

DIN EN ISO 20623

ICS 75.100

Entwurf

Einsprüche bis 2017-03-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 20623:2004-05

**Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte –
Bestimmung der EP-Eigenschaften und Verschleißkennwerte von
Schmierstoffen –
Verfahren mit dem Vierkugel-Apparat (Europäische Bedingungen)
(ISO/DIS 20623:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20623:2017**

Petroleum and related products –
Determination of the extreme-pressure and anti-wear properties of lubricants –
Four ball method (European conditions) (ISO/DIS 20623:2017);
German and English version prEN ISO 20623:2017

Pétrole et produits connexes –
Détermination des propriétés extrême pression et anti-usure des lubrifiants –
Essai quatre billes (conditions européennes) (ISO/DIS 20623:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 20623:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm 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 in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP, 22205 Hamburg, Postfach 60 05 49, Überseering 40, 22297 Hamburg.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 45 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20623:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum products and related products of synthetic or biological origin“, dessen Sekretariat vom NEN (Niederlande) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte aus Erdöl, mit synthetischem und biologischem Ursprung“ erarbeitet.

Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-06-61 AA „Prüfung von Schmierölen, sonstigen Ölen und Paraffinen“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 20623 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3170	siehe DIN EN ISO 3170
ISO 4259	siehe DIN EN ISO 4259
ISO 6743-99	siehe DIN ISO 6743-99

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 20623:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung des Anwendungsbereiches um alle Arten von flüssigen Schmierstoffen und Schmierfetten;
- b) präzisere Beschreibung der Prüfkugeln;
- c) Berechnung der Verschleißprüfung aufgenommen;
- d) Kalibrierverfahren für die Prüffeder des Reibungsmessgerätes entfernt;
- e) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3170, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Manuelle Probenahme*

DIN EN ISO 4259, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren*

DIN ISO 6743-99, *Schmierstoffe, Industrieöle und verwandte Erzeugnisse (Klasse L) — Klassifikation — Teil 99: Allgemeines*

Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte — Bestimmung der EP-Eigenschaften und Verschleißkennwerte von Schmierstoffen — Verfahren mit dem Vierkugel-Apparat (Europäische Bedingungen) (ISO/DIS 20623:2017)

Pétrole et produits connexes — Détermination des propriétés extrême pression et anti-usure des lubrifiants — Essai quatre billes (conditions européennes) (ISO/DIS 20623:2017)

Petroleum and related products — Determination of the extreme-pressure and anti-wear properties of lubricants — Four-ball method (European conditions) (ISO/DIS 20623:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	9
5 Chemikalien und Hilfsmittel	9
5.1 Reinigungslösemittel	9
6 Prüfgeräte	9
7 Proben und Probennahme	12
8 Vorbereiten des Prüfgerätes	12
9 Allgemeine Durchführung	12
10 Prüfverfahren	13
10.1 Prüfung A – Mittlere Hertzsche Last (MHL)	13
10.2 Prüfung B – Verschleiß-Last-Kurve, Verschleiß-Last, Blitztemperatur-Parameter und momentane Fress-Last	14
10.3 Prüfung C – Abriebprüfung	14
11 Berechnungen	16
11.1 Allgemeines	16
11.2 Prüfung A – Mittlere Hertzsche Last	16
11.3 Prüfung B – Verschleiß-Last-Kurve, Blitztemperatur-Parameter und momentane Fress-Last	17
11.4 Prüfung C – Abriebprüfung	17
12 Angabe der Ergebnisse	17
13 Präzision	18
13.1 Allgemeines	18
13.2 Wiederholbarkeit	18
13.3 Vergleichbarkeit	18
14 Prüfbericht	18
Anhang A (normativ) Prüfkugelspezifikationen	19
Anhang B (normativ) Datenblatt zur mittleren Hertzschen Last	20

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20623:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum products and related products of synthetic or biological origin“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte aus Erdöl, mit synthetischem und biologischem Ursprung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 20623:2017 wurde vom CEN als prEN ISO 20623:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 28, *Petroleum and related products, fuels and lubricants from natural or synthetic sources*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 2623:2003), welche sich ausschließlich auf feuerfeste hydraulische Flüssigkeiten bezog, und ist nun auf alle Arten an flüssigen Schmierstoffen und Schmierfetten erweitert. Die Verfahren wurden technisch überarbeitet, die wesentlichen Bestandteile bleiben jedoch gleich. Die Prüfkugeln werden präziser beschrieben (siehe Anhang A) und es wurden Berechnungen für die Verschleißprüfung hinzugefügt. Das Kalibrierverfahren für die Prüffeder des Reibungsmessgerätes wurde gelöscht und nun wird auf die Angaben des Herstellers verwiesen.

