

DIN EN ISO 5755

ICS 77.160

Ersatz für
DIN ISO 5755:2004-11**Sintermetalle –
Anforderungen (ISO 5755:2012);
Deutsche Fassung EN ISO 5755:2012**

Sintered metal materials –
Specifications (ISO 5755:2012);
German version EN ISO 5755:2012

Matériaux métalliques frittés –
Spécifications (ISO 5755:2012);
Version allemande EN ISO 5755:2012

Gesamtumfang 52 Seiten

Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 5755:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 119 „Powder metallurgy“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC SS/M11 „Pulvermetallurgie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom CMC gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 145-01-05 AA „Anforderungen an pulvermetallurgische Werkstoffe (ausgenommen Hartmetalle)“ im Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

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

ISO 2738	siehe	DIN EN ISO 2738
ISO 2739	siehe	DIN EN ISO 2739
ISO 2740	siehe	DIN EN ISO 2740
ISO 6892	siehe	DIN EN ISO 6892

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 5755:2004-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm technisch und redaktionell überarbeitet;
- b) Abschnitt 4 *Prüfverfahren für normative Eigenschaften* technisch überarbeitet;
- c) Aufnahme informativer mechanischer und physikalischer Eigenschaften von Sintermetallen für Lager und Formteile in den jeweiligen Tabellen sowie eine Erklärung dieser in einem neuen Abschnitt 5 *Informative Eigenschaften*;
- d) Tabellen zu Anforderungen an chemische Zusammensetzung sowie mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Sintermetallen für Lager und Formteile technisch überarbeitet;
- e) Aufnahme neuer Tabellen zu Anforderungen an chemische Zusammensetzung sowie mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Sintermetallen für Lager und Formteile für legierte Hybridstähle;
- f) Bezeichnungssystem in Anhang A *Bezeichnungssystem* um Angaben zu Hybridstählen erweitert;
- g) Bezeichnungssystem in Anhang A *Bezeichnungssystem* um Festlegung der Buchstaben für Legierungselement Chrom erweitert;
- h) informative Angaben zu legierten Hybridstählen hinsichtlich des Mikrogefüges in Anhang B *Mikrogefüge* hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 5755: 2002-11, 2004-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 2738, *Sintermetalle, ausgenommen Hartmetalle — Durchlässige Sintermetalle — Bestimmung der Dichte, des Tränkstoffgehaltes und der offenen Porosität*

DIN EN ISO 2739, *Buchsen aus Sintermetall — Bestimmung der radialen Bruchfestigkeit*

DIN EN ISO 2740, *Sintermetalle, ausgenommen Hartmetalle — Zugprobestäbe*

DIN EN ISO 6892, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Sintermetalle - Anforderungen (ISO 5755:2012)

Sintered metal materials - Specifications (ISO 5755:2012)

Matériaux métalliques frittés - Spécifications (ISO 5755:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. August 2012 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe.....	6
4 Probenahme	7
5 Prüfverfahren für normative Eigenschaften.....	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Chemische Analyse	7
5.3 Offene Porosität	7
5.4 Mechanische Eigenschaften.....	7
5.4.1 Allgemeines	7
5.4.2 Festigkeitseigenschaften	8
5.4.3 Radiale Bruchfestigkeit	8
6 Prüfverfahren für informative Eigenschaften	8
6.1 Prüfverfahren allgemein	8
6.2 Dichte	9
6.3 Zugfestigkeit.....	9
6.4 Streckgrenze.....	9
6.5 Bruchdehnung.....	9
6.6 Elastizitätsmodul.....	9
6.7 Poissonzahl (Querkontraktionszahl).....	9
6.8 Schlagarbeit.....	9
6.9 Druck-Streckgrenze	10
6.10 Biegebruchfestigkeit.....	10
6.11 Schwingfestigkeit.....	10
6.11.1 Allgemein	10
6.11.2 Schwingfestigkeit beim Umlaufbiegeversuch	10
6.11.3 Schwingfestigkeit beim ebenen Biegeversuch.....	10
6.11.4 Axiale Schwingfestigkeit.....	11
6.12 Härte	11
6.13 Längenausdehnungskoeffizient	11
7 Anforderungen	11
8 Bezeichnungen.....	11
Anhang A (normativ) Bezeichnungssystem	42
A.1 Werkstoffbezeichnung	42
A.2 Benennungsblock	42
A.3 Identifizierungsblock	42
A.4 Merkmale-Block.....	42
A.4.1 Erste Gruppe	42
A.4.2 Zweite Gruppe	42
A.4.3 Dritte Gruppe	43
A.5 Buchstaben für Legierungselemente.....	43
A.6 Beispiele für Bezeichnungssysteme.....	43

