

Gleitlager
Prüfung des tribologischen Verhaltens von Gleitlagerwerkstoffen
Teil 2: Prüfung von polymeren Gleitlagerwerkstoffen
(ISO 7148-2:1999)

DIN
ISO 7148-2

ICS 21.100.10

Plain bearings — Testing of the tribological behaviour of bearing materials — Part 2: Testing of polymer-based bearing materials (ISO 7148-2:1999)

Paliers lisses — Essai du comportement tribologique des matériaux antifriction — Partie 2: Essai des matériaux pour paliers à base de polymères (ISO 7148-2:1999)

Die Internationale Norm ISO 7148-2:1999 „Plain bearings — Testing of the tribological behaviour of bearing materials — Part 2: Testing of polymer-based bearing materials“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 7148-2:1999 wurde vom ISO/TC 123/SC 2 unter Beteiligung deutscher Fachleute des Normenausschusses Gleitlager (NGL/AA 2) erarbeitet.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 527-2 siehe DIN EN ISO 527-2

ISO 1184 siehe DIN EN ISO 527-3

ISO 2818 siehe DIN EN ISO 2818

ISO 4385 siehe DIN 50106

ISO 6691 siehe DIN ISO 6691

Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen (ISO 527-2:1993 einschließlich Corr. 1:1994); Deutsche Fassung EN ISO 527-2:1996.*

DIN EN ISO 527-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln (ISO 527-3:1995); Deutsche Fassung EN ISO 527-3:1995.*

DIN EN ISO 2818, *Kunststoffe — Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung (ISO 2818); Deutsche Fassung EN ISO 2818:1996.*

DIN 50106, *Prüfung metallischer Werkstoffe — Druckversuch.*

DIN ISO 6691, *Thermoplastische Kunststoffe für Gleitlager — Klassifizierung und Bezeichnung; Identisch mit ISO 6691:1989.*

Fortsetzung Seite 2 bis 20

Normenausschuss Gleitlager (NGL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Deutsche Übersetzung

Gleitlager

Prüfung des tribologischen Verhaltens von Gleitlagerwerkstoffen

Teil 2: Prüfung von polymeren Gleitlagerwerkstoffen

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Symbole und Einheiten	4
4 Besonderheiten bei der tribologischen Prüfung von polymeren Werkstoffen	5
5 Prüfverfahren	6
6 Prüfkörper	8
7 Prüfverfahren und Prüfeinrichtungen	12
8 Schmierung	14
9 Bezeichnung	15
10 Prüfbedingungen	15
11 Durchführung der Prüfung	17
12 Auswertung	18
Anhang A (informativ) Prüfbericht	19
Literaturhinweise	20

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 3 erstellt.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit besteht, dass einige Teile dieser Internationalen Norm Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Internationale Norm ISO 7148-2 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 123 „Plain bearings“, Unterkomitee SC 2 „Materials and lubricants, their properties, characteristics, test methods and testing conditions“ erarbeitet.

ISO 7148 besteht aus den folgenden Teilen mit dem allgemeinen Titel „Gleitlager — Prüfung des tribologischen Verhaltens von Gleitlagerwerkstoffen“:

- Teil 1: Prüfung von Lagermetallen
- Teil 2: Prüfung von polymeren Gleitlagerwerkstoffen

Anhang A dieses Teiles von ISO 7148 dient nur zur Information.

Einleitung

Mit den Internationalen Technischen Berichten ISO/TR 7147, ISO/TR 8285 und ISO/TR 9993 wurde ein erster Schritt hin zur Festlegung der grundlegenden Prüfbedingungen für Verschleiß- und Reibungsversuche mit polymeren Gleitlagerwerkstoffen gemacht. Dieser erste Schritt, der mehrere Jahre dauerte und der die Entwicklung einer Prüfeinrichtung für Grundlagenversuche (Stift/Scheibe-Prüfeinrichtung) sowie das parallele Prüfen an mehreren Instituten umfasste, ist nun abgeschlossen. Es wurde immer wieder festgestellt, dass in Ermangelung anderer einheitlicher Empfehlungen oder Normen eine Referenz für vergleichende Prüfungen oft benötigt wurde, insbesondere bei neuen Werkstoffentwicklungen, bei denen keine spezifischen Anwendungsbereiche bekannt waren. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass es notwendig ist, die Prüfvariablen zu beschränken oder sie genau zu definieren, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit zu bekommen. Es sollte möglich sein, verschiedene Prüfkombinationen zu verwenden oder nach spezifischen Anwendungen zu prüfen (z. B. Prüfungen, die Betriebsbedingungen simulieren). Dieser Teil von ISO 7148 berücksichtigt diese Anforderungen und legt die Anweisungen für die Vorbereitung der Prüfkörper, die Prüfprinzipien und die Prüfeinrichtungen sowie für die Auswahl von Prüfvariablen, den Prüfablauf und die Auswertung fest.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 7148 legt tribologische Prüfungen von polymeren Gleitlagerwerkstoffen fest, die bestimmten Betriebsbedingungen unterliegen, z. B. Last, Gleitgeschwindigkeit und Temperatur, mit und ohne Schmierung. Die Prüfergebnisse liefern Daten, aus denen das relative tribologische Verhalten von gegeneinander reibenden Metall/Polymer- und Polymer/Polymer-Kombinationen abgeleitet werden kann.