Einleitung

Der Vierkugel-Apparat ist weit verbreitet und wird allgemein zur Bewertung der Verschleißschutzeigenschaften aller Arten an flüssigen Schmierstoffen und konsistenten Schmierstoffen wie Schmierfetten eingesetzt.

Der Vierkugel-Apparat wird durch einen elektrischen Motor angetrieben, dessen Drehzahl von der Stromfrequenz abhängt. Die Ergebnisse können demnach, abhängig von dem Land, in dem die Geräte verwendet werden, nicht verglichen werden.

ASTM hat eine Vielzahl an Vorgehensweisen mit diesen Verfahren basierend auf der Verwendung des Vierkugel-Apparats standardisiert:

- ASTM D 2266: Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Grease (Four-Ball Method)
- ASTM D 4172: Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four-Ball Method)
- ASTM D 2596: Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)
- ASTM D 2783: Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids (Four-Ball Method)

Bei diesen Verfahren beträgt die Drehzahl 1 200 U/min für ASTM D 2266 und ASTM D 4172 sowie 1 770 U/min für ASTM D 2596 und ASTM D 2783. Die Drehzahl von 1 200 U/min ist spezifisch für das Gerät. 1 770 U/min ist die Drehzahl für einen Elektromotor, der mit einer Stromfrequenz von 60 Hz gespeist wird.

Das Institute of Petroleum hat die Norm IP 239 festgelegt, welche die vier ASTM-Verfahren im Großen und Ganzen abdeckt, jedoch eine einzige Drehzahl verwendet.

DIN hat die Normen DIN 51350 festgelegt, die in fünf Teile unterteilt sind:

- DIN 51350-1: Prüfung von Schmierstoffen — Prüfung im Vierkugel-Apparat — Teil 1: Allgemeine Arbeitsgrundlagen
- DIN 51350-2: Prüfung von Schmierstoffen — Prüfung im Vierkugel-Apparat — Teil 2: Bestimmung der Schweißkraft von flüssigen Schmierstoffen
- DIN 51350-3: Prüfung von Schmierstoffen — Prüfung im Vierkugel-Apparat — Teil 3: Bestimmung von Verschleißkennwerten flüssiger Schmierstoffe
- DIN 51350-4: Prüfung von Schmierstoffen — Prüfung im Vierkugel-Apparat — Teil 4: Bestimmung der Schweißkraft von konsistenten Schmierstoffen
- DIN 51350-5: Prüfung von Schmierstoffen — Prüfung im Vierkugel-Apparat — Teil 5: Bestimmung von Verschleißkennwerten für konsistente Schmierstoffe

Bei den Normen IP 239 und DIN 51350 beträgt die Drehzahl 1 450 U/min für einen Elektromotor, der mit einer Stromfrequenz von 50 Hz gespeist wird.

Im Gegensatz zu ASTM und IP berücksichtigt DIN nur die Schweißkraft und den Verschleiß. ASTM und IP berücksichtigen zudem die Momentane Fress-Last (en: initial seizure load, ISL) sowie die Mittlere Hertzsche Last (MHL).

Die nachfolgende Tabelle fasst die Prüfbedingungen für die oben aufgeführten Normen zusammen:

Norm	Schmierstoff	Art der Prüfung	Last (N)	Dauer	Drehzahl U/min	Temperatur °C
ASTM D 2266	Schmierfett	Verschleiß	392	60 min	1 200	75 °C
ASTM D 4172	Öl	Verschleiß	147 (A) 392 (B)	60 min	1 200	75 °C 75 °C
ASTM D 2596	Schmierfett	Hochdruck	59 bis 7 848	10 s	1 770	18 bis 35 °C
ASTM D 2783	Öl	Hochdruck	59 bis 7 848	10 s	1 770	19 bis 35 °C
IP 239	Schmierfett - Öl	Hochdruck + Verschleiß	60 bis 7 940	Verschleiß: 60 min EP: 10 oder 60 s	1 450	nicht festgelegt
DIN 51350-2	Öl	Schweißkraft	2 000 bis 12 000	60 s	1 450	18 bis 40
DIN 51350-3	Konsistenter Schmierstoff	Verschleiß	150 (A) 300 (B)	60 min	1 450	18 bis 40
DIN 51350-4	Öl	Schweißkraft	2 000 bis 12 000	60 s	1 450	18 bis 40
DIN 51350-5	Konsistenter Schmierstoff	Verschleiß	150 (C) 300 (D) 1 000 (E)	60 min	1 450	18 bis 40