Anhang B (informativ) Mikrogefüge	45
B.1 Bronze und Bronze mit Graphit für Lager — Tabelle 1.....	45
B.2 Eisen, Eisen-Kupfer, Eisen-Bronze, Eisen-Kohlenstoff-Graphit für Lager — Tabelle 2.....	45
B.3 Eisen und Kohlenstoffstähle für Formteile — Tabelle 3.....	45
B.4 Kupferstähle und Kupfer-Kohlenstoffstähle für Formteile — Tabelle 4	45
B.5 Phosphorstähle für Formteile — Tabelle 7	46
B.6 Nickelstähle für Formteile — Tabellen 8, 9	46
B.7 Diffusionslegierte Nickel-Kupfer-Molybdän-Stähle für Formteile — Tabellen 10,11	46
B.8 Vorlegierte Stähle für Formteile — Tabellen 12, 13.....	46
B.9 Legierte Hybridstähle — Tabellen 14, 15.....	46
B.10 Kupferstähle oder mit Kupferlegierung infiltrierte Stähle für Formteile — Tabelle 16.....	46
B.11 Austenitische, ferritische und martensitische nichtrostende Stähle für Formteile — Tabelle 17	47
B.12 Legierungen auf Kupferbasis für Formteile — Tabelle 18.....	47
Literaturhinweise	48

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 5755:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 119 „Powder metallurgy“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 5755:2012 wurde vom CEN als EN ISO 5755:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung sowie die mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Sintermetallen für Lager und Formteile fest.

Bei der Auswahl der pulvermetallurgischen (PM) Werkstoffe sollte berücksichtigt werden, dass die Eigenschaften nicht nur von der chemischen Zusammensetzung und Dichte, sondern auch von den Herstellverfahren abhängig sind. Die Eigenschaften von Sinterwerkstoffen, die sich für besondere Anwendungsfälle eignen, sind nicht unbedingt die gleichen wie die von geschmiedeten oder gegossenen Werkstoffen, die auch verwendet werden könnten. Es wird deshalb empfohlen, mit den künftigen Lieferanten zusammenzuarbeiten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

ISO 437, *Steel and cast iron — Determination of total carbon content — Combustion gravimetric method*

ISO 1099, *Metallic materials — Fatigue testing — Axial force-controlled method*

ISO 1143, *Metallic materials — Rotating bar bending fatigue testing*

ISO 2738, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Permeable sintered metal materials — Determination of density, oil content and open porosity*

ISO 2739, *Sintered metal bushes — Determination of radial crushing strength*

ISO 2740, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Tensile test pieces*

ISO 2795, *Plain bearings — Sintered bushes — Dimensions and tolerances*

ISO 3325, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Determination of transverse rupture strength*

ISO 3928, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Fatigue test pieces*

ISO 3954, *Powders for metallurgical purposes — Sampling*

ISO 4498, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Determination of apparent hardness and micro-hardness*

ISO 5754, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Unnotched impact test piece*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 7625, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Preparation of samples for chemical analysis for determination of carbon content*

ISO 14317, *Sintered metal materials, excluding hardmetals — Determination of compressive yield strength*

ASTM E228, *Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials with a Push-Rod Dilatometer*

ASTM E1875, *Standard test method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Sonic Resonance*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Zugfestigkeit

R_m
Bruchfestigkeit einer Probe gegen Zugkräfte in einer Richtung parallel zu seiner Längsachse – ausgedrückt in MPa

ANMERKUNG Diese ist gleich der Maximallast geteilt durch die Original-Querschnittsfläche.

