

DIN 51834-6



ICS 75.100

Einsprüche bis 2024-05-22

Entwurf

**Prüfung von Schmierstoffen –
Tribologische Prüfung im translatorischen Oszillations-Prüfgerät –
Teil 6: Quantifizierung der reibungsbedingten Verschleißentwicklung
von Bremsflüssigkeiten in EPDM-Metall-Kontakten**

Testing of lubricants –

Tribological test in the translatory oscillation apparatus –

Part 6: Quantification of the friction-induced wear development of brake fluids in EPDM-metal contacts

Essais des lubrifiants –

Essais tribologiques dans l'appareil translation-oscillation –

Partie 6: Quantification de l'évolution de l'usure induit par le frottement des liquides de frein en EPDM-métal-contacts

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-03-22 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 stellungnahme@fam-hamburg.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 Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP, Große Elbstr. 131, 22767 Hamburg.

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

Gesamtumfang 27 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Definitionen	8
4 Variablen	8
5 Kurzbeschreibung	9
6 Bezeichnung	12
7 Geräte und Chemikalien	13
8 Probenahme	15
9 Vorbereitung	15
10 Durchführung der Prüfung	16
10.1 Allgemeines	16
10.2 Einbau der Prüfkörper in die Prüfkammer zur Vorkonditionierung	16
10.3 Beginn des Prüflaufs	17
10.4 Beendigung des Prüflaufes	18
11 Auswertung	18
11.1 Quantitative Ermittlung der mittleren Reibungszahl μ_{mean} aus den Reibmessdaten . . .	18
11.2 Quantitative Ermittlung eines Reibungszahlsprunges von μ_{smooth} nach der Zeit t_{jump} .	19
11.3 Quantitative Ermittlung der EPDM-Verschleißtiefe d_{wear} nach dem Prüflauf	20
11.4 Ermittlung des Gesamtprüfergebnisses	21
11.5 Anzahl der Prüfungen	21
12 Angabe der Ergebnisse	21
13 Präzision	23
13.1 Allgemeines	23
13.2 Wiederholbarkeit, r	23
13.3 Vergleichbarkeit, R	23
Anhang A (normativ) Standard-Referenz-Elastomer	24
A.1 Allgemeines	24
A.2 Formulierung	24
A.3 Empfohlenes Mischverfahren	25
A.4 Vulkanisation und Nachbehandlung	25
A.5 Kontrollmaterialparameter	26
Literaturhinweise	27

Bilder

Bild 1 — Das schiefe Prüfbad mit montierten Prüflingen, Prüflüssigkeit und Kontaktsituation mit der Prüfanordnung	5
Bild 2 — Ablauf der Prüfung	6
Bild 3 — Umpositionierung der EPDM-Prüfscheibe nach dem PDR-Verfahren für den nachfolgenden Prüflauf	11
Bild 4 — Schematische Darstellung der Wendeplatte (links), Einbausituation im Halter (Mitte) und Ausrichtung der Marke der Vorkonditionierung (rechts)	14
Bild 5 — Mathematische Bewertung μ_{mean} und t_{jump}	20
Bild 6 — Vermessung der EPDM-Verschleißtiefe d_{wear}	21

Tabellen

Tabelle 1 — DIN 51834-6 Ergebnisbeispiele für MTG und ISO 4926	12
Tabelle 2 — Beanspruchungsparameter für die Prüfmatrix des Prüflaufes	18
Tabelle 3 — Angabe der Prüfergebnisse zur Archivierung	22
Tabelle 4 — Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit	23
Tabelle A.1 — Zusammensetzung des SRE auf Basis von EPDM	24
Tabelle A.2 — Eigenschaften des EPDM	24
Tabelle A.3 — Mischen mit einem Innenmischer	25
Tabelle A.4 — Homogenisierung auf einem Doppelwalzwerk	25
Tabelle A.5 — Eigenschaften des SRE	26

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) erarbeitet.