Der Zweck des vorliegenden Dokuments ist eine einzelne Norm zur Bewertung der Hochdruck- und Verschleißschutzeigenschaften aller Arten an Schmierstoffen mittels Vierkugel-Apparat ausgehend von einer einzelnen Drehzahl von 1 450 U/min (europäische Bedingungen und Länder mit einer Stromfrequenz von 50 Hz) vorzustellen.

Zudem muss berücksichtigt werden, dass Gerätehersteller neue Arten von Geräten ausgestattet mit drehzahlvariablen Motoren, digitaler Steuerung, voreingestellten Drehzahlen, elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Beladungssystemen mit hoher Genauigkeit, präzisen Reibungskraftmessgeräten und automatischen digitalen Zeitmessgeräten zur Kontrolle der Prüfdauer vorstellen. All diese neuen Funktionen müssen berücksichtigt werden, um das für die Prüfung verwendete Gerät sowie die Betriebsverfahren festzulegen.

Folgende Schmierstoffeigenschaften werden verwendet:

- 1) Momentane Fress-Last (ILS);
- 2) Schweißkraft (en: weld load, WL);
- 3) Verschleiß-Last-Kurve;
- 4) Mittlere Hertzsche Last (MHL);
- 5) Verschleißschutzeigenschaften kurzer Dauer (10 oder 60 s) und langer Dauer (60 min).

WARNUNG – Die Anwendung dieses Dokuments kann die Anwendung gefährlicher Stoffe, Arbeitsgänge und Geräte mit sich bringen. Dieses Dokument beansprucht nicht, alle damit verbundenen Sicherheitsprobleme zu behandeln. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, geeignete Maßnahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz zu ergreifen und dafür Sorge zu tragen, dass behördliche und gesetzliche Maßnahmen eingehalten werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren für die Messung der Schweißkraft (EP-Verhalten) und Verschleißkennwerten von flüssigen Schmierstoffen (Kategorien C, D, F, G, H, M, P der ISO 6743-99), Schmierfette (ISO 6743-9, Kategorie X) und anderer konsistenter Schmierstoffe fest. Die Prüfbedingungen sind die geltenden in Europa und anderen Gebieten mit vergleichbaren Stromversorgungen (200 V bis 250 V, 50 Hz). Es ist nicht beabsichtigt, durch die Prüfbedingungen ein besonderes Betriebsverhalten zu simulieren, sondern Informationen über einen Bereich von Standardbedingungen für Forschungszwecke, zur Entwicklung, zur Qualitätskontrolle und zur Klassifizierung von Flüssigkeiten bereitzustellen. Die Ergebnisse werden zur Spezifizierung von Schmierstoffen verwendet.

ANMERKUNG Die Anwendung dieser Prüfung anhand von Stromversorgungsanforderungen, die von den im Anwendungsbereich beschriebenen abweichen, ist möglich, wenn sichergestellt ist, dass eine entsprechende Stromversorgung, ein entsprechender Transformator bzw. Regler verwendet wird, damit die Spannungen und Frequenzen innerhalb des Apparats umgewandelt werden, um sicherzustellen, dass während der eigentlichen Prüfung die im Anwendungsbereich aufgeführten Bedingungen eingehalten werden.

Während der Prüfung können potenziell hohe Temperaturen entstehen. Es ist daher notwendig, spezielle Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um ein Sieden zu verhindern, wenn wasserhaltige Produkte geprüft werden. Wenn eine geeignete Temperaturkontrolle nicht möglich ist, dürfen wasserhaltige Flüssigkeiten nicht mittels dieses Prüfverfahrens geprüft werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text derart zitiert, 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).