3.2 Streckgrenze

$R_{p0,2}$
Last, bei der das Material einen Versatz von 0,2 % zur Proportionalität auf einer Spannungs-Dehnungskurve unter Zugkraft zeigt, geteilt durch die Anfangsquerschnittsfläche, ausgedrückt in MPa

3.3 Elastizitätsmodul

E
Verhältnis der normalen Spannung zur entsprechenden Verformung bei Zug- oder Druckspannung unterhalb der proportionalen Grenze des Materials – ausgedrückt in GPa

3.4 Poissonzahl (Querkontraktionszahl)

ν
Absolutmesswert des Verhältnisses von Querdehnung zur entsprechenden axialen Dehnung, resultierend aus der gleichmäßig verteilten axialen Dehnung unterhalb der proportionalen Grenze des Materials

3.5 Schlagarbeit

Messung der Energie, die beim Bruch einer Probe bei einem Schlag absorbiert wird – gemessen in Joule (J)

3.6 Druckstreckgrenze

Druck, bei dem das Material eine festgelegte bleibende Verformung zeigt – ausgedrückt in MPa

3.7 Biegebruchfestigkeit

Spannung errechnet mit der Biegefestigkeitsformel, die benötigt wird, eine Probe mit einem bestimmten Maß zu brechen – ausgedrückt in MPa

3.8 Schwingfestigkeit

Maximale wechselnde Spannung die für eine bestimmte Anzahl von Prüfzyklen ohne Ausfall aufrechterhalten werden kann, unter Umkehrung der Spannung bei jedem Zyklus, wenn nicht anders angegeben – ausgedrückt in MPa

3.9 radiale Bruchfestigkeit

Radiale Spannung, die benötigt wird, um ein hohles zylindrisches Teil mit bestimmtem Maß zu brechen – ausgedrückt in MPa

3.10 Dichte

Masse pro Volumeneinheit des Materials – ausgedrückt in g/cm^3

3.11 Härte

Widerstand eines pulvermetallurgischen (PM)-Materials gegenüber einem Eindruck, geprüft unter festgelegten Bedingungen; für PM-Materialien ist es eine Funktion der Dichte des Materials

3.12

Offene Porosität

Ölgehalt nach voller Tränkung, geteilt durch das Volumen des Prüfstücks und multipliziert mit 100 – ausgedrückt als Volumen %

3.13

Längenausdehnungskoeffizient

Veränderung der Länge pro Ausgangslänge pro Gradänderung der Temperatur – ausgedrückt in $10^{-6}K^{-1}$

4 Probenahme

Die Probenahme von Pulvern zur Herstellung genormter Proben muss nach ISO 3954 erfolgen.

5 Prüfverfahren für normative Eigenschaften

5.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der in den Tabellen 1 bis 18 angegebenen normativen Eigenschaften sind die folgenden Prüfverfahren anzuwenden.

5.2 Chemische Analyse

Für alle Werkstoffe werden in den Tabellen in der Spalte für die chemische Zusammensetzung die Hauptelemente und ihre niedrigsten und höchsten Massenanteile in Prozent zu einem Zeitpunkt angegeben, an dem noch keine weitere Werkstoffbehandlung stattgefunden hat, z. B. ein Tränken (Imprägnieren) mit Öl oder Harz oder auch eine Wasserdampfbehandlung. Elemente, die zu bestimmten Zwecken in geringen Anteilen hinzugefügt wurden, sind durch die Angabe ihres höchsten Prozentanteils in der Spalte „Sonstige Elemente“ erfasst worden.

Soweit möglich und in allen Zweifelsfällen müssen die Verfahren der chemischen Analyse den in den jeweiligen Internationalen Normen festgelegten Verfahren entsprechen. Falls keine Internationale Norm vorliegt, darf das Verfahren vereinbart und zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung festgelegt werden.

Proben zur Bestimmung des Gesamtkohlenstoffgehalts müssen nach ISO 7625 vorbereitet werden. Der Gesamtkohlenstoffgehalt muss nach ISO 437 bestimmt werden.

5.3 Offene Porosität

Die offene Porosität ist nach ISO 2738 zu bestimmen.