Ziel dieses Teils von ISO 7148 ist es, für die in Gleitlagern verwendeten Werkstoffkombinationen reproduzierbare Messwerte für Reibung und Verschleiß unter festgelegten, genau definierten Prüfbedingungen, ohne Schmierung (trockene Oberflächen) bzw. mit Schmierung unter Mischreibungsbedingungen, zu erhalten.

Nur wenn alle beeinflussenden Parameter identisch sind, können die Prüfergebnisse sinnvolle Informationen für die praktische Anwendung liefern. Je mehr die Prüfbedingungen von der tatsächlichen Anwendung abweichen, desto unsicherer ist die Übertragbarkeit der Prüfergebnisse.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 527-2, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*.

ISO 1184, *Plastics — Determination of tensile properties of films*^{N1)}.

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining*.

ISO 4385, *Plain bearings — Compression testing of metallic bearing materials*.

ISO 6691, *Thermoplastic polymers for plain bearings — Classification and designation*.

^{N1)}Nationale Fußnote: Norm zurückgezogen und ersetzt durch ISO 527-3.

3 Symbole und Einheiten

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Benennung	Einheit
A, B, C, D	Prüfverfahren	—
a	Gleitstrecke	km
dr	trocken	—
f	Reibungszahl; Verhältnis der Reibungskraft zur Normalkraft, d. h.: $f = \frac{F_f}{F_n}$	—
F_f	Reibungskraft	N
F_n	Normalkraft	N
gr	Fett	—
K_w	Verschleißkoeffizient, volumetrische Verschleißrate bezogen auf die Normalkraft, d. h.: $K_w = \frac{V_w}{F_n \times a} = \frac{w_v}{F_n}$	mm ³ /(N·km)
l_w	Linearer Verschleiß, gemessen als Längenänderung	mm
M_f	Reibmoment	Nm
oi	Öl	—
pl	Polymer	—
$\bar{p}$	Spezifische Flächenpressung (Kraft/projizierte Fläche)	N/mm ²
$R_{d,B}$	Druckfestigkeit	N/mm ²
$R_{d0,2}$	0,2 %-Stauchgrenze	N/mm ²
so	Festschmierstoff	—
T	Temperatur des Prüfkörpers in der Nähe der Gleitfläche im Beharrungszustand während der Prüfung	°C
T_{amb}	Umgebungstemperatur	°C
T_g	Glasübergangstemperatur	°C
T_{lim}	Maximal zulässige Temperatur	°C
t_{Ch}	Prüfdauer	h
U	Gleitgeschwindigkeit	m/s
V_w	Durch Verschleiß abgetragenes Material, gemessen als Volumenänderung	mm ³
w_l	Lineare Verschleißrate, d. h.: $w_l = \frac{l_w}{a}$	m/km
w_v	Volumetrische Verschleißrate, d. h.: $w_v = \frac{V_w}{a}$	mm ³ /km
η	Schmierstoffviskosität	mPa·s

4 Besonderheiten bei der tribologischen Prüfung von polymeren Werkstoffen

Polymere haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit und einen niedrigen Schmelzpunkt, so dass die durch Reibung entstandene Wärme zu einem teilweisen Schmelzen führen und somit einen Verschleiß vortäuschen kann. Da sich Polymere durch Wärmeeinfluss stark ausdehnen (bis zu zehnmal mehr als Stahl) können die Prüfergebnisse irreführend sein, da sich die Prüfkörper aufgrund der Reibungswärme ausgedehnt haben können. Deshalb muss für die Auswirkungen der Wärmeausdehnung (Änderung des Spiels) und der Wärmeleitfähigkeit (Schmelzen) bei der Bewertung der Ergebnisse ein Spielraum eingeräumt werden. Wo es möglich ist, sollte an beiden Prüfkörpern die Temperatur geregelt werden.