ISO 3290-1, *Rolling bearings — Balls — Part 1: Steel balls*

ISO 3170, *Petroleum liquids — Manual sampling*

ISO 4259, *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test*

ISO 6743-9, *Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Classification — Part 9: Family X (Greases)*

ISO 6743-99, *Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Classification — Part 99: General*

ASTM D4057, *Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>.
- ISO Online browsing platform: unter <http://www.iso.org/obp>.

3.1

Abrieb

Entfernung von Metall von den Prüfkörpern

Anmerkung 1 zum Begriff: Unter den Bedingungen von geringer Last und geringer Reibung werden durch den Abrieb nur kleine ringförmige Verschleißkalotten auf den drei Standkugeln sowie eine ringförmige Verschleißkalotte auf der rotierenden Kugel verursacht. Die Durchmesser dieser drei Vertiefungen sind nur geringfügig größer als der Durchmesser der Abplattung, die von der statischen Belastung herrührt (Durchmesser der Hertzschen Abplattung).

3.2

Fressen

lokale Metallverbindung zwischen den sich reibenden Oberflächen der Prüfkörper

Anmerkung 1 zum Begriff: Fressen wird durch eine Zunahme von Reibung und Abrieb angezeigt und führt zu groben Vertiefungen und einem Ring auf den Prüfkugeln.

3.3

Verschweißen

Metallverbindung zwischen den Reiboberflächen, ausreichend für das Metall, die Prüfkugeln in Form einer Pyramide zusammenzuschweißen

3.4

Mittlere Hertzsche Last

MHL

Einzelwert-Angaben aus dem Gesamt-Verschleiß-Last-Diagramm, das die Lasten aus dem Bereich unterhalb des Fressens bis zum Verschweißen angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die MHL wird in Newton angegeben.

3.5

Verschleiß-Last-Kurve

logarithmische Darstellung der Last gegen den mittleren Durchmesser der Verschleißkalotte

3.6

Blitztemperatur-Parameter

momentane Spitzentemperatur im tripologischen Kontakt

FTP (en: flash temperature parameter)

Einzelwert-Angabe der kritischen Blitztemperatur, oberhalb der eine vorgegebene Flüssigkeit unter den vorgegebenen Bedingungen versagen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach den Bedingungen dieser Internationalen Norm ergibt sich die FTP zu:

$$FTP = \frac{L_a}{d^{1,4}} \quad (1)$$

Dabei ist

L_a die aufgebrachte Last, angegeben in Newton;

d der Durchmesser der Verschleißkalotte bei der Last L_a , angegeben in Millimeter.

3.7

Momentane Fress-Last

ISL

niedrigste Last, bei der Fressen auftritt

4 Kurzbeschreibung

Eine einzelne Laufkugel rotiert in Kontakt mit drei anderen Standkugeln, wobei die zu untersuchende Flüssigkeit verwendet wird, um die Kugeln zu schmieren. Über eine Hebelvorrichtung werden die Lasten aufgegeben und daraus die resultierenden Messungen zu Abrieb, Reibung und zum Verschweißen erhalten.

Abhängig vom zu dokumentierenden Ergebnis, legt diese internationale Norm drei unterschiedliche Prüfbedingungen wie folgt fest:

- a) Prüfung A für die Mittlere Hertzsche Last (MHL); siehe 10.1;
- b) Prüfung B für die Verschleiß-Last-Kurve; siehe 10.2;
- c) Prüfung C für den Abrieb, siehe 10.3.

5 Chemikalien und Hilfsmittel

5.1 Reinigungslösemittel

Um eine gründliche Reinigung sicherzustellen, müssen geeignete Lösemittel verwendet werden (mehrere Reinigungsstufen können erforderlich sein). Das am Besten geeignete Lösemittel kann stark von der Art des zu prüfenden Materials abhängen.

ANMERKUNG Beispielsweise können leicht siedende Kohlenwasserstoffe oder Aceton eine geeignete Wahl sein. Für einige Hydraulikflüssigkeiten kann ein niedermolekularer Alkohol die erste Reinigungsstufe günstig beeinflussen.