5.4 Mechanische Eigenschaften

5.4.1 Allgemeines

Die in den Tabellen 1 bis 18 für den Sinterzustand angegebenen mechanischen Eigenschaften wurden an gepressten und gesinterten Prüfkörpern mittlerer chemischer Zusammensetzung bestimmt. Die in den Tabellen 1 bis 18 für den Wärmebehandlungszustand angegebenen mechanischen Eigenschaften wurden an Probestäben bestimmt, die entweder gepresst und gesintert oder aus gepressten und gesinterten Rohlingen mechanisch hergestellt wurden. Sie gelten als Richtwerte für die anfängliche Werkstoffauswahl (siehe auch Abschnitt 1). Diese angegebenen Eigenschaften dürfen auch als Grundlage genommen werden, um spezielle Prüfungen festzulegen, die auf der Zeichnung angegeben sein können.

Die mechanischen Eigenschaften dürfen weder aus Härtewerten berechnet, noch an Zugproben bestimmt werden, die einem Bauteil entnommen wurden und zur Bestätigung der in den Tabellen 1 bis 18 angegebenen Werte verwendet werden. Falls der Kunde verlangt, dass bestimmte mechanische Eigenschaften durch Prüfungen an dem Bauteil erreicht werden müssen, dann sind diese mit dem Lieferer zu vereinbaren und auf der Zeichnung und/oder einer auf der Zeichnung vermerkten technischen Unterlage des Herstellers anzugeben.

5.4.2 Festigkeitseigenschaften

Die Zugfestigkeit und die Streckgrenze müssen nach ISO 2740 und ISO 6892-1 bestimmt werden. Bei wärmebehandelten Werkstoffen sind Zugfestigkeit und Streckgrenze annähernd gleich, und in diesem Fall wird die Zugfestigkeit angegeben.

Die angegebenen normativen Werte für die Streckgrenze (im Sinterzustand) und die Zugfestigkeit (im Wärmebehandlungszustand) sind Mindestwerte. Diese Festigkeitseigenschaften können als Planungsgrundlage für die Anwendung von pulvermetallurgischen Bauteilen (PM-Bauteilen) verwendet werden. Um für PM-Bauteile eine optimale Werkstoffauswahl sowohl hinsichtlich der Eigenschaften als auch der Wirtschaftlichkeit treffen zu können, ist es wichtig, die vorgesehene Anwendung mit dem Hersteller der Teile eingehend zu erörtern.

Die Mindestwerte werden an Zugprobestäben bestimmt, die für die Bewertung von PM-Werkstoffen gesondert hergestellt wurden.

Probestäbe, die handelsüblichen Produktionsteilen entnommen wurden, können sich von den gesondert hergestellten Probestäben unterscheiden. Zur Bewertung der Festigkeit eines fertigen Bauteils wird deshalb empfohlen, dass Kunde und Hersteller eine statische oder dynamische Prüfung an der ersten Charge der Produktionsteile vereinbaren. Die Ergebnisse der bis zum Versagen der Teile durchgeführten Prüfung können statistisch ausgewertet werden, um für die folgenden Produktionschargen die Mindestbruchkraft zu bestimmen.

Der Nachweis für ausreichende Festigkeiten kann auch durch die Untersuchung von Zugproben erbracht werden, die speziell für die Bewertung von PM-Werkstoffen aus derselben Charge des Pulvers wie die Produktionsteile hergestellt und auf die gleiche Weise wie die Produktionsteile behandelt wurden.

Der oben erwähnte Versuch an Zugprobestäben, die einem Bauteil aus einem pulvermetallurgischen Werkstoff entnommen wurden, ist das ungünstigste Verfahren zur Ermittlung der Mindesteigenschaften.