DIN 51834, *Prüfung von Schmierstoffen — Tribologische Prüfung im translatorischen Oszillations-Prüfgerät*, besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Arbeitsgrundlagen*
- *Teil 2: Bestimmung von Reibungs- und Verschleißmessgrößen für Schmieröle*
- *Teil 3: Bestimmung des tribologischen Verhaltens von Werkstoffen im Zusammenwirken mit Schmierstoffen*
- *Teil 4: Bestimmung von Reibungs- und Verschleißmessgrößen für Schmieröle mit der Zylinderrolle-Ebene-Geometrie*
- *Teil 5: Quantifizierung der reibungsbedingten Geräuschentwicklung von Bremsflüssigkeiten in EPDM-Stahl-Kontakten*

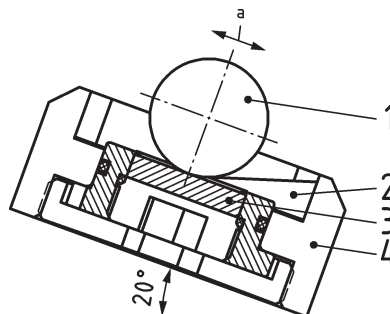
Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Das Dokument beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Neigung einer Bremsflüssigkeit, bei Tribokontakten zwischen einem Probekörper aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) und einer Metallkugel reibbedingten Verschleiß zu erzeugen. Der Hauptzweck dieses Prüfverfahrens ist die Bestimmung der EPDM-Probenverschleißtiefe d_{wear} , die durch den Reibungskontakt mit einer bewegten Metallkugel verursacht wird. Bei Mangelschmierung mit erhöhtem Verschleiß wird auch das Reibkraftsignal $F_{\text{Reib}}(t)$ erhöht. Die Prüfung unter einer translatorischen, oszillierenden Gleitbewegung erfolgt bei einer hohen Temperatur von 105 °C durch 6 000 Start-Stopp-Zyklen mit Start und Stopp im identischen Arbeitspunkt von 100 N Normalkraft mit einer Schwingweite von 3 mm und einer Bewegungsfrequenz von 40 Hz. Bei jedem Start-Stopp-Zyklus wird die Last für 4 s aufgebracht, dann unterbrochen und wieder für 1 s angehalten. Somit werden 6 000 Starts des Reibsystems aus der Ruhelage als Prüflast aufgebracht.

Die Betriebsbedingungen der Prüfung entsprechen dem Betrieb einer Pumpenelementdichtung mit Bremsflüssigkeit in einem Fahrzeugbremsregelsystem. Das Verschleißverhalten der Prüfflüssigkeiten im Tribometer bei dieser Prüfmethode wird durch eine geeignete Auswahl der Prüflast, der Prüfdauer, der Prüflinge, der schiefen Tribometerposition und der Prüfflüssigkeitsmenge sowie durch eine geeignete „PDR“-Konditionierung (PDR, en: Perpendicular Dry Roughening) der EPDM-Oberfläche konsistent mit dem Verschleißverhalten bei Komponententests mit Pumpenelementen der Bremsregelsysteme. Um eine raue Oberfläche auf der EPDM-Probe zu erhalten, wird eine senkrechte trockene Aufräuhung oder „PDR“-Vorkonditionierung durch eine Wendschneidplatte durchgeführt. Das „PDR“-Verfahren wird unter trockenen Reibungsbedingungen (d. h. ohne Prüfflüssigkeit) durchgeführt, bevor die Prüfung mit der zu prüfenden Prüfflüssigkeit durchgeführt wird (d).

Die Dichtungen von Pumpenelementen haben Bereiche mit Bremsflüssigkeitskontakt und Schmierung und Bereiche mit Luft Kontakt und reduzierter Bremsflüssigkeitsschmierung. Deshalb ist der Prüfaufbau um 20° geneigt und die Höhe des Flüssigkeitsspiegels durch die exakte Testfluidmenge von 0,4 ml in der Prüfwanne genau vorgegeben.



