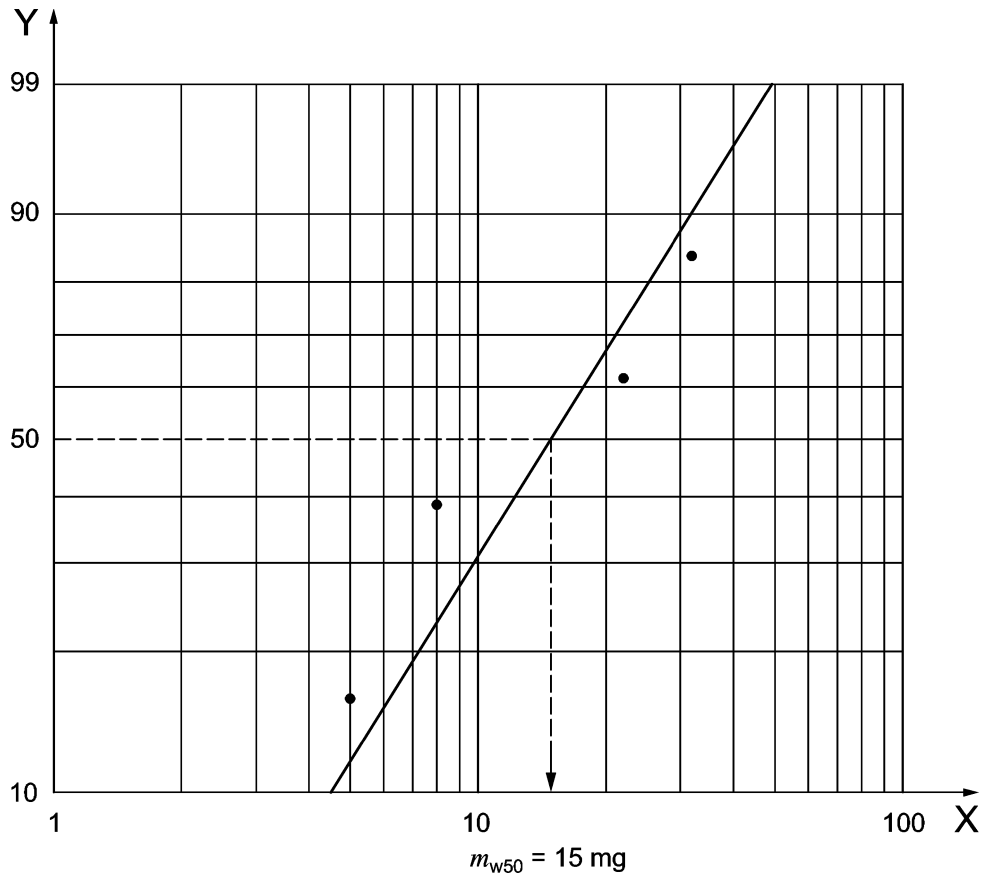
Einzelwerte des Innenringverschleißes: 3 mg; 7 mg; 11 mg; 25 mg

$m_{w50} = 30$ mg

$m_{k50} = 85$ mg

Zwei Prüfläufe, kein Ausfall

24. Juni 2015



Legende

- X Verschleißbetrag, in mg
- Y Verschleißwahrscheinlichkeit, in %

Bild 2 — Beispiel für die graphische Darstellung der Wälzkörper-Verschleißwahrscheinlichkeit

12 Präzision

12.1 Allgemeines

Die Präzision wird durch statistische Untersuchungen anhand von Ringversuchsergebnissen ermittelt. Aufgrund sehr hoher Prüfkosten und -zeiten werden die angegebenen Präzisionsangaben nicht mit linearem Probenmaterial erzeugt.

Mit Erscheinen des Entwurfes dieser Norm stehen nur begrenzt Ergebnisse aus Ringversuchen zur Verfügung; Versuche und Auswertungen werden fortgesetzt.

ANMERKUNG 1 Aus der Praxis der Messung ist bekannt, dass der Wälzkörperverschleiß progressiv ansteigt. Für die praktische Anwendung ist der Wälzkörper-Verschleißbereich bis 100 mg von Interesse.

Der Käfigverschleiß für metallische Käfige wird informativ angegeben und wird nicht zur Ermittlung der Präzision des Verfahrens herangezogen.

ANMERKUNG 2 Präzisionsangaben für Verschleißwerte unter 15 mg und über 200 mg sind im Sinne dieser Prüfnorm nicht zu differenzieren. Aus diesem Grund wird ein Schwellenwert von 15 mg eingeführt, um den Einfluss unvermeidbarer Wägefehler weitestgehend zu minimieren.