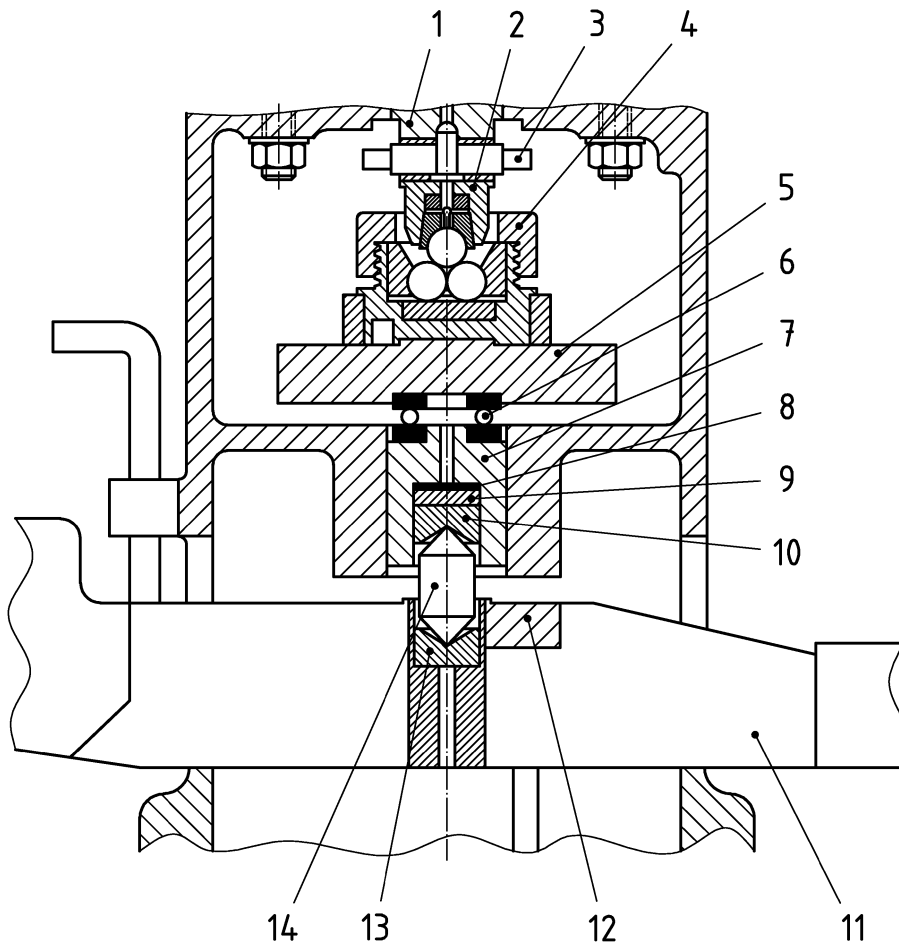
6 Prüfgeräte

WARNUNG – Einige Geräte erfordern die Anwendung schwerer Metallscheiben. Deshalb muss sorgfältig darauf geachtet werden, wenn diese Lastkörper auf den Lasthebel aufgesetzt oder vom Lasthebel entfernt werden. Das Prüfgerät besitzt außerdem ungeschützte rotierende Komponenten, bei denen darauf geachtet werden muss, dass der Kontakt mit Kleidung oder Haare mit der Antriebswelle oder der Mitführung vermieden wird.

6.1 Der Vierkugel-Schweißkraft-Apparat besteht aus einer Vorrichtung in welcher eine Kugellagerkugel in Kontakt mit drei festgesetzten Kugellagerkugeln, eingetaucht in die zu untersuchende Flüssigkeit, rotiert.

Ein Schnittbild ist in Bild 1 dargestellt. Die Lasten auf die Prüfkugeln werden durch verschiedene mögliche Vorrichtungen wie Scheiben auf dem Lasthebelarm aufgesetzte, elektrische Spannhebel, hydraulische oder pneumatische Vorrichtungen übertragen. Die obere, rotierende Laufkugel wird in einem spezifischen Kugelhalter (siehe Bild 2) am unteren Ende einer vertikalen Spindel eines Elektromotors gehalten. Bei dem Motor kann es sich um einen Einzeldrehzahlmotor, drehzahlvariablen Motor oder einen Motor mit vorprogrammierten Einstellungen (1 200 U/min, 1 450 U/min und 1 770 U/min) handeln. Die Motordrehzahl kann digital geregelt werden. Die unteren, festgesetzten Kugeln werden gegeneinander in einem stählernen Kugeltopf durch einen Klemmring und eine Spannmutter gehalten. Der Kugeltopf ist oberhalb des Lasthebels auf einem Wälzlager gelagerten Drehteller angeordnet, der ein horizontales Entfernen ermöglicht und ein automatisches Ausrichten der drei unteren Standkugeln gegen die Laufkugel ermöglicht. Das Drehmoment der Reibung, das auf die drei unteren Kugeln ausgeübt wird, darf optional über Vorrichtungen gemessen werden, die spezifisch für die verschiedenen Hersteller von Vierkugel-Apparaten sind (siehe 6.2).