Polymere haben eine Glasübergangstemperatur T_g , die von ihrer chemischen Struktur abhängt. Bei dieser Glasübergangstemperatur können sich die physikalischen Eigenschaften sowie das tribologische Verhalten ändern.

Die Oberflächen von spritzgegossenen Bauteilen aus polymeren Werkstoffen haben andere Eigenschaften als spanend hergestellte Oberflächen. Die Prüfkörper müssen die gleiche Oberflächenbeschaffenheit wie in der praktischen Anwendung haben.

Verstärkungen und Füllstoffe, z. B. Fasern, können zu einer starken Anisotropie des Werkstoffs führen und beeinflussen den Verschleiß in Abhängigkeit von der Faserrichtung. Deshalb sollten die Fasern der Prüfkörper die gleiche Ausrichtung wie in der praktischen Anwendung haben.

Zur Vermeidung von Ruckgleiten (Stick-slip) muss die Prüfeinrichtung sehr stabil sein und darf nicht zu Schwingungen neigen.

Das tribologische Verhalten von polymeren Werkstoffen hängt sehr stark von der Werkstoffkombination ab sowie davon, welches Teil sich bewegt und welches Teil stillsteht. Die Prüfanordnung sollte der praktischen Anwendung entsprechen.

Die Verschleißmechanismen von polymeren Werkstoffen unterscheiden sich von denen von Metallen. Bei polymeren Werkstoffen kommt es nicht nur zu abrasiven Verschleißprozessen in Form von pulverförmigem Abrieb, sondern auch zu adhäsiven Verschleißvorgängen, bei denen sich Übertragungsschichten bilden, die sowohl glatt als auch rauh sein können. Außerdem ist das Auftreten von pflügendem Verschleiß und das Schmelzen oder Verformen des polymeren Werkstoffes möglich. Deshalb kann der Verschleiß nicht in allen Fällen gravimetrisch nachgewiesen werden, sondern muss anhand des Verschleißbildes beurteilt werden (ob die Verschleißzonen fein- oder grobkörnig, ausgefranst oder eingekerbt, abgeschabt, geschmolzen sind oder ob sich der polymere Werkstoff verformt hat).

Bei einigen polymeren Werkstoffen wird die Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse sehr schlecht sein und deshalb ein mehrmaliges Wiederholen der Prüfung erforderlich machen (sechs oder mehr Wiederholungen).

Die Vorbereitung und Vorbehandlung (z. B. Konditionierung, Lagerung, Reinigung) der Prüfkörper können das Verhalten sehr stark beeinflussen.

Bei einigen Thermoplasten, z. B. Polyamiden, führt die Luftfeuchteabsorption nach und nach zu einer Änderung der Bauteilmaße sowie zu einer Veränderung der mechanischen Eigenschaften. Deshalb sollten die Umgebungsparameter im Prüfstand gesteuert werden. Bei Feuchtigkeitsabsorption ist eine gravimetrische Verschleißmessung unmöglich.

Je mehr die Prüfbedingungen von der tatsächlichen Anwendung abweichen, desto größer wird die Unsicherheit der Übertragbarkeit der Prüfergebnisse in die Praxis (siehe Bilder 1 und 2).