12.2 Wiederholbarkeit

Der Unterschied zwischen zwei Ergebnissen, die von demselben Beobachter mit demselben Gerät unter konstanten Arbeitsbedingungen an derselben Probe ermittelt werden, würde auf die Dauer bei üblicher und korrekter Anwendung des Verfahrens sich um nicht mehr als den nach Gleichung (1) berechneten Zahlenwert unterscheiden, wobei „ X “ der Mittelwert aus den beiden zu vergleichenden Ergebnissen ist und der Kennwert für die Wiederholbarkeit „ w “ einer Tabelle zu entnehmen wäre. Das gilt für m_{w50} .

$$\text{Wiederholbarkeit, } r \qquad r = w \cdot X \qquad (1)$$

Wenn Werte für m_{w50} des Wälzkörpersatzes kleiner als der Schwellenwert von 15 mg vorliegen, sind diese zunächst als annehmbar und normgerecht anzusehen. In diesem Fall werden zu vergleichende Werte kleiner 15 mg für die weitere Berechnung der modifizierten Wiederholbarkeit auf den Schwellenwert von 15 mg gesetzt.

Die bei der Prüfung verwendeten Prüflager werden ausgetauscht. Die Kriterien der Wiederholbarkeit finden für das Prüfverfahren nach dieser Norm trotzdem Anwendung.

Die Ergebnisse aus zwei Messungen gelten als normgerecht, wenn sie das modifizierte Wiederholbarkeitskriterium nach Gleichung (2) erfüllen:

$$\text{Mod. Wiederholbarkeit, } r_{\text{mod}} \qquad r_{\text{mod}} = \frac{(\text{Wert1} - \text{Wert2})^2}{2(\text{Wert1} + \text{Wert2})} \qquad (2)$$

Die Ergebnisse gelten als akzeptabel, wenn das so ermittelte Ergebnis für r_{mod} unter 15 mg liegt.

12.3 Vergleichbarkeit

Der Unterschied zwischen zwei einzelnen und unabhängigen Ergebnissen, die von verschiedenen Beobachtern in verschiedenen Laboratorien mit verschiedenen Prüflagern an gleichen Proben ermittelt werden, würde auf die Dauer bei üblicher und korrekter Anwendung des Verfahrens sich um nicht mehr als den nach Gleichung (3) berechneten Zahlenwert unterscheiden, wobei „ X “ der Mittelwert aus den beiden zu vergleichenden Ergebnissen ist und der Kennwert für die Vergleichbarkeit „ v “ einer Tabelle zu entnehmen wäre. Das gilt für m_{w50} .

$$\text{Vergleichbarkeit, } R \qquad R = v \cdot X \qquad (3)$$

Wenn Werte für m_{w50} des Wälzkörpersatzes kleiner als der Schwellenwert von 15 mg vorliegen, sind diese zunächst als annehmbar und normgerecht anzusehen. In diesem Fall werden zu vergleichende Werte kleiner 15 mg für die weitere Berechnung der modifizierten Vergleichbarkeit auf den Schwellenwert von 15 mg gesetzt.

Da bei der Prüfung definitionsgemäß unterschiedliche Prüflager verwendet werden, gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei der Wiederholbarkeit; die Kriterien für die Vergleichbarkeit finden für das Prüfverfahren nach dieser Norm ebenfalls in einer modifizierten Form Anwendung.

Die Ergebnisse aus zwei Messungen gelten als normgerecht, wenn sie die modifizierten Vergleichbarkeitskriterien nach Gleichung (4) erfüllen:

$$\text{Mod. Vergleichbarkeit, } R_{\text{mod}} \qquad R_{\text{mod}} = \frac{(\text{Wert1} - \text{Wert2})^2}{2(\text{Wert1} + \text{Wert2})} \qquad (4)$$

Die Ergebnisse gelten als akzeptabel, wenn das so ermittelte Ergebnis für R_{mod} unter 15 mg liegt.

Literaturhinweise

- [1] DIN 51632-2, *Testbenzine — Teil 2: Entaromatisierte Ware, Anforderungen und Prüfung*
- [2] Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA): Band 3 Teil 2, Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie — Teil 2: Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten, Vierte Ausgabe 2016¹⁾
- [3] Manfred Kühlmeyer, *Statistische Auswertungsmethoden für Ingenieure mit Praxisbeispielen*. Springer Verlag, Ausgabe 2001²⁾

1) Zu beziehen unter <http://www.vda-qmc.de/>.

2) Zu beziehen unter <http://www.springer.com/>.