ANMERKUNG Es ist wichtig, zwischen einer Vierkugel-Schweißkraft-Apparatur wie in diesem Dokument festgelegt und dem Vierkugel-Abrieb-Gerät, der auf Lasten bis zu 500 N oder weniger limitiert ist, zu unterscheiden.

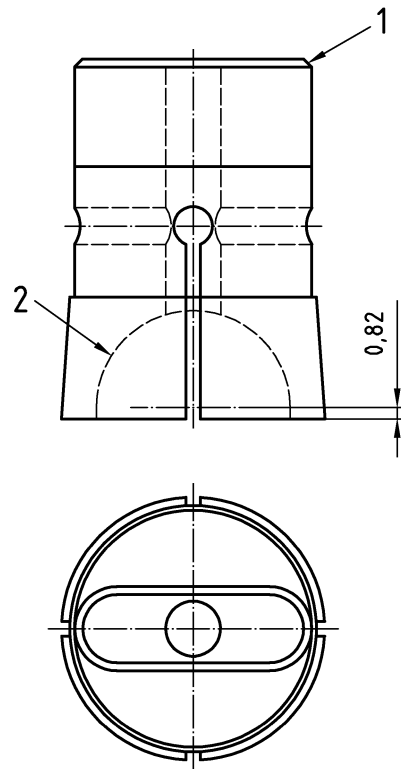


Legende

- 1 Spindel
- 2 Kugelhalter
- 3 Ausrückhebel
- 4 Kugeltopfvorrichtung
- 5 Axialverstelleischiebe
- 6 Drucklager
- 7 Kreuzkopf
- 8 Messingschiebe
- 9 Gummischiebe
- 10 Pfanne
- 11 Gewichtsbalken mit Gegengewicht ^{a)}
- 12 Drehpunkt
- 13 Pfanne
- 14 Stoßstange

a) Bei einigen Geräten, elektrischen, pneumatischen oder hydraulischen Vorrichtungen kann das Aufsetzen der Last auf den Kreuzkopf das Aufsetzen auf den Gewichtsbalken ersetzen.

Bild 1 – Schnittbild einer Vierkugel-Schweißkraft-Apparatur



Legende

- 1 Außenmaße, passend für den Einsatz im Prüfgerät
- 2 Geschliffen und geläppt um für einen sicheren Sitz der Prüfkugel zu sorgen

HINWEIS Material ist Collet-Stahl.

Bild 2 – Kugelhalter für die obere Kugel

6.2 Reibungsmessgerät, optional – geeignet zur Überwachung des Reibungsverhaltens des Vierkugel-Systems während der Prüfung. Es muss anhand der Empfehlungen im Handbuch des entsprechenden Herstellers kalibriert werden.

6.3 Metallscheiben für die Prüflast – bestehend aus einer Reihe von Gewichten für das aufsetzen von Lasten von 60 N bis 8 kN für die Geräte, welche mit Scheibenbeladungssystemen betrieben werden. Einige robuste Geräte können Lasten von bis zu 12 kN unterstützen.

6.4 Mikroskop – ausgerüstet mit einer kalibrierten Messskala, die es ermöglicht, auf $\pm 0,01$ mm zu messen.

6.5 Zeitmessgerät – manuell oder elektronisch, geeignet die Zeit auf mindestens 0,2 s abzulesen. Einige Geräte können mit präzisen Zeitmessgeräten ausgestattet sein, die den Motor automatisch anhalten, sobald die ausgewählte Prüfdauer erreicht ist.

6.6 Prüfkugeln, siehe Anhang A.

6.7 Montage-Vorrichtung – bestehend aus einer geeigneten Vorrichtung, fest angeschraubt auf einer Werkbank, um das Einsetzen und Entfernen der unteren Prüfkugeln in den Kugeltopf zu erleichtern. Der Kugeltopf muss so angebracht werden, dass es möglich ist die Spannmutter anzuziehen oder zu lockern, ohne dass der Kugeltopf sich dreht.