Die Eigenschaften der Bauteile nach einer Wärmebehandlung wurden an Zugprobestäben bestimmt, die einer Abschreckhärtung und einem nachfolgenden Anlassen (Vergüten) unterzogen wurden, um Festigkeit, Härte und Verschleißbeständigkeit zu erhöhen. Das Anlassen ist besonders wichtig, um die in dieser Norm angegebenen Eigenschaften zu erreichen. Empfohlen werden Wärmebehandlungseinrichtungen, die mit Gasatmosphäre oder Vakuum arbeiten. Die Anwendung flüssiger Salze wird nicht empfohlen, da Salze in die Poren eindringen und ein „Ausbluten von Salzen“ sowie „innere Korrosion“ verursachen. Einige Werkstoffe können unmittelbar nach dem Sintern wärmebehandelt werden, indem sie im Sinterofen mit geregelter Geschwindigkeit abgekühlt werden. Dieser Vorgang wird üblicherweise als „Sinterhärtung“ bezeichnet. Auch diese sintergehärteten Werkstoffe müssen angelassen werden, um die Festigkeitseigenschaften zu optimieren.

5.4.3 Radiale Bruchfestigkeit

Die radiale Bruchfestigkeit ist nach ISO 2739 zu bestimmen. Die Wanddicken der zu verwendenden Prüfkörper müssen in dem von ISO 2795 abgedeckten Bereich liegen. Bei Prüfkörpern außerhalb dieses Bereichs sind die festgelegten Werte für die radiale Bruchfestigkeit unterschiedlich und zwischen Kunde und Lieferer zu vereinbaren.

6 Prüfverfahren für informative Eigenschaften

6.1 Prüfverfahren allgemein

Für jeden Werkstoff werden typische Werte für Zugfestigkeit und Streckgrenze angegeben. Sie sind nur als allgemeine Richtwerte anzusehen. Diese Werte sollten nicht als Mindestwerte angewendet werden.

Diese typischen Eigenschaftswerte sollten erreichbar sein, wenn die üblichen Herstellungsverfahren angewendet werden. Alle speziellen, an Bauteilen durchzuführenden Prüfungen sollten zwischen dem Kunden und dem Hersteller erörtert und vereinbart werden.

6.2 Dichte

Die Dichte wird in Gramm je Kubikzentimeter (g/cm^3) angegeben. Die Dichte wird nach ISO 2738 bestimmt. Üblicherweise wird die Dichte bestimmt, nachdem Öl oder nichtmetallisches Material aus den Poren entfernt wurde; diese Dichte wird als Trockendichte bezeichnet. Bei der Produktion von Lagern oder bestimmten andere Teilen wird mitunter die „Feuchtdichte“ angegeben; sie bezeichnet die Masse je Volumeneinheit und bezieht Öl oder nichtmetallisches Material ein, das zum Tränken des Bauteils verwendet wurde.

6.3 Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit wird nach ISO 2740 und ISO 6892-1 bestimmt.

6.4 Streckgrenze

Die Streckgrenze wird nach ISO 2740 und ISO 6892-1 bestimmt.

6.5 Bruchdehnung

Die Bruchdehnung (bleibende) wird nach ISO 6892-1 bestimmt. Die in Prozent der Anfangsmesslänge (im Allgemeinen 25 mm) angegebene (bleibende) Dehnung, wird durch Messen der Zunahme der Messlänge nach dem Bruch bestimmt, wobei vorausgesetzt wird, dass der Bruch innerhalb der Messlänge aufgetreten ist. Die Dehnung kann auch mit einem an einer Zugprobe angebrachten Break-away-Extensometer gemessen werden. Die aufgezeichnete Spannungs-Dehnungs-Kurve zeigt die Gesamtdehnung (elastische und bleibende Dehnung) an. Die elastische Dehnung ist von der Gesamtdehnung zu subtrahieren, um die bleibende Dehnung zu bestimmen (einige Zugprüfmaschinen sind mit einer Software ausgestattet, die eine direkte Ablesung der bleibenden Dehnung ermöglicht).

6.6 Elastizitätsmodul

Der Elastizitätsmodul wird nach ASTM E1875 bestimmt. Angaben für die in dieser Norm verwendeten elastischen Konstanten werden aus einer Prüfung der Resonanzfrequenz gewonnen. Die folgende Gleichung verknüpft die drei elastischen Konstanten:

$$\nu = (E/2G) - 1$$

Dabei ist

- ν die Poissonzahl;
- E der Elastizitätsmodul;
- G der Schubmodul.

6.7 Poissonzahl (Querkontraktionszahl)

Die Poissonzahl wird nach ASTM E1875 bestimmt.