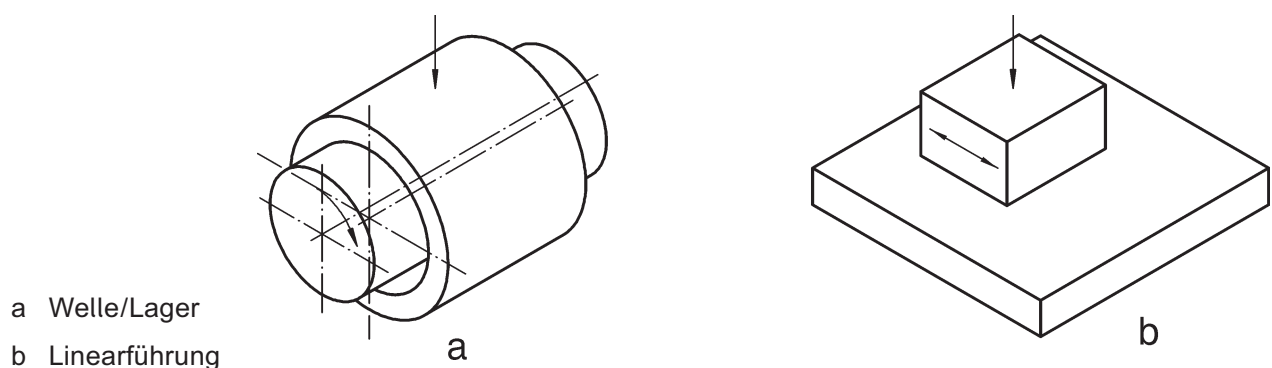
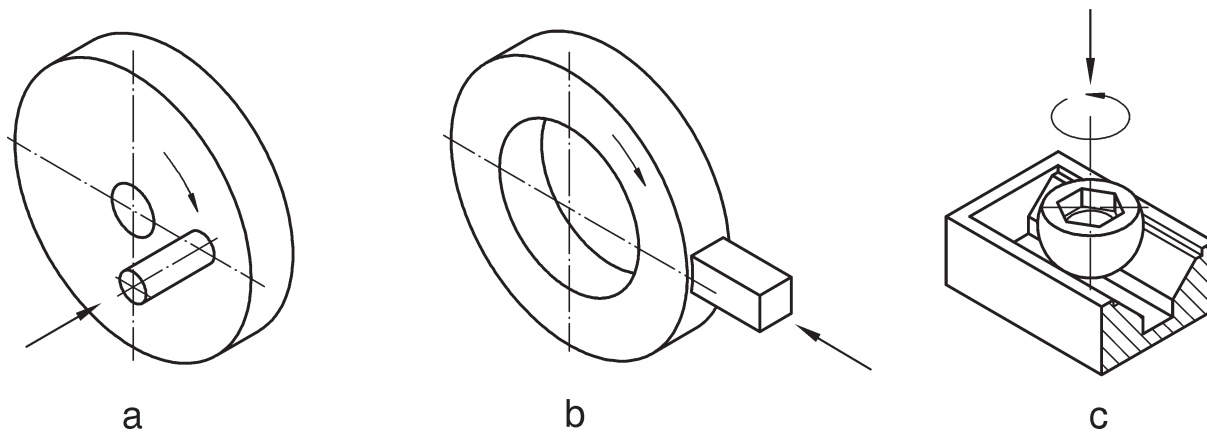


Bild 1 — Simulation tatsächlicher Reibkontakte



- a Stift/Scheibe
b Klötzchen/Ring
c Kugel/Prisma

Bild 2 — Simulation unter angenäherten Praxisbedingungen bzw. Modellsysteme für die Vorauswahl von Werkstoffen

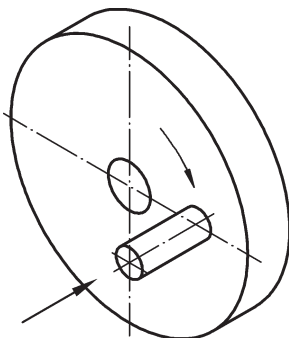
5 Prüfverfahren

5.1 Allgemeines

In diesem Teil von ISO 7148 werden verschiedene Prüfverfahren mit unterschiedlicher Kontaktgeometrie festgelegt. Das Prüfverfahren sollte der praktischen Anwendung möglichst gut entsprechen.

5.2 Prüfverfahren A: Stift/Scheibe

Siehe Bild 3.



Vorteile:

- Grundlagenversuche mit einfachen Prüfkörpern;
- Prüfung der tribologischen Eigenschaften;
- keine Zunahme der Gleitfläche bedingt durch Verschleiß;
- erste Beurteilung der Werkstoffe;
- Simulation von Linearführungen (siehe Bild 1, b).

Nachteile:

- Kante des Stifts kann den Schmierstoff abstreifen;
- keine spritzgießtechnische Herstellung der Stifte aus faser-verstärkten Kunststoffen möglich;
- keine spritzgießtechnische Herstellung der Scheiben möglich wegen Schrumpungsproblemen.

Bild 3 — Prüfverfahren A: Stift/Scheibe