Legende

- 1 Metallkugel, typischerweise Stahl (c)
- 2 Prüffluid, 0,4 ml (d)
- 3 EPDM-Platte (b)
- 4 Prüfwanne mit EPDM-Scheiben Fixierung (a)

^a Translatorische, oszillierende Bewegung der Kugel, einschließlich der zeitlichen Erfassung der Reibkraft $F_{\text{Reib}}(t)$.

Bild 1 — Das schiefe Prüfbad mit montierten Prüflingen, Prüfflüssigkeit und Kontaktsituation mit der Prüfanordnung

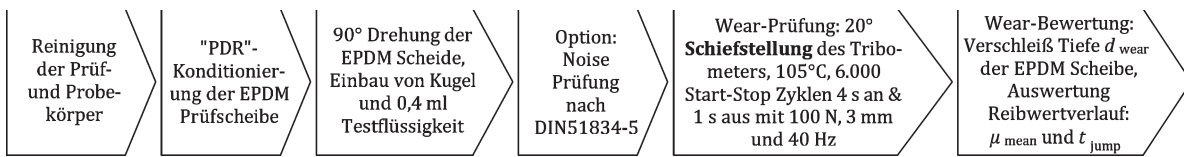


Bild 2 — Ablauf der Prüfung

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Neigung von Bremsflüssigkeiten zur Erzeugung von Verschleiß (wear) in Dichtkontakten von EPDM mit Metall bei translatorischen oszillierenden Relativbewegungen fest. Dies wird erreicht durch eine vor dem Prüflauf trocken zu erfolgende „PDR“-Vorkonditionierung der EPDM-Oberfläche mittels einer Wendeschneidplatte eingebaut im Tribometer. Danach wird die relativ zur Konditionierung um 90° verdrehte EPDM-Scheibe mit einer Stahlprüfkugel und einer genau abzumessenden Menge des zu bewertenden Prüffluides bei 105 °C im identischen Arbeitspunkt mit 6 000 Start-Stopp Zyklen je 4 s an (im definierten Arbeitspunkt $s = 3$ mm, $F = 100$ N und $f = 40$ Hz) und 1 s aus (Stop) im Tribometer belastet.

Der Ablauf des Prüfverfahrens mit seinen einzelnen Schritten ist in Bild 2 dargestellt. Der Langzeitverlauf des Reibungskoeffizienten μ_{pp} im translatorischen Oszillationsprüfgerät (im Folgenden Oszillationsprüfgerät genannt) wird über die 6 000 Lastwechsel aufgezeichnet und auf das Auftreten eines Sprunges des Reibungskoeffizienten als Folge der Mangelschmierung untersucht. Im Rahmen des Verschleißtests wird das Tribometer in einem Winkel von 20° geneigt, um zwei Schmierungszustände zu trennen. Ein Modus repräsentiert eine ungeschmierte Reibung (obere Luftseite) und ein anderer die Grenzschnierung einer Dichtung (untere Flüssigkeitsseite). Die Menge der Testbremsflüssigkeit ist mit 0,4 ml so gewählt, dass sie nur die Hälfte der EPDM-Scheibe im geneigten Testbad bedeckt (a).

Der vom Tribometer ausgegebene Reibungskoeffizient wird mit einer Abtastfrequenz von mindestens 1 s aufgezeichnet, um den Zeitpunkt des Auftretens von Mangelschmierung mit zugehörigem Sprung des Reibungskoeffizienten zu bestimmen. Dazu wird ausgewertet, ob die Steigung der geglätteten Reibungskurve μ_{smooth} einen geeigneten Grenzwert überschreitet und nach welcher Belastungsdauer t_{jump} dieser „Reibungssprung“ / „sprunghafter Anstieg des Reibungskoeffizienten“ auftritt.

Nach dem Versuch sind die Verschleißspur und -kalotte zu analysieren, wobei insbesondere die vereinfacht taktil vermessene Verschleißtiefe d_{wear} in der EPDM-Scheibe als Ergebnismaßzahl bestimmt wird, wobei die Morphologie der Verschleißspur zu dokumentieren ist.