6.8 Schlagarbeit

Die Schlagarbeit wird nach ISO 5754 bestimmt. Die Daten in der vorliegenden Norm wurden an ungekerbten Charpy-Proben ermittelt.

6.9 Druck-Streckgrenze

Die Druck-Streckgrenze wird nach ISO 14317 bestimmt. Für einige wärmebehandelte Werkstoffe, die in den Tabellen aufgeführt sind, ist die Härtebarkeit nicht ausreichend, um bei Probekörpern mit einem Durchmesser von 9,00 mm eine vollständige Durchhärtung zu erreichen. Wegen der unterschiedlichen Härtebarkeit der in den Tabellen aufgeführten wärmebehandelten Stähle sind die Druck-Streckgrenzenwerte nur auf Querschnitte mit 9,00 mm anwendbar. Üblicherweise haben kleinere Querschnitte eine höhere Druck-Streckgrenze, während größere Querschnitte bedingt durch ihre Härtebarkeit etwas niedrigere Druck-Streckgrenzen erreichen. Weil die Zugprobekörper zur Bestimmung der Zug-Streckgrenze einen kleineren Querschnitt haben als die Probekörper zur Bestimmung der Druck-Streckgrenze, ist ein direkter Vergleich zwischen den unter Zug- bzw. Druckbeanspruchung ermittelten Streckgrenzenwerten nicht möglich.

6.10 Biegebruchfestigkeit

Die Biegebruchfestigkeit wird nach ISO 3325 bestimmt.

Die Festigkeitsgleichung in ISO 3325 gilt exakt nur für nicht verformbare (nicht duktile) Werkstoffe; sie wird trotzdem häufig auf Werkstoffe angewendet, die sich verformen, bevor sie versagen; die Gleichung ist besonders dann hilfreich, wenn Festigkeitswerte zu Vergleichszwecken zu bestimmen sind. Für diese Werkstoffe sind die entsprechenden Daten als typische Eigenschaftswerte in ISO 3325 enthalten.

6.11 Schwingfestigkeit

6.11.1 Allgemein

Für jede ausgewertete Festigkeit sollte die Anzahl der ertragenen Schwingspiele angegeben werden.

Für PM-Eisenwerkstoffe, wie auch für Massivwerkstoffe, werden Schwingfestigkeiten nach 10^7 Schwingspielen als unendlich ertragbar und damit als Schwingfestigkeitsgrenze angesehen (auch als Dauerfestigkeit bezeichnet). Dagegen haben PM-Nichteisenwerkstoffe bei 10^7 Schwingspielen keine als unendlich ertragbar anzusehende Schwingfestigkeit und deshalb bleibt diese Festigkeit die Schwingfestigkeit bei 10^7 Lastspielen.

In dieser Norm werden die Dauerfestigkeiten durch statistische Auswertung der Prüfdaten ermittelt. Wegen der begrenzten Anzahl auswertbarer Datenpunkte werden diese Dauerfestigkeiten als 90 %-Lebensdauer bestimmt, d. h. es handelt sich um die Schwingfestigkeit, bei der 90 % der Proben 10^7 Schwingspielen standhalten.

Es gibt drei Beanspruchungsverfahren für die Proben, die jedoch unterschiedliche Schwingfestigkeiten liefern. Die Verfahren werden in den Unterpunkten 6.11.2 bis 6.11.4 beschrieben.

6.11.2 Schwingfestigkeit beim Umlaufbiegeversuch

Bei diesem Prüfverfahren werden ein bearbeiteter, runder, glatter Probestab (nach ISO 3928) und eine Prüfmaschine nach R. R. Moore angewendet. Die Prüfung wird nach ISO 1143 durchgeführt. Der Probestab wird einseitig eingespannt und in Rotation versetzt, während auf das andere Ende eine Belastung aufgebracht wird. Der Probestab wird am stärksten an seiner Oberfläche beansprucht, während an der Mittellinie eine neutrale Spannung vorliegt. Bei diesem Prüfverfahren werden die höchsten Werte für die Schwingfestigkeit ermittelt.