7 Proben und Probennahme

Wenn nicht anders festgelegt, müssen Flüssigproben in Übereinstimmung mit ISO 3170 entnommen werden.

Schmierfettproben müssen in Übereinstimmung ASTM D 4057 entnommen werden.

8 Vorbereiten des Prüfgerätes

8.1 Vor Beginn der Prüfreihe wird der Vierkugel-Apparat (6.1) im unbelasteten Zustand mindestens 15 min betrieben. Es sind alle entsprechenden Teile des Gerätes mit dem Reinigungslösemittel (5.1) zu reinigen. Die Trocknung erfolgt im trockenen Luftstrom oder mit einem sauberen, trocknen, faserfreien Stück Stoff.

8.2 Es sind vier neue Prüfkugeln (6.6.) für jeden Prüflauf mit dem Reinigungslösemittel zu reinigen und mit einem sauberen, trocknen, faserfreien Stück Stoff zu trocknen.

9 Allgemeine Durchführung

9.1 Der Kugeltopf ist auf die Montage-Vorrichtung (6.7) zu setzen. Es sind drei saubere Kugeln in den Kugeltopf zu legen, die mit dem Klemmring in Position gehalten und durch Festziehen der Spannmutter auf einen Drehmomentwert von $68 \text{ Nm} \pm 7 \text{ Nm}$ angezogen werden. Es ist eine ausreichende Probenmenge (8 ml bis 10 ml) so einzufüllen, dass die Kugeln auf eine Tiefe von mindestens 3 mm bedeckt sind.

9.2 Es wird eine saubere Prüfkugel in den oberen Kugelhalter gedrückt und geprüft, dass sie nicht von Hand im Kugelhalter bewegt werden kann. Kugelhalter, in denen sich die Kugel bewegt, sind auszumustern. Der Kugelhalter ist in die Aufnahmevorrichtung am Ende der Motorspindel einzusetzen.

9.3 Die Kugeltopfanordnung ist unter der Spindel in Kontakt mit der vierten Kugel zentriert einzusetzen. Der Drehteller ist zwischen dem Wälzlager und dem Kugeltopf so anzuordnen, dass wenn der Kugeltopf auf die Einsenkung des Drehtellers gesetzt wird, er rechtwinklig auf dem Drehteller sitzt und frei ist, sich mit dem Drehteller zu drehen.

9.4 Bei Geräten, welche mit einem Scheibenbelastungssystem betrieben werden, ist die Aufhängung des Drehtellers, mit einem Gewicht von 1 kg, von der entsprechenden Kerbe des Lasthebelarms zu lösen und das erforderliche Gewicht der Prüflast (6.3) wird auf dem Lasthebel aufgelegt, um die gewünschte Last einzustellen.

9.5 Wenn eine Anzeige der Reibung erforderlich ist, ist das Reibungsmessgerät (6.2) nach den Anweisungen des Geräteherstellers einzustellen.

9.6 Die Last ist mithilfe der Lastvorrichtung des Geräts (Lasthebel plus Gewichte, elektrische Spannhebel, hydraulische oder pneumatische Vorrichtungen) auf die Kugel zu übertragen. Es ist zu beachten, dass ein stoßartiger Lastkontakt vermieden wird, da dies die Prüfkugeln dauerhaft deformieren kann. Es ist zu überprüfen, ob die drei unteren Kugeln sich gegen die Laufkugel zentriert haben.

ANMERKUNG 1 Einige Geräte sind mit einem Entriegelungshebel ausgestattet, der durch den Lasthebelarm ausgelöst wird. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Zeit bis zur vollständigen Last zu steuern.

ANMERKUNG 2 Das Gerät kann gestartet werden, bevor die vollständige Last aufgebracht ist. Dies hat den Effekt, dass die Belastung der Kontaktbereiche während der ersten Drehungen der Laufkugel reduziert und Vibrationen vermieden werden. Die Art und Weise der Lastübertragung beeinflussen die Form und Definition der Ränder der Abriebkalotte.

9.7 Der Antriebsmotor 147 rad/s bis 157 rad/s (1 450 U/min bis 1 500 U/min) und das Zeitmessgerät (6.5) und das Reibungsmessgerät, falls erforderlich, sind einzuschalten. Bei Geräten mit eingebautem Zeitmessgerät ist die Dauer zu wählen und das Gerät einzuschalten.