Die Bewertung der Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen auf die Praxisanwendung oder mit Prüfverfahren mit vergleichbaren Versuchsbedingungen hat gesondert zu erfolgen.

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).

DIN 5401, *Wälzlager — Kugeln für Wälzlager und allgemeinen Industriebedarf*

DIN 51631:2019-04, *Spezialbenzine — Siedegrenzbenzine — Anforderungen*

DIN 51750-1, *Prüfung von Mineralölen — Probenahme — Teil 1: Allgemeines*

DIN 51750-2, *Prüfung von Mineralölen — Probenahme — Teil 2: Flüssige Stoffe*

DIN 51834-1, *Prüfung von Schmierstoffen — Tribologische Prüfung im translatorischen Oszillations-Prüfgerät — Teil 1: Allgemeine Arbeitsgrundlagen*

DIN 51834-5, *Prüfung von Schmierstoffen — Tribologische Prüfung im translatorischen Oszillations-Prüfgerät — Teil 5: Quantifizierung der reibungsbedingten Geräuscentwicklung von Bremsflüssigkeiten in EPDM-Metall-Kontakten*

DIN EN ISO 683-17, *Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle — Teil 17: Wälzlagerstähle*

E DIN 51834-6:2024-04

DIN EN ISO 4259-1, *Mineralölerzeugnisse — Präzision von Messverfahren und Ergebnissen — Teil 1: Bestimmung der Präzisionsdaten von Prüfverfahren*

DIN EN ISO 4259-2, *Mineralölerzeugnisse — Präzision von Messverfahren und Ergebnissen — Teil 2: Anwendung der Präzisionsdaten von Prüfverfahren*

DIN EN ISO 4259-3, *Mineralölerzeugnisse — Präzision von Messverfahren und Ergebnissen — Teil 3: Monitoring und Management veröffentlichter Präzisionsdaten in Bezug auf Prüfverfahren*

DIN ISO 48-4:2021-02, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte — Teil 4: Eindringhärte durch Durometer-Verfahren (Shore-Härte) (ISO 48-4:2018)*

DIN ISO 289-1:2018-12, *Unvulkanisierter Kautschuk — Bestimmungen unter Verwendung eines Scherscheiben-Viskosimeters — Teil 1: Bestimmung der Mooney-Viskosität (ISO 289-1:2015)*

DIN ISO 1817:2016-11, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten (ISO 1817:2015)*

DIN ISO 1832, *Wendeschneidplatten für Zerspanwerkzeuge — Bezeichnung*

ISO 37:2017, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 4926, *Road vehicles — Hydraulic braking systems — Non-petroleum-based reference fluid*

ASTM D235-02¹, *Standard Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)*

ASTM D3900-17¹, *Standard Test Methods for Rubber-Determination of Ethylene Units in Ethylene-Propylene Copolymers (EPM) and in Ethylene-Propylene-Diene Terpolymers (EPDM) by Infrared Spectrometry*

ASTM D6047-17¹, *Standard Test Methods for Rubber, Raw-Determination of 5-Ethylidenenorbornene (ENB) or Dicyclopentadiene (DCPD) in Ethylene-Propylene-Diene (EPDM) Terpolymers*

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 51834-1.

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

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

4 Variablen

$F_{\text{Reib}}(t)$ zeitlicher Reibkraftverlauf im Tribometer

$F_{\text{N}}(t)$ zeitlicher Normalkraftverlauf im Tribometer

$00B5_{pp}(t)$ Reibungszahl (im Folgenden typisch Reibungszahl genannt) als Verhältnis von $F_{\text{Reib}}(t)/F_{\text{N}}(t)$