6.11.3 Schwingfestigkeit beim ebenen Biegeversuch

Bei diesem Prüfverfahren mit Biegung in einer Ebene wird ein genormter Sinterprobestab angewendet (nach ISO 3928), der einer Schwingbeanspruchung ausgesetzt wird. Bei diesem Prüfverfahren wird mit zunehmender Beanspruchung der Querschnittsfläche eine etwas niedrigere Schwingfestigkeit bestimmt als beim Umlaufbiegeversuch. Die Bewertung der Schwingfestigkeit geschieht mit dem "stair-case"-Verfahren, beschrieben in MPIF Standard 56.

6.11.4 Axiale Schwingfestigkeit

Bei diesem Verfahren wird entweder ein bearbeiteter Rundstab oder ein genormter Sinterprobestab angewendet (nach ISO 3928), der an beiden Enden in eine Prüfmaschine eingespannt und dann einer Schwingbeanspruchung mit $R = -1$ unterzogen wird. Die Prüfung wird nach ISO 1099 durchgeführt. Da der gesamte Querschnitt beansprucht wird, liefert dieses Prüfverfahren die niedrigste Schwingfestigkeit.

6.12 Härte

Die Härte wird nach ISO 4498 bestimmt. Der unter Anwendung eines herkömmlichen Eindringhärteprüfgerätes für PM-Bauteile bestimmte Härtewert erfasst die Matrixhärte in Kombination mit dem von der Porosität ausgehenden Effekt. Die Härte stellt den Widerstand gegen das Eindringen eines Eindringkörpers dar.

Wegen der möglichen Dichteschwankungen in fertigen PM-Teilen sollten auf der technischen Zeichnung des Teils die Stellen festgelegt werden, an denen die kritische Härte gemessen wird. Da die Härte durch Verschließen von Oberflächenporen beeinflusst werden kann, sollte auch der Oberflächenzustand festgelegt werden.

6.13 Längenausdehnungskoeffizient

Der Längenausdehnungskoeffizient wird nach ASTM E228 bestimmt.

7 Anforderungen

Die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften sind in den Tabellen 1 bis 18 enthalten.

Der Tränkstoffgehalt von Werkstoffen für Lager, die mit flüssigem Schmierstoff getränkt sind, muss mindestens 90 % der gemessenen offenen Porosität ausmachen.

8 Bezeichnungen

Bezeichnungen müssen Anhang A entsprechen.

Tabelle 1 — Nichteisenwerkstoffe für Lager: Bronze und Bronze mit Graphit

	Sorte ^a	Normative Werte					Informative Werte		
		Graphit	Chemische Zusammensetzung		Andere Elemente max.	Offene Porosität min. <i>p</i> %	Radikale Bruchfestigkeit min. <i>K</i> MPa	Dichte (trocken) <i>ρ</i> g/cm ³	Linearer Ausdehnungs- koeffizient 10 ⁻⁶ K ⁻¹
			Sn	Cu					
		%	%	%	%				
Bronze	-C-T10-K110		8,5 bis 11,0	Rest	2	27	110	6,1	18
	-C-T10-K140		8,5 bis 11,0	Rest	2	22	140	6,6	18
	-C-T10-K180		8,5 bis 11,0	Rest	2	15	180	7,0	18
Bronze mit Graphit	-C-T10G-K90	0,5 bis 2,0	8,5 bis 11,0	Rest	2	27	90	5,9	18
	-C-T10G-110 ^b	0,5 bis 2,0	8,5 bis 11,0	Rest	2	25	110	6,0	18
	-C-T10G-K120	0,5 bis 2,0	8,5 bis 11,0	Rest	2	22	120	6,4	18
	-C-T10G-K170 ^b	0,5 bis 2,0	8,5 bis 11,0	Rest	2	19	170	6,5	18
	-C-T10G-K160	0,5 bis 2,0	8,5 bis 11,0	Rest	2	17	160	6,8	18
	-C-T10G-K115	3 bis 5	8,5 bis 11,0	Rest	2	11	115	6,8	19
^a Alle Werkstoffe können mit Öl getränkt werden.									
^b Diese Werkstoffe haben eine höhere Festigkeit als nach der angegebenen Porosität zu erwarten wäre, so dass es notwendig werden kann, andere Sinterparameter anzuwenden.									