¹ Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

$\mu_{\text{smooth}}(t)$	zeitlich geglätteter Reibungszahlverlauf mit Glättungsbreite 200 s, z. B. diskret gerechnet für alle diskreten Werte durch die Gleichung (1):
	$\mu_{\text{smooth}}(t_k) = \sum_{i=-\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} \frac{2n-4 i }{n^2+1} \cdot \mu(t_{k+i}) \quad (1)$
	wobei n der Zahl der Abtastpunkte für die Glättungsbreite 200 s entspricht, z. B. bei 1 Hz gilt $n = 201$.
PDR-Verfahren	Abkürzung für en: „ <u>P</u> erpendicular <u>D</u> ry <u>R</u> oughening“: Vorkonditionierung der EPDM-Oberfläche mittels Wendeschneidplatte im Tribometer

5 Kurzbeschreibung

Die Prüfung benötigt geeignete Prüfmateriale, die im Folgenden aufgelistet sind. Dabei werden die in Bild 1 in der Legende angegebenen Buchstaben verwendet, weitere Details sind im Abschnitt 7 beschrieben.

(a) **Prüfwanne:** Für das Tribometer geeignete (d. h. fixierbare und valide positionierte) Prüfwanne mit EPDM-Scheiben Fixierung zur Aufnahme der EPDM-Prüfscheibe und der Prüf-Bremsflüssigkeit, z. B. Produkt Optimol 900.27.04.00².

(b) **Scheibe:** Das Muster der EPDM-Prüfscheibe besteht aus einer gespritzten und vulkanisierten EPDM-Platte mit einer Nenndicke von 2 mm nach „DIK“-Rezeptur (DIK: Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.) (siehe Anhang A). Die aus der Platte hergestellten Probekörper haben eine kreisförmige Scheibe mit einem Durchmesser von 10 mm, die in das Prüfbad eingesetzt werden kann. Die EPDM-Scheibe muss mit einer Schraube mit einem Drehmoment von 0,2 Nm in der Bad-EPDM-Scheibenfixierung befestigt werden. Details siehe 7.3. Abweichungen sind möglich und müssen jedoch nach Tabelle 2 als „mod.“ Im Prüfergebnis bezeichnet werden.

(c) **Kugel:** Die Kugel besteht aus 100Cr6 (AISI 52100) Wälzlagerstahl (siehe 7.2), hat einen Nenndurchmesser von 10 mm und eine Oberflächengüte der Güteklasse G5. Die Kugel ist in einem geeigneten Halter montiert, der die Möglichkeit bietet, oszillierende Bewegungen zum Prüfling im Tribometer auszuführen. Einzelheiten siehe 7.2.

(d) Zu prüfendes **Prüffluid**, typischerweise eine Bremsflüssigkeit. Definierte Menge von 0,4 ml für einen Verschleißversuch.

(e) **PDR-Werkzeug:** beschichtete Wendeschneidplatte aus WC-CoCr-Hartmetall³ zur EPDM-Oberflächenkonditionierung (siehe 7.7), eingebaut in geeignetem Adapter zur validen Positionierung im Tribometer (siehe 7.6), z. B. Produkt Optimol 900.27.01.00², Der Einsatz ist in Bild 4 zu sehen. Anfänglich werden alle Prüfmateriale gereinigt. Das PDR-Werkzeug hat die Geometrie CCMT060204 nach DIN ISO 1832 mit einem Hauptfreiwinkel AN von 7,0°, einem eingeschlossenen Winkel der Wendeplatte EPSR von 80,0°, einem Durchmesser des einbeschriebenen Kreises IC von 6,35 mm, einer theoretischen Länge der Schneidkante L von 6,50 mm, einem Eckenradius RE = 0,40 mm und einer Wendenplattendicke von 2,38 mm sowie PVD-beschichtet mit TiAlN und nachfolgend mit TiN.

-
- Optimol Instruments 900.27.04.00 bzw. 900.27.01.00 ist der Handelsname des Produkts, geliefert von Optimol Instruments. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Personen, die dieses Dokument anwenden und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch DIN. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.
 - Die Sorte CCMT060204-MF2 CP500 von SECO Tools ist ein Beispiel für eine geeignete, handelsübliche Wendeschneidplatte, mit der die Präzisionsangaben ermittelt wurden. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung durch DIN.